

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 Sciences de la Nature et de  
la Vie*

*Spécialité : Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux*

## Thème

Contribution la connaissance de la faune benthique des  
assifs Al-Djemaa et Harzoun (Tizi-Ouzou) et évaluation  
de la qualité de l'eau par la voie biologique (IBGN).



Présenté par :

**M<sup>lle</sup>** : BOUTERFA Mira

**M<sup>lle</sup>** : BOUALLAM Dalila

Devant le jury composé de :

<b>M<sup>r</sup></b> LOUNACI A.	Professeur	UMMTO	Promoteur
<b>M<sup>me</sup></b> SEKHI S.	Maitre Assistante	UMMTO	Présidente
<b>M<sup>me</sup></b> HAOUCHINE.	Maitre Assistante	UMMTO	Examinatrice

**SOUTENU LE : 17 /07/2017**

# Remerciement

On tient à remercier notre promoteur Monsieur LOUNACI A. Professeur à l'UMMTO de nous avoir suivi et orienté tout au long de ce travail, pour son dynamisme, ses précieux conseils et réconfort dans tous les moments.

Notre reconnaissance à Madame SEKHI S. Maitre assistante à l'UMMTO pour son aide, sa disposition et d'avoir accepté de présider ce jury.

Notre gratitude va vers Madame HAOUCHINE S. Maitre assistante à l'UMMTO qui a bien voulu juger ce travail.

On remercie également Mademoiselle KECHMIR H. et Monsieur LAMINE S. Doctorants à l'UMMTO pour leurs aides au laboratoire, on leurs sont très reconnaissantes.

Enfin, un grand merci et mes sincères amitiés vont vers ma chère et tendre amie Amel pour ses encouragements et son soutien moral pendant les moments difficiles.

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail.....*

*A celui qui a toujours garni mes chemins avec force et lumière...mon très cher père*

*A la plus belle perle du monde...ma mère*

*A mes sœurs et mon frère « Djcher, Lamia, Lydia, Kenza et Lyes » je leurs souhaite tout le succès, tout le bonheur*

*A toute ma famille pour l'amour et le respect qu'ils m'ont toujours accordé*

*A tous mes amis avec qui j'ai passé une merveilleuse année malgré les moments difficiles « Tchali, Mimo, Swileh, Celia » et particulièrement celui qui a su me rendre le sourire « mi G.Ha » je leurs souhaite tout le succès et bonheur*

*A toute personne qui m'a aidé à franchir un horizon dans ma vie .....*

*Amablement*

**B. MIRA**

# Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents*

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

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*Mes chers frères Aïssa et M'hend*

*Ma seule et unique sœur et ma meilleure amie « Mayiïï » qui a toujours été là pour moi dans les bons et les mauvais moments*

*Mes chers ami(e)s*

*En Souvenir des plus beaux instants qu'on a passé ensemble, particulièrement mon binôme « Mighaa », Amel et Chahra*

*Je vous souhaite une bonne continuation*

*Et à toute personne qui m'a aidé et soutenu dans la réalisation de ce travail.*

*B-Dalila*

**Figure 1 :** Situation géographique de la région d'étude (HINI et HOUACINE, 2011).

**Figure 2 :** Températures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et mensuelles) à Tizi ousou (période 2000-2014, source O.N.M de Tizi ousou).

**Figure 3 :** Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'étude.

**Figure 4 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (Ath Ouabane, Ait Yenni, Tizi Ouzou et Boubhir), source : A.N.R.H de Tizi Ouzou.

**Figure 5 :** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la région de Tizi-Ouzou (période 2000 - 2014).

**Figure 6 :** Carte descriptive du réseau hydrographique et emplacement des stations étudiées.

**Figure 7 :** Abondance relative de la faune globale dans les stations d'étude.

**Figure 8 :** Abondance globale de la faune dans les stations d'étude.

**Figure 9 :** Richesse taxonomique dans les stations étudiées.

**Figure 10 :** Evolution de l'indice de SHANNON et WEAVER et de l'équitabilité.

**Figure 11 :** Abondance des Ephéméroptères.

**Figure 12 :** Distribution des Ephéméroptères dans les stations d'étude.

**Figure 13 :** Abondance des Diptères récoltés.

**Figure 14 :** Distribution des Diptères dans les stations d'étude.

**Figure 15 :** Abondance des Plécoptères.

**Figure 16 :** Distribution des Plécoptères dans les stations d'étude.

**Figure 17 :** Abondance des Coléoptères.

**Figure 18 :** Distribution des Coléoptères dans les stations d'étude.

**Figure 19 :** Abondance des Trichoptères.

**Figure 20 :** Distribution des Trichoptères dans les stations d'étude.

**Figure 21 :** Abondance des Hétéroptères.

**Figure 22 :** Distribution des Vers dans les stations d'étude.

**Figure 23 :** Distribution des Crustacés dans les stations d'étude.

**Figure 24 :** Qualité hydrobiologique des cours d'eau étudiés

**Figure 25 :** Analyse hydrobiologique des stations étudiées.

**Tableau 1 :** Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'études.

**Tableau 2 :** Caractéristiques environnementales des stations d'étude.

**Tableau 3 :** Altitudes et pentes des stations étudiées.

**Tableau 4 :** Vitesses du courant enregistrées aux stations d'études.

**Tableau 5 :** Nature du substrat dans les stations étudiées.

**Tableau 6 :** Nombre de taxons par groupe zoologique.

**Tableau 7 :** Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude.

**Tableau 8 :** Indices de diversité H' et E.

**Tableau 9 :** Valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune (Extrait de la norme AFNOR T 90-350, 1992).

**Tableau 10 :** Grille d'appréciation globale de la qualité de l'eau (norme AFNOR T 90- 350, 1990).

**Tableau 11:** Qualité hydrobiologique des stations étudiées.

Introduction .....	1
<b>Chapitre I:Caractéristiques générales de la région d'étude</b>	
1.1. Situation géographique.....	3
1.2. Cadre géologique .....	3
1.3. Climatologie.....	4
1.3.1. Température.....	4
1.3.2. Précipitations.....	7
1.3.3. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	9
1.4. Couvert végétal.....	10
1.5. Perturbations anthropiques.....	11
<b>Chapitre II : Sites et méthodes d'étude</b>	
2.1. Description des cours d'eau et des stations d'études .....	12
2.1.1. Assif El-Djemaa.....	14
2.1.2. Assif Harzoun .....	14
2.2. Caractéristiques environnementales des stations d'études.....	15
2.3. Caractéristiques physiques des stations.....	16
2.3.1. La pente .....	16
2.3.2. Débit et vitesse du courant.....	16
2.3.3. Le substrat.....	17
2.4. Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique.....	18
2.4.1. Récolte de la faune benthique.....	18
2.4.2. Tri et détermination .....	18
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	
3.1. Analyse de la faune.....	20
3.2. Abondance de la faune .....	24
3.3. Richesse taxonomique .....	25
3.4. Etude de la diversité.....	26
• Indice de SHANNON et WEAVER .....	26
• Indice d'équitabilité.....	27

3.5. Analyses quantitative et qualitative de la faune benthique .....	29
• Ephéméroptères .....	29
• Diptères.....	31
• Plécoptères .....	32
• Coléoptères .....	34
• Trichoptères.....	36
• Hétéroptères.....	37
• Vers .....	38
• Crustacés .....	39
3.6. Méthodes biologiques et bioindicateurs.....	41
3.6.1. Les principaux types de méthodes biologiques.....	41
3.6.2. Indice Biologique Global Normalisé "IBGN".....	42
3.6.3. Analyse des stations.....	45
3.6.4. Discussion.....	49
Conclusion.....	52
Références bibliographiques.....	54
Annexes.....	57

### Introduction

**« L'eau est l'organe du monde, le sang de la terre et le support de toute vie »**

Le proverbe cité au-dessus montre la valeur de l'eau pour chaque être vivant, elle constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure des mondes minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques et industrielles. L'eau douce est une denrée rare tant pour sa quantité que sa qualité. Malheureusement, la qualité de l'eau douce se dégrade de façon alarmante.

En effet, l'eau de bonne qualité devient rare et difficile à obtenir car l'ensemble du milieu aquatique est transformé en réceptacle de déchets, résidus de tout genre et de rejets multiples.

La qualité de l'eau est le résultat global de l'interaction eau – peuplement aquatique–habitat. Le cumul de nombreuses activités humaines peut entraîner une aggravation des conditions naturelles de vie et des difficultés de répartition de l'eau.

En Algérie du Nord, la pollution de l'eau connaît une évolution inquiétante notamment dans les cours d'eau qui subissent des contrastes climatiques (régression de la pluviométrie, élévation de la température) accentuées par les fortes perturbations d'origine anthropiques (rejets urbains et industriels, agricultures, extraction du gravier...etc.)

Les analyses biologiques jouent un rôle majeur dans l'évaluation de la qualité des eaux, basées sur les organismes benthiques bioindicateurs permettant de mesurer l'impact réel du phénomène de la pollution sur le bien capital qui est l'écosystème aquatique.

En effet, les biocénoses aquatiques, qui sont soumises à des flots polluants, peuvent témoigner par leurs fluctuations, de la qualité physico-chimique des eaux qui les abritent et servir aussi d'indicateurs biologiques.

Avec le développement des programmes d'étude en hydrobiologie, plusieurs travaux ont été exposés par différents auteurs. Nous pouvons citer ceux de LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988), ARAB (1989), LOUNACI-DAOUDI (1996), LOUNACI et al.,(2000 a), LOUNACI et al.,(2000 b), MEBARKI (2001), ARAB et al.,(2004), LOUNACI (2005), LOUNACI & VINÇON (2005), HAOUCHINE (2011), SEKHI (2011).

## **Introduction**

---

Le présent travail constitue une étude hydrobiologique de trois cours d'eau du sous-bassin versant de l'Oued Aissi (Assif El-Hammam, Assif El-Djemaa et Assif Harzoun). Il consiste en une étude faunistique et écologique des macroinvertébrés benthiques, et d'autre part, à évaluer la qualité hydrobiologique de l'eau et du milieu par la voie biologique.

L'ensemble de ce travail est reparti en trois chapitres :

- le premier présente les caractéristiques générales de la région d'étude ;
- le second traite la description des sites d'étude (cours d'eau et stations), des techniques d'échantillonnage, des paramètres environnementaux ;
- le troisième chapitre est consacré à la faune benthique et l'évaluation de la qualité de l'eau par voie biologique.

### **1.1. Situation géographique**

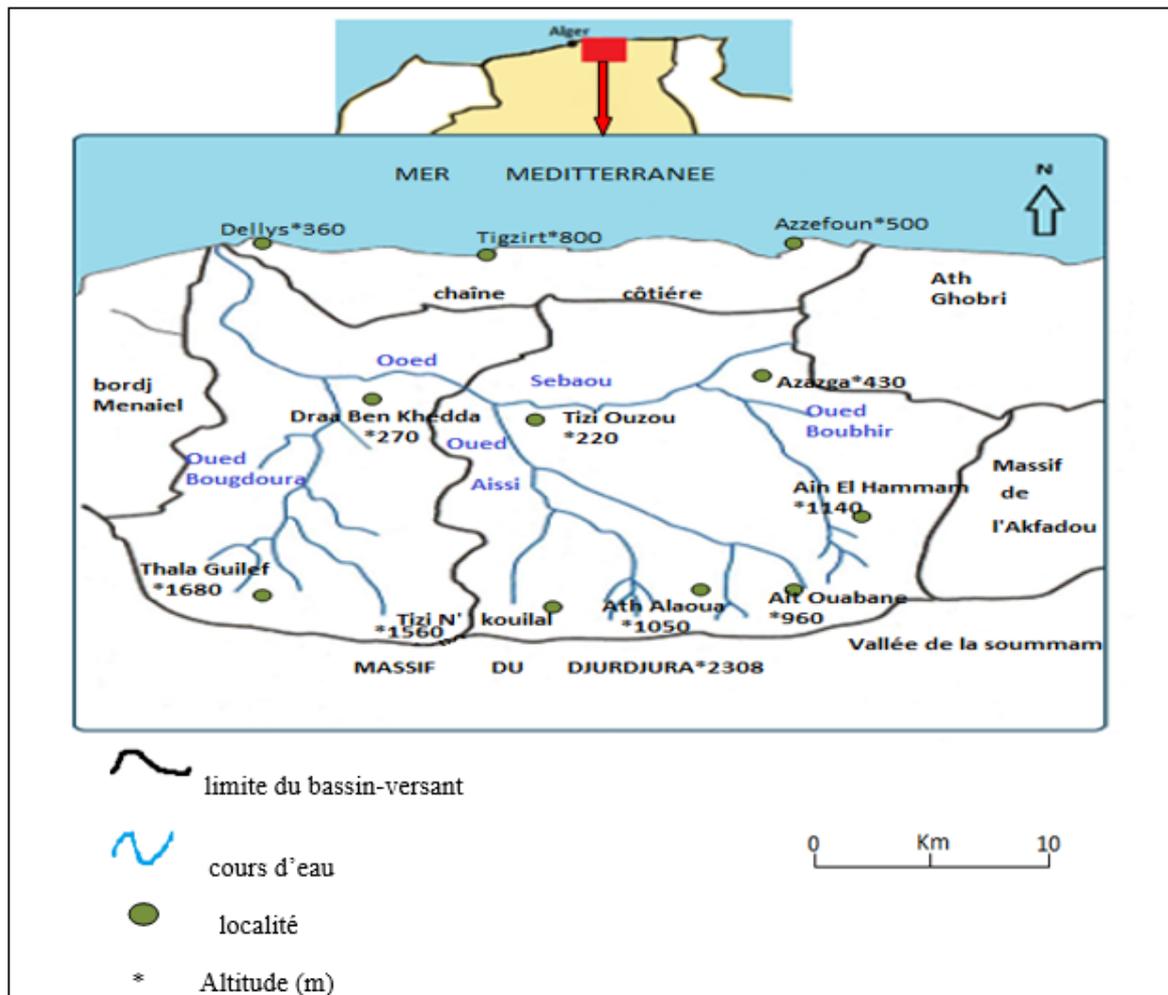
Un ensemble montagneux, la Kabylie du Djurdjura constitue notre région d'étude. Elle est située au Nord de l'Algérie à une centaine de Kilomètre de l'Est d'Alger, dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Comprise entre 3°35' et 5°05' de longitude Est et entre 36°22' et 36°55' de longitude Nord, elle s'étend sur un peu plus d'une cinquantaine de kilomètre du Sud au Nord, depuis les sommets du massif du Djurdjura jusqu'à la vallée de Sébaou (Figure 1). Elle est délimitée au Nord par la chaine littorale, à l'Ouest par le bassin versant des Isser, à l'Est par le massif de l'Akfadou et au Sud par la chaine du Djurdjura.

Le Sébaou, principal cours d'eau de Kabylie, reçoit l'ensemble des affluents provenant des différents sous-bassins versants Nord du Djurdjura : Oued Boubhir, Oued Aissi, Oued Bougdoura, et versant Sud de la chaine côtière : Oued Diss, Oued Tamda et Oued Stita.

### **1.2. Cadre géologique**

Selon une coupe géologique nord-est du bassin versant de la vallée de Sébaou, nous pouvons distinguer trois formations géologiques importantes imperméables permettant l'écoulement et l'alimentation des Oueds (YAKOUB, 1985) :

- **La dorsale calcaire du Djurdjura** : appelée aussi chaine calcaire (DURAND, 1996), elle est formée essentiellement de calcaire secondaire. À ce niveau il existe un réseau hydrographique souterrain qui canalise un volume d'eau important donnant lieu souvent à des sources permanentes qui alimentent les affluents de l'oued Sébaou.
- **Le socle kabyle** : de nature magmatique et métamorphique, ce socle favorise la convergence des eaux de pluie vers les principaux affluents de l'Oued Sébaou (YAKOUB, 1996).
- **Les dépressions sédimentaires** : elles se composent d'un matériel hétérogène grossier (galets, graviers) et peut former des nappes alluviales suite aux importants écoulements.



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

### 1.3. Climatologie

Le climat influence de manière très importante la vie des organismes et les relations que ces organismes entretiennent dans le cadre des écosystèmes (PARINET et al., 2000).

La région d'étude se situant en méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence d'un climat méditerranéen caractérisé par un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

#### 1.3.1. Températures

La température est la caractéristique physique la plus importante des cours d'eau puisqu'elle conditionne l'état de santé et la qualité des réseaux hydrographiques (WILLIAMS, 1968). Elle influence sur la vie des organismes aquatiques de façon directe et indirecte (ANGELIER, 2000).

1.3.1.1. Températures de l'air

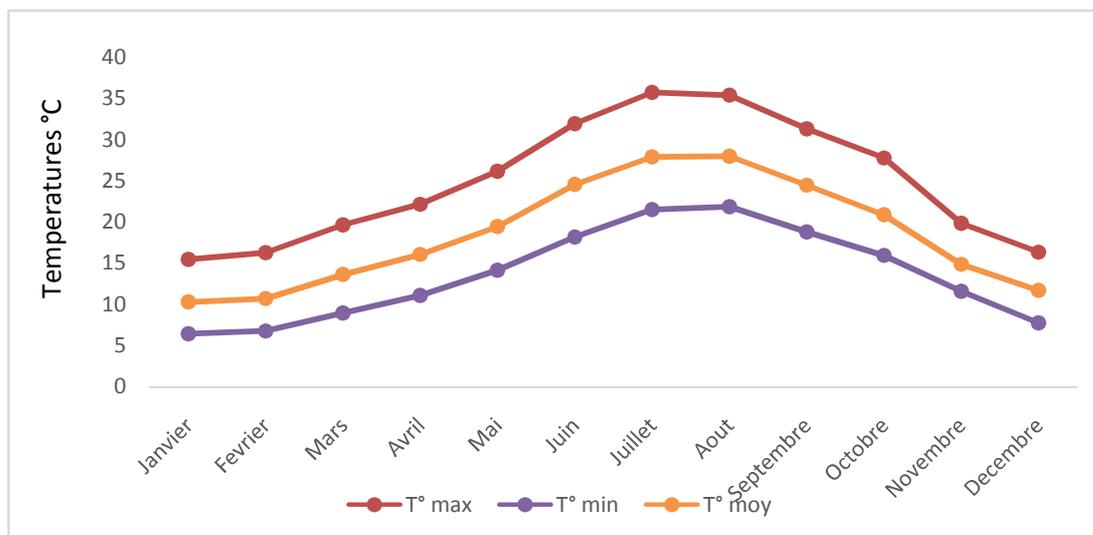
La température est un facteur limitant. Par son importance, elle contrôle l'ensemble des précipitations, des phénomènes métaboliques et conditionne la réparation des espèces végétales et animales.

Le manque de données dû à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude, nous a contraints à utiliser les données de l'Office National de Météorologie (ONM) enregistrées à Tizi-Ouzou. En annexe 1 nous avons reporté les températures moyennes mensuelles de l'air (moyennes, maximales et minimales) enregistrées à Tizi-Ouzou pendant la période allant de 2000 à 2014.

La moyenne inter-annuelle des températures de l'air à Tizi-Ouzou est de 18,52°C. Les minima et maxima enregistrés sont :

m = 6,42°C (Janvier)

M = 35,72°C (Juillet).



**Figure 2 :** Temperatures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et Moyennes) à Tizi ouzou (période 2000-2014,source O.N.M de Tizi ouzou).

La lecture de la figure 2 montre que les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds. Leurs températures moyennes sont respectivement de 27,88°C et 27,97°C avec des maxima de 35,72°C et 35,38°C, et des minima de 21,5°C et 21,86°C.

Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids avec des températures moyennes respectives de 11,69°C, 10,28°C et 10,69°C. Leurs températures moyennes minimales enregistrées sont de 7,74°C, 6,42°C et 6,76°C.

### 1.3.1.2. Températures de l'eau

La température est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes, elle conditionne les possibilités de développement et la durée des cycles biologiques des organismes vivant ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau.

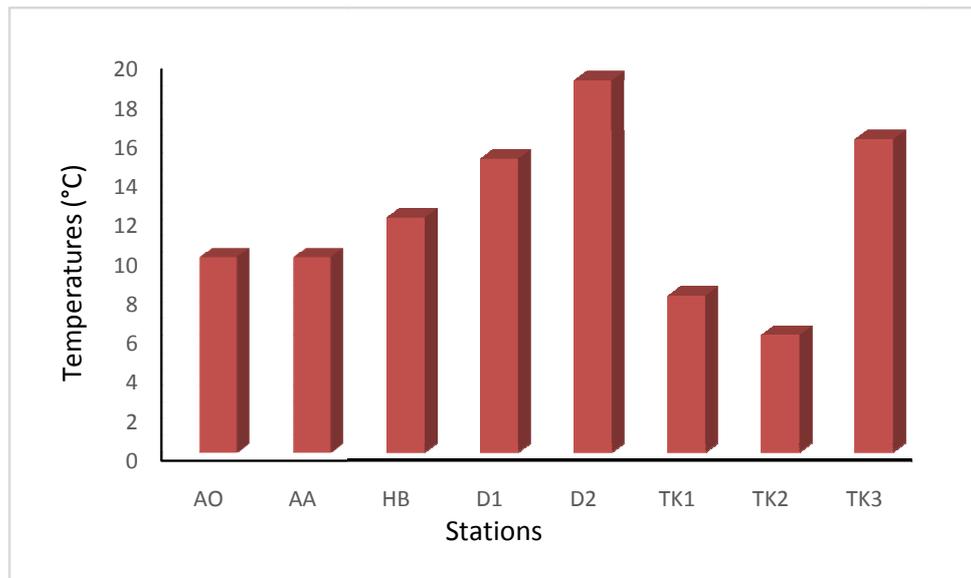
Ce paramètre varie régulièrement sur le profil longitudinal des cours d'eau. Il est en fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la ripisylve et de la saison (ANGELIER,2000). Sa mesure est très utile pour les études hydrobiologiques car elle joue un rôle important dans la distribution longitudinale des biocénoses.

Dans l'impossibilité de réaliser des mesures de températures journalières, nous nous sommes limités à réaliser des relevés ponctuels dans les stations étudiées. Elles ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à mercure. Elles sont exprimées en degrés Celsius (°C). Les valeurs ponctuelles de la température de l'eau dans les stations étudiées sont données ici à titre indicatif (tableau 1).

**Tableau 1 :** Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'études.

Stations*	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
Altitudes (m)	960	1050	750	420	220	1200	700	350
T°moyenne (°C)	10	10	12	15	19	8	6	16

\*stations : pour la description des stations, se conférer au tableau 2 ( Caractéristiques environnementales des stations d'étude).



**Figure 3 :** Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'études.

La lecture du tableau 1 et la figure 3 font apparaître globalement deux groupes de stations du point de vue thermique :

- Le premier groupe renferme les stations des ruisseaux et des torrents de montagne pour lesquelles la température de l'eau varie entre 8°C et 12°C. Ce sont les stations des cours d'eau alimentés par les sources et les fontes des neiges : AO, AA, HB, TK1, TK2.
- Le deuxième groupe est composé essentiellement des stations de piémont et de basse altitude (D1, D2, TK3) dont des températures moyennes varient de 15°C à 19°C.

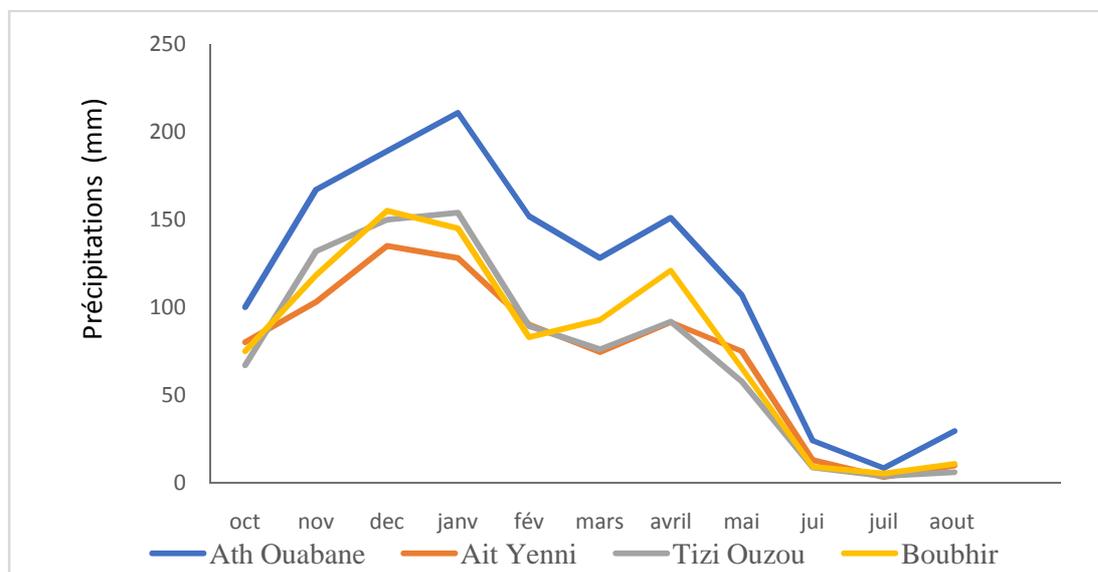
### 1.3.2. Précipitations

La pluviosité est un facteur important, elle est déterminée par sa durée de chute et son intensité (HAOUCHINE, 2011). SELTZER (1946), QUEZE (1957) et CHAUMONT & PAQUIN (1971) admettent que la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de divers facteurs géographiques : altitude, latitude, longitude et exposition.

Le massif montagneux du Djurdjura, par son orientation Est-Ouest, joue un rôle de barrière naturelle aux vents humides, provenant du Nord-Ouest. Il représente un réservoir hydrologique important pour l'alimentation de l'oued Sébaou et ses affluents.

Selon les auteurs qui ont étudié le climat de l'Algérie, la Kabylie du Djurdjura est parmi les régions les plus arrosées avec un total pluviométrique annuel variant entre 1400 et 1200 mm en versant Nord de Djurdjura (Alt >1000m) et entre 800 et 900 mm sur la zone littorale et les piémonts (DERRIDJ, 1990 ; ABDESSELAM, 1995).

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités proches de la région d'étude (Ath Ouabane, Ait Yenni, Tizi-Ouzou et Boubhir) entre 1991 et 2014 sont portées dans l'annexe 2. Ces données ont été fournies par L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques de Tizi-Ouzou (A.N.R.H). Elles sont choisies ici pour leur localisation dans la zone d'étude ou sa proche périphérie.



**Figure 4 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (Ath Ouabane, Ait Yenni, Tizi-Ouzou et Boubhir), source : A.N.R.H de Tizi-Ouzou.

La lecture de la figure 4 montre que les variations des précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique. Les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à avril, avec plus de 80% du total pluviométrique avec deux pics en décembre et janvier. Presque tous les mois de la saison humide enregistrent plus de 100 mm en moyenne.

Dans la région d'Ath-Ouabane (alt 960m), les précipitations sont élevées. La moyenne annuelle est de 1234 mm. A Ait Yenni (alt 760m), elles sont de 850 mm. Dans la vallée du Sébaou (Tizi-Ouzou et Boubhir), les précipitations moyennes annuelles sont respectivement de 877 mm et 928 mm.

1.3.3. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique représente les variations mensuelles sur une période donnée des températures et des précipitations selon des gradations standardisées

Une gradation de l'échelle des précipitations correspond à deux gradations de l'échelle des températures ( $P=2T$ ) avec P = précipitations et T = températures.

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de déterminer et de localiser la période sèche correspondante aux mois où la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures.

Les moyennes mensuelles des températures de l'air et des précipitations à Tizi-Ouzou (période 2000-2014) sont portées dans l'annexe 4.

La lecture de la figure 5 montre que la répartition des précipitations moyennes mensuelles fait apparaître deux périodes distinctes :

- une période sèche d'environ trois mois et demi, de juin à mi-septembre correspondant à l'étiage des cours d'eaux.
- une période humide de huit mois et demi : de la mi-septembre à mai.

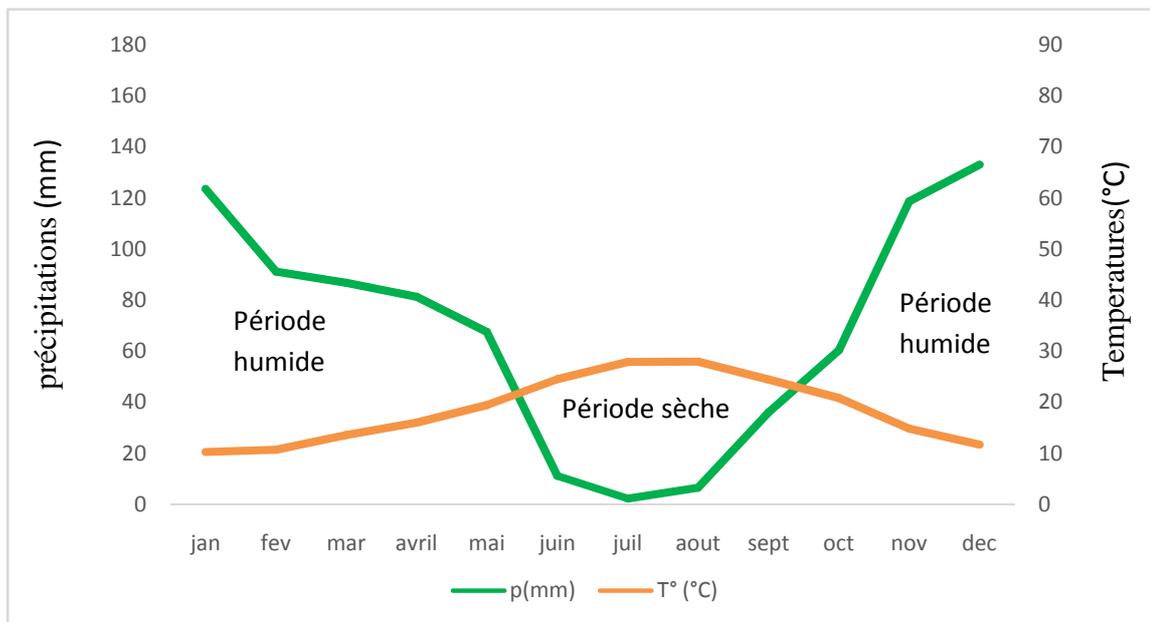


Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la région de Tizi-Ouzou (période 2000 - 2014).

#### 1.4. Couvert végétal

Le couvert végétal constitue un facteur écologique très important. Il influe sur l'écoulement superficiel de l'eau 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).

Globalement, la couverture végétale de la région d'étude est assez dense. Elle varie en fonction de l'altitude.

- Aux altitudes supérieures à 1000 m, les sommets sont dénudés ou couverts à quelques endroits par une végétation constituées essentiellement de pelouses et d'épineux. En aval, vers 900 m, la végétation est constituée de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus* sp) et de quelques pieds de cèdre (*Cedrus atlantica*) et de chêne liège (*Quercus suber*) à l'état dispersé.
- Dans les piémonts, la végétation est représentée essentiellement par l'arboriculture, fruitières : oliviers (*Olea europea*), figuier (*Ficus carica*), grenadier (*Punica granatum*), et cerisier.
- En basse altitudes les formations végétales sont représentées particulièrement par des vergers (orangers, pommiers, figuiers...) qui participent à la dégradation des formations végétales naturelles.

Le long des cours d'eaux on peut trouver sur les berges :

- en altitude une strate herbacée et des épineux.

- dans les zones piémont et de plaine, l'aulne (*Alnus glutinosa*), laurier rose (*Nerium oleander*), le merisier (*Cerasus avium*), le tamaris (*Tamarix* sp), le peuplier blanc (*Populus alba*) et le peuplier noir (*Populus nigra*), le roseau (*Arrundo donax*) et des épineux.

Quant à la végétation aquatique, elle est constituée essentiellement de mousses, d'algues et de macrophytes.

### **1.5. Perturbations anthropiques**

La pollution est toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur le milieu aquatique et les êtres vivants.

Selon LEYNAUD (1968), un cours d'eau est dit pollué lorsque l'état de ses eaux est directement ou indirectement modifiés par l'action de l'homme. La notion d'intégrité et de santé des écosystèmes nécessite de prendre en compte simultanément les paramètres physiques, chimiques et biologiques.

Dans la partie amont des cours d'eau, la pollution est essentiellement d'origine domestique. Son impact potentiel sur les cours d'eau devrait être relativement faible.

Dans les piémonts et en basse altitudes, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses. Les principales sources de pollution sont les rejets urbains cumulés au pompage de l'eau et le détournement de l'eau pour l'irrigation, et l'extraction de sable et de graviers en relation avec l'accroissement des constructions.

### 2.1. Description des cours d'eau et des stations d'études

Le sous-bassin versant de l'oued Aissi regroupe plusieurs cours d'eau drainant la partie médiane du flanc Nord du Djurdjura.

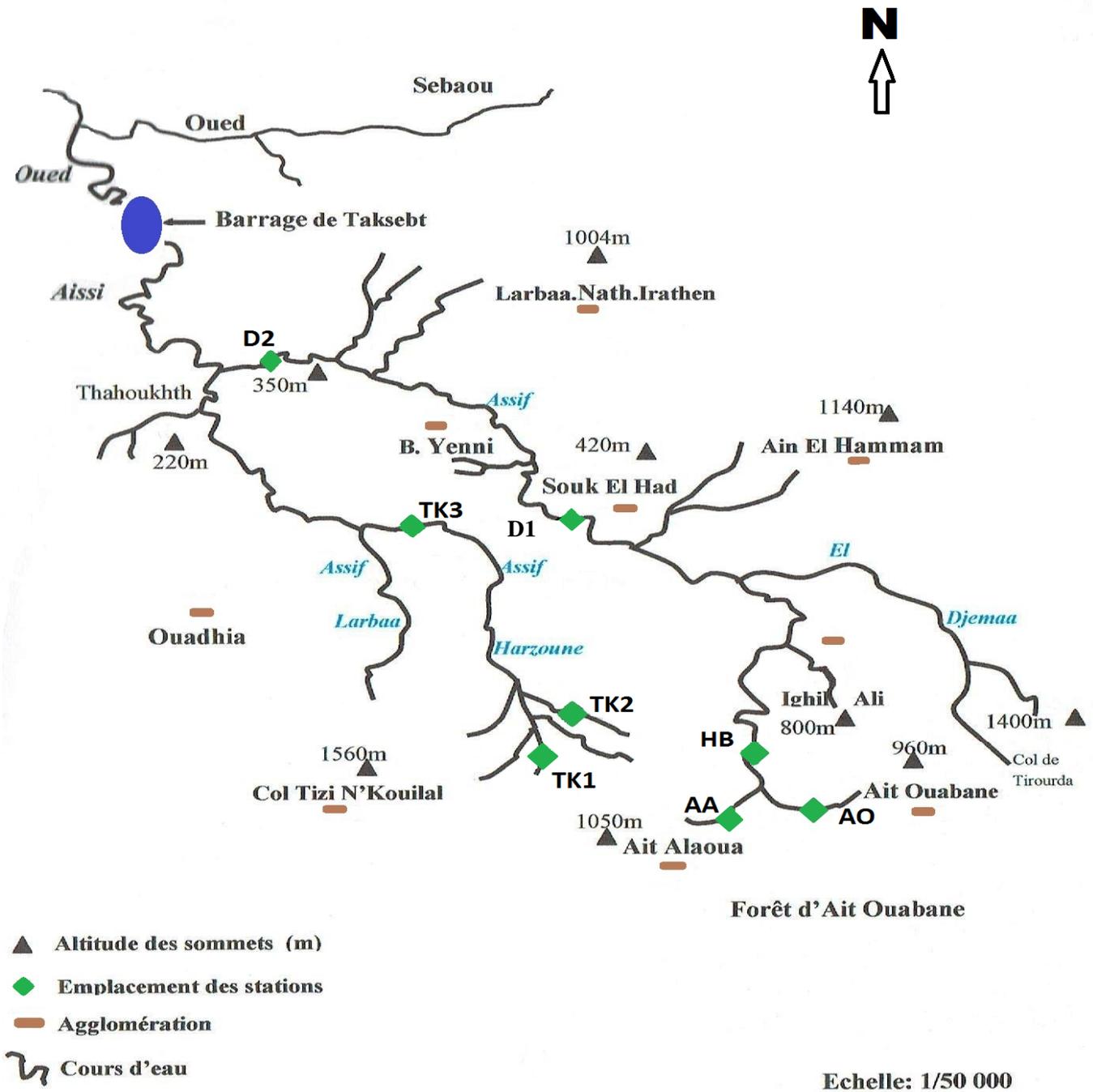
Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté principalement sur trois cours d'eau : assif El-Djemaa, assif El-Hammam et assif Harzoun.

Parmi les stations prospectées, huit ont été retenues en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la distance à la source, la pente, la vitesse du courant, le substrat, l'amont et l'aval des agglomérations et dans certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations.

Les stations se répartissent comme suit :

- 3 stations sur assif El Hammam : AO, AA, HB
- 2 stations sur assif El Djemaa : D1, D2
- 3 stations sur assif Harzoun : TK1, TK2, TK3

Les stations sont indiquées par des points sur la figure 6 et leurs caractéristiques sont portées dans le tableau 2.



**Figure 6 :** Carte descriptive du réseau hydrographique et emplacement des stations étudiées. (HINI et HOUACINE, 2011)

**2.1.1. Assif El-Djemaa**

Affluent de l'oued Aissi, il prend naissance dans la région Sud-Ouest d'Ain-El-Hammam. Il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis Ain-El-Hammam, Ath Allaoua et Ath Ouabane jusqu'au lieu dit Thakhoukhth.

Deux secteurs hydrographiques s'échelonnant entre 1100 m et 200 m d'altitude ont retenu notre attention : assif El-Hammam et assif El-Djemaa (s.s).

❖ **Assif El-Hammam** : C'est le type même de cours d'eau de montagne. Il cascade sur le long parcours de 14 Km dans les creux des montagnes. Il prend ses sources à Ath Ouabane (alt 1700 m) et Ath Allaoua (alt 1400 m). Doté d'une pente de l'ordre de 7%, il coule en orientation sud-nord entre 1700 m 460m d'altitude avant de se jeter dans assif El-Djemaa (s.s).

Trois stations sont retenues sur ce parcours : AO, AA, HB.

❖ **Assif El-Djemaa (s.s)** : Assif El-Djemaa, long de 25 Km, coule en orientation sud-est/ nord-ouest entre 460 et 180 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Aissi à 500 m en aval du lieu dit Thakhoukhth. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,2% et la largeur de son lit peut atteindre par endroit 10 m.

Sur son parcours se trouvent des points de prélèvement de sable. A cette perturbation s'ajoutent les rejets urbains, ainsi que les dépôts d'ordures sur les rives.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : D1 et D2.

**2.1.2. Assif Harzoun**

Assif Harzoun prend naissance dans le col de Thizi-N'Kouilal sur le flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura. Il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 14 Km entre 1700 et 300 m d'altitude, avant de se jeter dans assif Larbaa (affluent de l'oued Aissi) à 6 Km en amont du lieu dit Thakhoukhth. Sa partie amont est connue sous le nom de Thassifth n'Tizi N'kouilal de 3 Km de long et de pente moyenne de l'ordre de 20%. Sa partie aval est connue sous le nom d'assif Harzoun (s.s). Elle est de 11 Km et de pente moyenne de l'ordre de 3%. Trois stations sont retenues dans ce cours d'eau : TK1, TK2, T

2.2. Caractéristiques environnementales des stations d'étude

Le tableau ci-dessous apporte une description complète des stations, il comporte les caractéristiques environnementales et les influences anthropiques.

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
Localisation	A 500m en amont du village d'Ath-Ouabane	Thassifth n'Ath allaoua	En amont d'une infrastructure hydraulique dans assif el Hammam	A 500m en amont de la station hydroélectrique de Souk el Had	A 500m en aval du lieu-dit « thakhoukhth »	A 1km en aval du col de Tizi n'kouilal	A environ 2km en aval de la station TK1	A 6km en amont du lieu dit « thakhoukhth »
Altitude (m)	960	1050	750	420	220	1200	700	350
Distance à la source (km)	1	1	4	20	38	1	3	14
Pente (%)	13	9,6	7,4	2,6	1,4	25	16	2,5
Profondeur (cm)	20	15	30	30	30	10	10	30
Vitesse du courant (cm/s)	Très rapide à rapide	Très rapide à rapide	Très rapide à rapide	Très rapide à rapide	Très rapide à rapide	Rapide à moyenne	Très rapide à rapide	Très rapide à rapide
Largeur du lit (m)	2	3	5	4	4	0,5	0,5	1,5
Substrat	Gros galet, limon+matières organique	Gros galet, sable	Gros galet, limon+matières organique	Gros galet, sable limon+matières organique	Gros galet, sable	Gros galet, sable limon+matières organique	Gros galet, sable	Gros galet, sable
Recouvrement végétal (%)	100	50	60	80	70	100	100	70
Influences anthropiques	Absente	absente	Rejets urbains	Rejets urbains	Rejets urbains et extraction de sable	absente	absente	Rejets urbains

Tableau 2: Caractéristiques environnementales des stations d'étude.

## 2.3. Caractéristiques physiques des stations

### 2.3.1. La pente

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

Le tableau 3 illustre les pentes et les altitudes aux stations des cours d'eau étudiés.

**Tableau 3 :** Altitudes et pentes des stations étudiées.

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
Altitudes (m)	960	1050	750	420	220	1200	700	350
Pente (%)	13	9,6	7,4	2,6	1,4	25	16	2,5

La lecture du tableau montre que les stations les plus pentues correspondent à celles des cours d'eau de montagne (alt > 700 m). Les pentes varient de 7,4% à 25% (secteurs des stations AO, AA, HB, TK1 et TK2). Dans les piémonts entre 420 et 220 m d'altitude, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes moyennes varient entre 2,5 et 1,4% (secteurs des stations D1, D2 et TK3).

### 2.3.2. Débit et vitesse du courant

L'écoulement de l'eau est un facteur qui agit sur les peuplements aquatiques. Il est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, de la pente, de la longueur du lit, de la taille des éléments du substrat, ainsi que de la profondeur de la lame d'eau.

D'après LOUNACI(2005), le régime hydrologique des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura est caractérisé par de grandes fluctuations du débit. Les crues sont soudaines et violentes, les étiages prononcés.

Dans ce travail, en raison des difficultés de mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station.

Les mesures de vitesses sont effectuées en surface à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue. Le temps pris par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse.

Les valeurs des vitesses du courant, qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portées sur le tableau 4. Elles sont classées en cinq catégories selon l'échelle de Berg :

- Vitesse très lente :  $\leq 10$  cm/s.
- Vitesse lente : 10 à 25 cm/s.
- Vitesse moyenne : 25 à 50 cm/s.
- Vitesse rapide : 50 à 100 cm/s.
- Vitesse très rapide :  $\geq 100$  cm/s.

**Tableau 4:** Vitesses du courant enregistrées aux stations d'étude.

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
Altitudes (m)	960	1050	750	420	220	1200	700	350
Largeur du lit mineur (m)	2	3	5	4	4	0,3	0,5	1,5
Vitesse du courant	Très rapide à rapide	Rapide à moyen	Très rapide à rapide	Très rapide à rapide				

- La vitesse du courant est définie de très rapide à rapide dans la majorité des stations (AO, AA, HB, D1, D2, TK2, TK3) et de rapide à moyenne dans la station TK1.

### 2.3.3. Le substrat

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel ils sont étroitement liés pendant une partie de leur vie, les cours d'eau étudiés présentent une diversité structurelle et donc une grande variété d'habitats.

Le substrat est composé principalement de galets, de gravier, de sable, de limons et matière organique. L'importance relative de chaque catégorie de substrat est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimée par observation directe à l'échelle de la station (tableau 5).

**Tableau 5** : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
Gal (%)	90	90	90	90	60	50	80	60
Sab (%)	0	0	10	5	40	20	20	40
Lim+Mo (%)	10	10	0	5	0	30	0	0

**Gal** : galets, **Sab** : sable, **Lim** : limons, **Mo** : matière organique.

La distribution des stations en fonction de la nature du substrat montre une homogénéité du substratum. Au niveau des stations d'altitudes et les stations de moyennes altitudes, le substrat dominant est le gros galet.

## 2.4. Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique

### 2.4.1. Récolte de la faune benthique

Le matériel biologique provient de prélèvements benthiques. Ils ont été effectués à l'aide d'un filet à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre et de 275  $\mu$ m de vide de mailles.

Les prélèvements sont récoltés dans des zones peu profondes (< 30 cm) sur des surfaces de l'ordre de 0,1 m<sup>2</sup>. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet.

La faune récoltée est mise dans des sachets en plastiques, puis fixée dans du formol à 8% sur le lieu même du prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notées à chaque prélèvement.

Les récoltes de la faune benthique sont réalisées en mai, période la plus propice au développement de la faune aquatique.

### 2.4.2. Tri et détermination

Au laboratoire, les échantillons sont rincés sur une colonne de tamis de mailles décroissantes (5 mm, 1mm et 0,2 mm) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles). Le contenu des tamis est ensuite versé dans des bassines puis transvasé dans des béciers de 250 CC

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

L'unité taxonomique retenue dans le cadre de ce travail est la famille à l'exception des Vers, Sangsues, Hydracariens et Mollusques. Pour se faire, nous nous sommes référés aux clés de détermination de Tachet et al. (1980 et 2000).

### 3.1. Analyse de la faune

Le benthos récolté est constitué d'invertébrés vivants dans le fond des cours d'eau. Ils se répartissent de façon hétérogène en fonction de la nature du substrat. Leur distribution dépend des conditions environnementales. Ainsi, tout changement du milieu entraîne des changements dans les communautés, notamment au niveau de la composition faunistique.

L'étude du benthos permet d'apprécier la composition, la structure et la distribution dans l'espace et dans le temps des macroinvertébrés en place.

Les prélèvements réalisés dans les cours d'eau étudiés ont permis de recenser un total de 15835 individus répartis en 12 groupes zoologiques et 42 familles (tableau 6).

Sur les 42 taxons inventoriés, 35 taxa (83,33%) sont des insectes et 7 taxa (16,66%) appartiennent aux autres classes ou embranchements : Vers, Sangsues, Hydracariens, Crustacés, Mollusques (tableau 7).

**Tableau 6 :** Nombre de taxons par groupe zoologique.

Groupe zoologique	Nombre de taxons
Vers	1
Sangsues	1
Hydracariens	1
Crustacés	3
Mollusques	1
Ephéméroptères	4
Plécoptères	5
Trichoptères	5
Coléoptères	6
Hétéroptères	4
Odonates	1
Diptères	10
Total	42

Sur le plan qualitatif, parmi les insectes le groupe le mieux représenté est l'ordre des Diptères, il compte 10 familles. Viennent ensuite les Coléoptères avec 6 familles, les Plécoptères et les Trichoptères avec 5 familles chacun, les Ephéméroptères et les Hétéroptères

avec 4 familles, les Crustacés 3 familles, et les Odonates, les Vers, les Sangsues, les Hydracariens, les Mollusques avec 1 seule famille.

**Tableau 7** : Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude.

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc r
<b>Vers</b>	8	0	37	688	47	22	19	4	<b>825</b>	5,2		7	87,5
<b>Sangsues</b>	0	0	3	15	7	25	8	0	<b>58</b>	0,36		5	62,5
<b>Hydracariens</b>	13	3	3	0	3	9	0	3	<b>34</b>	0,21		6	75
<b>Crustacés</b>													
Gammaridae	74	4	7	0	0	11	0	0	96	0,6	88,9	4	50
Potamonidae	5	3	0	0	0	0	0	0	8	0,05	7,4	2	25
Asellidae	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0,03	3,7	1	12,5
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>0,68</b>			
<b>Mollusques</b>	0	0	4	0	0	3	0	0	<b>7</b>	0,04		2	25
<b>Ephéméroptères</b>													
Baetidae	440	85	3740	1782	2456	417	482	65	9467	59,78	98,88	8	1
Caenidae	0	0	6	0	3	4	0	0	13	0,08	0,13	3	37,5
Heptageniidae	5	16	3	0	0	0	0	0	24	0,15	0,25	3	37,5
Leptophlebiidae	63	3	5	0	0	0	0	0	71	0,45	0,74	3	37,5
<b>Total</b>	<b>508</b>	<b>104</b>	<b>3754</b>	<b>1782</b>	<b>2459</b>	<b>421</b>	<b>482</b>	<b>65</b>	<b>9575</b>	<b>60,46</b>			
<b>Plécoptères</b>													
Capniidae	120	5	243	0	0	0	35	0	403	2,54	64,9	4	50
Leuctridae	18	66	17	0	0	3	0	0	104	0,66	16,75	4	50
Nemouridae	16	15	10	0	0	20	0	0	61	0,39	9,8	4	50
Perlidae	23	12	0	0	0	0	0	0	35	0,22	5,6	2	25
Perlodidae	7	0	11	0	0	0	0	0	18	0,11	2,95	3	37,5
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>98</b>	<b>281</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>621</b>	<b>3,92</b>			
<b>Trichoptères</b>													
Hydropsychidae	27	31	28	4	13	0	0	3	106	0,67	61,2	6	75

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc r
Philopotamidae	3	0	3	0	0	3	3	0	12	0,07	6,9	4	50
Hydroptilidae	3	0	0	0	3	0	0	0	6	0,04	3,4	2	25
Limnophilidae	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0,02	1,73	1	12,5
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>34</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>173</b>	<b>1,09</b>			
<b>Coléoptères</b>													
Elmidae	5	3	3	3	37	4	3	3	61	0,38	24,9	8	1
Dytiscidae	3	0	3	4	3	3	0	3	19	0,11	7,7	6	75
Dryopidae	3	5	3	0	0	0	3	0	14	0,08	5,7	4	50
Hydraenidae	0	3	3	0	6	7	3	3	25	0,16	12,2	6	75
Hydrophilidae	97	13	10	3	0	0	0	0	123	0,8	50,2	4	50
Limnobiidae	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0,02	1,2	1	12,5
<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>245</b>	<b>1,55</b>			
<b>Hétéroptères</b>													
Vellidae	3	0	0	3	0	6	0	0	12	0,07	35,3	3	37,5
Hebridae	3	0	3	3	0	7	0	0	16	0,1	47,06	4	50
Gerridae	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0,02	8,8	1	12,5
Neucoridae	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0,02	8,8	1	12,5
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0,21</b>			
<b>Odonates</b>													
Gamphidae	3	3	0	0	3	0	0	0	<b>9</b>	0,06		3	37,5
<b>Diptères</b>													
Simuliidae	59	3	50	496	60	339	443	3	1453	9,17	35,04	8	1
Chironomidae	140	16	500	518	916	85	86	17	2278	14,38	54,9	8	1
Limoniidae	20	12	19	3	0	23	18	3	98	0,62	2,3	7	87,5
Ceratopogonidae	3	3	3	14	34	0	0	0	57	0,36	1,4	5	62,5

Stations	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc r
Tipulidae	3	3	0	3	0	3	3	3	18	0,11	0,43	6	75
Blephariceridae	6	0	3	3	0	3	0	0	15	0,09	0,36	4	50
Stratiomyidae	3	0	0	54	0	22	7	0	86	0,54	2,07	4	50
Tabanidae	3	0	0	0	0	4	0	0	7	0,04	0,17	2	25
Dixidae	3	0	0	0	3	5	0	0	11	0,07	0,26	3	37,5
<b>Total</b>	245	37	578	1188	1013	499	560	26	<b>4146</b>	26,18			
<b>Effectif total</b>	1205	310	4733	3700	3605	1050	1119	113	15835				

Ab : Abondance des taxons.

Abr1 : Abondance relative par rapport à la faune (%).

Abr2 : Abondance relative par rapport aux groupes zoologiques (%).

Oc : Occurrence.

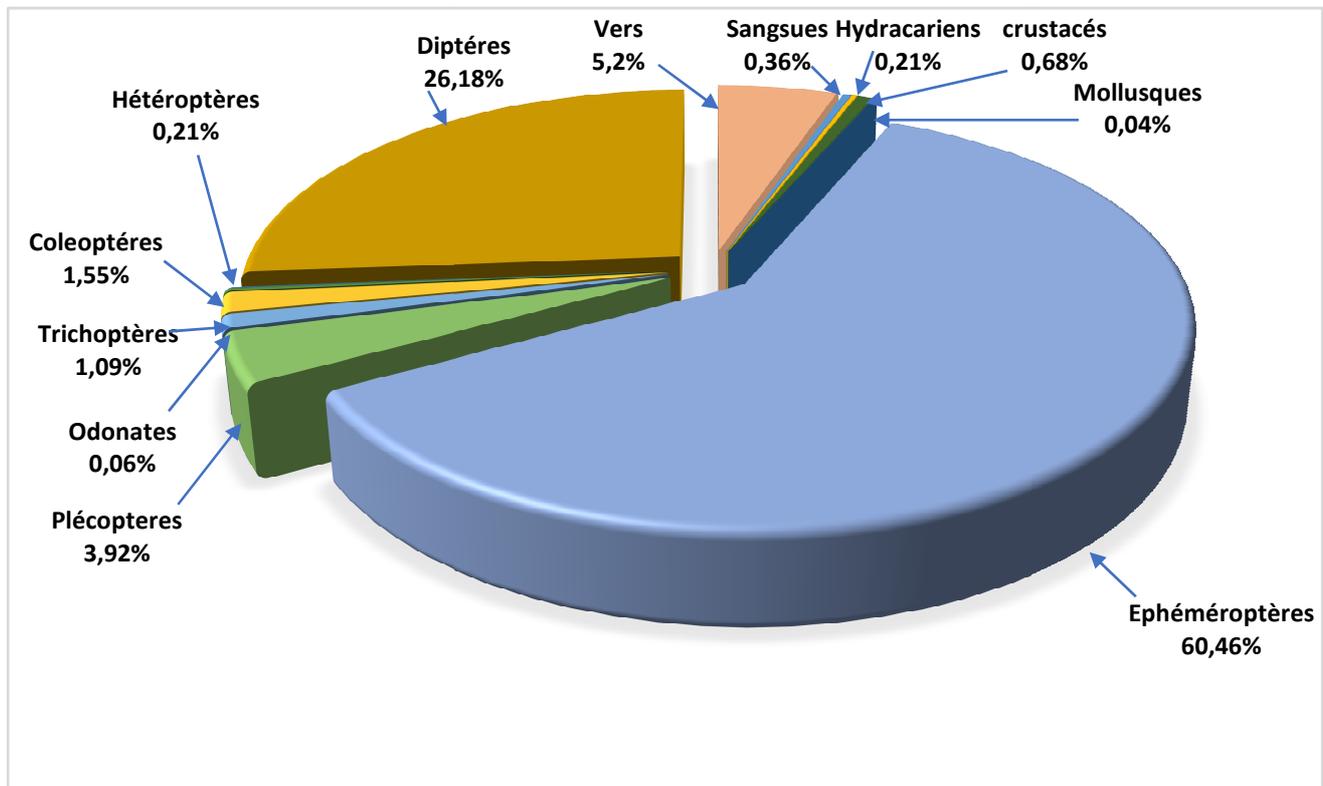
Ocr : Occurrence relative (%).

Sur le plan quantitatif, les Ephéméroptères sont largement dominant, ils occupent la première place par ordre d'abondance numérique avec 60,46 % de la faune totale (soit 9575 individus).

Les Diptères avec 4146 individus, soit 26,18 % de la faune benthique totale, occupent la seconde place par ordre d'abondance numérique. Les Vers et les Plécoptères occupent respectivement la troisième et la quatrième place par ordre d'abondance numérique. Ils constituent respectivement 5,2 % (825 individus) et 3,92 % (621 individus) du benthos récolté.

Les Coléoptères, les Trichoptères, les Crustacés, les Sangsues, les Hétéroptères et les Hydracariens sont faiblement représentés. Ils ne représentent respectivement que 1,55 % (245 individus), 1,09 % (173 individus), 0,68 % (108 individus), 0,36 % (58 individus) et 0,21 % (soit 34 individus) de la faune totale.

Quant aux Odonates et Mollusques, ils sont rares dans nos récoltes. Ils ne constituent qu'une très faible fraction de la faune récoltée : respectivement 0,06 % (9 individus) et 0,04 % (7 individus) de la faune totale. (Figure 7).



**Figure 7** : Abondance relative de la faune globale dans les stations d'étude.

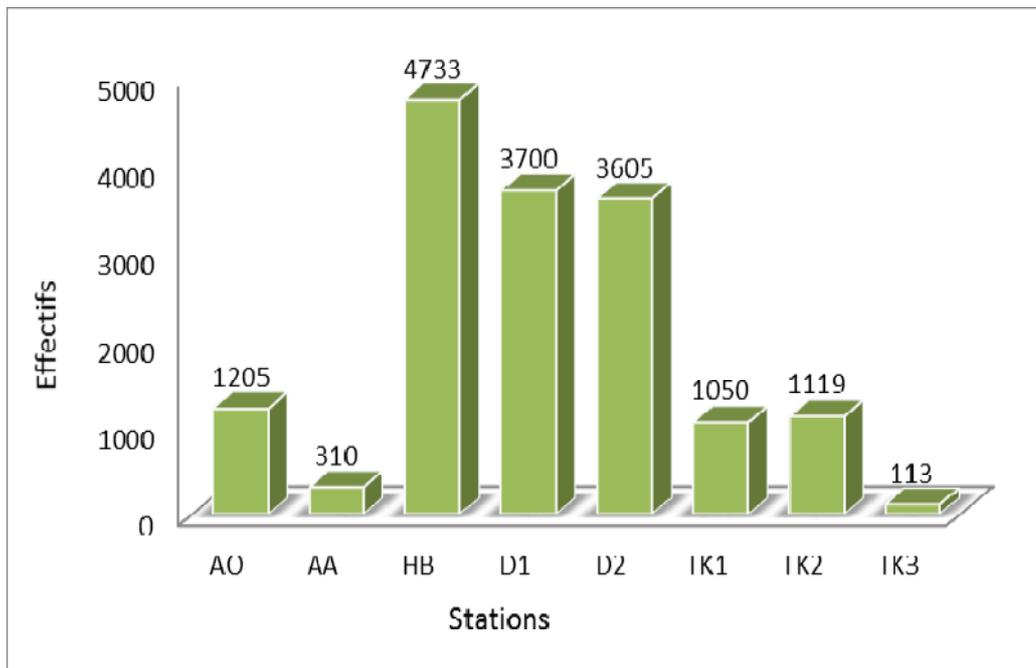
### 3.2. Abondance de la faune

Les invertébrés benthiques récoltés, triés, identifiés et considérés dans ce travail est de 15835 individus. L'abondance de chaque taxon par 0,1 m<sup>2</sup> de surface fluctue suivant les stations, variant de 113 individus (station TK3) à 4733 individus (station HB) (figure 8).

Les stations amont (AO, TK1, TK2) semblent avoir une structure assez équilibrée avec des abondances variant entre 1205 et 1050 individus. Les sites affectés par une légère pollution organique ont une abondance importante du fait de la prolifération des Ephéméroptères Baetidae et des Diptères Chironomidae et Simuliidae. C'est le cas des stations HB, D1 et D2 où les abondances varient entre 3605 et 4733 individus.

Quant aux stations AA et TK3, elles semblent avoir une structure déséquilibrée avec des abondances respectives de 310 et 133 individus. En effet, les perturbations observées dans

les secteurs de ses stations se traduisent par une modification du substrat, plus celui-ci s'uniformise, plus le nombre de niches écologiques diminue suivi d'une réduction du nombre d'espèces.

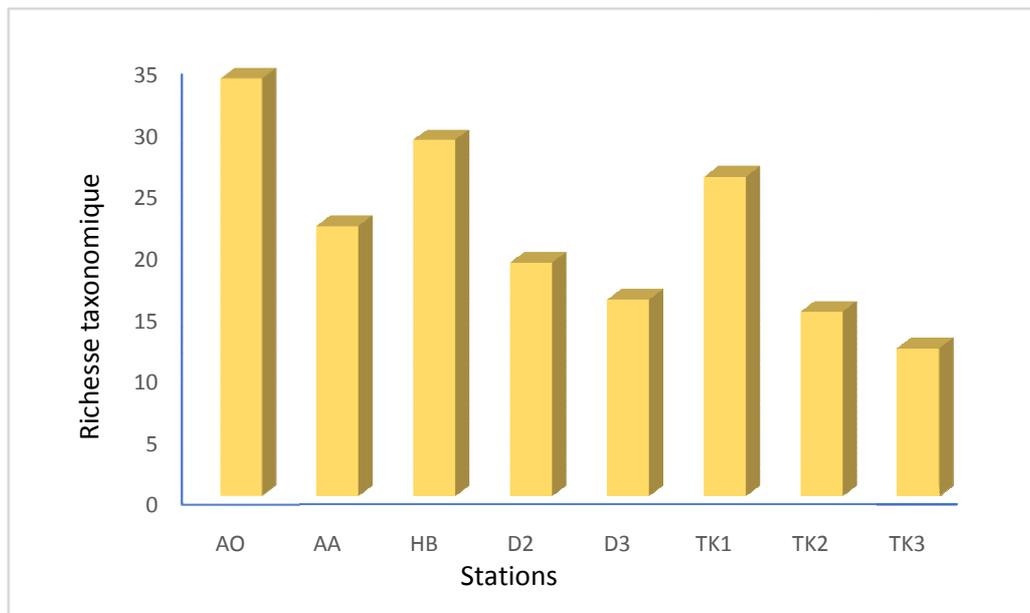


**Figure 8 :** Abondance globale de la faune dans les stations d'étude.

### 3.3. Richesse taxonomique :

La richesse taxonomique représente le nombre de taxons présents dans l'échantillon. Elle nous renseigne sur l'état de santé écologique du milieu.

La lecture de la figure 9, relative à la richesse taxonomique stationnelle, montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre de taxons varie entre un minimum de 12 taxons (TK3) et un maximum de 34 taxons (AO).



**Figure 9 :** Richesse taxonomique dans les stations étudiées.

Les stations de montagne renferment 64% de la richesse taxonomique totale. Les stations les plus diversifiées sont AO (34 taxons), AA (22 taxons), HB (29 taxons) et TK1 (26 taxons). Les secteurs de ces stations présentent des habitats assez diversifiés, milieux hétérogènes à couvert végétal important et à vitesse du courant rapide à modéré, facteurs favorables à l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Quant aux stations D1, D2, TK2 et TK3, elles présentent une richesse taxonomique moyenne : entre 12 et 19 taxons. Ce sont des secteurs à « perturbations intermédiaires » caractérisés par un substrat à dominance de sable et de matière organique, des températures relativement élevées.

### 3.4. Etude de la diversité

- **Indice de SHANNON et WEAVER**

L'indice de diversité de SHANNON et WEAVER (1949) est l'indice le plus simple dans sa catégorie. Il est largement utilisé car il permet de mesurer la diversité spécifique d'un milieu.

Cet indice a pour unité le « Bit » il est défini par la relation suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Pi : (ni/N) la fréquence relative des espèces.

ni : nombre d'individus de l'espèce i.

N : l'effectif total des individus.

Plus la valeur de H' est élevée, plus la diversité est grande.

- **Indice d'équitabilité**

Cet indice accompagne souvent l'indice de SHANNON et WEAVER afin de montrer si la structure de la communauté des macroinvertébrés est ou non équilibrée. Il se calcule à partir de la diversité maximale (H' max).

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

H' : indice de SHANNON et WEAVER.

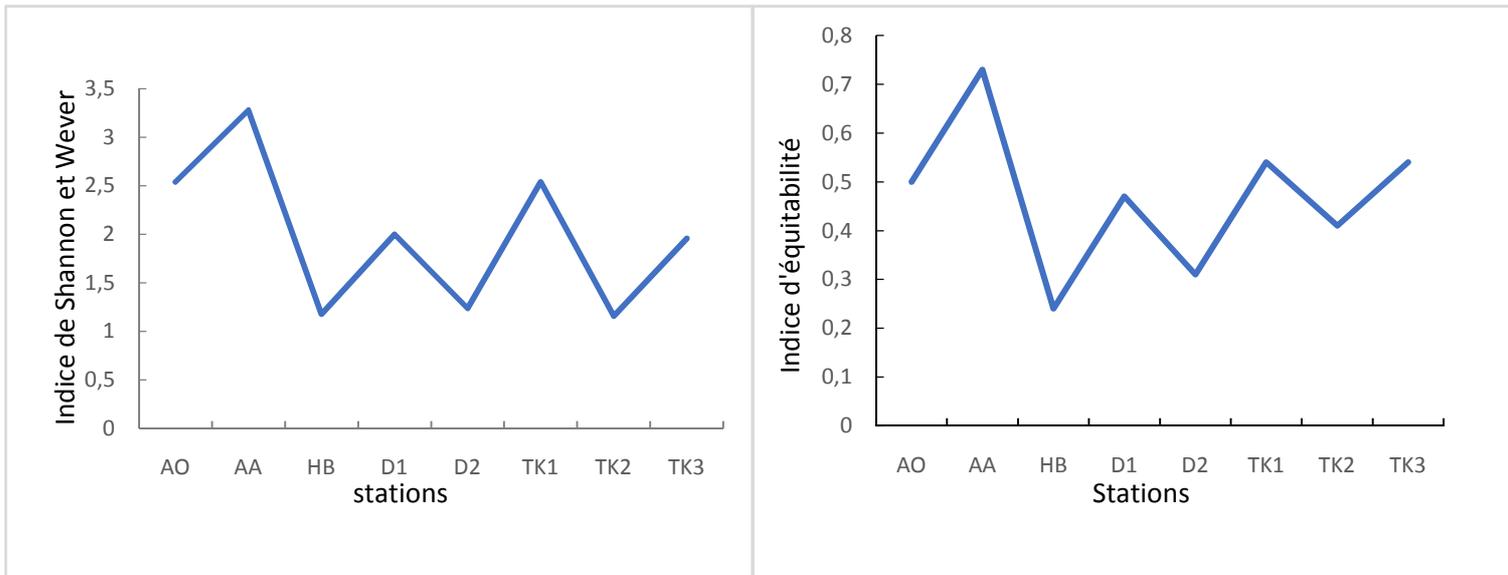
H' max = log 2 S.

S : richesse spécifique.

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1. Lorsqu'il tend vers 0 ceci veut dire qu'il y a un déséquilibre. Lorsqu'il tend vers 1, il traduit que les taxons présents ont la même abondance. Les valeurs des indices H' et E sont représentés dans le tableau 8 et la figure 10.

**Tableau 8 :** Indices de diversité H' et E.

Indices	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
H'	2,54	3,28	1,18	2	1,24	2,54	1,6	1,96
E	0,5	0,73	0,24	0,47	0,31	0,54	0,41	0,54



**Figure 10 :** Evolution de l'indice de SHANNON et WEAVER et de l'équitabilité.

D'une manière générale, les indices  $H'$  et  $E$  augmentent avec le nombre d'espèces et avec la régularité de leur distribution d'abondance. Autrement dit, ces indices sont élevés lorsque la richesse taxonomique est importante et la répartition des individus entre taxons est équilibrée.

Les fortes variations de diversité reflètent en générale les différences observées dans les profils d'abondance des taxons.

Dans le cadre de ce travail, les profils de variation de  $H'$  et  $E$ , présentent la même allure. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées aux stations AO, AA, TK1 où  $H'$  varie entre 2,54 et 3,28 et  $E$  entre 0,5 et 0,73. Dans ces stations, la grande diversité des habitats a permis le développement d'une communauté riche en taxon, avec des effectifs relativement comparables.

Les stations de piémont HB, D1, D2, TK2 ET TK3 présentent des indices moins élevés que les précédents.  $H'$  est compris entre 1,18 et 2 et  $E$  entre 0,24 et 0,54.

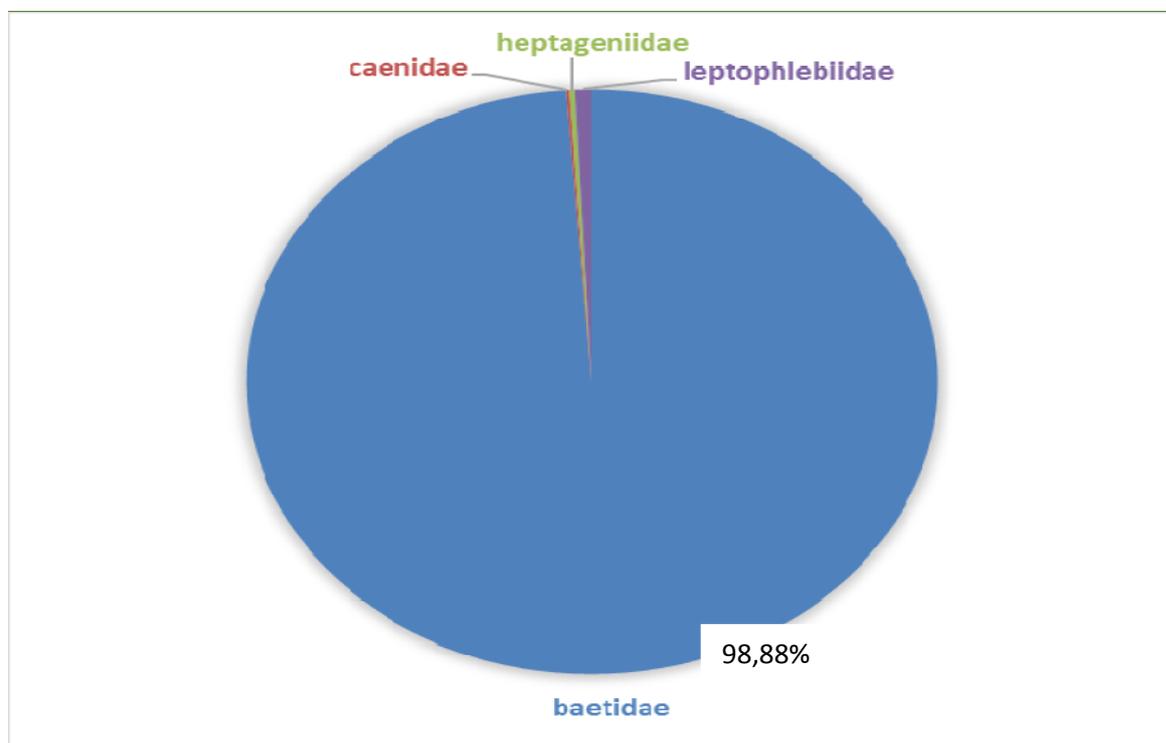
Les valeurs observées traduisent une diversité moyenne des peuplements avec cependant une bonne représentation de quelques taxons tels que les Diptères, les Ephéméroptères et les Vers.

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

#### ❖ Ephéméroptères :

Selon THOMAS (1981), les Ephéméroptères représentent le groupe d'invertébrés aquatiques le plus important quantitativement dans la plupart des cours d'eau. Ils occupent souvent le premier rang en biomasse des insectes aquatiques.

Les Ephéméroptères sont représentés par 9575 individus, soit 60,46% de la faune totale récoltée. Ils se répartissent en quatre familles : Baetidae, Caenidae, Heptageniidae et Leptophlebiidae (figure 11).



**Figure 11** : Abondance des Ephéméroptères.

La famille Baetidae est de loin la plus abondante parmi les Ephéméroptères. Elle compte 9467 individus, soit 98,88% des Ephéméroptères et 59,78% de la faune totale récoltée. Les éléments composant cette famille colonisent tous les milieux et semblent même tolérer la pollution organique légère et les températures élevées. Ils peuvent être considérés, pour la plupart, comme des éléments à large valence écologique. Nous avons noté leur présence dans toutes les stations. En effet, VERNEAU (1973) a souligné le caractère eurytope des Baetidae. De plus, les éléments de ce groupe se comportent, selon THOMAS (1981),

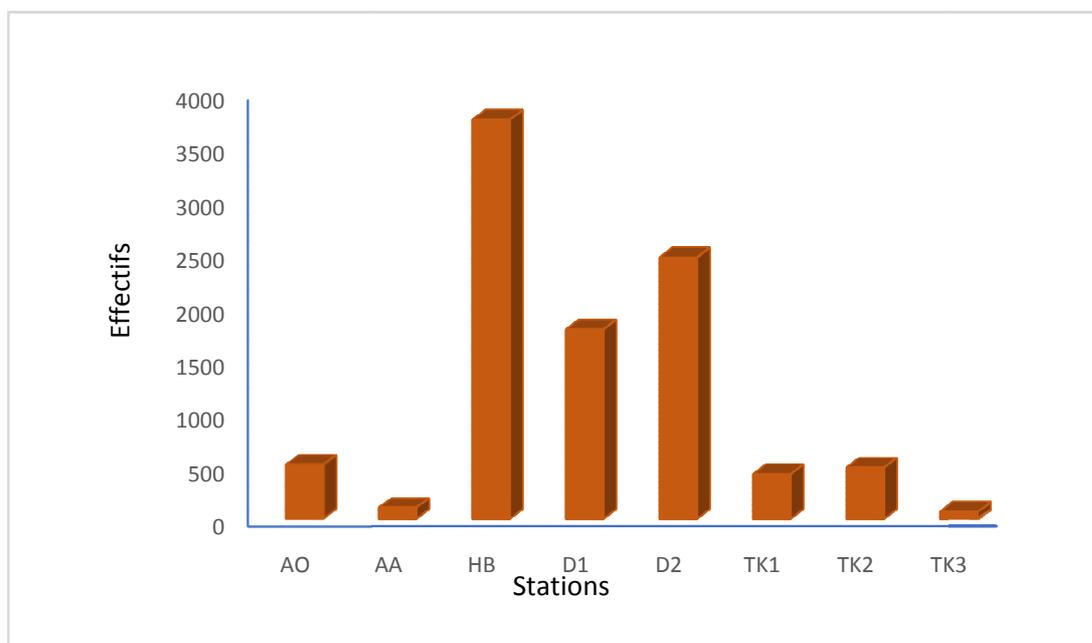
comme des espèces pionnières très aptes à recoloniser un substrat en grande partie déserté par les espèces fragile.

Les autres familles (Leptophlebitidae, Heptageniidae, Caenidae) ont dans nos récoltes une faible importance numérique. Elles comptent respectivement 71 individus (0,74% des Ephéméroptères), 24 individus (0,25% des Ephéméroptères) et 13 individus (0,13% des Ephéméroptères).

Les Leptophlebitidae et les Heptageniidae sont surtout présents dans les sites d'altitudes. En effet, LOUNACI (2005) les qualifie d'organismes rhéophiles et polluo-sensibles. La famille des Leptophlebitidae présente, selon AIT MOULOUD (1988), LOUNACI-DAOUDI (1996) et MEBARKI (2001) l'exemple typique des espèces remontantes vers les zones d'altitudes fuyant les milieux aval perturbés.

Les Caenidae sont des formes rampantes fouisseuses, tolérants à la présence de matière organique, recherchant les fonds à granulométrie fine des eaux calmes.

La répartition des Ephéméroptères dans les stations d'étude (figure 12) met en évidence leur importance dans les stations HB, D1 et D2 où ils représentent respectivement 3754 individus (39,2%), 1782 individus (18,61%) et 2459 individus (25,68%). Dans les autres stations ils ne sont représentés que par de faibles proportions.



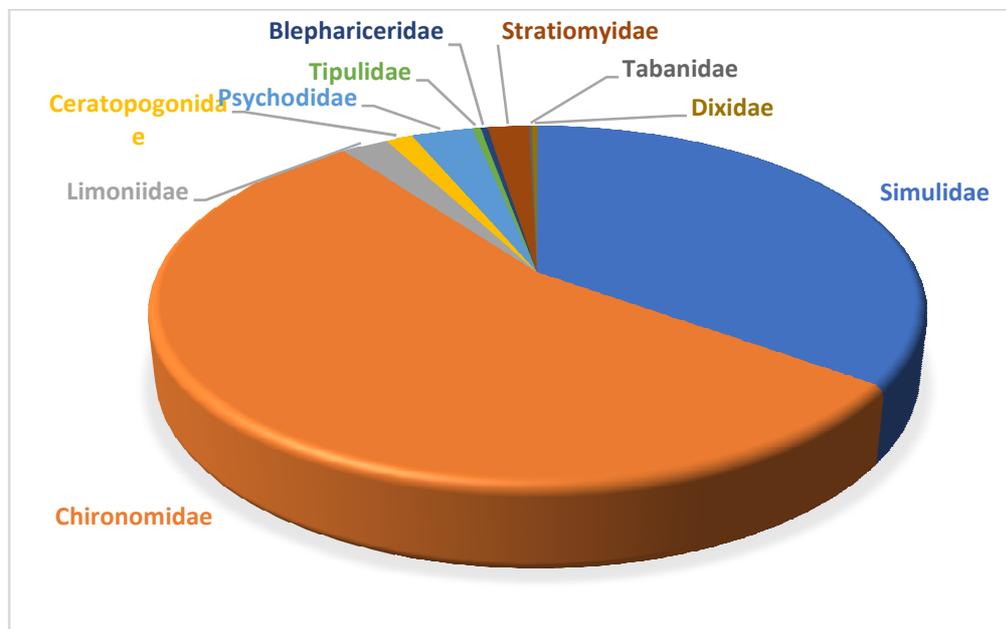
**Figure 12 :** Distribution des Ephéméroptères dans les stations d'études.

❖ **Diptères :**

Les éléments de cet ordre se caractérisent par leurs grandes diversités tant sur le plan écologique que biogéographique. Ils sont pour la plupart à large valence altitudinale et ont une grande capacité de coloniser divers biotopes pollués ou non.

Un total de 4146 individus appartenant à 10 familles a été dénombré dans l'ensemble des stations étudiées. Ils représentent 26,18% de la faune totale. Ils sont abondants dans la plupart des stations mais leur répartition est hétérogène.

Les deux familles les mieux représentées sont les Chironomidae et les Simuliidae. Elles constituent à elles seules 89,94% des diptères et 23,55% de la faune totale (figure 13).



**Figure 13 :** Abondance des Diptères récoltés.

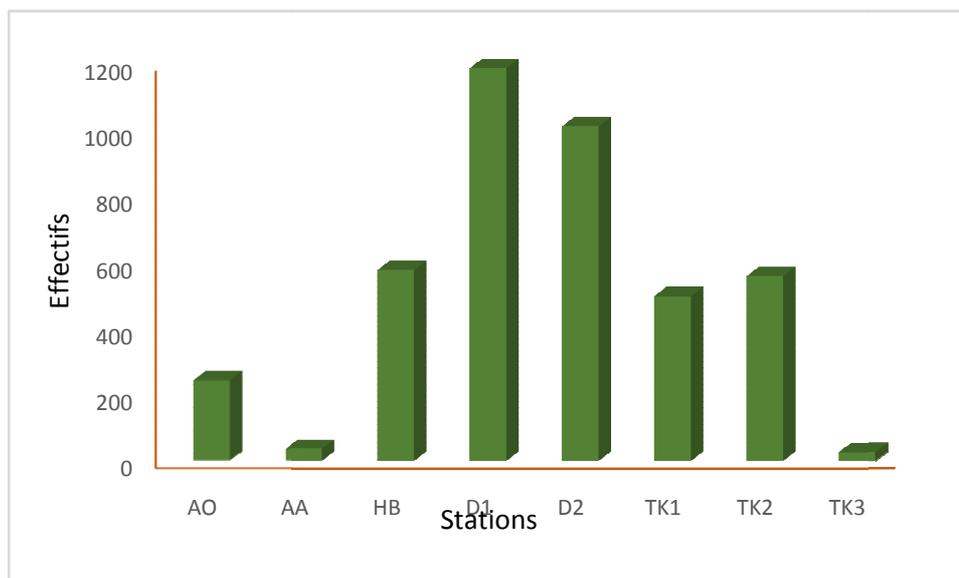
La famille des Chironomidae est largement dominante, elle constitue 54,15% des Diptères et 14,38% de la faune totale. Les éléments de cette famille ont la capacité de coloniser les milieux les plus divers. Ils peuvent être relativement abondant, dans les zones d'eau calme non polluées et atteindre des proportions considérables dans les milieux riches en matières organique.

Les Simuliidae, organismes rhéophiles, occupent la seconde place des Diptères sur le plan d'abondance numérique. Ils constituent 35,04% des Diptères et 9,17% de la faune totale.

Leur développement semble important dans les zones de piémont des cours d'eau. Leur importance est en rapport, selon LOUNACI-DAOUDI (1996), avec des températures de l'eau relativement élevées, la vitesse du courant rapide à modéré et la présence de matière organique, facteur favorable au développement des stades immatures.

Les autres familles sont peu abondantes. Il s'agit des Psychodidae (123 individus), Limoniidae (98 individus), Stratiomyidae (86 individus), Ceratopogonidae (57 individus), Tipulidae (18 individus), Blephariceridae (15 individus), Dixidae (11 individus) et Tabanidae (7 individus). Toutes ces familles réunies ne constituent que 9,89% du total des Diptères.

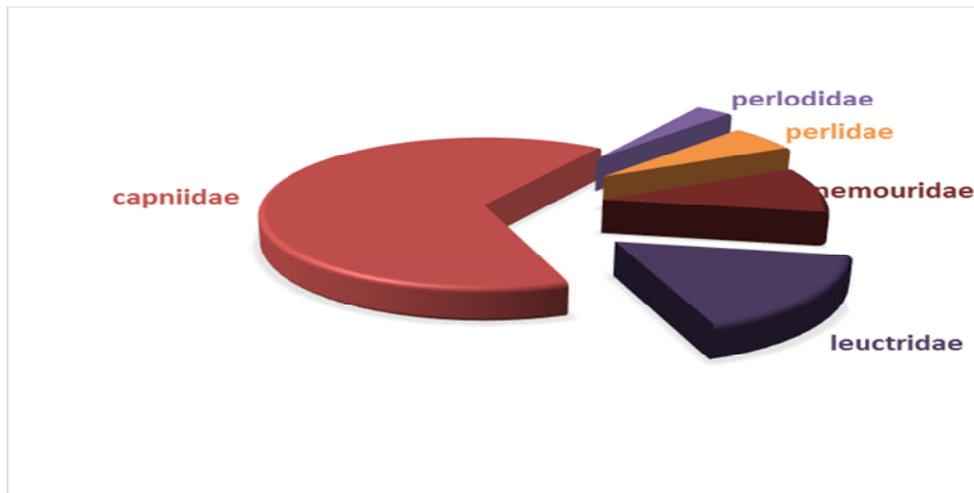
La figure 14 montre que les Diptères présentent un développement très important de leurs populations au niveau des stations D1 et D2 et à un degré moindre aux stations HB, TK1 et TK2. Dans les autres stations (AA, AO, TK3), les faibles effectifs observés sont vraisemblablement liés à la nature du substrat et aux fortes vitesses d'écoulement, facteur défavorable au développement d'un grand nombre d'éléments de ce groupe d'insectes.



**Figure 14 :** Distribution des Diptères dans les stations d'études.

#### ❖ Plécoptères :

Les Plécoptères récoltés dans ce travail sont représentés en faibles effectifs comparés aux Epheméroptères et aux Diptères. En effet, la prospection des 8 stations nous a permis de dénombrer un total de 621 individus, soit 3,92% de la faune totale. Ils sont répartis en 5 familles : Capniidae, Leuctridae, Nemouridae, Perlidae, Perlodidae (figure 15).

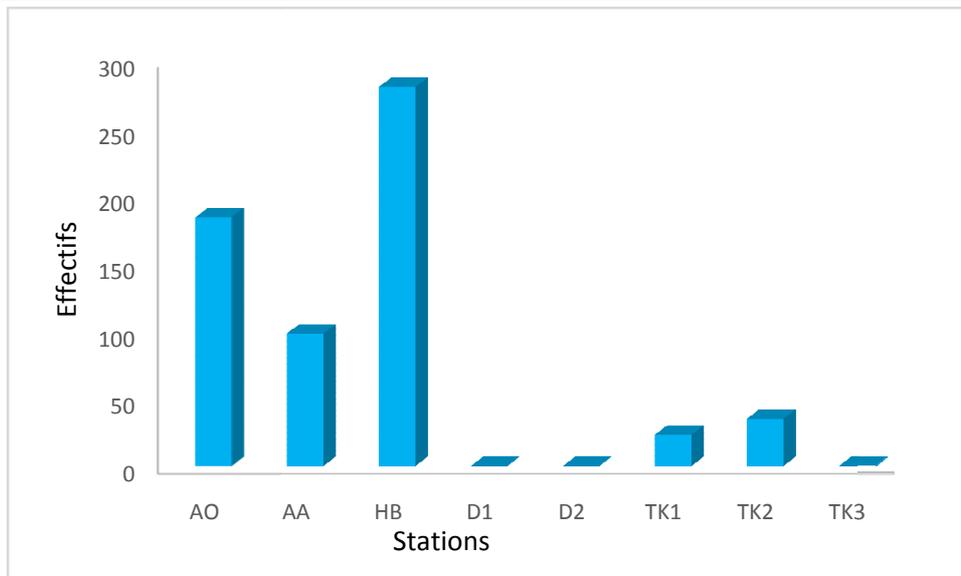


**Figure 15 :** Abondance des Plécoptères.

Les Capniidae sont les plus abondants dans nos échantillons. Ils comptent 403 individus, soit 64,9% des Plécoptères et 2,54% de la faune totale. Ils sont suivis des Leuctridae qui forment 16,75% des Plécoptères (104 individu), des Nemouridae 9,8% (61 individus), des Perlidae 5,6% (35 individus) et des Perlodidae 2,95% (18 individus).

Les Plécoptères récoltés dans ce travail présentent des variations des effectifs le long des cours d'eau. L'évolution longitudinale des populations exprime leurs préférences écologiques et leur adaptabilité à l'habitat.

En effet, d'après LOUNACI et al.(2000) et LOUNACI et VINÇON (2005), ce sont les cours d'eau d'altitudes à température maximale peu élevée (12-18°C) et de moyenne montagne bordée de végétation très dense, qui semble constituer les habitants privilégiés des Plécoptères. Nos observations vont dans le même sens, les Plécoptères ont été, pour la plupart, récoltés dans les stations d'altitudes supérieures à 700m : AO, AA, HB, TK1 et TK2 (figure 16). De plus, les Plécoptères sont très connus pour leur sensibilité aux milieux affectés par quelque perturbation (MEBARKI, 2001). Ceci expliquera, en partie, l'absence des éléments de ce groupe dans les habitats de basses altitudes exposés à diverses perturbations anthropiques.

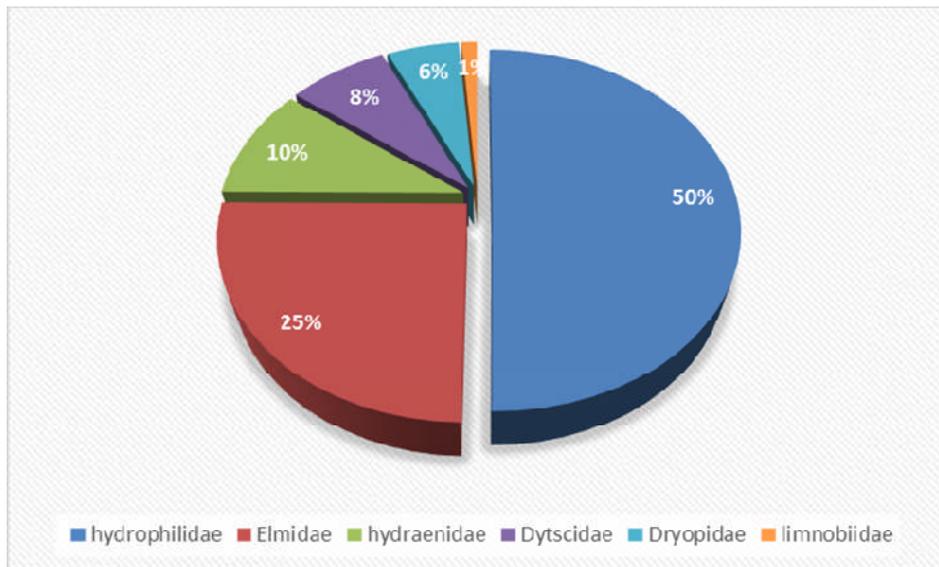


**Figure 16 :** Distribution des Plécoptères dans les stations d'étude.

#### ❖ Coléoptères :

Les Coléoptères constituent un groupe très diversifié et écologiquement très hétérogène pouvant s'adapter à tout type de biotope. Ils sont parfois difficiles à appréhender car ils possèdent des phases aquatiques alternant avec des phases terrestres. Certaines familles possèdent quelques représentant dont seul la phase larvaire est aquatique (Helodidae), ou seule la phase adulte (Hydraenidae), alors que d'autre sont strictement aquatiques (Dryopidae, Elmidae) (BERTRAND, 1972 ; BERTHELEMY,1979).

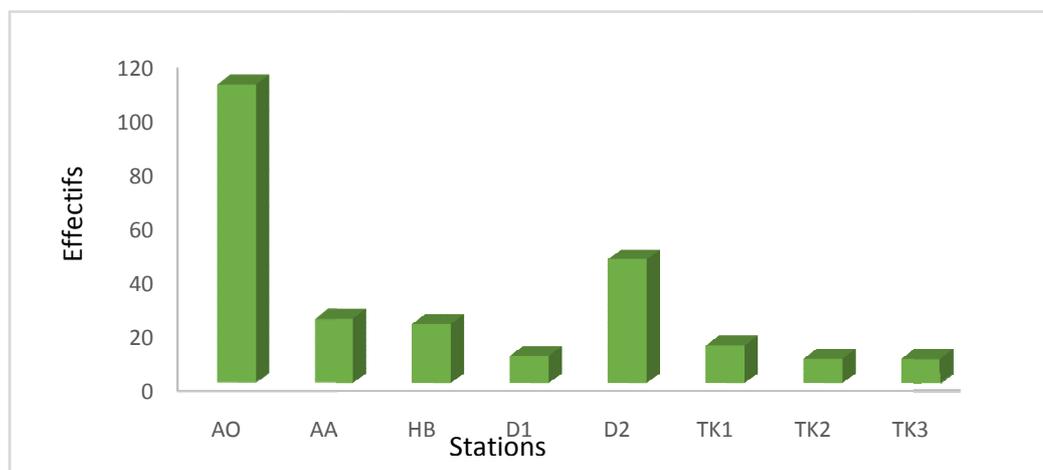
Dans les cours d'eau étudiés, les Coléoptères sont peu fréquents et peu abondants. Leur importance numérique est faible : 245 individus soit 1,55% du nombre totale des invertébrés récoltés. Ils appartiennent à 6 familles : Hydrophilidae 123 individus (soit 50,2% des Coléoptères), les Elmidae 61 individus (24,9%), Hydraenidae 25 individus (12,2%), Dytiscidae 19 individus (7,7%), Dryopidae 14 individus (5,7%) et Limnobiidae 3 individus (soit 1,2% des coléoptères) (Figure 17).



**Figure 17 :** Abondance des Coléoptères.

L'analyse de la distribution longitudinale des Coléoptères des cours d'eau étudiés (figure 18) semble se traduire dans sa globalité, par la présence d'un peuplement à caractères rhéophile. Ils sont assez fréquents et assez abondants dans les portions de cours d'eau d'altitude.

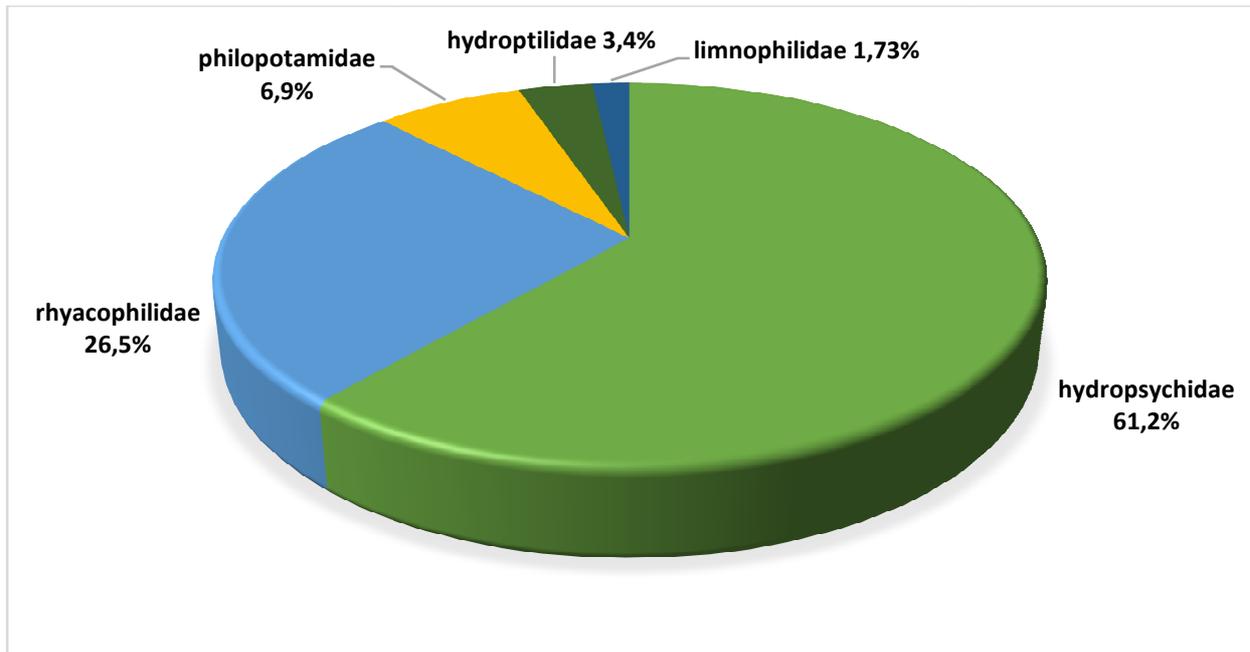
D'après la littérature, la distribution longitudinale des éléments de ce groupe semble dépendre des conditions environnementales : le climat et l'hydrologie d'une part, les ressources trophiques et l'influence anthropique d'autre part. Le courant (rapide à moyen) et la nature du substrat (à forte granulométrie) agissent en favorisant la prolifération des espèces rhéophiles appartenant essentiellement aux Hydraenidae et aux Elmidae. En milieu lentique (courant faible ou nul, granulométrie fine), on assiste plutôt au développement des espèces lénitophiles qui se recrutent parmi les Hydrophilidae et les Dytiscidae.



**Figure 18 :** Distribution des Coléoptères dans les stations d'étude.

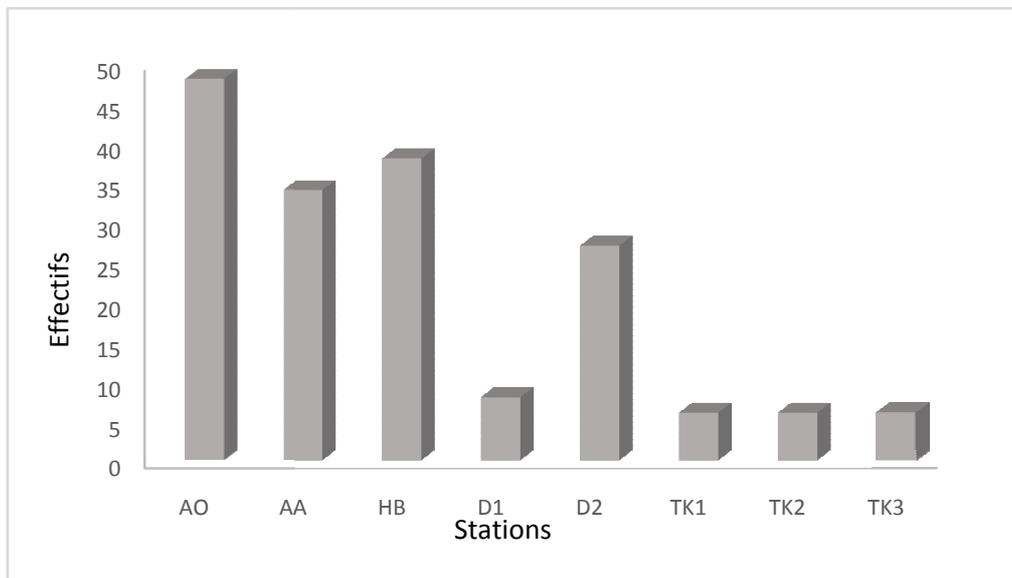
❖ **Trichoptères :**

Les Trichoptères inventoriés dans ce travail sont peu fréquents et peu abondants. Nous avons récolté 173 individus, soit 1,09% de la faune total. Ils appartiennent à Cinq familles : Hydropsychidae 106 individus (61,2% des Trichoptères), Rhyacophilidae 46 individus (26,5%), Philopotamidae 12 individus (6,9%), Hydroptilidae 6 individus (3,4%) et Limnophilidae 3 individus (1,73%) (Figure 19).



**Figure 19 :** Abondance des Trichoptères.

La distribution longitudinale des éléments de ce groupe d'insectes le long des cours d'eau étudiés met en évidence leur importance aux stations d'altitude (AO, AA, HB) (figure 20). Les secteurs de ces stations sont caractérisés par un substrat grossier riche en débris végétaux, un courant très rapide à rapide, des températures de l'eau relativement basses et un couvert végétal assez dense.



**Figure 20 :** Distribution des Trichoptères dans les stations d'étude.

LOUNACI (2005) signale à propos des Trichoptères des cours d'eau de Kabylie, que les espèces présentes sont pour la plupart rhéophiles et fréquentant les cours d'eau bordés d'une végétation assez dense. De plus, ECHAUBARD (1975) a montré qu'en générale, la répartition des densités des Trichoptères, suite aux agressions anthropiques et climatiques, peut apparaître sur une large et assez longue durée pour la plupart des espèces à l'exception des Hydropsychidae. En effet, les éléments de cette famille sont considérés par de nombreux auteurs comme légèrement polluo-résistants. Ils sont très aptes à recoloniser un substrat en grande partie déserté par les espèces fragiles.

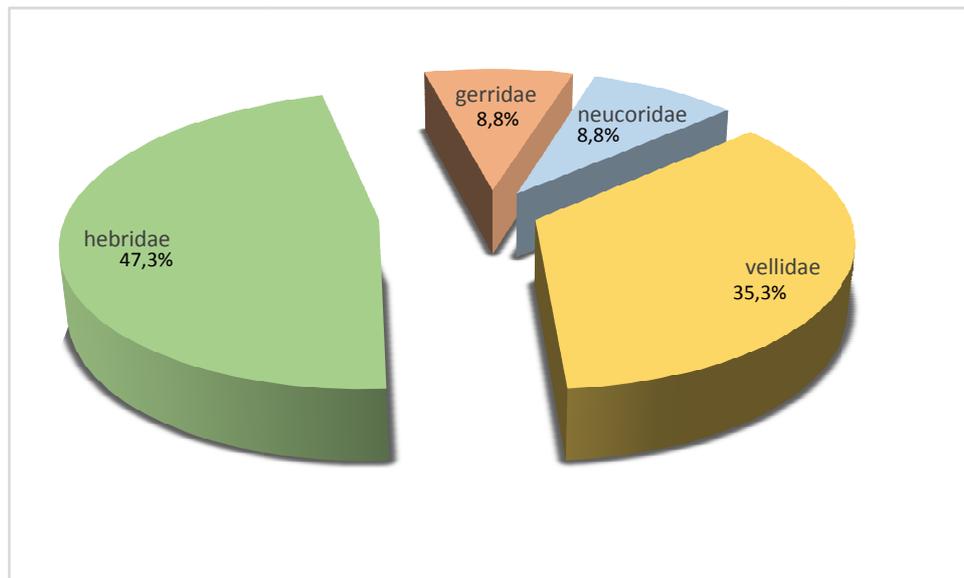
#### ❖ Hétéroptères :

Les Hétéroptères aquatiques se rencontrent pratiquement en toute saison. Chaque espèce a ses propres exigences écologiques. Ils peuplent divers biotopes des milieux aquatiques : marécage, mares, ruisseaux et rivières. Ils s'observent surtout sur les rives des cours d'eau (POISSON, 1957).

Le matériel biologique récolté est faiblement représenté. 34 individus, soit 0,21% de la faune totale, répartis en quatre familles ont été dénombrés : Hebridae 16 individus (47,3%), Vellidae 12 individus (35,3%), Gerridae 3 individus (8,8%) et Neucoridae 3 individus (8,8%) (Figure 21). Il est à noter que plusieurs stations en sont dépourvues.

La plupart des éléments de ce groupe sont récoltés dans les stations de montagne. Ce sont des formes rhithrobiontes inféodées aux habitats abrités du courant.

D'après MEBARKI (2001), dans le Djurdjura, les Hétéroptères se rencontrent jusque dans les altitudes élevées (1600m) et colonisent différents types de milieux : les habitats abrités du courant des zones rhithrales des cours d'eau, les faciès lenticules du potamal.



**Figure 21** : Abondance des Hétéroptères.

La répartition des Hétéroptères dans les cours d'eau étudiés est vraisemblablement incomplète. Certains taxons sont récoltés en de rares exemplaires dans une ou deux stations, et de plus, plusieurs stations en sont dépourvues.

#### ❖ Vers :

Les Vers fréquentent tous les types d'habitats, depuis les ruisseaux de sources jusqu'au cours d'eau de plaine. Certains affectionnent les milieux sablonneux ou limoneux-vaseux, d'autres les habitats riches en végétation aquatique, d'autres encore, les milieux à courant lent riches en débris organiques (ECHAUBARD et NEVEU, 1975 ; TOURENQ, 1975).

Dans les cours d'eau étudiés, les Vers sont représentés par 825 individus, soit 5,2% de la faune totale. Ils sont surtout présents dans la station D1 (688 individus). Ce développement est vraisemblablement lié aux températures relativement élevées et à la présence de matière organique, facteurs favorables au développement des stades immatures.

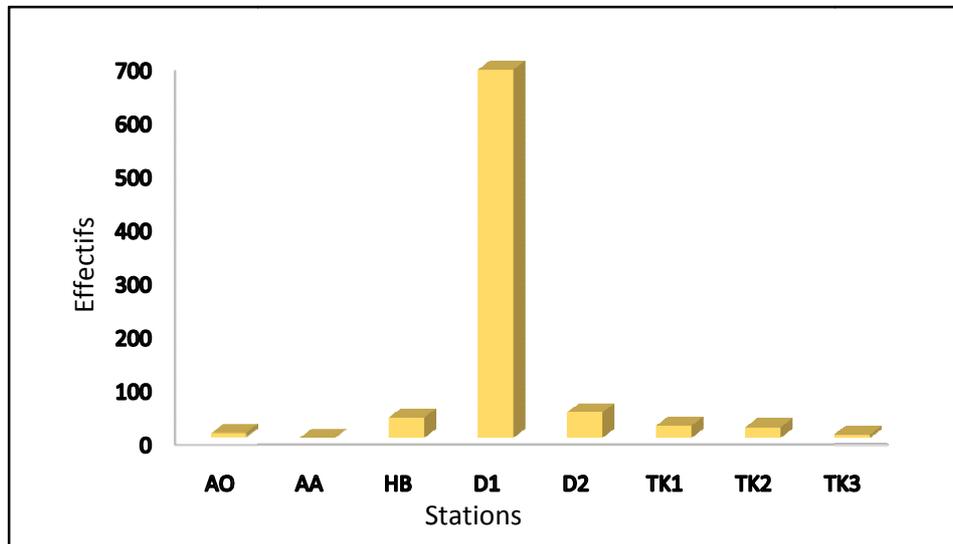


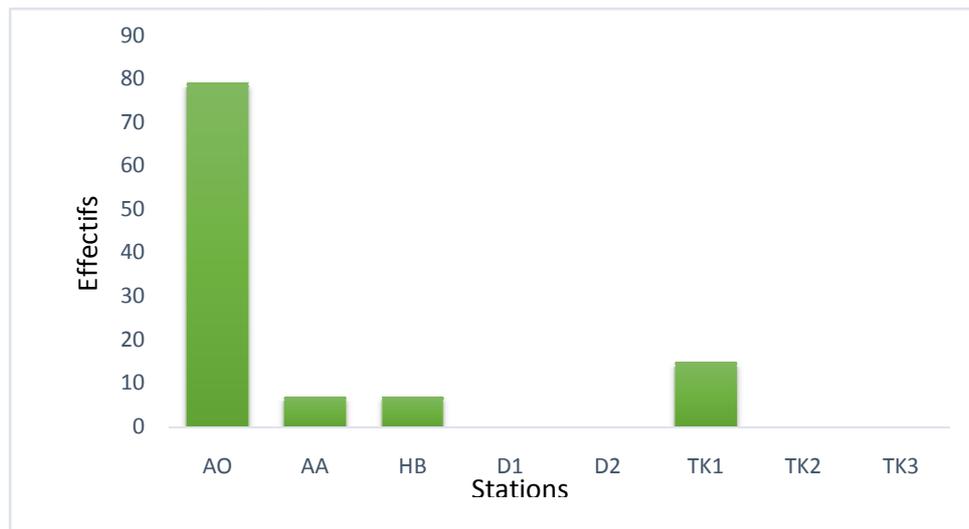
Figure 22 : Distribution des Vers dans les stations d'étude.

#### ❖ Crustacés :

Les Crustacés sont représentés par 108 individus, soit 0,68% de la faune totale. Ils appartiennent à 3 familles : les Gammaridae 96 individus (0,6%), les Potamonidae 8 individus (0,05%) et les Asellidae 4 individus (0,03%).

Les Crustacés en générale et les Gammaridae en particulier sont de bons nageurs. Ils vivent dans les eaux plus au moins courantes. Les substrats grossiers et les débris végétaux constituent leurs biotopes préférentiels.

Dans les cours d'eau étudiés, les Crustacés sont observés principalement dans les stations d'altitudes : AO, AA, HB et TK1 (figure 23).



**Figure 23 :** Distribution des Crustacés dans les stations d'étude.

- **Autres groupes faunistiques :**

Les autres groupes zoologiques (Odonates, Hydracariens, Sangsues et Mollusques) sont très peu abondants et très peu fréquents dans nos prélèvements. Ils sont représentés par 108 individus, soit 0,68% de la faune totale.

- ❖ **Odonates :** dans les cours d'eau étudiés, les Odonates sont très rares, 9 individus seulement ont été récoltés, soit 0,06% de la faune totale. Ils appartiennent à une seule famille : Gamphidae. Ils sont présents seulement dans les stations AO, AA et D2.
- ❖ **Hydracariens :** les Hydracariens sont également peu abondants dans nos récoltes. Ils sont représentés par 34 individus, soit 0,21% de la faune totale. Leur répartition est hétérogène, leur développement semble important dans les habitats caractérisés par un substrat à dominance de galets et un écoulement de l'eau rapide à moyenne.
- ❖ **Les Sangsues :** ils sont représentés par 58 individus, soit 0,36% de la faune totale. Ils présentent une répartition hétérogène. Leur développement semble être relativement important dans les zones d'altitudes (TK1 et TK2) et de piémont (D1 et D2) des cours d'eau.
- ❖ **Mollusques :** ils ne sont jamais abondants dans les milieux aquatiques continentaux car la teneur en calcium et la nature du substrat sont les facteurs prépondérants pour la prolifération et la répartition des éléments de ce groupe dans les systèmes limniques. Dans

les cours d'eau étudiés, 7 individus seulement ont été récoltés. Ils sont notés aux stations HB et TK1 dans les zones à courant rapide à moyen.

### **3.6.Méthodes biologiques et bioindicateurs**

L'appréciation de la qualité d'un milieu aquatique à l'aide des méthodes biologiques est fondée sur l'application d'un principe général selon lequel un milieu donné correspond à une biocénose particulière. De ce fait, les peuplements d'un habitat peuvent être considérés comme l'expression synthétique de l'ensemble des facteurs écologiques qui conditionnent le système des altérations du milieu, qui se traduisent par l'évolution de certains de ses facteurs, provoquant alors des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qui l'héberge. Aussi l'analyse de la composition d'un répertoire faunistique considéré isolément, permet de définir l'état du milieu (GENIN et al., 2003).

Dans les eaux courantes, les diagnostics sont plus souvent fondés sur l'analyse des peuplements des macroinvertébrés benthiques. En effet, la faune benthique combine un grand nombre d'avantages dans l'appréciation globale de la qualité de l'eau et du milieu par rapport aux autres variables physico-chimiques (GENIN et al., 2003).

Le but est donc de pouvoir déduire les caractéristiques des milieux à partir de la composition des peuplements qu'ils hébergent. Le principe étant d'utiliser les bioindicateurs (les organismes aquatiques) comme témoins de la capacité de l'eau et du milieu à maintenir et à entretenir la vie.

#### **3.6.1. Les principaux types de méthodes biologiques**

Les analyses biologiques mises au point et pratiquées à travers le monde sont très nombreuses, où les organismes benthiques situés à différents niveaux de complexité de l'édifice biologique, sont utilisés comme bioindicateurs qui peuvent être utilisés de différentes façons.

- **Méthodes biocénotiques** : comprennent l'étude de la structure, de la dynamique et de la propriété de chaque biocénose et utilisent l'ensemble des espèces présentes dans un milieu donné, en quantifiant les variations de leurs compositions et de leur structure. Ces variations sont considérées comme le reflet des altérations de l'habitat, généralement d'origine anthropique (GENIN et al., 2003).

- **Les méthodes indicielles** : ce sont des expressions chiffrées du niveau de qualité ou de dégradation du milieu, soit par rapport à sa qualité globale, soit à la présence d'un polluant

donné. Ce type d'évaluation est basé sur la recherche d'indices, qui peuvent être la présence ou l'absence de certains taxons dits indicateurs, la structure des populations elles-mêmes où, le plus souvent les deux critères sont combinés (GENIN et al., 2003).

La méthode utilisée depuis 1967 en France, est celle de TUFFERY & VERNEAUX (1967). Cet indice est ensuite remplacé par l'Indice Biologique Global (IBG) en 1976 (VERNEAUX et al., (1976), puis l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) en 1982 (VERNEAUX et al., 1982).

Depuis sa publication par l'AFNOR (Association Française de Normalisation) en 1985, cette méthode a été homologuée sous l'appellation Indice Biologique Global Normalisé en 1992, consultant la forme officialisée de l'IBGN (NFT 90-350) (GENIN et al., 2003).

### **3.6.2. Indice Biologique Global Normalisé "IBGN"**

L'évaluation de la qualité des eaux s'effectue par la recherche des causes des perturbations (physico-chimiques), mais aussi par la recherche des effets des altérations chimiques ou physiques du milieu sur les organismes vivants.

Dans ce travail, nous avons utilisé l'**IBGN** comme méthode biologique dans l'évaluation de la qualité des cours d'eau étudiés. Cet indice permet d'évaluer la qualité hydrobiologique d'un site aquatique en utilisant les peuplements d'invertébrés benthiques vivants sur divers habitats.

Le choix de cette méthode est basé sur ses principaux avantages (GENIN et al, 2003) :

- représentation synthétique de l'écosystème étudié ;
- prise en compte de tous les groupes de macroinvertébrés ;
- limites pratiques de détermination taxonomique est la famille pour la plupart des groupes faunistiques (insectes), embranchement ou classe dans certains cas (Crustacés et Mollusques) ;
- facilité d'emploi et d'exploitation par rapport aux informations apportées ;
- large possibilité d'application. (GENIN et al., 2003).

- **Principe général de l'IBGN :**

Le principe repose sur la macrofaune benthique prélevée sur le terrain, selon un protocole d'échantillonnage standardisé en tenant compte des différents types d'habitats.

Les diagnostics sont le plus souvent fondées sur l'analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques. Leurs identifications fournissent des indications sur la qualité du milieu par la présence ou l'absence des groupes faunistiques indicateurs.

- **Objectifs de l'IBGN :** c'est de situer la qualité biologique d'un site dans une gamme typologique générale, de suivre l'évolution de la qualité biologique d'un site ou cours de temps et dans l'espace (amont/ aval) et d'évaluer l'effet d'une perturbation sur le milieu.
- **Limites de l'IBGN :** Comme tous les outils de diagnostic, l'IBGN présente aussi des limites d'application :

- les invertébrés présentent des sensibilités sélectives aux différents facteurs de perturbations ;
- les effets d'une même perturbation peuvent s'exprimer de manière différente selon le niveau typologique du site ;
- la globalité de la méthode ne permet pas d'interpréter avec certitude les causes d'une note basse ; on peut tout au plus diagnostiquer une altération du milieu et émettre des hypothèses quant à ses origines. Les analyses physico-chimiques complémentaires seront nécessaires ;
- 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.

- **Calcul de l'IBGN :**

L'évaluation de la qualité du milieu est fondée sur l'analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques inféodés au substrat.

L'IBGN est établi à partir d'un tableau d'analyse comportant en ligne 14 classes de variété taxonomique et en colonne 9 groupes faunistiques indicateurs, classés par ordre décroissant de sensibilité aux pollutions (Tableau 9), on détermine donc :

- la variété taxonomique  $\sum t$  : elle correspond au nombre total de taxons identifiés, quel que soit le nombre d'individus trouvés sur place.
- le groupe indicateur (GI) : on prospectera les colonnes du tableau de haut en bas (de GI 9 à GI 1) en arrêtant l'examen à la première présence significative d'un taxon répertoire en ordonnée du tableau 9.

Tableau 9 : Valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune  
(Extrait de la norme AFNOR T 90-350,1992).

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
	GI	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 Psychomyiidae 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

L'appréciation globale de la qualité hydrobiologique est estimée à partir de l'examen de la faune des macroinvertébrés benthiques. Dans la norme AFNOR (GENIN et al, 2003), elle est définie selon 5 niveaux de couleur (tableau 10).

**Tableau 10** : Grille d'appréciation globale de la qualité de l'eau (norme AFNOR T 90- 350, 1990).

IBGN	≥17	16-13	12-9	8-5	≤4
Classe de qualité	1A	1B	2	3	HC*
Qualité hydrobiologique	Excellente	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
Couleur	bleu	Vert	jaune	orange	rouge

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 nette ;
- classe 3 (couleur orange) : qualité médiocre, pollution importante ;
- hors classe (couleur rouge) : qualité mauvaise, pollution excessive.

### 3.6.3. Analyse des stations

Les résultats des analyses hydrobiologiques sont résumés dans le tableau 11 : diversité taxonomique, groupe indicateur, valeur d'IBGN, classe de qualité et qualité hydrobiologique. 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 hydrobiologique est estimée à partir de l'examen des macroinvertébrés benthiques.

Tableau 11: Qualité hydrobiologique des stations étudiées.

	Assif El-Hammam			Assif El- Djemaa		Assif Harzoun		
Stations*	AO	AA	HB	D1	D2	TK1	TK2	TK3
Altitudes (m)	960	1050	750	420	220	1200	700	350
Nombre de taxons	34	22	29	19	16	26	15	12
Groupe indicateur	9	9	9	4	5	8	8	4
IBGN	18	15	17	9	9	15	12	7
Classe de qualité	1A	1B	1A	2	2	1B	2	3
Qualité de l'eau	excellente	bonne	excellente	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	médiocre
Couleur	Bleu	vert	bleu	jaune	jaune	vert	jaune	orange

- **Les stations AO et HB :**

Ces deux stations présentent une excellente qualité hydrobiologique avec une valeur de l'IBGN de 18 pour AO et 17 pour HB, une classe de qualité 1A, alliant une importante variété faunistique (38 et 31 taxons identifiés) et un groupe indicateur (GI=9) indiquant une très bonne qualité de l'eau et du milieu : absence de pollution.

La faune benthique est très diversifiée avec des familles de différents ordres, caractérisant l'ensemble des milieux et occupant de façon optimale les habitats.

Plusieurs familles appartenant à des groupes indicateurs élevés (de 7 à 9) considérés comme sensibles à la qualité du milieu ont été dénombrés, cela confirme donc une très bonne qualité hydrobiologique pour ces 2 stations.

- **Les stations AA et TK1**

Ces deux stations présentent une qualité hydrobiologique qualifiée de bonne (IBGN, 15 pour les 2 stations), un nombre de taxon assez important (AA=22 et TK1=26 unités taxonomiques) et un groupe faunistique indicateur de 9 et 8, indiquant que la qualité de l'eau

et du milieu est bonne.

En effet, les secteurs de ces 2 stations sont assez stables et corrects, permettant l'installation de taxons plus nombreux et bien représentés avec principalement les Plécoptères, taxons les plus polluosensibles.

- **Stations D1, D2 et TK2**

Ces trois stations présentent une qualité hydrobiologique moyenne avec un IBGN de 9 pour D1, 9 pour D2 et 12 pour TK2, une classe de qualité de 2 indiquant une altération de la qualité de l'eau et du milieu, une diversité taxonomique respective de 12, 19 et 15 taxons et un groupe indicateur GI=4 (D1), GI=5 (D2) et GI=8 (TK2).

La faune benthique présente dans ces 3 stations est peu exigeante vis-à-vis de la qualité de l'eau et du milieu. Elle appartient à des groupes plus au moins polluo-résistant tels que les Ephéméroptères et les Diptères Chironomides et Simuliides.

- **La station TK3 :**

Cette station est située en aval d'agglomérations, elle présente une qualité hydrobiologique médiocre (IBGN=7, classe 3), avec un nombre de taxa réduit (12 taxons dénombrés) et un groupe indicateur bas (GI=4), indiquant une dégradation de la qualité de l'eau et du milieu de ce secteur par rapport aux zones amont du cours d'eau.

Deux groupes faunistiques se partagent la quasi-totalité du peuplement. Il s'agit des Ephéméroptères Baetidae (65 individus) et des Diptères Chironomidae (17 individus.). On est donc en présence d'un peuplement très déséquilibré composé principalement de taxons détritivores indiquant un milieu altéré avec une forte charge organique.

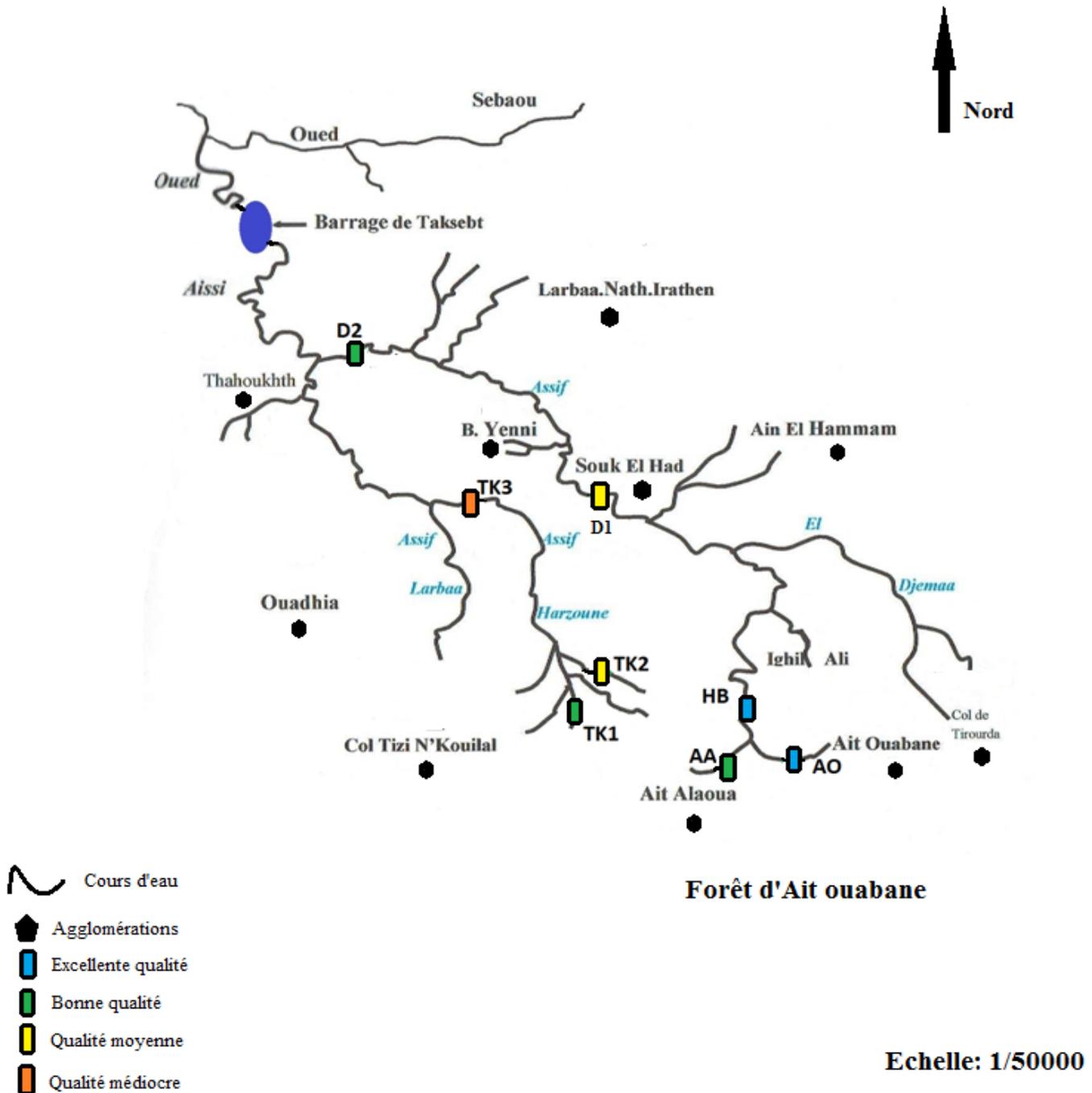


Figure 24 : Qualité hydrobiologique des cours d'eau étudiés.

#### 3.6.4. Discussion

L'examen de la qualité hydrobiologique des cours d'eau (diversité taxonomique totale, groupe indicateur, valeur de l'IBGN, classe de qualité), résumés dans le tableau 11 permet d'isoler 4 secteurs de cours d'eau.

- Dans les secteurs HB et AO on observe une qualité hydrobiologique de classe de qualité 1A, avec une forte variété faunistique (diversité taxonomique 34 (HB) et 29(AO) liée à une forte diversification du milieu, nombre important de micro-habitats pour la faune. Les groupes indicateurs repérés sont élevés (GI=9) et la présence de taxons sensibles à la pollution indiquant une qualité d'eau tout à fait correcte. Le secteur de ces stations a pu préserver 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 5 familles appartenant à cet ordre ont été identifiés.

- Les secteurs des stations AA et TK1, 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 22 et 26) et les groupes indicateurs repérés GI=8 ou GI= 9. 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 hydrobiologique pour ces stations.

- Les secteurs des stations D1, D2 et TK2 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 ses stations reste assez élevée (D2=19, D2=16 et 15). En effet, ses stations, D1 situé en amont de la station hydroélectrique de Souk el Had, D2 situé en aval du lieu dit « Thakhoukhth » point de confluence des Assif Larbaa et Ouadia et TK2 à environ 2km en aval de la station TK1, sont sous l'influence des rejets ponctuels et diffus, issus des villages avoisinants, la dégradation qui en résulte est limitée puisqu'on obtient une qualité moyenne.

- Le secteur de la station TK3, situé en aval des agglomérations, présente une qualité

hydrobiologique médiocre (classe de qualité 3), montrant par rapport aux stations précédentes une altération de la qualité de l'eau et de l'habitat. En effet, on constate ici une baisse très nette de la diversité taxonomique liée à l'uniformisation du milieu limitant les micro-habitats colonisables par la macrofaune benthique. De plus, la disparition conjointe des taxons les plus polluosensibles indique une probable dégradation de la qualité de l'eau.

Les résultats des analyses biologiques montrent une nette dégradation des secteurs des stations aval. La valeur de l'IBGN chute de 12 points par rapport aux stations situées dans les zones amont des cours d'eau : passage d'une classe de qualité 1A à 3. Ceci est dû à :

- L'uniformisation du milieu avec un nombre de micro-habitats plus réduit en aval, et se traduisant par une baisse importante du nombre de taxons ;
- L'altération de la qualité de l'eau induisant la disparition des taxons les plus polluosensibles : passage d'un GI=9 à un GI=4.

### Conclusion

Les macroinvertébrés benthiques récoltés dans ce travail se composent de 15835 individus répartis entre 12 groupes zoologiques et 42 familles. Ils sont récoltés dans 8 stations échelonnées entre 1200m et 220 m d'altitude.

Les Epheméroptères, avec 9575 individus (soit 60,46 % de la faune totale) sont largement dominants sur le plan numérique. Ils sont représentés essentiellement par les Baetidae (9467 individus avec 98,88%)

Les Diptères occupent la seconde place avec 4146 individus (soit 26,18 % du benthos). Ils sont dominés par les Simuliidae et les Chironomidae avec respectivement 34,04% et 54,9% des Diptères.

Les autres groupes zoologiques (Plécoptères, Trichoptères, Hétéroptères, Coléoptères, Hydracariens et Mollusques) ne constituent que 13,36 % de la faune totale récoltée.

La répartition des différents groupes taxonomiques dans les différentes zones des cours d'eau est très hétérogène. Les stations amont renferment plus de 72% de la richesse taxonomique totale. Dans les secteurs de piémont et de basses altitudes, le nombre de taxa est relativement réduit.

L'indice de SHANNON et WEAVER montre une fluctuation de la diversité dans les stations étudiées, les valeurs varient de 2,54 à 3,28.

L'indice d'équitabilité révèle que les taxons sont en déséquilibre entre eux. Certaines stations (HB, D1, D2, TK2) présentent des perturbations diverses et ont mené à la prolifération d'espèces polluo-résistantes (Chironomidae, Simuliidae, Baetidae) et à la diminution, voir disparition, des taxons polluo-sensibles (Plécoptères...).

L'étude de la qualité hydrobiologique des cours d'eau échantillonnés, appréciée par la méthode de l'indice biologique global normalisé (IBGN) a montré une variation de la qualité de l'eau et du milieu. Les résultats montrent une dégradation entre les stations de montagne et celles de basse altitude. La valeur de l'IBGN chute de 11 points : passage de la classe de qualité excellente à médiocre.

Précieuse, parfois rare, toujours fragile : L'eau est renouvelable, mais c'est toujours la même eau qui court à la surface de la planète. Il est donc essentiel de s'assurer au quotidien

## Conclusion

---

d'une qualité et d'une quantité d'eau suffisante pour satisfaire nos usages, mais aussi pour garder les milieux aquatiques vivants. C'est pourquoi il faut la préserver, la protéger et l'utiliser de façon responsable.

La gestion de l'eau est une démarche de concertation visant à proposer et à mettre en place les mesures concrètes améliorant la préservation et le partage des ressources en eau (en multipliant l'installation des points d'épuration des eaux résiduaires) tout en associant les acteurs concernés ainsi que les utilisateurs de manière à satisfaire la préservation des milieux et des ressources et les différents usages liés à l'eau.

## Références bibliographiques :

**ANNONYME.** Données hydro-biologiques de l'Agence nationale des ressources hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. A.N.R.H.

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

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

**AIT MOULOUD S., 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macroinvertébrés dans l'oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Magister, Université d'Alger, 118p.

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

**ARAB A., 1989.** Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquées à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Thèse Magister, U.S.T.H.B. 145p.

**ARAB A., LEK S., LOUNACI A. & PARK Y.S., 2004.** Spatial and Temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Annls. Limnol. Int. J. Lim.* 40 (4) :317-327.

**BAGNOULS F. & GAUSSIN H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique document pour les cartes de production végétale. Série généralité cartographie de l'unité écologique. Edition Edward Priva. Toulouse. 47p.

**BERTHELEMY C., 1979.** Elmidae de la région paléarctique occidentale : systématique et répartition (Coleoptera, Dryopoïde). *Annals, Limnol.*, 15(1) : 1-103.

**BERTRAND H., 1972.** Larve et nymphe des Coléoptères aquatiques du globe. F.Paillart, Imp. Paris : 804p.

**CHAUMONT M. & PAQUIN C., 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000 avec notice explicative. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* : 24p

**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. 2<sup>ème</sup> édition educagri. 215 p.

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

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

**LOUNACI A., 2005.** Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 208 p.

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

**LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A. & LEK S.2000(a).** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream : the Sébaou wadi. *Annals Limnol.*, 36(2): 123- 133.

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

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

**PARINET B., ALHOTE B., LEGUEB M., GBOUNGUE., 2000.** Etude analytique et statistique d'un système lacustre soumis à divers processus d'eutrophisation – revue des sciences de l'eau Vol 13 /3.237 P.

**POISSON R., 1957.** Héteroptères aquatiques. In P. Le chevalier (Ed.), Faune de France, C.N.R.S.(Paris), 61 :264p.

**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., 1949.** The mathematical theory of communication. Urbane: university of Illinois Press: 177p.

**THOMAS A.G.B. 1981.** Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles de sud-ouest de la France (Ephéméroptères, Diptères : Dixidae, Cecidomyiidea, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbation par l'homme. Thèse Doctorat, Univ. Paul Sabatier, Toulouse : 330p.

**TOURENQ J.N., 1975.** Recherches écologiques sur les Chironomides (Diptera) de campagne. Thèse Doctorat : 424 p.

**TUFFERY G & VERNEAUX. , 1967.** Cours d'eau de franche Comté (Massif de JURA) Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. Thèse Doctorat ; faculté de Besançon : 260p.

**VERNEAUX J., 1973.** Recherches écologiques sur le réseau hydrographique de Doubs. Essai de biotypologie. Thèse Doc. Etat, Université de Besançon : 260 p.

**VERNEAUX J., FAESSEL B. & MALESIEU M., 1976.** Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes. Trav. Labo. Hydrobiol., Univ. Besançon et CTGREF, ronéo : 40 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, 1985.** Contribution à l'étude hydrographique de la Kabylie occidentale (Algérie) Thèse Doctorat. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Pierre et Marie Curie , Paris VI : 21p.

**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.

**Annexe 1 :** Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrés a Tizi ousou durant la période 2000-2014 (source O.N.M Tizi ousou)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T° moyennes maximales	15.45	16.26	19.64	22.14	26.16	31.93	35.72	35.38	31.3	27.76	19.83	16.33
T° moyennes minimales	6.42	6.76	8.94	11.09	14.13	18.16	21.5	21.86	18.79	15.94	11.58	7.74
T° moyennes mensuelles	10.28	10.69	13.61	16.04	19.43	24.54	27.88	27.97	24.46	20.86	14.84	11.69

**Annexe 2 :** Précipitations moyennes mensuelles et totaux pluviométriques en (mm) dans certaines localités de la région d'étude (période 1991- 2014).

Stations	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Ath Ouabane (960m)	66,7	100	167	189	210,9	152	128	151	107	24	8,3	29,4	1234
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
Azazga (430m)	48,7	82	141	181	177,7	105	101	136	65,3	9,2	3,1	7	1057
Tizi ousou (220m)	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	877
Boubhir (220m)	47	75	118,2	155	144,9	83	92,7	121	65,3	9,1	5,2	10,7	928

**Annexe 3 :** moyennes mensuelles des températures de l'air (°C) et des précipitations (mm) à Tizi Ouzou (période 2000-2014).

Mois	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T° moyennes mensuelles	10.28	10.69	13.61	16.04	19.43	24.54	27.88	27.97	24.46	20.86	14.84	11.69
P (mm)	123,56	91,19	86,79	81,34	67,49	11,12	2,25	6,48	36,06	60 ,38	118,65	133,12

**Annexe 4** : Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 2000-2014 (Source O.N.M de Tizi-Ouzou)

<b>Année 2000</b>		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
T°Moy/mensu	en°C	8,2	11,7	14,3	16,6	21,6	25,1	28,9	29,4	24,9	18,5	14,6	12,1
T°Moy/mensu	mini	3,7	6,2	8,5	11,1	16,1	18,5	22,6	22,6	19,5	13,8	10,5	7,8
T°Moy/mensu	MAX	13,9	18,6	21,4	23,2	28,4	32,1	36,8	37,8	32	24,6	20,2	17,4
RR en mm&1/10		20,5	5,1	6,5	38,3	56,6	6,4	0	0,2	5,3	51,5	78,4	68
Humidité moy	en%	83	75	68	65	70	60	49	43	57	72	73	75
VENT moyen		0,3	1,0	1,2	2,4	2,0	2,0	2,2	1,9	1,5	0,9	1,7	2,2
Evaporation		30	54	76	101	106	151	209	227	137	72	67	59
Nbre j Brouill		8	2	1	0	0	0	0	0	0	1	3	1
Nbre j Brume		0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée		22	19	18	11	4	0	0	0	0	13	13	18
Nbre j Gelée		7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Durée D'insol		xxx	227	249	250	269	332	319	317	255	212	179	153

<b>Année 2001</b>		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
T°Moy/mensu	en°C	10,8	10,3	16,8	15,9	19,1	26,6	28,3	29,1	24,7	23,0	14,0	9,2
T°Moy/mensu	mini	6,9	5,8	11,5	10,1	13,9	19,2	21,8	22,9	19,5	17,8	10,4	5,4
T°Moy/mensu	MAX	15,6	16,2	23,3	22,4	25,2	34,5	35,8	36,6	32,0	30,4	19,0	14,1
RR en mm&1/10		231,6	73,7	4,0	41,2	45,8	0	0	2,1	35,4	8,6	5,2	63,2
Humidité moy	en%	80	78	65	69	71	47	49	51	62	61	75	81
VENT moyen m/s		1,6	1,4	2,1	1,7	1,7	2,4	2,1	1,8	1,1	0,9	0,9	1,7
Evaporation		43	40	97	76	90	192	196	173	110	110	48	30
Nbre j Brouill		3	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Nbre j Brume		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nbre j Rosée		18	19	12	8	6	0	0	0	1	0	5	14
Nbre j Gelée		4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Durée D'insol		146	191	254	282	268	325	323	300	249	209	122	111

<b>Année 2002</b>		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
T°Moy/mensu	en°C	9,7	11,4	13,7	15,4	20,1	25,6	26,8	26,3	29,9	20,2	15,2	12,9
T°Moy/mensu	mini	5,7	6,6	8,9	10,1	13,6	19,1	21,0	21,3	18,8	14,9	11,6	9,6
T°Moy/mensu	MAX	15,1	17,6	19,8	21,5	28,5	32,4	33,6	32,8	30,2	27,4	20,2	17,4
RR en mm&1/10													
Humidité moy	en%	82	65	74	75	65	51	56	11	50	64	77	80
VENT moyen m/s		1,0	0,5	0,5	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	0,7	xx	2,0	2,0
Evaporation		29	41	53	65	115	151	147	132	115	101	73	54
Nbre j Brouill		3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Brume		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée		19	15	6	8	0	0	0	0	0	0	4	3
Nbre j Gelée		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol		xxx	xxx	xxx	xxx	141	155						

<b>Année 2003</b>		JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
T°Moy/mensu	en°C	10,1	9,3	13,8	15,7	18,7	27,1	28,8	29,4	23,9	20,4	15,7	10,6
T°Moy/mensu	mini	7,3	10,5	9,2	11,5	13,7	20,5	23,0	23,7	19,1	16,5	12,3	7,4
T°Moy/mensu	MAX	13,9	14,3	20,3	21,4	25,7	35,5	37,7	37,9	30,6	26,0	21,1	15,6
RR en mm&1/10		303,5	106,0	59,3	128,6	34,3	1,2	3,2	3,3	21,3	67,7	78,0	166,9
Humidité moy	en%	82	82	75	78	75	56	52	50	67	73	74	77
VENT moyen m/s		2,3	1,2	1,2	2,0	1,3	2,6	2,2	2,5	1,6	1,6	1,2	2,0
Evaporation		43	39	67	63	83	197	232	256	133	105	78	56
Nbre j Brouill		1	1	1	0	1	1	0	0	0	3	1	2
Nbre j Brume		2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée		4	0	3	4	4	1	0	0	4	4	3	7
Nbre j Gelée		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol		135	123	74	209	248	305	268	272	243	182	151	117

Année <b>2004</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	10,6	12,2	13,6	14,7	16,5	23,8	26,6	27	22,5	25,2	13,3
T°Moy/mensu mini	6,8	7,9	8,7	10,2	12,7	17,4	20,7	22,8	17,0	19,5	9,2	8,5
T°Moy/mensu MAX	15,8	18,4	18,2	20,2	22,0	31,6	33,7	35,5	30,1	32,2	18,9	15,8
RR en mm&1/10	127,7	52,2	104	86,4	146,1	4,7	0	10,2	36,9	36,4	106,9	197,4
Humidité moy en%	80	75	79	72	78	64	57	56	58	64	82	81
VENT moyen m/s	0,9	2	1,6	2,1	2,2	2,4	2,7	2	1,2	1,6	0,9	1,7
Evaporation	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Nbre j Brouill	3	0	4	0	1	1	0	0	0	1	4	4
Nbre j Brume	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Nbre j Rosée	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	169	184	189	225	179	294	327	307	204	259	178	121

Année <b>2005</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	7,4	7,7	12,8	15,5	20,6	25,2	28,3	26,9	23,2	20,5	13,0
T°Moy/mensu mini	3,2	3,9	8,6	11,0	14,5	19,0	22,0	20,8	17,9	15,7	10,1	7,2
T°Moy/mensu MAX	13,1	12,3	18,9	21,1	28,1	33,0	36,6	34,8	30,8	27,7	19,6	15,4
RR en mm&1/10	148,7	37,5	30,3	68,5	1,5	0,1	0,6	1,7	20,0	57,5	72,2	87,2
Humidité moy en%	85	81	81	76	68	60	53	58	67	71	79	81
VENT moyen m/s	0,5	0,8	1,4	2,4	2,2	3,1	2,8	2,3	1,8	1,1	1,0	1,0
Evaporation	35	38	58	78	124	187	221	199	117	81	53	38
Nbre j Brouill	6	2	3	1	4	0	0	0	0	1	1	1
Nbre j Brume	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Nbre j Rosée	17	5	7	0	0	0	0	0	0	6	12	14
Nbre j Gelée	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	160	122	160	189	204	274	301	279	247	232	161	160

Année <b>2006</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	9,2	10,0	14,2	18,3	21,9	24,8	28,8	26,7	23,9	22,3	17,3
T°Moy/mensu mini	5,7	6,3	9,2	12,9	16,9	18,5	21,8	20,9	18,5	17,3	12,4	8,5
T°Moy/mensu MAX	13,8	15,3	20,7	25,2	29,0	32,3	37,1	34,2	31,7	30,1	23,8	16,7
RR en mm&1/10	142,5	169,4	35,0	20,2	78,1	5,6	2,4	2,7	36,5	18,6	7,3	170,5
Humidité moy en%	81	81	74	69	72	57	52	61	63	66	70	83
VENT moyen m/s	0,7	1,2	2,6	2,4	2,3	3,0	2,7	2,8	2,3	1,9	1,5	0,8
Evaporation	37	43	81	88	87	151	201	156	126	110	76	35
Nbre j Brouill	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3
Nbre j Brume	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée	8	5	7	2	1	0	0	0	1	2	5	8
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	130	150	258	241	255	254	337	342	262	272	214	136

Année <b>2007</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	11,4	13,0	12,3	15,7	19,5	23,3	27,5	28,1	23,7	19,4	13,6
T°Moy/mensu mini	7,0	9,1	8,1	12,3	14,1	17,8	20,8	21,9	18,4	15,2	9,6	7,2
T°Moy/mensu MAX	17,6	18,0	17,9	20,5	26,1	30,4	35,7	35,5	30,9	25,1	18,9	15,6
RR en mm&1/10	8,4	63,4	284,6	201,5	23,8	14,9	11,3	1,8	56,9	210,4	257,8	89,2
Humidité moy en%	80	79	98	84	72	69	56	59	67	77	81	86
VENT moyen	1,0	2,3	2,2	1,6	1,6	2,3	2,2	2,0	1,4	1,2	1,0	0,3
Evaporation	43	46	48	37	82	102	188	185	109	69	42	25
Nbre j Brouill	3	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Nbre j Brume	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée	14	12	11	4	4	0	0	0	1	2	12	8
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	195	168	197	154	261	296	353	312	233	182	191	141

Année <b>2008</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	11,0	12,6	13,0	16,3	18,8	23,5	27,9	27,8	24,4	19,8	13,5
T°Moy/mensu mini	6,5	7,4	8,1	10,4	14,4	17,3	21,5	21,3	19,4	15,4	9,7	6,8
T°Moy/mensu MAX	16,5	18,5	18,9	23,2	25,0	30,8	35,6	36,0	31,1	26,2	18,8	15,4
RR en mm&1/10	8,7	11,8	88,1	32,3	96,8	14,0	7,2	0	34,6	66,1	190,3	115,4
Humidité moy en%	83	79	78	70	78	68	60	59	65	77	78	83
VENT moyen m/s	0,6	0,6	2,3	1,5	1,4	1,1	2,3	2,3	1,5	1,0	1,2	0,8
Evaporation	36	46	54	75	63	114	165	163	105	66	56	37
Nbre j Brouill	5	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Nbre j Brume	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée	20	16	14	10	4	0	0	0	0	7	6	12
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	182	187	221	262	193	294	300	315	172	101	182	139

Année <b>2009</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	10,8	10,4	12,7	14,0	20,8	25,2	29,6	28,0	22,8	19,3	15,3
T°Moy/mensu mini	7,7	5,9	7,6	9,6	15,0	18,2	22,8	22,1	18,2	14,3	10,9	8,9
T°Moy/mensu MAX	14,9	16,0	19,4	19,6	27,6	33,2	37,5	35,8	29,4	25,7	21,5	18,4
RR en mm&1/10	221,0	42,4	92,0	132,6	69,1	0,0	2,6	7,3	169,8	40,4	116,5	140,3
Humidité moy en%	83	75	76	79	68	57	55	63	73	77	78	79
VENT moyen m/s	1,5	1,3	1,4	1,1	1,2	1,8	1,8	1,7	1,1	0,7	0,5	1,2
Evaporation	36	45	55	49	92	148	193	142	80	64	52	60
Nbre j Brouill	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	4
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Nbre j Rosée	9	8	18	6	2	0	0	0	0	12	12	11
Nbre j Gelée	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	108	170	239	197	104	98	111	101	72	241	183	106

Année <b>2010</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	11,4	12,8	13,7	16,4	17,6	22,6	27,7	27,2	23,6	19,2	14,3
T°Moy/mensu mini	7,8	9,1	9,4	11,5	12,3	16,2	20,6	20,7	17,9	14,4	10,9	7,2
T°Moy/mensu MAX	16,1	17,6	19,7	22,2	24,3	29,8	35,8	35,5	31,1	26,2	19,0	16,7
RR en mm&1/10	82,4	61,1	97,4	93,6	59,3	27,6	1,8	25,9	25,4	113,4	143,5	76,1
Humidité moy en%	80	77	78	80	73	68	59	62	70	74	79	76
VENT moyen m/s	2,1	1,5	1,1	0,8	1,0	1,3	1,8	1,3	1,4	1,0	0,9	0,9
Evaporation	48	54	50	48	63	92	150	135	102	73	44	53
Nbre j Brouill	1	0	2	1	1	0	0	1	0	0	2	1
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Nbre j Rosée	13	5	10	12	8	0	0	0	1	7	4	8
Nbre j Gelée	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Durée D'insol	140	109	180	200	240	311	368	317	267	209	114	142

Année <b>2011</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	10,6	10,3	13,4	17,6	19,7	23,2	27,5	28,5	24,8	19,6	15,7
T°Moy/mensu mini	6,9	6,3	8,7	12,1	14,8	17,8	21,6	21,8	18,9	14,5	12,2	8,3
T°Moy/mensu MAX	15,9	15,8	19,5	24,4	26,0	29,6	35,1	37,2	32,5	27,1	21,4	16,8
RR en mm&1/10	90,9	146,9	89,9	106,5	153,1	41,1	1,7	0,2	7,5	34,1	156,6	120,6
Humidité moy en%	84	83	78	76	77	75	68	68	69	75	81	85
VENT moyen m/s	0,2	1,2	0,7	1,1	xx	xx	xx	xx	1,1	0,5	0,6	0,3
Evaporation	29	27	49	53	66	80	136	149	100	80	60	29
Nbre j Brouill	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Nbre j Rosée	9	14	9	3	1	2	0	0	1	8	6	11
Nbre j Gelée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	142	156	211	243	244	291	356	341	282	233	134	145

Année <b>2012</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3
T°Moy/mensu mini	5,6	2,7	9,0	11,0	14,0	20,0	21,6	23,4	18,7	15,8	12,5	8,2
T°Moy/mensu MAX	16,3	11,9	19,7	21,1	27,0	34,2	35,7	30,1	32,3	28,1	21,8	17,4
RR en mm&1/10	69,5	269,5	97,8	146,8	40,2	1,1	0,0	6,4	10,9	96,3	68,7	39,8
Humidité moy en%	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83
VENT moyen m/s	0,3	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	0,7	0,6	1,1	0,9
Evaporation	32	22	46	59	79	135	162	203	117	98	55	39
Nbre j Brouill	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Nbre j Brume	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Nbre j Rosée	18	11	10	6	3	0	0	0	3	4	11	17
Nbre j Gelée	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	201	155	207	210	309	298	344	333	237	232	151	172

Année <b>2013</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6
T°Moy/mensu mini	6,9	5,2	10,4	11,3	12,8	15,5	20,3	20,3	19,1	18,1	17,9	7,4
T°Moy/mensu MAX	15,7	14,6	19,4	21,8	23,0	28,9	34,5	35,1	31,1	30,6	10,7	16,9
RR en mm&1/10	211,8	185,7	93,5	64,5	151,6	0,0	0,3	11,3	37,6	39,0	164,9	103,7
Humidité moy en%	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83
VENT moyen m/s	1,5	1,6	2,6	1,9	1,9	1,7	1,8	1,3	1,3	xx	xx	xx
Evaporation	45	35	66	54	53	99	130	142	75	101	47	34
Nbre j Brouill	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Nbre j Brume	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Nbre j Rosée	13	8	4	10	11	4	0	0	0	3	4	19
Nbre j Gelée	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	140	126	161	231	241	352	335	335	237	210	120	163

Année <b>2014</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM
	T°Moy/mensu en°C	12,3	12,8	12,3	17,5	19,2	23,7	27,0	28,0	26,2	21,6	17,3
T°Moy/mensu mini	8,6	8,6	8,2	11,3	13,2	17,4	20,0	21,5	21,0	16,0	13,5	7,7
T°Moy/mensu MAX	17,6	18,8	17,5	24,3	26,5	30,7	34,7	35,9	33,7	29,0	22,7	15,4
RR en mm&1/10	110,1	110,2	172,4	5,3	10,0	48,4	0,2	3,6	11,8	26,5	61,6	272,4
Humidité moy en%	78	76	81	67	68	64	57	58	62	68	69	84
VENT moyen m/s	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Evaporation	52	53	44	89	96	116	169	172	125	97	77	32
Nbre j Brouill	0	1	4	1	1	1	0	0	0	1	0	3
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Nbre j Rosée	9	8	16	12	4	2	0	0	0	7	5	10
Nbre j Gelée	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durée D'insol	161	164	181	278	320	313	360	333	244	256	150	122

## Résumé

Les cours d'eau du sous-bassin de l'Oued Aissi sont explorés de point de vue de la répartition spatiale de macroinvertébrés. 8 stations ont été prospectées entre 220 m et 1200 m d'altitude, 15835 individus répartis entre 12 groupes zoologiques (42 familles) ont été dénombrés.

Les Ephéméroptères, avec 9575 individus (soit 60,46 % de la faune totale) sont largement dominants sur le plan numérique. Ils sont représentés essentiellement par les Baetidae (9467 individus avec 98,88). Les Diptères occupent la seconde place avec 4146 individus (soit 26,18 % du benthos). Ils sont dominés par les Simuliidae et les Chironomidae avec respectivement 34,04% et 54,9% des Diptères. Les autres groupes zoologiques (Plécoptères, Trichoptères, Hétéroptères, Coléoptères, Hydracariens et Mollusques) ne constituent que 13,36 % de la faune totale récoltée.

Les différents indicateurs utilisés (richesse spécifique, indice de diversité, indices d'équitabilité) ont permis l'étude descriptive de la structure du peuplement.

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 excellente à une classe de qualité médiocre.

Mots clés : Oued Aissi, cours d'eau, macroinvertébrés, bioindicateurs.