

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

Département de biologie animale et végétale



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux

Thème

**Faunistique et écologie des
macroinvertébrés de l'Assif El-Khemis
et du Moyen Sébaou.**

Réalisé par : M^{elle} ALILAT Titem & M^{elle} ALIOUANE Nissa.

Soutenu le 10/07/2017 devant le jury d'examen composé de :

Présidente	M^{me} SADOUDI. D	Professeur	UMMTO
Promotrice	M^{me} SEKHI. S	MAA	UMMTO
Examinatrice	M^{me} LOUNACI- DAOUDI. D	MAA	UMMTO

Promotion:2017

REMERCIEMENT

En premier lieu, nous remercions le bon Dieu pour nous avoir accordé la santé, la paix le courage, et la patience d'accomplir ce travail.

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice madame **SEKHI S** Maître assistance classe A pour son appréciable aide, sa grande disponibilité, et ses précieux conseils.*

*Nous tenons à remercier Mr. **LOUNACI A** Professeur à l'UMMTO de nous avoir accueillis dans son laboratoire, ainsi que pour son aide précieuse, surtout la réalisation de tous les traitements statistiques.*

Nos sentiments de profonde gratitude vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail :

- *M^{me} **SADOUDI. D** d'avoir accepté de présider notre de jury*
- *M^{me} **LOUNASI-DAOUDI. D** d'avoir accepté d'examiner se travail.*

Nous remercions aussi tous les membres de laboratoire d'hydrobiologie qui nous ont accordé leurs temps pour déterminer le matériel biologique récolté, ainsi que pour leurs enrichissantes discussions :

*M^{me} **HAOUCHINE S**, Mr. **LAMINE S** et en particulier*

*M^{lle} **KECHEMIR L.H.***

Nos remerciement s'adressent également à tous les enseignants du Département Biologie qui tout au long des années d'études nous ont transmis leur savoir sans réserve.

*Enfin, nous tenons à remercier vivement Mr. **MEHAL Y** pour nous avoir accompagnés et aidés sur le terrain.*

DIDICACES

Je dédie ce modeste travail ...

A Mes très chers parents Lynda et El-Hachimi qui ont été toujours à mes côtés, mon grand amour et toute ma gratitude pour les sacrifices qu'ils ont fait pour ma réussite, ce travail est le fruit de leur sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation. Que dieu puisse les garder et les donner une longue vie ;

A mes deux adorables frères : Massinissa et Idir, que dieu les garde pour moi ;

A ma sœur Dahbia et son mari Smaïl ;

A mes chères sœurs : Zahia, Lidyia, Ibtissame ;

A mon fiancé YUCEF qui n'a jamais cessé d'être présent avec moi dans les moments difficiles avant les bons moments, ses sacrifices, son soutien moral et matériel, sa gentillesse, son profond attachement, surtout sa patience avec moi durant mon cursus universitaire, m'ont permis de réussir mes études et à toute sa famille Bazouche, en particulier Yemma Aldjia et Vava Hamid.

A ma meilleure amie Nissa, sans oublier ma chère copine Katia pour son soutien et pour tous les bons moments passés ensemble et à toutes leurs familles ;

A tous ce qui me connaît de proche ou de loin

TITEM

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à ...

Mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi et qui n'ont pas cessé de m'encourager et prier pour moi. Que le dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

Ma chère sœur Ouardia .

Mes chers frères : Sofiane et sa femme Nassima, Aziz et sa femme Nawel.

Un grand amour pour mes nièces : Rayane et Mayass.

Mon cher mari Samir, qui a toujours été à mes côtés sans lui demandé, son aide, ses conseils et ses encouragements.

A ma belle-famille, en particulier mes beaux-parents, votre prière et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien ce travail.

Ma chère copine Titem pour sa gentillesse et ses encouragements ainsi qu'à toute sa famille.

A toute mes amies spécialement : Katia et Wassila, Nacira et Yasmína.

NISSA

La liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).	4
Figure 2 : Précipitation moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2010).	6
Figure 3 : Températures mensuelles moyennes de l'air en (°C) (maximale, minimale, mensuelles) à Tizi-Ouzou (période 2000-2016, source : O.N.M de Tizi-Ouzou).	7
Figure 4 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN de la région de Tizi-Ouzou (période 1996-2010).	8
Figure 5 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.	14
Figure 6 : Répartition globale de la faune benthique dans les stations d'étude.	22
Figure 7 : Abondance de la faune globale dans les stations d'étude.	26
Figure 8 : Richesse taxonomique aux stations d'études.	27
Figure 9 : Abondance des taxons dans les Stations étudiées.	29
Figure 10 : Occurrence des taxons dans les stations étudiées.	29
Figure 11 : Abondance relative des Diptères récoltés.	31
Figure 12 : Effectifs des Diptères dans les stations étudiées.	32
Figure 13 : Abondance des taxons des Ephéméroptères.	33
Figure 14 : Effectifs des Ephéméroptères dans les stations d'étude.	34
Figure 15 : Abondances relative des Plécoptères.	34
Figure 16 : Effectifs des Plécoptères dans les stations d'étude.	36
Figure 17 : Abondance relative des Coléoptères.	37
Figure 18 : Effectifs des Coléoptères dans les stations étudiées.	39
Figure 19 : Abondance relative des Trichoptères.	40
Figure 20 : Effectifs des Trichoptères dans les stations étudiées.	41
Figure 21 : Abondance relative des Hétéroptères.	42
Figure 22 : Effectifs des Hétéroptères dans les stations étudiées.	42
Figure 23 : Abondance relative des Oligochètes.	43

Figure 24 : Effectifs des Oligochètes dans les stations d'étude.	43
Figure 25 : Evolution stationnelle des indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E).....	47
Figure 26 : Analyse en composantes principales des paramètres environnementaux, plan factoriel F1-F2	51
Figure 27 : Dendrogramme de la distribution des paramètres environnementaux sur la base des stations.....	51
Figure 28 : Distribution des EPT et des stations dans le plan factoriel F1×F2	53
Figure 29 : Dendrogramme visualisant les relations entre l'ensemble des taxons.....	53

La liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre de taxons par groupe faunistique.....	21
Tableau 2: Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude	23
Tableau 3 : Abondance de la faune benthique des stations étudiées.....	26
Tableau 4 : Richesse taxonomique des stations étudiées	27
Tableau 5 : Indices de SHANNON & WEAVER (H') et d'Equitabilité (E).....	46
Tableau 6 : Indice de similarité de Sorensen	48
Tableau 7 : Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.	49

La liste des photos

Photo 1: Station II.....	13
Photo 2: Station IL.....	13
Photo 3: Station KH1.....	14
Photo 4: Station KH2.....	15
Photo 5: Station B1	15
Photo 6: Station B2.....	16

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Caractéristiques générales de la région d'étude

1. La situation géographique	3
2. La géologie	4
3. La climatologie	5
3.1.Les Précipitations.....	5
3.2.Les Températures.....	6
3.2.1. Les températures de l'air	6
3.3 Le Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN	8
4. Le couvert végétal	8
5. Les perturbations anthropiques.....	9

Chapitre II : Sites et méthodes d'étude

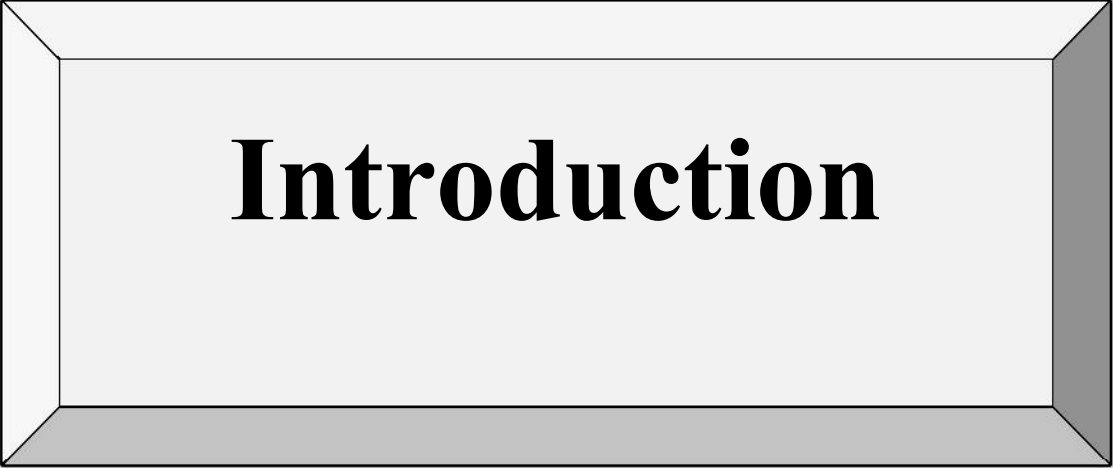
1. La description des cours d'eaux et des stations d'étude	11
1.1. Assif El Khemis	11
1.2. Moyen Sébaou.....	15
2. Les caractéristiques physiques des stations	17
2.1. La pente.....	17
2.2. Le débit	17
2.3. L'écoulement et vitesse du courant.....	17
2.4. Le substrat	18
2.5. La température de l'eau.....	19
3. Le matériel et la méthode d'échantillonnage	19
3.1. Le lavage, le tri et la détermination.....	20

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Analyse globale de la faune	21
2. Abondance de la faune benthique.....	25
3. Richesse taxonomique	26
4. Occurrence et abondance des taxons	27
5. Analyse qualitative et quantitative de la faune benthique	30
5.1. Les Diptères	30
5.2. Les Ephéméroptères	32
5.3. Les Plécoptères	34
5.4. Les Coléoptères	36
5.5. Les Trichoptères	39
5.6. Les Hétéroptères	41
5.7. Les Oligochètes	42
5.8. Autres groupes zoologiques	44
6. Etude de la diversité	45
6.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver	45
6.2. Indice d'équitabilité ou d'équirépartition	46
6.3. Indice de similarité de Sorensen	47
7. Structure de la faune	49
7.1. Structure mésologique	49
7.2. Structure du peuplement	52
Conclusion	54

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

L'eau est indispensable à l'existence, au développement et à la vie des êtres vivants. Elle est une ressource si vitale qu'elle semble banale, mais sans elle le vivant disparaîtrait.

Malheureusement, cette ressource hydrique est menacée par la pollution qui représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement. L'utilisation des cours d'eau pour l'évacuation des déchets liquides des villes et des industries est la cause première de la dégradation de la qualité des eaux. Cette évacuation peut également entraîner un enrichissement des eaux en matières nutritives qui sera à l'origine de changements tels que la dégradation de sa qualité physico-chimique, l'accroissement de la production d'algue et de macrophytes.

Il en résulte ainsi une dégradation des écosystèmes aquatiques qui se manifeste par la destruction de l'habitat, la perte de la diversité biologique et la détérioration de la qualité de l'eau.

Les études faunistiques, écologique et physico-chimiques sur les milieux aquatiques continentaux revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et la gestion des systèmes naturels ainsi que dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes.

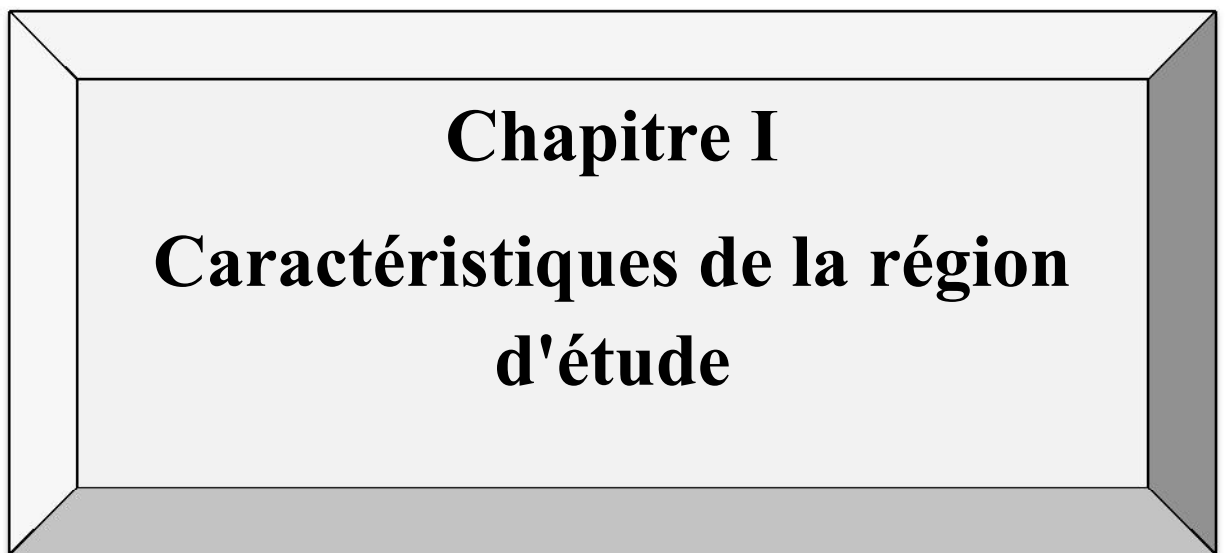
L'Algérie grâce à sa façade méditerranéenne, possède d'importants réseaux hydrographiques. Ses eaux continentales, de par leur richesse et leur diversité, ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs.

Avec le développement des programmes d'étude en hydrobiologie, plusieurs travaux ont été exposés par différents auteurs. Nous pouvons citer ceux de MALICKY & LOUNACI (1987), 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), YASRI (2009), SEKHI (2010), HAOUCHINE (2011).

Le présent travail a pour objectif d'une part de dresser la liste faunistique des macroinvertébrés benthique des cours d'eau à savoir Assif El-Khemis et le Moyen Sébaou et d'autre part rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune.

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

- ✓ Le premier est consacré aux caractéristiques physiques et environnementales de la région d'étude : géographie, géologie, climatologie, végétation et perturbations anthropiques.
- ✓ Le deuxième traite la description des sites d'étude, les méthodes et les techniques d'échantillonnages.
- ✓ Le troisième chapitre qui représente la majeure partie de ce travail est consacré à l'étude de la faune (résultats et discussions).



1. Situation géographique

La Kabylie du Djurdjura constitue notre zone d'étude. Elle est située dans le centre Nord de l'Algérie à une centaine de kilomètres au centre d'Alger.

Elle est drainée par l'oued Sébaou, principal cours d'eau de la région. D'après YAKOUB (2005), le bassin versant du Sébaou s'étale sur une superficie de 2 500 Km² et une largeur de 117 Km. Il est délimité :

- Au Nord, par la ligne de crête de la chaîne littorale ;
- Au Sud, par le flanc Nord de la chaîne calcaire du Djurdjura ;
- A l'Est, par le massif forestier de l'Akfadou ;
- Et à l'Ouest, par le massif cristallophyllien de Sidi Ali Bounab et les piémonts de la rive gauche de la basse vallée du Sébaou.

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau des sous bassin versant de l'oued Boubhir, notre intérêt s'est porté sur l'un de ses affluents à savoir l'Assif El-Khemis (4 stations) et sur le Moyen Sébaou (2 stations) (Figure1).

La figure 1 montre la situation géographique de la zone d'étude.

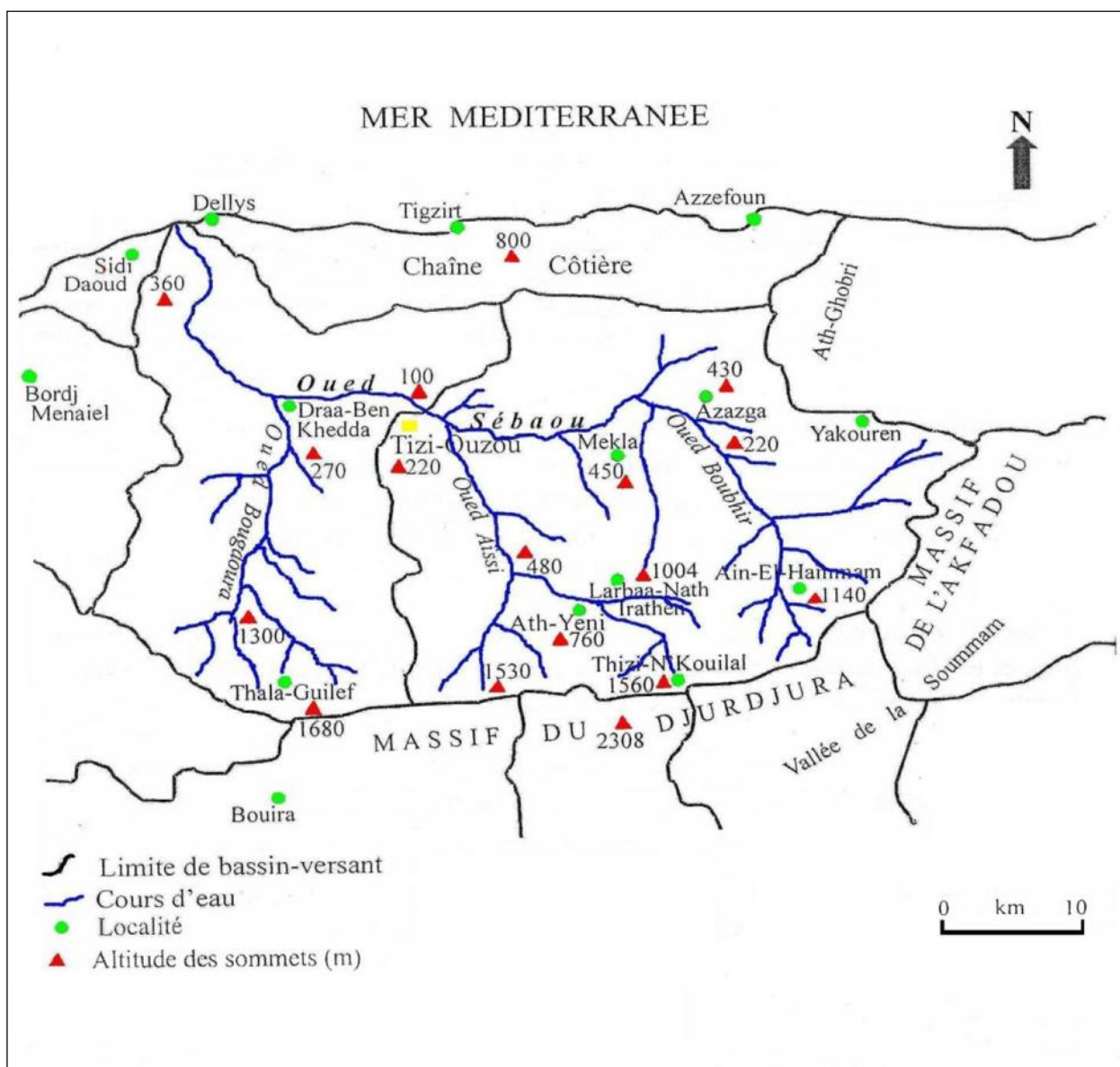


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).

2. La géologie

La Kabylie de Djurdjura a fait l'objet de différentes études géologique : stratigraphie, tectonique, orogénèse (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979).

Les unités morpho structurales rencontrées en Kabylie se résument :

- **À la dorsale du Djurdjura** : Elle est constituée essentiellement de terrains calcaires, d'âges Liasique et Eocène qui favorisent le phénomène de Karstification et le développement d'importants aquifères.

- **Au socle kabyle :** il est constitué de formations cristallophylliennes d'origines métamorphique et magmatique (Phyllades, Schistes, Gneiss). Il favorise les écoulements superficiels des eaux vers les principaux affluents de l'Oued Sébaou.
- **Au Miocène :** il est constitué principalement de marnes et d'argiles, soit au contact du socle Kabyle, soit à celui de la formation du quaternaire (YAKOUB, 1985). Il occupe le cours inférieur des Oueds Boghni Bougdoura.
- **Au Quaternaire :** il est bien représenté dans la dépression de Mechtras et tout au long des Oueds Boghni et Bougdoura. Il se compose d'un matériel hétérogène : grossier en amont (galets, graviers, sables) et fin en aval (sables fins, vase, et limons) et peut former des nappes alluviales suite aux importantes accumulations.

3. La climatologie

En Algérie, le climat se distingue par une influence marine au Nord et par une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-est.

La Kabylie du Djurdjura, de par sa localisation, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen qui se caractérise par un été chaud et sec et un hiver froid et humide avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularité interannuelles.

3.1. Les précipitations

Différents travaux sur la climatologie ont été réalisés sur l'Algérie par différents auteurs: SELTZER (1946), QUEZEL(1957) et CHAUMONT & PAQUIN(1971). Ils admettent que la pluviométrie en Algérie est influencée par l'altitude, la longitude, la latitude et l'exposition. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

Les précipitations sont non seulement très irrégulières, très intenses mais aussi très concentrées dans le temps, laissant ainsi apparaître des menaces de sécheresse : c'est l'une des variantes du régime climatique méditerranéen.

En Kabylie, le massif du Djurdjura, de part sa position littorale et son altitude, joue un rôle de barrière naturelle aux vents marins humides qui donnent naissance à des précipitations élevées (1500-1600 mm/an). Dans la vallée du Sébaou les précipitations sont plus faibles, elles sont de l'ordre de 900 mm/an.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Tagma, Ait Aicha, Boubhir et Azazga) sont portées dans l'annexe 1. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale de Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.

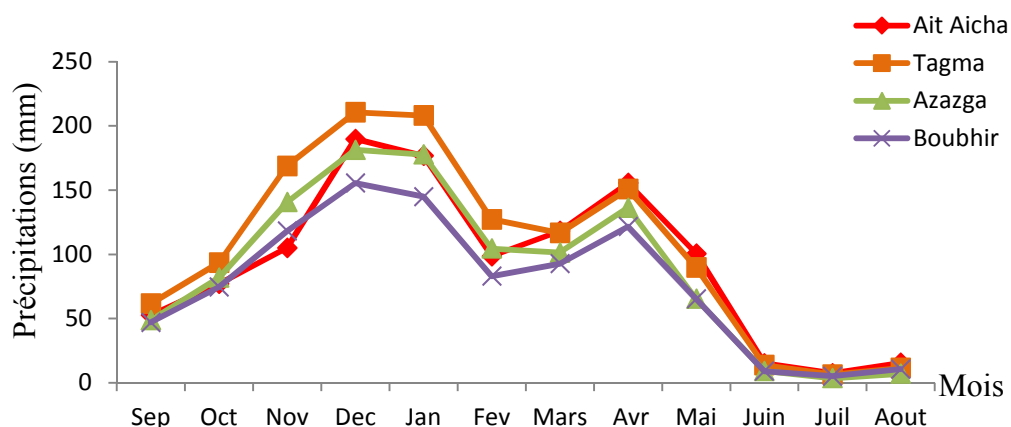


Figure 2 : Précipitation moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2010).

La lecture de la figure 2 fait apparaître deux pics de précipitations, le premier en Décembre et le second en Avril.

Les précipitations les plus importantes s'observent de Novembre à Avril, ils enregistrent plus de 133mm. Ces précipitations diminuent ensuite à partir de Mai pour atteindre les valeurs minimales en Juin (11.8 mm), Juillet (5.63 mm) et Aout (11.21 mm).

3.2. Les températures

3.2.1. La température de l'air

La température est un facteur écologique important. Elle contrôle l'ensemble des précipitations, des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces végétales et animales.

Elle joue un rôle dans le rythme biologique des organismes vivants et intervient dans l'étude hydro climatique d'une région.

Dans l'annexe 2, nous avons énoncés les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées uniquement à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2000 à 2016 (Source : Office National de Météorologie de Tizi-Ouzou).

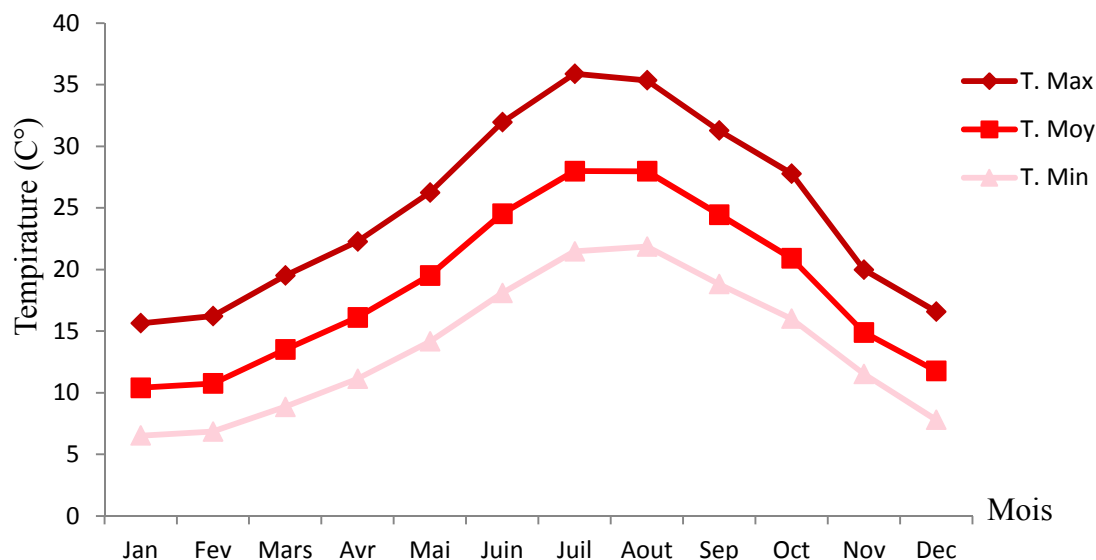


Figure 3 : Températures mensuelles moyennes de l'air en (°C) (maximales, minimales, moyennes) à Tizi-Ouzou (période 2000-2016, source : O.N.M de Tizi-Ouzou).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La lecture de la figure 3 montre que :

- Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids avec des températures moyennes respectivement de 11.77°C, 10.4°C et 10.75°C, et leurs minima sont 7.8°C, 6.52°C et 6.85°C.
- Les mois de juillet et aout sont les plus chauds avec des températures moyennes qui sont respectivement de 27.98°C et 27.97°C, et leurs maxima atteignent 35.88°C et 35.35°C.

3.3. Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953) est un modèle graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année. Pour ces deux auteurs, un mois est dit sec quand le total mensuel des précipitations en mm est inférieur ou égal au double de la température du même mois : $P \leq 2T$. A l'opposé, un mois est dit humide lorsque le total des précipitations est supérieur au double de la température du même mois : $P > 2T$.

Dans l'annexe 3, nous avons reporté les températures et les précipitations mensuelles enregistrées à Tizi-Ouzou pour la période allant de 2002 à 2015 (Annexe 3).

La figure 4 représente le diagramme ombrothermique de la station Tizi-Ouzou pour la période allant de 2002 à 2015. Deux périodes sont mises en évidence :

- ✓ Une période sèche qui s'étale sur quatre mois, de fin mai à fin septembre ;
- ✓ Une période humide de huit mois, d'octobre au début mai.

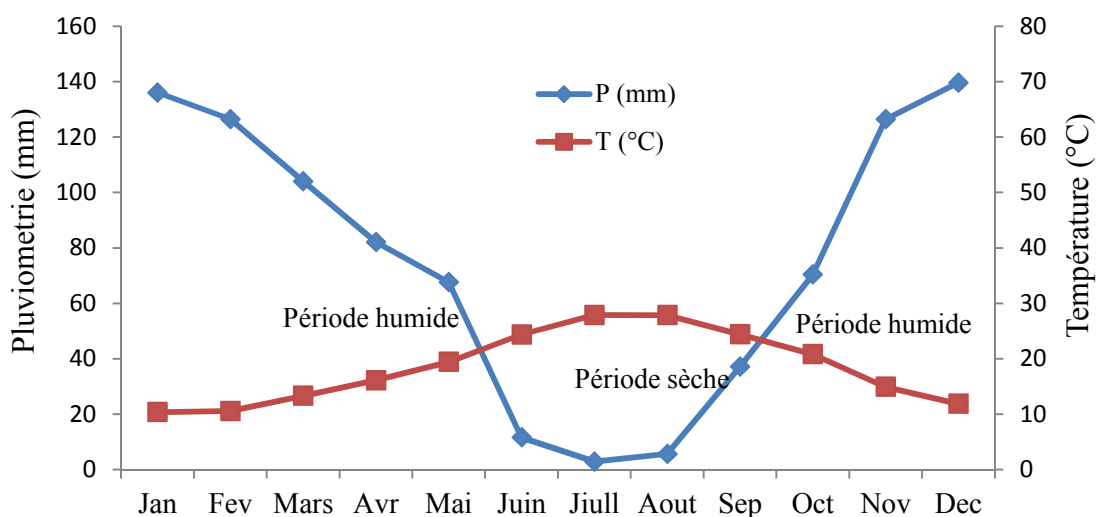


Figure 4 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN de la région de Tizi-Ouzou (période 2002-2015).

4. Le couvert végétal

En Kabylie, la couverture végétale est dense, elle varie en fonction de l'altitude :

- Au sommet, la végétation est constituée principalement par des pelouses écorchées à xérophytes épineux (*Astragalus armatus*, *Bupleurum spinosum*), issues de la dégradation de la cédraie

- Entre 900 et 1500 m d'altitude, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et de cèdres (*Cedrus atlantica*) ;
- En moyenne montagne (altitude inférieure à 800 m), la végétation est représentée par le figuier (*Ficus carica*) et surtout par l'olivier (*Olea europea*) ;
- En plaines, la végétation est représentée par les cultures de grande productivité : vergers (orangers, citronniers, pommiers, poiriers, figuiers), la vigne et les cultures maraîchères.

Le long des cours d'eau, sur les berges on trouve :

- À 1100m, une végétation bordant constituée d'une strate herbacée et d'épineux (ronces et genêts).
- Entre 1100 à 400 m, ripisylve représentée essentiellement par l'aulne (*Alnus glutinosa*), le saule (*salix pedicellata*) et le meurisier (*cerasus avium*).
- Dans les zones de piémont de plaine, une ripisylve constituée par le peuplier noir (*populus nigra*), le peuplier blanc (*populus alba*), l'aulne, l'alaterne (*Rhamnus alaternus*) le laurier rose (*Nerium oleander*), le tamaris (*tamarix sp*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus sp*).

La végétation aquatique est constituée principalement par des algues (*Oedogonae*, *Spirogyra*, *Zygnema*, *Ulothrix*), des Bryophytes et des macrophytes.

Le couvert végétal est un facteur écologique important qui influe sur les écoulements superficiels, près des cours d'eau, les végétaux constituent une importante ressource en matière organique consommable par certaines catégories d'animaux aquatiques.

Ils empêchent le réchauffement excessif des eaux en été, et jouent ainsi un rôle important dans la répartition de la faune benthique (LOUNACI, 2005).

5. Perturbations anthropiques

La pollution est une dégradation du milieu naturel par des substances chimiques, des déchets industriels ou ménagers, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau et perturbe ainsi le milieu aquatique.

Dans le réseau hydrographique étudié, l'impact anthropique varie d'une région à une autre selon l'altitude de secteur.

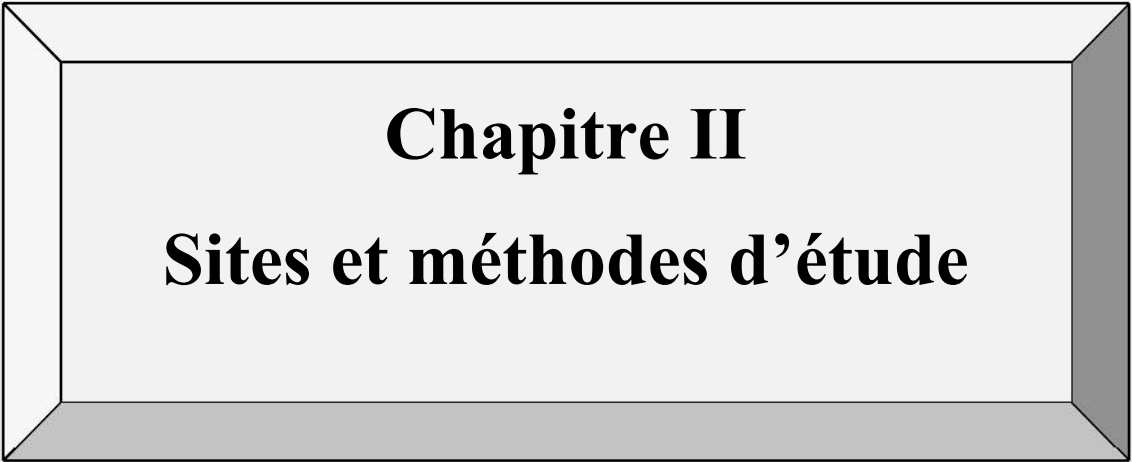
Dans la partie amont, les principales sources de pollution enregistrées sont d'origine domestique, causées par l'élevage modeste et le pompage des eaux pour l'irrigation. Leurs impacts sont relativement faibles et potentiels.

Dans la partie aval, la pollution à plusieurs origines :

➤ **Origine urbaine:** le cours d'eau reçoit les eaux usées de plusieurs agglomérations. Pendant la période estivale, les quantités d'effluents trop importantes par rapport au faible débit et aux températures élevées, ne permettent pas aux cours d'eau de s'auto-épurer.

➤ **La pollution par la margine:** Elle est cent fois plus importante que celle des eaux usées domestiques. Le rejet à l'état brut de la margine dans le milieu naturel cause des nuisances et des risques de pollutions considérables. Ainsi, la forte acidité de ce genre de rejet détruit la microflore bactérienne du sol et provoque son imperméabilisation. Le déversement des margines dans des oueds constitue un risque majeur de pollution des nappes souterraines (BOUJEMA, 2010).

A ces deux principales perturbations, s'ajoutent les activités agricoles, le pompage et le détournement de l'eau pour l'irrigation, ainsi que les extractions de gravier.



Chapitre II

Sites et méthodes d'étude

Ce chapitre constitue une description du cours d'eau étudié, ainsi qu'une présentation globale du contexte environnementale et des méthodes de récolte employées.

1. La description des cours d'eau et des stations d'étude

Le haut Sébaou débute à l'Est de la chaîne du Djurdjura par l'intermédiaire de quatre torrents qui naissent entre le col de Tirourda, le col de Chelleta et l'Akfadou ; entre 1900 et 1600 m. Il s'agit des Assifs Sahel, Tagounits, El-khemis et Assif Ousserdoun; qui se regroupent pour former Assif N'Boubhir à Tighzert N'Boubhir.

Notre intérêt s'est porté sur l'un des affluents de l'oued Boubhir à savoir Assif El Khemis (4 stations : II, IL, KH1 et KH2) et sur le Moyen Sébaou (2 stations : B1 et B2).

Deux campagnes de prélèvement benthiques ont été réalisées (Mars et Avril 2017). Les stations retenues à cet effet sont indiquées par des carrés sur la figure 6. Pour chaque station nous indiquons :

- La localité la plus proche ;
- L'altitude ;
- La pente ;
- La largeur du lit ;
- La profondeur de la lame d'eau ;
- La vitesse du courant ;
- La nature du substrat ;
- La température de l'eau ;
- La végétation aquatique ;
- L'action anthropique.
- L'accessibilité et la sécurité de l'endroit.

1.1. Assif El Khemis

Ce cours d'eau prend naissance à 1756 m d'altitude à partir des sources et des ruisselets alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges du col de Chelleta.

Assif El khemis suit une direction SSE-NNW, il coule sur une distance de 12 km environ avant de rejoindre Assif Sahel et Assif Ousserdoun pour former l'oued Boubhir.

Quatre stations ont été retenues sur ce cours d'eau : II, IL, KH1, KH2.

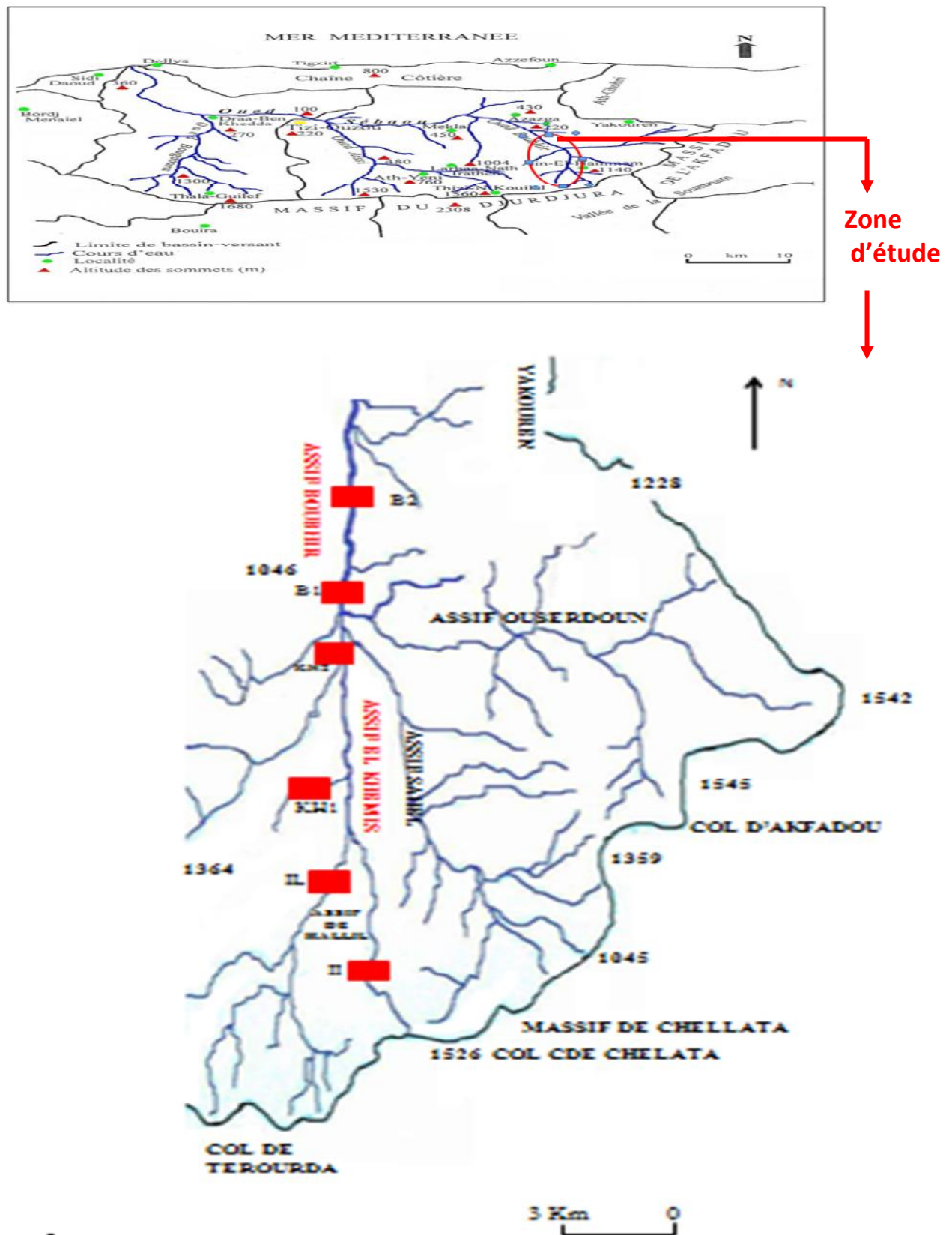


Figure 5 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.

Station II : (Photo 1)

Elle est située à Ighzer Ifrane à 500 m en aval de la source au lieu-dit «Thizibert» au col de chellata.

Altitude : 1290 m ;

Pente : 37% ;

Largeur de lit mineur : 30 cm ;

Largeur de lit majeur : 80cm ;

Profondeur de la lame d'eau : 10 cm ;

Vitesse du courant : rapide ;

Température de l'eau : 5°C

Substrat : gros galets et blocs ;

Végétation bordante : dominance de la strate herbacée ;

Végétation aquatique : mousses et macrophytes.



Photo 1 : Station II

Station IL (Photo2)

Torrent de montagne de dimension réduite nommé Ighzer Laarbi situé à 2 km en aval de la source au col de Chellata (environ 1,5 km du village Ath Lahcen).

Altitude : 700 m ;

Pente : 14% ;

Largeur de lit mineur : 80 cm ;

Largeur de lit majeur : 1,5m ;

Profondeur de la lame d'eau : 20 cm ;

Vitesse du courant : rapide ;

Température de l'eau : 6°C ;

Substrat : blocs, gros galets, sable, limon et débris végétaux ;

Végétation bordante : strates arborescente, arbustive et herbacée ;



Photo 2 : Station IL

Recouvrement : 40% ;

Végétation aquatique : mousses et macrophytes ;

Action de l'homme : pompage de l'eau et pâturage modeste.

Station KH1 (photo 3)

Station localisée à Kerrouche. Elle est située sur l'oud Hallil, à 250 m avant sa confluence avec l'Assif El khemis.

Altitude : 370 m ;

Pente : 3% ;

Largeur de lit mineur : 3 m ;

Largeur de lit majeur : 5 m ;

Profondeur de la lame d'eau : 25 cm ;

Vitesse du courant : rapide ;

Température de l'eau : 12°C ;

Substrat : gros galets, sable et limon, matière organique ;

Végétation bordante : strates arborescente et arbustive ;

Recouvrement : 60% ;

Végétation aquatique : algues, mousses et débris végétaux ;

Action de l'homme : rejet en amont d'un poulailler, les eaux usées des villages avoisinants, assainissement, ainsi que pompage de l'eau pour l'irrigation.



Photo 3 : Station KH1

Station KH2 (photo 4)

Elle est située à 200 m en amont du pont El khemis.

Altitude : 220 m ;

Pente : 1,5% ;

Largeur de lit mineur : 6 m ;

Largeur de lit majeur : 12m ;

Profondeur de la lame d'eau : 30 cm ;

Vitesse du courant : rapide ;

Température de l'eau : 14°C

Substrat : gros galets, sable et limon, matière organique ;

Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborescente ;

Recouvrement : 10% ;

Végétation aquatique : algues filamenteuses et un peu de végétation enracinée ;

Action de l'homme : pompage de l'eau pour l'irrigation, utilisation des engrais et pesticides pour l'agriculture, pâturage.



Photo 4 : Station KH2

1.2. Moyen Sébaou

Le moyen Sébaou s'étend depuis les gorges de Belloua situées à 3 km à l'Est de Tizi-Ouzou jusqu'à la région d'Azazga. Il coule d'Est en Ouest sur une distance d'environ 40 km.

Il présente une pente moyenne de 1,4%, la largeur de son lit atteint par endroit 200 m.

Deux stations ont été retenues.

Station B1 (photo5)

Elle est située à 50 m en amont du pont de Boubhir.

Altitude : 200 m ;

Pente : 1% ;

Largeur de lit mineur : 25m ;

Largeur de lit majeur : 30m ;

Profondeur de la lame d'eau : 35 cm ;

Vitesse du courant : rapide ;



Photo 5 : Station B1

Température de l'eau : 18°C

Substrat : gros galets, dominance de sable et limon, présence de matière organique ;

Végétation bordante : strates arborescente, arbustive et herbacée mais n'affectant pas l'ensoleillement du lit majeur ;

Recouvrement : 5% ;

Végétation aquatique : algues filamenteuses ;

Action de l'homme : pompage de l'eau pour l'irrigation, engrais et pesticides, déchets ménagés sur les rives, pâturage.

Stations B2 (photo 6)

Elle est située à 02 km en aval de B1.

Altitude : 190 m ;

Pente : 0,8% ;

Largeur de lit mineur : 12 m ;

Largeur de lit majeur : 25m ;

Profondeur de la lame d'eau : 45 cm ;

Vitesse du courant : rapide ;

Température de l'eau : 19°C

Substrat : gros galets, dominance de sable et limon, présence de matière organique ;

Végétation bordante : strates arborescente et herbacée n'affectant pas l'ensoleillement du lit ;

Végétation aquatique : algues filamenteuses, quelques macrophytes ;

Action de l'homme : pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage et utilisation d'engrais et pesticides pour l'agriculture.



Photo 6 : Station B2

2. Les caractéristiques physiques des stations

2.1. La pente

La pente joue un rôle important sur la vitesse du courant, la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

Compte tenu de la longueur des cours d'eau étudiés et de la grande différence d'altitude entre les ruisseaux et les secteurs de piémont et de basse altitude, on observe d'importantes variations de pente.

L'annexe 4 illustre les pentes au niveau des stations étudiées.

- Les secteurs les plus pentus correspondent aux ruisseaux d'altitude (700m -1290m), les pentes varient de 14% à 37% (secteur des stations : IL et II).
- Dans les zones de piémont on assiste à une rupture de pente. Elle est de 3% à la station KH1.
- En basse altitude (altitude ≤ 220 m), le cours d'eau coule sur un lit large et relativement plat et les pentes varient entre 0,8% et 1,5%.

2.2. Le débit

Le débit est le volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante, endogène ou exogène (LAVANDIER, 1979 in LOUNACI-DAOUDI, 1996).

Il dépend de l'altitude, de la distance à la source, de la nature des terrains traversés, des précipitations et de la fonte des neiges en amont.

D'après LOUNACI (2005), le régime hydrologique des cours d'eau de montagne est pluvionivale de Décembre à Mi-Avril et pluvial de Mi-Avril au début Juin. La vitesse de transport des substances solides et dissoutes est augmentée par les fortes pluies qui sont à l'origine des crues, ainsi, beaucoup d'organismes sont emportés et la composition chimique des eaux se trouve alors modifiée.

2.3. L'écoulement et la vitesse du courant

L'écoulement est l'un des facteurs essentiels qui agit sur les peuplements aquatique. En effet, sa présence exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (LEVÊQUE, 1996).

La vitesse du courant varie d'une station à une autre, elle dépend des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, de la profondeur de la lame d'eau, de l'apport des affluents et de la taille du substrat.

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

Les vitesses relevées dans les six stations sont consignées dans l'annexe 5. Elles sont classées selon l'échelle de Berg :

- Vitesse très lente : ≤ 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 : ≥ 100 cm /s

A partir de l'annexe 5, on constate que la vitesse du courant varie d'une station à une autre, mais reste rapide dans l'ensemble des stations. L'importance du courant dans ces stations est liée essentiellement à la période d'échantillonnage qui coïncide avec la fonte des neiges.

2.4. Le substrat

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie.

La plupart des macro-invertébrées sont spécifiques pour un type bien précis de microhabitat. Ainsi, la diversité de la communauté reflète la diversité des substrats. Tous les substrats les plus instables sont les moins colonisés. Les mousses et les végétaux sont des supports très favorables car ils servent également de nourriture et d'abris.

Dans le cours d'eau étudiés on distingue deux grands types de substrat : le substrat minéral et le substrat végétal. L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimée par observation directe à l'échelle de la station (annexe 6).

La distribution des stations en fonction de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum. Au niveau des sources et des stations d'altitude, le substrat est à dominance de gros galets et graviers. En revanche, dans les stations de basse altitude, il est plutôt à dominance de sable et de limon avec abondance de végétation aquatique.

2.5. La température de l'eau

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

La survie d'une espèce est possible entre deux limites de température. Entre ces limites, son action se manifeste sur le métabolisme, la durée du cycle biologique, le temps de survie et le taux de reproduction.

Nous donnons dans l'annexe 7, les températures ponctuelles relevées à l'aide d'un thermomètre à mercure durant les mois Mars et Avril 2017 lors de nos sorties sur le terrain.

Groupe 1 : représenté par les stations d'altitudes (II et IL) ruisseaux de montagnes alimentés par la fonte des neiges. Ces stations présentent une température de l'eau relativement basse comprise entre 5°C et 6°C.

Groupe 2 : renferme les stations de moyennes et basses altitudes (KH1, KH2, B1 et B2). La température de l'eau se situe entre 12°C et 19°C. En effet, l'insolation surtout au niveau des piémonts et basse altitude (KH2, B1, B2) et la réduction de l'ombrage le long des cours d'eau sont à l'origine de l'élévation de la température de l'eau.

3. Le matériel et la méthode d'échantillonnage

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

Les prélèvements de la faune ont été effectués sur des surfaces de l'ordre de 0,25m² dans des zones peu profondes (inférieur à 40 cm), en utilisant le filet Surber. Ce filet présente une ouverture circulaire de 30 cm de diamètre et 275 µm de vide de mailles.

Au niveau de chaque station le filet est déposé sur le fond du cours d'eau à contre-courant. Les larves et les nymphes sont recueillies dans le filet par lavage des galets se trouvant sur la surface échantillonnée. Les individus restés agrippés au substrat sont détachés

à l'aide d'une pince. La faune interstitielle est récupérée par raclage du fond, soit à la main, soit avec les bottes.

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

3.1. Le lavage, le tri et la détermination

Au laboratoire, le contenu des sachets est lavé et débarrassé de la vase et débris végétaux avec une série de tamis à mailles décroissantes allant de 5 à 0,2mm.

Le contenu des tamis est ensuite versé dans un bac, puis transvasé et homogénéisé dans des béchers à 250 ml.

Un pré-tri et une détermination jusqu'au genre ou à la famille sont effectués sous une loupe binoculaire, par fraction successive dans des boîtes de pétri à fond quadrillé. Pour ce travail de base nous nous sommes référés aux clés de détermination de TACHET et *al.* (1980, 2000) RICHOUX (1982) et aux collections de clés du laboratoire d'hydrobiologie de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Tizi-Ouzou.

Chapitre III
Résultats et discussion

1. Analyse globale de la faune benthique

Le benthos 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.

La présente étude a permis la capture, au cours de deux campagnes de prélèvement un total de 61939 individus.

Sur les 87 taxa d'invertébrés benthiques inventoriés, 74 taxa (soit 77,92 %) sont des insectes et 13 taxa (soit 22,12%) appartiennent aux autres classes ou embranchements : Hirudinae, Oligochètes, Mollusques, Hydracariens, Crustacés, Collembolés, Crabes (tableau 1).

Tableau 1: Nombre de taxons par groupe faunistique.

Groupe Zoologique	Nombre de famille	Nombre de genre
Hirudinae	1	1
Oligochètes	3	3
Mollusques	3	3
Hydracariens	1	1
Crustacés	3	3
Ephéméroptères	4	7
Plécoptères	6	9
Odonates	2	2
Hétéroptères	8	9
Coléoptères	8	24
Trichoptères	6	6
Diptères	16	16
Planipennes	1	1
Collembolés	1	1
Crabes	1	1
Total	64	87

Le groupe le mieux représenté est celui des Diptères avec 16 familles. Viennent ensuite les Coléoptères et les Hétéroptères avec 8 familles chacun. Ils sont suivi par les Trichoptères et les Plécoptères avec 6 familles chacun, les Ephéméroptères avec 4 familles, les Oligochètes, les Mollusques et les Crustacés 3 familles, les Odonates représentés par 2 familles et enfin les Hydracariens, Planipennes, Collembolles et Crabcidae ne sont représentés que par une seule famille.

Sur le plan numérique, le peuplement benthique montre que les Diptères, les Ephéméroptères et les Oligochètes sont largement dominants (figure 6). Ils représentent respectivement 37,88% (soit 23466 individus), 36,95% (soit 22888 individus) et 18,43% (soit 11427 individus) de la faune totale. Ils représentent 93% de la faune récoltée.

Les Mollusques et les Plécoptères sont faiblement représentés, ils constituent respectivement 2,58% (soit 1609 individus) et 1,41% (soit 885 individus) du benthos.

Les Coléoptères, les Trichoptères, les Hétéroptères, les Hydracariens, les Odonates, les Hirudinae, les Crustacés, les Planipennes et les Collembolles sont rares.

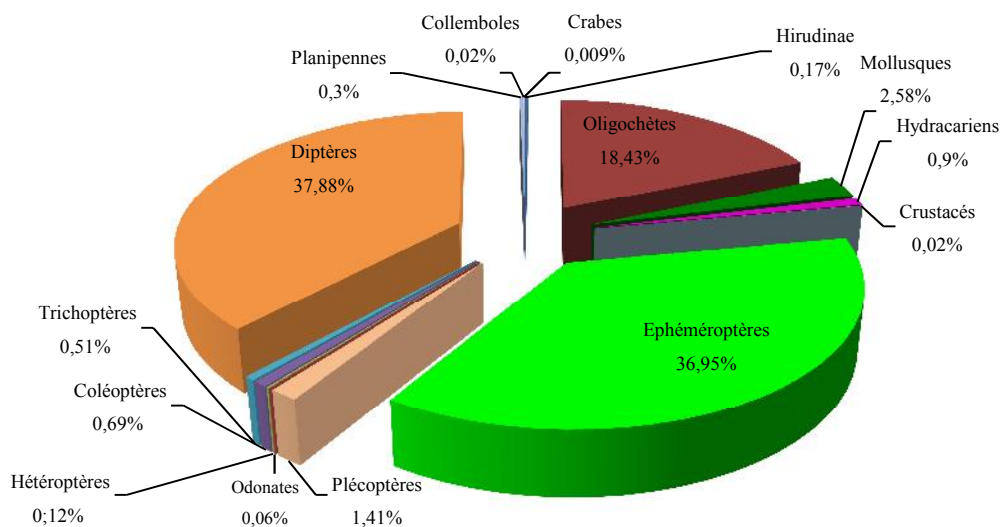


Figure 6 : Répartition globale de la faune benthique dans les stations d'étude.

Mehal (2014) a travaillé sur le même réseau hydrographique, durant deux campagnes de prélèvement (Avril et Mai 2014), a obtenu un total benthique de 51472 individus appartenant à 52 familles et 70 genres. En effet, il signale que le groupe le mieux représenté est celui des Diptères avec 15 familles. Viennent ensuite les Coléoptères et les Hétéroptères avec 7 familles chacun. Ils sont suivi par les Trichoptères avec 6 familles, les Crustacés, les Ephéméroptères, les Plécoptères avec 3 familles chacun, les Oligochètes avec 2 familles.

Enfin, les Hirudinae, Hydracariens, Mollusques, Odonates, Planipennes et Collembolles ne sont représentés que par une seule famille chacun.

Tableau 2 : Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude.

Taxons /Stations	codes	II	IL	KH1	KH2	B1	B2	total	P1%	P2%	Oc
Hirudinae	Hir	10		2	89		8	109	100	0,17	4
Oligochètes											
Lumbricidae	Lum			4	6			10	0,08	0,01	2
Naididae	Nai			2990	4593	1154	2664	11401	99,77	18,40	4
Tubificidae	Tub				8		8	16	0,14	0,02	2
Total Oligochètes				2994	4607	1154	2672	11427	100	18,43	
Mollusques											
Ancylidae <i>Ancylus</i>	Anc			13	950	640		1603	99,62	2,58	3
Physidae <i>Physa</i>	Phy						3	3	0,18	0,004	1
Planorbidae <i>Planorbis</i>	Pla				3			3	0,18	0,004	1
Total Mollusques				13	953	640	3	1609	100	2,58	4
Hydracariens	Hydc			4	512	44		560	100	0,90	3
Crustacés											
Asellidae <i>Asellus</i>	Ase	4						4	22,22	0,006	1
Gammaridae <i>Gammarus</i>	Gam					10		10	55,55	0,01	1
Potamonidae <i>Potamon</i>	Pot		4					4	22,22	0,006	1
Total Crustacés		4	4			10		18	100	0,02	3
Ephéméroptères											
Baetidae		1187	973	4221	5141	3868	4503	19893	86,91	32,11	
<i>Acentrella</i>	Ace	17	8	44	41	28	21	159	0,69	0,25	6
<i>Baetis</i>	Bae	1020	820	3987	4968	3382	4298	18475	80,71	29,82	6
<i>Centroptilum</i>	Cen	150	145	190	132	458	184	1259	5,50	2,03	6
Caenidae <i>Caenis</i>	Cae			1841	543	110	131	2625	11,46	4,23	4
Leptophlebiidae <i>Habrophlebia</i>	Hab	202	4			70	48	324	1,41	0,52	4
Heptageniidae				27	19			46	0,20	0,07	2
<i>Ecdyonurus</i>	Ecd			18	13			31	0,13	0,05	2
<i>Rhithrogena</i>	Rhi			9	6			15	0,06	0,02	2
Total Ephéméroptères		1389	977	6089	5703	4048	4682	22888	100	36,95	
Plécoptères											
Capniidae		54	4					58	6,55	0,09	
<i>Capnia</i>	Cpna	51	4					55	6,21	0,08	2
<i>Capnioneura</i>	Cpno	3						3	0,33	0,004	1
Chloroperlidae <i>Siphonoperla</i>	Sph	3						3	0,33	0,004	1
Leuctridae <i>Leuctra</i>	Leu	13						13	1,46	0,02	1
Nemouridae		683	92					775	87,57	1,25	
<i>Amphinemura</i>	Amp		40					40	4,51	0,06	1
<i>Nemoura</i>	Nem	127	10					137	15,48	0,22	2
<i>Protonemura</i>	Pro	556	42					598	67,57	0,96	2
Perlodidae <i>Perlodes</i>	Per	5	20	3				28	3,16	0,04	3
Taeniopterygidae <i>Brachyptera</i>	Bra		8					8	0,90	0,01	1

Taxons / Stations	Codes	II	IL	KH1	KH2	B1	B2	Total	P1%	P2%	Oc
Total Plécoptères		758	124	3				885	100	1,41	
Odonates											
Calopterygidae <i>Calopteryx</i>	Cal			8				8	19,51	0,01	1
Gomphidae <i>Gomphus</i>	Gom			12	11	6	4	33	80,48	0,05	4
Total Odonates				20	11	6	4	41	100	0,06	
Hétéroptères											
Aphelocheiridae <i>Aphelocheirus</i>	Aph	4			3			7	7,95	0,01	2
Corixidae <i>Cymatia</i>	Cym			4				4	4,54	0,006	1
Hebridae <i>Hebrus</i>	Heb			4				4	4,54	0,006	1
Hydrometridae <i>Hydrometra</i>	Hdrm			4				4	4,54	0,006	1
Mesoveliidae <i>Mesovelia</i>	Mes	4	15	4		20		43	48,86	0,06	4
Notonectidae <i>Notonecta</i>	Not			4				4	4,54	0,006	1
Veliidae		4	4	6	4		4	22	25	0,03	
<i>Velia</i>	Vel	4	4	6	4			18	20,45	0,02	4
<i>Microvelia</i>	Mcro						4	4	4,54	0,006	1
Total Hétéroptères		12	19	26	7	20	4	88	100	0,12	
Coléoptères											
Curculionidae	Cur					3		3	0,70	0,004	1
Dytiscidae		36				17	4	57	13,31	0,09	
<i>Bidessus</i>	Bid					3	4	7	1,63	0,01	2
<i>Copelatus</i>	Cop	6						6	1,40	0,009	1
<i>Hydrovatus</i>	Hdva	22						22	5,14	0,03	1
<i>Laccophilus</i>	Laep					12		12	2,80	0,01	1
<i>Laccornis</i>	Lacr	4						4	0,93	0,006	1
<i>Oreodytes</i>	Ore	4						4	0,93	0,006	1
<i>Yola</i>	Yol					2		2	0,46	0,003	1
Elmidae		58	8	6	8	3	8	92	21,49	0,14	
<i>Elmis</i>	Elm				8	3	8	19	4,43	0,03	3
<i>Esolus</i>	Eso	4						4	0,93	0,006	1
<i>Normandia</i>	Nor	28	4	2				35	8,17	0,05	3
<i>Oulimnius</i>	Oul	4	4	4				12	2,80	0,01	3
<i>Potamophilus</i>	Pot	8						8	1,86	0,01	1
<i>Riolus</i>	Rio	14						14	3,27	0,02	1
Gyrinidae				5		7	57	69	16,12	0,11	
<i>Aulonogyrus</i>	Aul						32	32	7,47	0,05	1
<i>Gyrinus</i>	Gyr			5		7	25	37	8,64	0,05	3
Helophoridae <i>Helophorus</i>	Hel	48	4	4		3		59	13,78	0,09	4
Hydraenidae		28	20	25	6		8	87	20,32	0,14	
<i>Hydraena</i>	Hdra	6	16	12	6		8	48	11,21	0,07	5
<i>Limnebius</i>	Lmn			3				3	0,70	0,004	1
<i>Ochthebius</i>	Och	22	4	10				36	8,41	0,05	3
Hydrophilidae		4	7	7	6	10		34	7,94	0,05	
<i>Berosus</i>	Ber	4						4	0,93	0,006	1
<i>Cymbiodyta</i>	Cym		3					3	0,70	0,004	1
<i>Hydrophilus</i>	Hdph			3				3	0,70	0,004	1
<i>Laccobius</i>	Lacb		4	4	6	10		24	5,60	0,03	4
Staphilinidae <i>Staphilin</i>	Sta	24		4				28	6,54	0,04	2

Taxons / Stations	Codes	II	IL	KH1	KH2	B1	B2	Total	P1%	P2%	Oc
Total Coléoptères		198	39	51	20	43	77	428	100	0,69	
Trichoptères											
Hydropsychidae <i>Hydropsyche</i>	Hdps	4	14	25	12	30	122	207	64,8	0,33	6
Hydroptilidae <i>Hydroptila</i>	Hdpt		24		4			28	8,7	0,04	2
Limnephilidae <i>Allogamus</i>	Allo	6				20		26	8,1	0,04	2
Philopotamidae <i>Wormaldia</i>	Wor		4					4	1,25	0,006	1
Polycentropodidae <i>Polycentropus</i>	Pol	10						10	3,13	0,01	1
Rhyacophilidae <i>Rhyacophila</i>	Rhy	8	6	27			4	45	14,10	0,07	4
Total Trichoptères		28	48	52	15	50	126	319	100	0,51	
Diptères											
Anthomyiidae	Ant					4		4	0,01	0,006	1
Blephariceridae	Ble	6	20	56	58	4	8	152	0,64	0,24	6
Ceratopogonidae	Cer		8	6	22	12	8	56	0,23	0,09	5
Chironomidae	Chi	284	86	2837	2243	5514	3796	14760	62,89	23,82	6
Culicidae	Cul		7					7	0,02	0,01	1
Dixidae	Dix		28				28	56	0,23	0,09	2
Dolichopodidae	Dol			3				3	0,01	0,004	1
Empididae	Emp			6	8	8	27	49	0,20	0,07	4
Ephydriidae	Eph			6	4	6	8	24	0,10	0,03	4
Limoniidae	Lim	10	16	5		4	8	43	0,18	0,06	5
Psychodidae	Psy			28	22	10	24	84	0,35	0,13	4
Simuliidae	Sim	142	58	186	1347	3398	2984	8115	34,58	13,10	6
Stratiomyidae	Str	4	9	4				17	0,07	0,02	3
Tabanidae	Tab			3	6	10	16	35	0,14	0,05	4
Thaumaleidae	Tha						8	8	0,03	0,01	1
Tipulidae	Tip	4	11	2	4	8	24	53	0,22	0,08	6
Total Diptères		450	243	3142	3714	8978	6939	23466	100	37,88	
Planipennes											
Neurorthidae <i>Neurorthus</i>	Neu		10	116	83			209	100	0,3	3
Collemboles	Col	4	4	3	4			15	100	0,02	4
Crabsidae	Cra			3	3			6	100	0,009	2
Effectif total		2853	1468	12389	15721	14993	14515	61939		100	
Occurrence		41	35	47	33	32	30				

P1%: pourcentage par rapport au groupe zoologique; P2%: pourcentage par rapport à la faune totale; Oc: Occurrence et abondance des taxons.

2. Abondance de la faune benthique

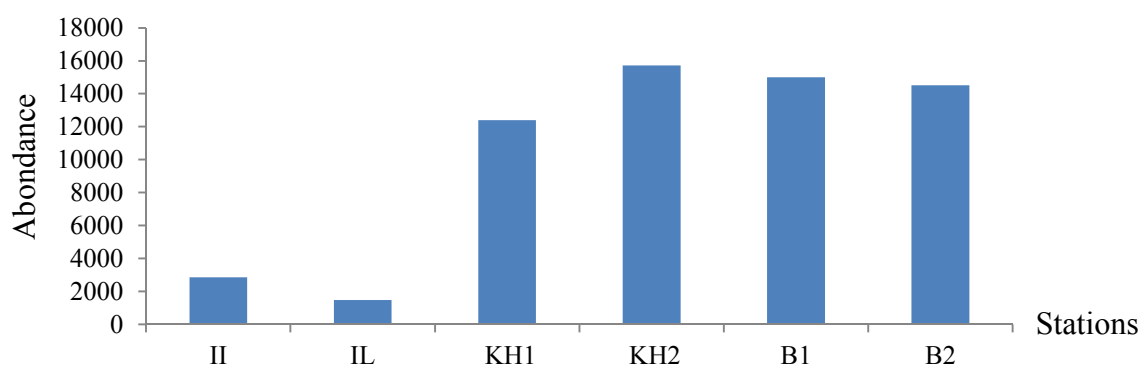
Au total, 61939 individus appartenant à 64 familles et 87 genres ont été récoltés. Cette abondance par 1 m² fluctue suivant les stations, elle varie entre 1468 individus (IL) et 15721 individus (KH2) (tableau 3).

Tableau 3 : Abondance de la faune benthique des stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Abondance	2853	1468	12389	15721	14994	14515

Les stations KH1, KH2, B1, B2, stations de moyen et basse altitude totalisent respectivement 12389 individus, 15721 individus, 14994 individus et 14515 individus (figure 7). Ces stations sont affectées par différentes formes de pollution d'où la prolifération des Oligochètes, des Ephéméroptères Baetidae et des Diptères Chironomidae et Simuliidae.

Les stations amont (II et IL) semble avoir une structure relativement équilibrée avec des abondances variant entre 2853 individus et 1468 individus.

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

3. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique représente le nombre de taxons présents dans un échantillon, elle reflète l'état de santé écologique du milieu.

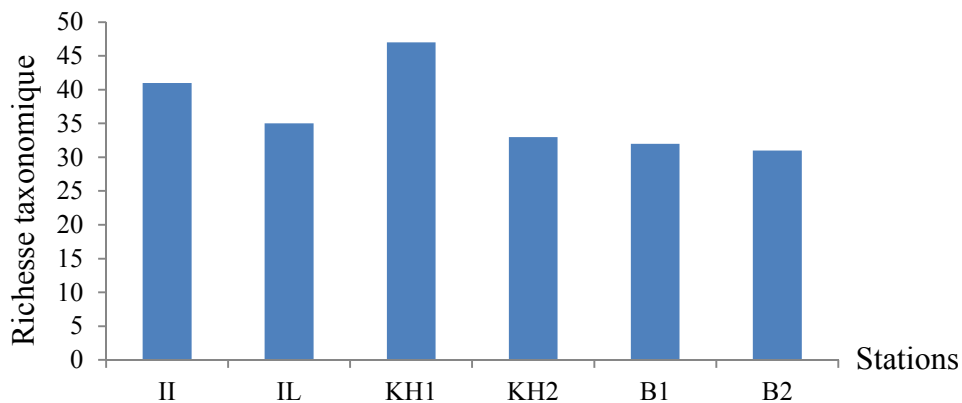
Les cours d'eau étudiés offrent une grande diversité de biotope aquatique. La lecture du tableau 4 relative à la richesse taxonomique stationnelle montre que le nombre de taxons varie d'une station à une autre. Il fluctue entre un minimum de 30 taxa à la station B2 et un maximum de 47 taxa à la station KH1.

Tableau 4 : Richesse taxonomique des stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Richesse taxonomique	41	35	47	33	32	30

La station KH1 du cours moyen (370 m d'altitude) serait susceptible d'abriter des macro-invertébrés du secteur inférieur fuyant les perturbations ou les agressions humaines. A la remontée des macro-invertébrés du cours inférieur, s'ajoute la dérive des espèces vers ce secteur ce qui augmente la diversité du cours moyen qui peut être considéré comme zone refuge (LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOU, 1988).

Les stations KH2, B1 et B2, quant à elles, présentent une richesse taxonomique comprise entre 30 et 33 taxa à cause de la pollution sous toutes ses formes et régression du couvert végétal ce qui pousse les invertébrés benthiques aux altitudes supérieures et la prolifération d'une faune polluo-résistante.

**Figure 8 :** Richesse taxonomique aux stations d'étude.

4. Occurrence et abondance des taxons

La fréquence d'occurrence d'un taxon est le rapport exprimé en pourcentage, du nombre de relevés contenant le taxon *i* pris en considération par rapport au nombre total de relevés.

$$F = \frac{P_i}{P} \times 100$$

F : fréquence d'occurrence du taxon *i* ;

P_i : nombre total de prélèvements contenant l'espèce prise en considération ;

P : le nombre total de prélèvements effectués.

On distingue : les taxons constants ($F \geq 50\%$), accessoires ($25\% < F < 50\%$) et les taxons accidentels ($F \leq 25\%$).

Les figures 9 et 10 visualisent graphiquement l'occurrence et l'abondance des taxons récoltés dans les 6 stations, ils peuvent être classés en trois grands groupes :

- **Taxons dominants:** ce sont des taxons dont la fréquence est supérieure ou égale à 50% : les Ephéméroptères (*Baetis*, *Caenis*, *Habrophlebia*, *Centroptilum*, *Acentrella*), Trichoptères (*Hydropsyche* et *Rhyacophila*), Diptères (*Simuliidae*, *Chironomidae*, *Blephariceridae*, *Ceratopogonidae*, *Empididae*, *Ephydriidae*, *Limoniidae*, *Psychodidae*, *Tabanidae*, *Stratiomyidae*, *Tipulidae*), Odonates (*Gomphus*), Hétéroptères (*Mesovelina* et *velia*), Plécoptères (*Perlodes*), Coléoptères (*Elmis*, *Normandia*, *Oulimnius*, *Helophorus*, *Gyrinus*, *Hydraena*, *Ochthebius*, *Laccobius*), Hirudinae, Oligochètes (*Naididae*), Mollusque (*Ancylus*), Hydracarien, Collembolés, et Crustacés, Planipenne. Ils sont très occurrents, eurythermes, eurytopes et colonisent tous les types d'habitats indépendamment du substrat et de la vitesse du courant.
- **Taxons peu abondants:** ou taxons accessoire dont les fréquences d'occurrence sont comprises entre 25 et 50%, ce sont en général des éléments à populations peu dense, sténotherme et moins eurytherme tels que les Ephéméroptères (*Ecdyonurus*, *Rhithrogena*), Plécoptères (*Capnia*, *Nemoura*, *Protonemura*), Coléoptères (*Bidessus*, *Staphilinus*), Trichoptères (*Hydroptila*, *Allogamus*), Crabidae, Diptères (*Dixidae*) et Oligochètes (*Lumbricidae*, *Tubificidae*).

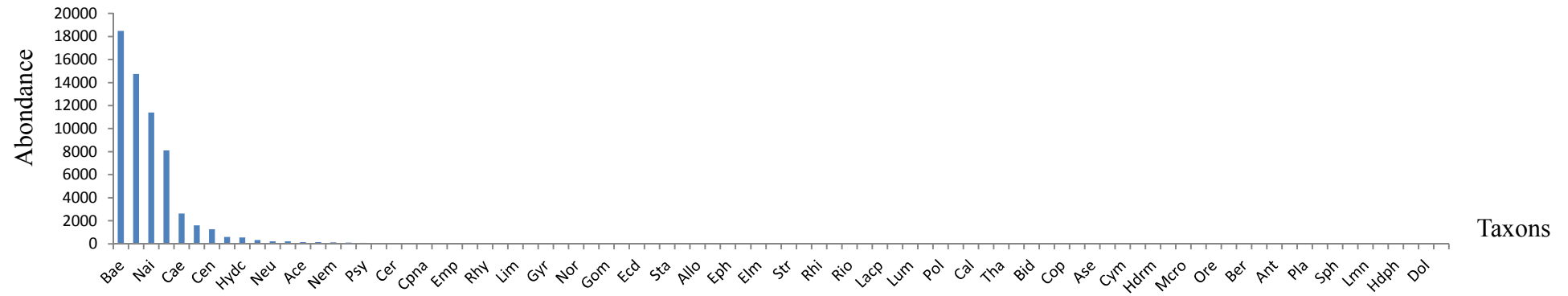


Figure 9 : Abondance des taxons dans les stations étudiées.

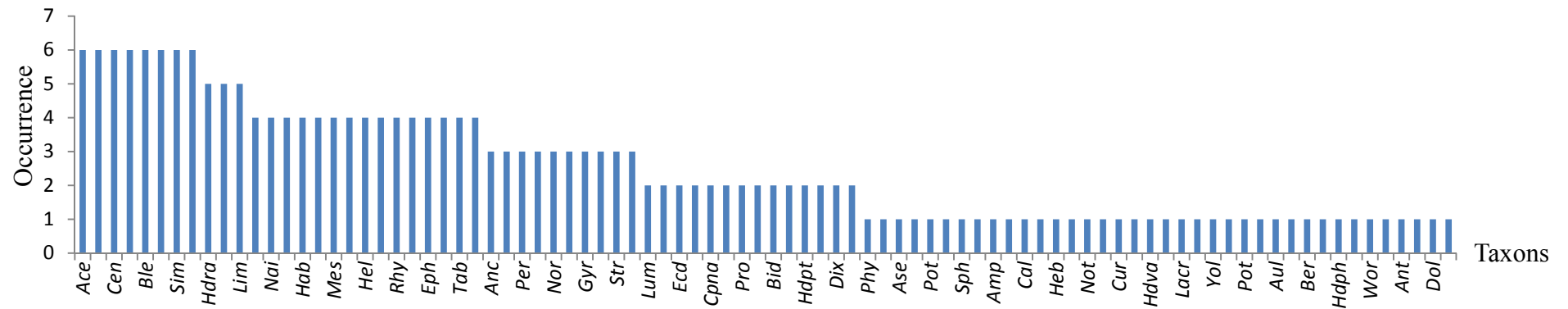


Figure10 : Occurrence des taxons dans les stations étudiées.

- **Taxons rares:** ou Taxons accidentels, à la fois très peu abondants et très peu fréquents : ce sont des éléments de biotopes bien localisés, que l'on retrouve dans une ou deux stations des cours d'eau étudiés. Nous retrouvons dans cette catégorie les Plécoptères (*Capnioneura*, *Siphonoperla*, *Leuctra*, *Amphinemura*, *Brachyptera*), Odonates (*Calopteryx*), Hétéroptères (*Aphelocheirus*, *Cymatia*, *Hebrus*, *Hydrometra*, *Notonecta*, *Microvelia*), les Coléoptères (*Curculionidae*, *Copelatus*, *Hydrovatus*, *Laccophilus*, *Laccornis*, *Oreodytes*, *Yola*, *Esolus*, *Potamophilus*, *Riolus*, *Aulonogyrus*, *Limnebius*, *Berosus*, *Cymbiodyta*, *Hydrophilus*), les Trichoptères (*Wormaldia*, *Polycentropus*) et les Diptères (*Anthomyiidae*, *Culicidae*, *Dolichopodidae*, *Thaumaleidae*), Mollusque (*Physa*, *Planorbis*), Crustacés (*Asellus*, *Gammarus*, *Potamon*).

5. Analyses qualitative et quantitative de la faune benthique

5.1. Les Diptères

Les Diptères constituent l'ordre le plus important après les Coléoptères. Ils se caractérisent par leur grande diversité tant sur le plan écologique et biogéographique (TACHET et al., 2010).

Le matériel biologique récolté est composé de larves, de nymphes et d'exuvies. L'ordre des Diptères sont les plus abondants avec 23466 individus et 16 familles ont été recensées à savoir Chironomidae, Simuliidae, Blephariceridae, Psychodidae, Ceratopogonidae, Dixidae, Tipulidae, Empididae, Limoniidae, Tabanidae, Ephydriidae, Stratiomyidae, Thaumaleidae, Culcidae, Anthomyiidae et Dolichopodidae, soit 37,88% de la faune totale. Mehal (2014) a recensé 24646 individus de Diptères, soit 47,88% de la faune totale appartiennent à 15 familles (la famille de Dolichopodidae non récoltée).

Les familles de Chironomidae et Simuliidae sont de loin les plus dominantes, elles représentent plus de 36% des Diptères récoltés.

➤ La famille des Chironomidae

L'évolution stationnelle des Diptères montre que les Chironomidae dominent nettement sur le plan numérique. Ils représentent 62,89% des Diptères.

Selon AIT-MOULOUD (1988), la famille des Chironomidae se caractérise par une grande diversité écologique et biogéographique. Ils sont parmi les invertébrés benthiques les mieux représentés en nombre d'espèce et d'individus. Ils peuvent être relativement abondants

dans les zones d'eau non polluées et atteindre des proportions considérables dans les milieux très riches en matière organique.

➤ La famille des Simuliidae

Cette famille occupe la seconde place, avec 8115 individus, soit 34,58% des Diptères récoltés et 13,10% de la faune totale. Comme les Chironomidae, ils se concentrent dans les stations aval du cours d'eau.

Les Diptères Simuliidae ont été récoltés dans l'ensemble des stations étudiées. Leur développement semble important :

- D'un part, dans les zones amonts des cours d'eau en rapport avec le développement des formes torrenticoles adaptés au courant les plus forts, et la préférence de ces organismes pour les substrats à granulométrie grossière plus ou moins riche en végétations aquatiques ;
- D'autre part, dans les zones aval des cours d'eau en rapport avec les températures de l'eau relativement élevées, vitesse du courant élevée et la présence de la matière organique, facteurs favorable à la prolifération des stades immatures ;

➤ Autres familles

Les autres familles de cet ordre ne représentent que 0,79 % des Diptères. Ils sont, pour la plupart, relativement bien représentés dans l'ensemble des cours d'eau étudiés et possèdent une large distribution longitudinale. Ils sont limnophiles vivant sur des fonds meubles : sable, gravies, débris végétaux (Ceratopogonidae, Culicidae, Psychodidae, Limoniidae) ou rhéophiles vivant sur le fonds composés de gravier et de sable avec présence de végétaux macrophytes et algues (Tabanidae et Empididae).

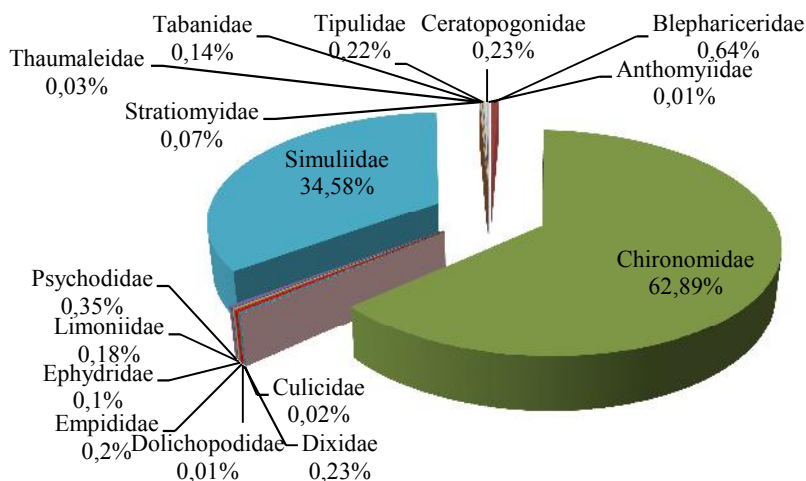


Figure11 : Abondance relative des Diptères récoltés.

La répartition des Diptères dans les stations étudiées montre qu'ils sont présents dans toutes les stations mais avec des proportions inégales. Les stations de piémont et d'aval (KH1, KH2, B1 et B2) renferment plus de Diptères que les stations amont (II et IL). Cela est dû à la présence de la pollution organique en aval du cours d'eau qui est un élément favorable à la prolifération des éléments polluo-résistants (Figure 12).

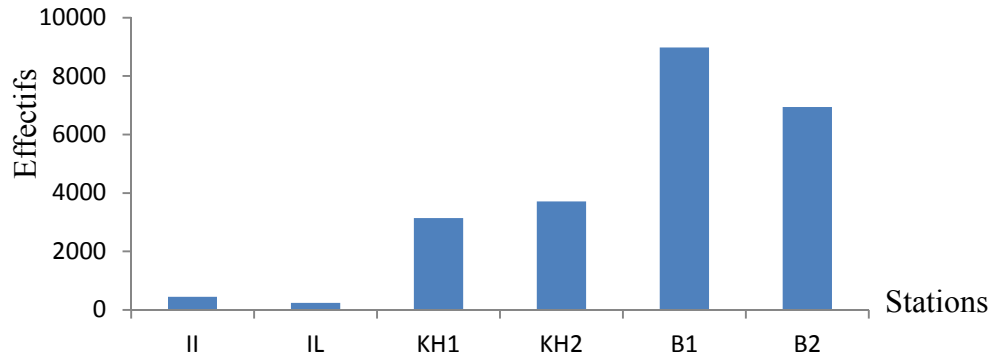


Figure12 : Effectifs des Diptères dans les stations étudiées.

5.2. Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères forment un groupe peu diversifié mais d'une importance numérique élevée. Leurs larves sont abondantes dans les eaux courantes. Elles occupent souvent le premier rang en biomasse des insectes aquatiques (THOMAS, 1981).

22888 individus répartis en 4 familles (Baetidae, Caenidae, Leptophlebiidae et Heptageniidae) ont été récoltés dans les stations étudiées. Ils représentent 36,95% de la faune totale. Par contre, un total de 14318 individus répartis en 5 genres appartenant à 3 familles (mis à part les Heptageniidae) a été récolté par Mehal (2014).

➤ La famille des Baetidae

C'est la famille la plus abondante et la plus fréquente, elle représente 86,91% du total des Ephéméroptères. Elle compte 3 genres :

- *Baetis* : c'est le genre le plus abondant et le plus fréquent avec 18475 individus (soit 80,71% des Ephéméroptères).
- *Centroptilum* : ce genre compte 1259 individus (soit 5,50% des Ephéméroptères récoltés), il est fréquent dans le cours d'eau étudié.
- *Acentrella* : avec 159 individus, ce genre a été récolté dans toutes les stations échantillonnées.

➤ La famille des Caenidae

Les Caenidae colonisent les habitats de basse altitude à vitesse du courant modérée.

Dans le cours d'eau étudié, les Caenidae sont représenté par un seul genre : *Caenis*. Il compte 2625 individus (soit 11,46% des Ephéméroptères). Ce genre est absent dans les stations amont (II et IL).

➤ La famille des Leptophlebiida

Elle est représentée par le genre *Habrophlebia*, il est peu abondant, il compte 324 individus (soit 1,41% des Ephéméroptères récoltés).

➤ La famille des Heptageniidae

Cette famille représentés par 0,20% des Ephéméroptères, elle compte 2 genre (*Rhithrogena* et *Ecdyonurus*) qui sont très faiblement représentés et très peu fréquents dans nos prélèvements 15 individus (soit 0,06% des Ephéméroptères) et 31 individus (soit 0,13% des Ephéméroptères) respectivement. Ces genres sont observés au niveau des stations KH1 et KH2.

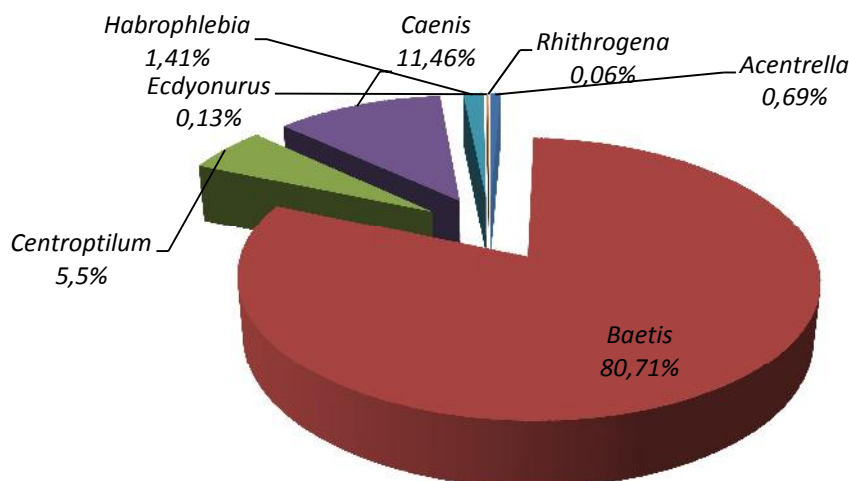


Figure13 : Abondance relative des Ephéméroptères.

La répartition des Ephéméroptères dans les stations étudiées (Figure 14) met en évidence leur présence le long du cours d'eau. Les stations KH1 et KH2 sont les plus abondantes et les plus diversifiées en Ephéméroptères avec 6 genres chacune, suivi par B1, B2, II et IL.

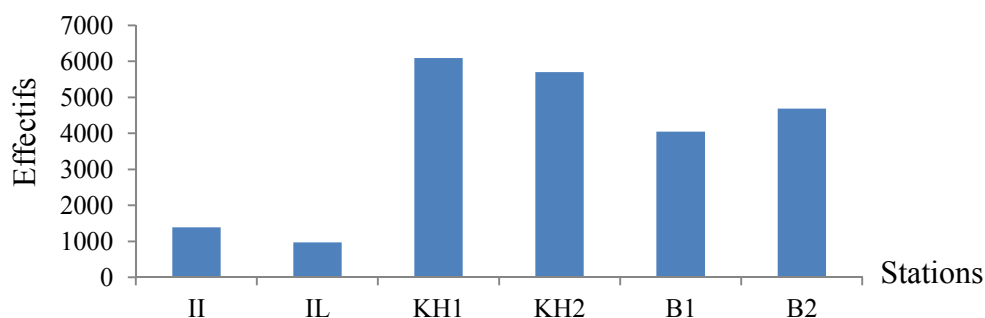


Figure 14: Effectifs des Ephéméroptères dans les stations d'étude.

5.3. Les Plécoptères

D'après MEBARKI (2001), les Plécoptères sont des espèces polluo-sensibles qui ne se développent pas dans les milieux affectés par une quelconque perturbation. Ce sont des indicateurs biologiques, très utilisés dans la méthode d'analyse de la qualité des eaux courantes.

Les Plécoptères inventoriés sont représentés en faibles proportions comparés aux Ephéméroptères et aux Diptères. Ils comptent 885 individus (soit 1,41% de la faune totale). Ils sont répartis en 6 familles : Capniidae, Chloroperlidae, Leuctridae, Nemouridae, Perlodidae et Taeniopterygidae.

MEHAL (2014) a récolté dans les mêmes stations (II et IL) 858 individus de Plécoptères, soit 1.67% de la faune totale, appartenant à 3 familles (Capniidae, Nemouridae et Perlodidae).

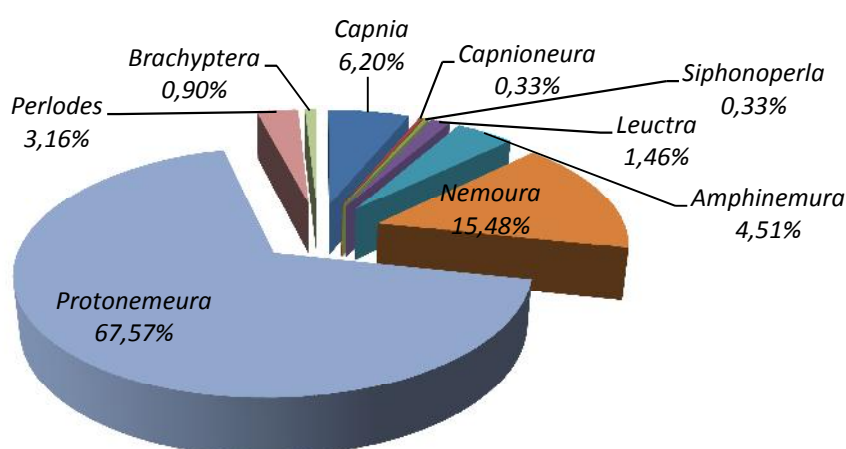


Figure15 : Abondance relative des Plécoptères.

➤ **La famille des Nemouridae**

C'est la famille la plus diversifiée, elle est représentée par 3 genres :

- *Protonemura* : avec 598 individus (soit 0,96% des Plécoptères), récolté dans les 2 stations d'altitude II et IL. Selon LOUNACI (2011), les éléments de ce genre manifestent une affinité plus forte pour les habitats d'altitude (1000 m) caractérisé par un substrat grossier et une tendance plus nette à la rhéophilie.
- *Amphinemura* : le taxon est sporadique. Il n'a été récolté qu'au niveau de la station IL avec 40 individus (soit 4,51% des Plécoptères).
- *Nemoura* : avec 137 individus (soit 15,48% des Plécoptères). Dans les cours d'eau de la Kabylie, les éléments de ce genre sont très localisés, à biotopes bien spécialisés : sources, ruisseaux de sources et biotopes très rhéophiles (LOUNACI, 2011).

➤ **La famille des Capniidae**

Elle est représentée par 2 genres : *Capnioneura* et *Capnia*.

- *Capnioneura* : dans nos prélèvements 3 individus (soit 0,33% des Plécoptères) sont récoltés dans la station II. Ce résultat concorde avec celui de LOUNACI (2005) qui qualifié ce genre de peu abondant et peu fréquent qui colonise les cours d'eau de montagne à courant rapide et à basse température.
- *Capnia* : Il compte 55 individus (soit 6,21% des Plécoptères) récoltés dans les stations d'altitude II et IL.

➤ **La famille des Perlodidae**

Cette famille est représentée par un seul genre : *Perlodes*. Ce genre est peu abondant, il compte 28 individus (soit 3,16% des Plécoptères) récoltés dans les stations de haute altitude situées entre 1290m et 370m caractérisées par un couvert végétal bordant très dense, des températures basses, un courant vif et un substrat à dominance de gros galets.

➤ **La famille des Leuctridae**

Elle est représentée par un seul genre : *Leuctra*. Il compte 13 individus (soit 1,46% des Plécoptères) récoltés dans la station II.

➤ **Les familles des Taeniopterygidae et des Chloroperlidae**

Ces 2 familles sont présentes seulement dans la station IL et représentées par un seul genre chacune avec respectivement Taeniopterygidae (Brachyptera: 8 individus) et Chloroperlidae (Siphonoperla : 3 individus).

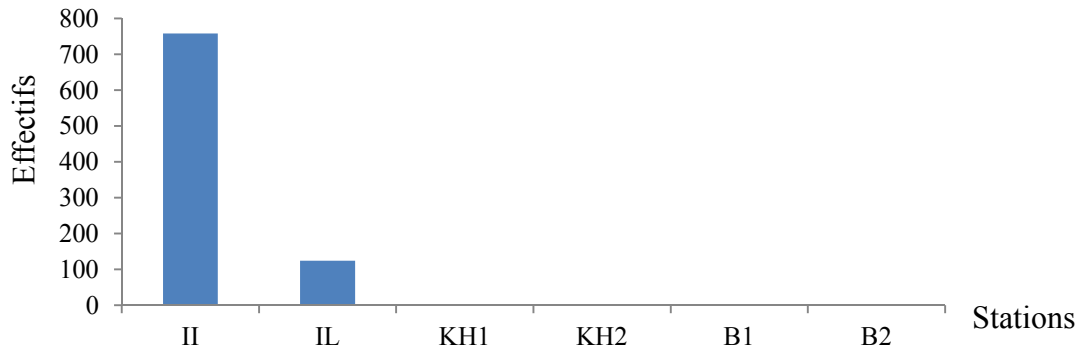


Figure 16: Effectifs des Plécoptères dans les stations d'étude.

5.4. Les Coléoptères

Les Coléoptères constituent en nombre d'espèces le principal ordre d'insectes. Ils ont colonisé tous les habitats d'eaux continentales possibles. Chez certains groupes, les larves et adultes sont aquatiques, dans d'autres groupes, seules les larves sont aquatiques, chez d'autres, seules les adultes sont aquatiques (TACHET *et al.*, 2010).

Dans les stations étudiées les Coléoptères constituent un groupe très diversifié, il compte 428 individus (soit 0,69% de la faune totale) répartis en 25 genres appartenant à 8 familles. Les Dytiscidae sont de loin les plus diversifiés avec les 7 genres récolés. Ils sont suivis par les Elmidae qui sont représentés par 6 genres. Viennent ensuite les Hydrophilidae (4 genres), les Hydraenidae (3 genres) et les Gyrinidae (2 genres). Enfin, les Helophoridae, Staphilinidae et les Curculionidae ne sont représentés que par un seul genre chacune (figure 17). Signalons tout de même que cette dernière (Curculionidae) n'a pas été retrouvée par MEHAL (2014).

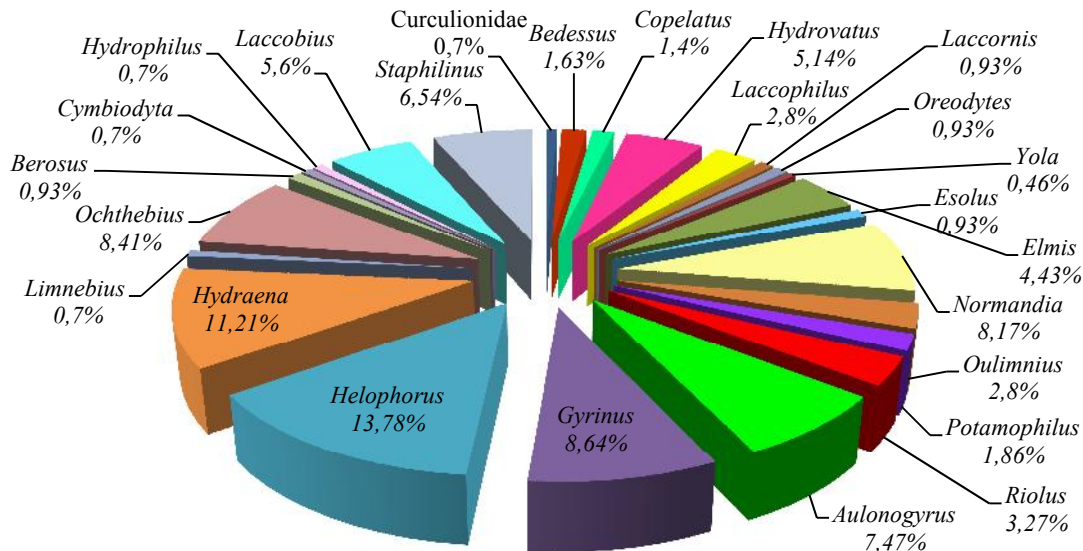


Figure17 : Abondance relative des Coléoptères.

➤ La famille des Elmidae

92 individus ont été récoltés (soit 21,49% des Coléoptères) répartis en 6 genres.

D'après BERTHELEMY (1966), les Elmidae sont fréquents, abondants, rhéophiles et quelques éléments sont eurythermes, présentent une faible tendance limnophile.

- *Normandia* : c'est le genre le plus abondant de cette famille, il compte 35 individus (soit 8,17% des Coléoptères). Il se localise dans les 3 stations (II, IL et KH1).
- *Elmis* : avec 19 individus (soit 4,43% des Coléoptères). Il est présent dans 3 station KH2, B1 et B2.
- *Oulimnius* : il est peu abondant dans nos prélèvement, il compte 12 individus (soit 2,80% des Coléoptères). Il est présent dans 3 stations II, IL et KH1.
- *Riolus*, *Potamophilus* et *Esolus* : sont rares dans nos prélèvements, ils comptent respectivement 14 individus (soit 3,27% des Coléoptères), 8 individus (soit 1,86% des Coléoptères), 4 individus (soit 0,93% des Coléoptères). Ces 3 genres n'ont été récoltés qu'au niveau de l'unique station II torrent de montagne à 1290m.

➤ La famille des Dytiscidae

Dans les cours d'eau étudiés, les Dytiscidae avec 57 individus (soit 13,31% des Coléoptères). C'est la famille la plus diversifiée parmi l'ordre des Coléoptères (7genre).

Les genres : *Bidessus*, *Copelatus*, *Hydraovatus*, *Laccornis*, *Laccophilus*, *Oreodytes* et *Yola* sont faiblement représentés.

➤ **La famille des Hydrophilidae**

Cette famille totalise 34 individus (soit 7,94% des Coléoptères). Elle est répartie en 4 genres.

- Le genre *Laccobius* est le plus abondant et le plus fréquent de cette famille, il compte 24 individus (soit 5,60% des Coléoptères), il est présent dans 4 stations à différentes altitudes.
- Les genres : *Berosus*, *Cymbiodyta* et *Hydrophilus* sont très rares dans nos prélèvements, ils comptent respectivement 4 individus et 3 individus pour les 2 derniers genres.

➤ **La famille des Hydraenidae**

Cette famille occupe la 2^{ème} place après les Elmidae. Elle compte 87 individus (soit 20,32% des Coléoptères). 3 genres ont été identifiés :

- *Hydraena* : il compte 48 individus (soit 11,21% des Coléoptères). Il est présent dans toutes les stations à l'exception de B1.
- *Ochthebius* et *Limnebius* : présentent respectivement 36 individus (soit 8,41% des Coléoptères) et 3 individus (soit 0,70% des Coléoptères).

➤ **La famille des Gyrinidae**

Les Gyrinidae comptent 69 individus (soit 16,12% des Coléoptères), répartis en 2 genres.

- *Gyrinus* : ce genre est représenté par 37 individus (soit 8,64% des Coléoptères), il est rencontré dans 3 stations KH1, B1 et B2.
- *Aulonogyrus* : 32 individus ont été récoltés dans la station de basse altitude B2 (soit 7,47% de la faune Coléoptérologiques).

➤ **La famille des Staphilinidae**

La famille des Staphilinidae est représentée par un seul genre : *Staphilinus*. Il compte 28 individus (soit 6,54% des Coléoptères). Il est présent dans 2 stations II et KH1.

➤ **La famille des Helophoridae**

Cette famille est aussi représentée avec un seul genre : *Helophorus*. C'est le genre le plus abondant, il compte 59 individus (soit 13,78% des Coléoptères). Il est présent dans 4 stations mais il est en abondance dans la station II.

➤ **La famille des Curculionidae**

C'est une famille très rare, il est présent dans la station B1 avec 3 individus seulement (soit 0,70% des Coléoptères).

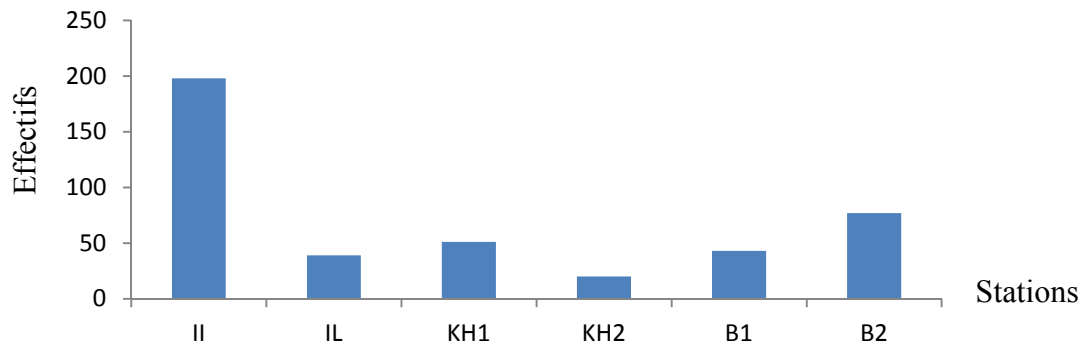


Figure18 : Effectifs des Coléoptères dans les stations étudiées.

5.5. Les Trichoptères

De façon générale, les Trichoptères sont sensibles à la pollution. La famille des Hydropsychidae a cependant une tolérance à la pollution (MOISAN et *al.*, 2006)

Les Trichoptères inventoriés dans ce travail sont très peu abondants et comptent 322 individus (soit 0,51% de la faune totale) répartis en 6 familles (Hydropsychidae, Rhyacophilidae, Hydroptilidae, Limnephilidae, Polycentropodidae et Philopotamidae) et 6 genres (figure 19).

➤ **La famille des Hydropsychidae**

Elle est représentée par l'unique genre *Hydropsyche*.

- *Hydropsyche* : C'est le genre le plus abondant avec 64,28% soit plus de la moitié des Trichoptères, mais aussi le plus fréquent, il présente une large distribution altitudinale, nous l'avons récolté dans toute les stations. Selon LOUNACI (2005). C'est le taxon le plus abondant et le plus fréquent des cours d'eau d'Algérie.

➤ La famille des Rhyacophilidae

Représentée par le genre *Rhyacophila* avec 45 individus (soit 13,97% des Trichoptères). Il est présent dans 4 stations d'altitude différentes II, IL, KH1, et B2.

➤ La famille des Hydroptilidae

Le genre *Hydroptila* est l'unique représentant de cette famille. Il compte 28 individus (soit 8,69% des Trichoptères). Il est présent dans 2 stations : IL et KH2.

➤ La famille des Limnephilidae

Le genre *Allogamus* est le seul représentant de cette famille. Il compte 26 individus (soit 0,80% des Trichoptères) rencontré dans 2 stations : II et B1.

➤ Les autres familles

Philopotamidae et Polycentropodidae sont très peu abondantes (4 et 10 individus successivement) et très peu fréquentes. Chacune est rencontrée dans une seule station seulement.

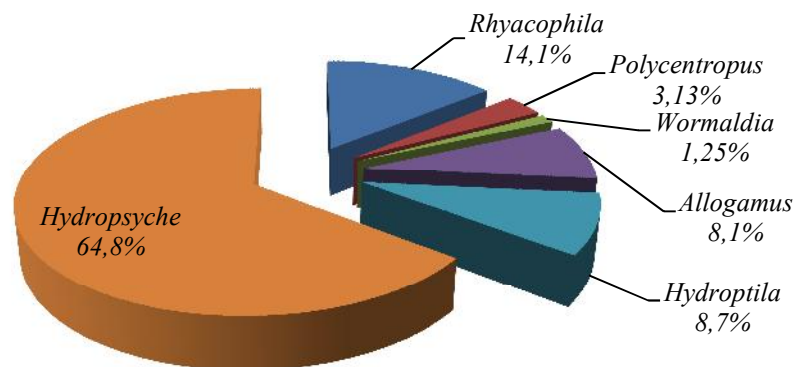


Figure 19 : Abondance relative des Trichoptères.

La distribution longitudinale des Trichoptères le long des cours d'eau étudiés met en évidence l'importance de cet ordre dans les stations dont les altitudes sont supérieures à 1000 m : cours d'eau de montagne à couvert végétal assez dense, à courant vif et à température fraîche.

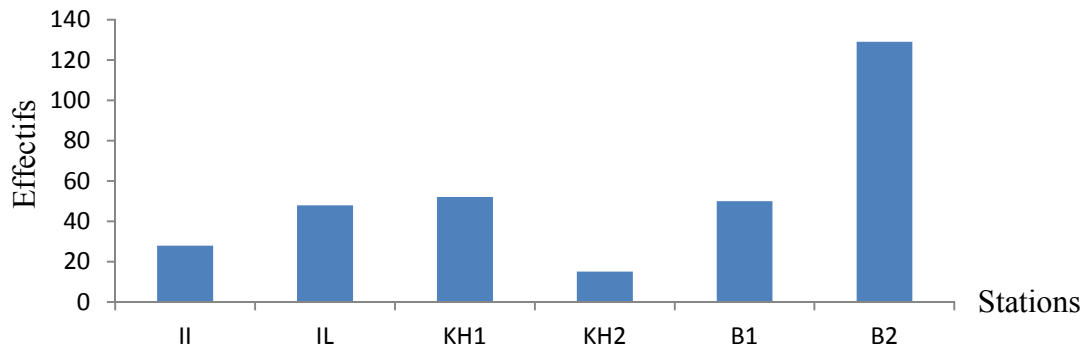


Figure 20 : Effectifs des Trichoptères dans les stations étudiées.

5.6. Les Hétéroptères

D'après MEBARKI (2001), dans le Djurdjura, les Hétéroptères se rencontrent dans les altitudes élevées (1600 m) et colonisent différents types de milieux. Les habitats abrités du courant des zones rhithrales des cours d'eau, les facies lenticules potamal. Quant aux milieux d'eau froide et à courant rapide, ils n'hébergent que très peu d'Hétéroptères.

Les éléments de ce groupe sont faiblement représentés dans nos prélèvements. Ils comptent 88 individus (soit 0,12% de la faune totale), répartis en 7 familles (Mesoveliidae, Veliidae, Aphelocheiridae, Corixidae, Hebridae, Hydrometridae et Notonectidae) (Figure 21).

➤ La famille des Mesoveliidae

La famille des Mesoveliidae est représentée par le genre *Mesovelis*. C'est la famille la plus abondante, elle compte 43 individus (soit 48,86 des Hétéroptères). Les éléments de ce taxon sont récoltés dans 4 stations de différentes altitude : II, IL, KH1 et B1.

➤ La famille des veliidae

Cette famille représentée par 22 individus (soit 25% des Hétéroptères). Elle se répartie en 2 genre : *Velia* et *Microvelia*. *Velia* est le plus fréquent et le plus abondant, il est présent dans 4 stations de haute et moyenne altitude, alors que *Microvelia* est très rare et localisé seulement dans la station B2.

La famille Aphelocheiridae

Elle est représentée par le genre *Aphelocheirus* avec 7 individus (soit 7,95% des Hétéroptères), ils sont récoltés dans 2 stations : II et KH2.

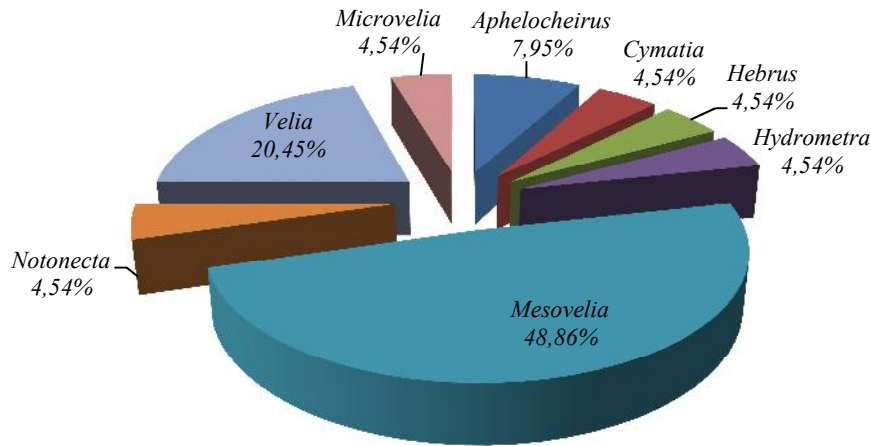


Figure 21 : Abondance relative des Hétéroptères.

➤ Autres familles

Corixidae, **Hebridae**, **Hydrometridae** et **Notonectidae** sont très rares. Elles sont représentées par un seul genre chacune, avec seulement 4 individus pour chaque genre.

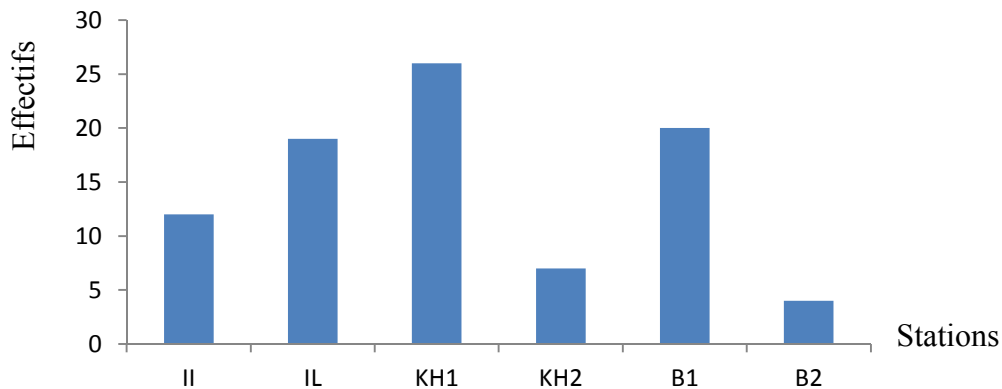


Figure 22 : Effectifs des Hétéroptères dans les stations étudiées.

5.7. Les Oligochètes

Les Oligochètes fréquentent tous les types de biotopes, depuis les ruisseaux d'altitude jusqu'au cours d'eau de plaine. Dans ce cours d'eau étudiés, nous avons dénombré 11427 individus (soit 18,43% de la faune totale). Ils sont répartis en trois familles : les **Naididae** dominant avec 99,77% des vers, suivis des **Tubificidae** et **Lumbricidae** qui ne forment respectivement que 0,14% (16 individus) et 0,08% (10 individus) du peuplement.

De même MEHAL (2014) a récolté 10086 des Oligochètes, soit 19,59% de la faune totale, 2 familles seulement ont été identifiées à savoir les **Naididae** et **Tubificidae**.

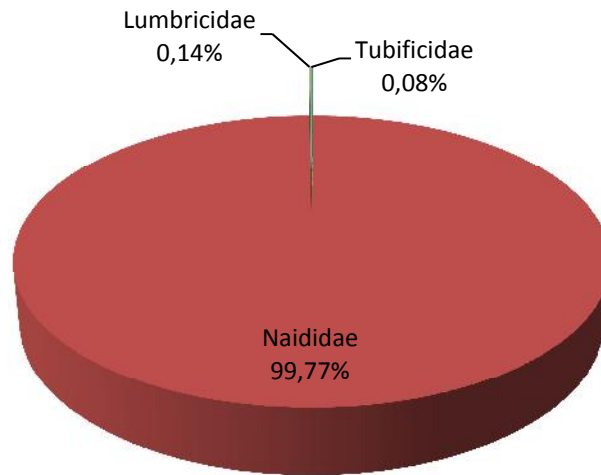


Figure 23 : Abondance relative des Oligochètes.

D'après ECHAUBARD & NEVEU (1975), l'augmentation massive de population des Oligochètes est liée aux températures élevées et la présence de matières organiques, facteurs favorables à la prolifération des stades immatures.

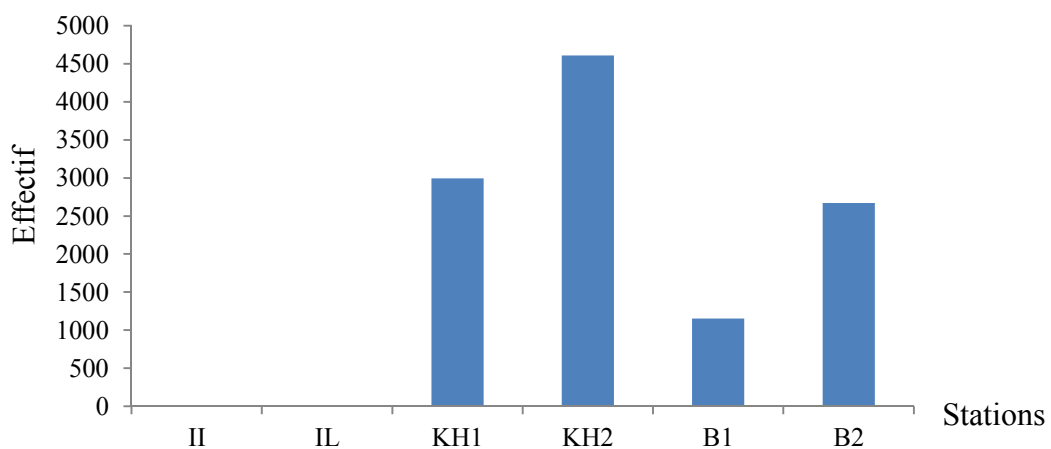


Figure 24: Effectifs des Oligochètes dans les stations d'étude.

5.8. Autres groupe zoologiques

- **Les Mollusques**

Les Mollusques sont peu abondants dans nos échantillons, un total de 1609 individus a été récolté (soit 2,58% de la faune totale) repartis sur 3 genre appartenant 3 famille.

Ancylus est le plus abondant avec 99,62% du groupe, retrouvé dans 3 stations (KH1, KH2 et B2), vient ensuite *Physa* (dans la station B2) et *Planorbis* (dans la station KH2) avec le même nombre d'individus (3 individus soit 0,18 pour chacune).

- **Les Crustacés**

Sont très rares dans les stations prospectées. Nous avons récolté 18 individus (soit 0,02%) de la faune totale. C'est un groupe faiblement diversifié avec seulement 3 familles et 3 genres : **Potamonidae** (*Potamon*), **Asellidae** (*Asellus*) qui ont été signalé dans les stations d'amont (II et IL), alors que la troisième famille **Gammaridae** (*Gammarus*) à été retrouvée au niveau de B1.

- **Les Odonates**

Sont rares dans les échantillons. 41 individus ont été récoltés (soit 0,06% de la faune totale). Ils appartiennent à 2 familles et 2 genres. Le genre *Gomphus* domine avec 33 individus retrouvé dans les stations de moyen et basse altitude, alors que le genre *Calopteryx* ne se trouve qu'au niveau de la station KH1 avec seulement 8 individus.

- **Les Planipennes**

Sont peu abondants dans nos prélèvements, 209 individus appartenant à la famille des **Neurorthidae** et au genre *Neurorthus*, ils sont récoltés dans les stations : IL (10 individus), KH1 (116 individus) et KH2 (83 individus).

- **Les Collemboles**

Sont aussi rares, ils sont représentés par 15 individus (soit 0,02% du peuplement benthique). Ils occupent les stations d'altitude (II et IL) et de moyen montagne (KH1 et KH2).

- **Les Hirudinae**

Représentent 109 individus (soit 0,17% de la faune totale). Ils sont présents dans 3 stations à altitudes différentes.

- **Les Hydracariens**

Nous avons récolté 560 individus d'Hydracariens soit 0,90%, de la faune totale. Leur développement semble important dans les stations de moyenne altitude KH2 avec 512 individus et KH1 avec 44 individus, ainsi que la station de basse altitude avec faible effectifs.

- **Les Crabcidae**

Ne représentent que 0,009% de la faune totale, avec 6 individus. Ils sont présents dans les stations de moyen altitude KH1 et KH2.

6. Etude de la diversité

L'étude de la diversité et de structure se fait à partir des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement. Ils permettent d'avoir rapidement une évaluation de la diversité du peuplement.

6.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

Le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné, il consiste la mesure de la diversité en tenant compte de la richesse spécifique, mais aussi de la proportion représentée par chaque taxon au sein de la communauté, c'est l'indice le plus couramment utilisé en écologie numérique.

Au sein d'un biotope, plus les espèces sont nombreuses, plus leur abondance est voisine et plus la diversité en est élevée.

L'indice de Shannon-Weaver est exprimé en bits (unité d'information binaire), il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) \log_2(P_i)$$

$P_i = n_i/N$

P_i : abondance relative de la famille i ;

n_i : nombre d'individus de la famille i ;

N : nombre total d'individus ;

S : nombre de groupes taxonomiques.

$\log_2$: logarithme népérien à base 2.

Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice **H'** sera plus grande.

H' est d'autant plus petit que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominant : il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé réparti équitablement.

6.2. Indice d'équitabilité ou d'équirépartition

L'indice de Shannon-Weaver est souvent accompagné de l'indice d'équirépartition (**E**) de PIELOU appelé également indice d'équirépartition (BLONDEL, 1979) qui correspond au rapport de la diversité observée **H'** à la diversité maximale **H'max** :

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

Les indices **H'** et **E** ne seront pas utilisés qu'à titre indicatif. Dans notre travail, ils sont appliqués aux groupes taxonomiques présents dans chaque station afin de qualifier le niveau de diversité et l'inégale répartition des individus du peuplement pour chacune d'elles.

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1.

- Lorsqu'il tend vers zéro, il traduit un déséquilibre entre les effectifs des différentes composantes présentes.
- Lorsqu'il tend vers 1, ce qui indique que les taxons présents ont la même abondance.

Les valeurs des indices **H'** et **E** sont consignés dans le tableau 5 et sur la figure 25.

Tableau 5 : Indices de SHANNON & WEAVER (**H'**) et d'équitabilité (**E**).

Indices	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
H'	3,21	2,83	2,46	2,63	2,40	2,37
E	0,59	0,55	0,44	0,52	0,479	0,477

Dans les différents peuplements, les profils de variations des deux indices **H'** et **E** présentent la même allure. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau des stations de cours d'eau de montagne II et IL, elles enregistrent respectivement 3,21 et 2,83 bits. En effet, ces stations exemptent de pollution, sont caractérisées par une température de l'eau n'excédant pas 6 °C et un substrat grossier à dominance de galets.

Les stations de piémont et de basse altitude KH1, KH2, B1 et B2 présentent des indices de diversité moins élevés que les précédentes, ils sont compris entre 2,37 et 2.63. Cette légère diminution de la diversité peut être liée à la présence d'une perturbation d'origine anthropique, à l'élévation de la température, à la diminution de la ripisylve et à l'homogénéité des habitats (surtout au niveau de B1 et B2). Signalons tout de même que malgré ces conditions, dans ces stations l'indice de diversité le plus bas est de 2,37 ce qui témoigne de la grande capacité d'autoépuration du milieu.

L'influence des rejets sur la faune macro-invertébrés se manifeste par une élimination des taxons sensibles à la pollution comme c'est le cas des Plécoptères qui ont disparus complètement des stations KH1, KH2, B1 et B2 et la présence des espèces qui tolèrent les conditions de milieux extrêmes telles que la pollution et l'élévation des températures. C'est le cas surtout des Chironomidae et des Beatidae notamment le genre *Baetis* qui présentent des effectifs importants au niveau des stations sus citées.

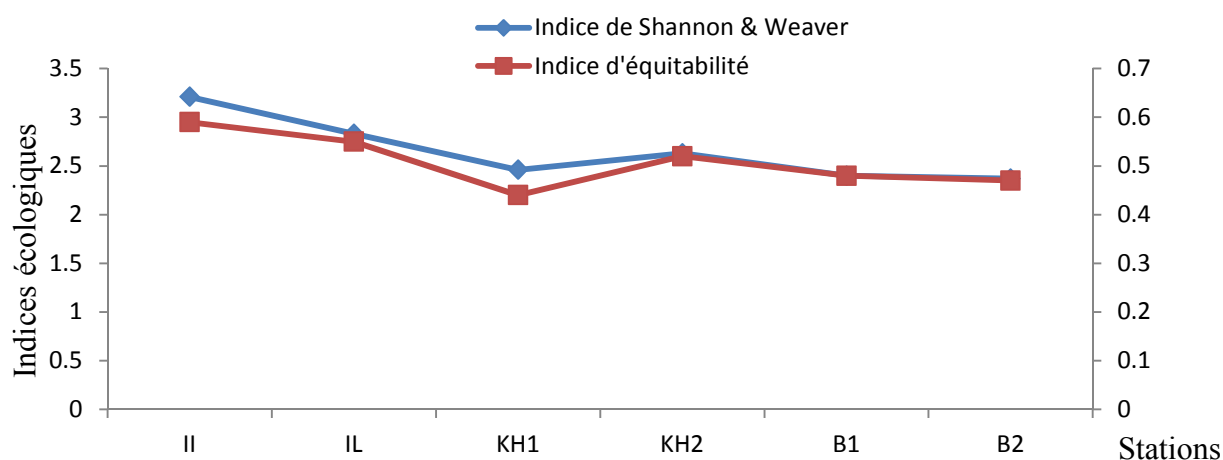


Figure 25 : Evolution stationnelle des indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E).

L'indice d'équitabilité dans ces stations varie entre 0,44 et 0,52. Cela signifie que les populations de macroinvertébrés sont en déséquilibre entre elles. L'équitabilité la plus faible est notée au niveau de la station KH1 avec la valeur de 0,44. En effet, cette station illustre parfaitement ce cas de figure avec une surabondance des Naididae (24%), *Baetis* (32%) et les Diptères Chironomidae (22%).

6.3. Indice de similarité de Sorensen

L'indice de Similarité évalue la similitude entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé.

L'indice de similitude met en évidence le degré d'affinité entre les différentes stations sur la base de leur peuplement.

Il existe plusieurs indices de similitude, celui de Sorensen permet de chercher le degré d'association de deux sites. Il se calcule par la formule suivante :

S : Indice de similarité.

$$S = \frac{2C}{A+B} \times 100$$

A : nombre total de taxons du milieu 1.

B : nombre total de taxons du milieu 2.

C : nombre total de taxons communs entre les deux milieux.

Cet indice varie de 0 à 100%, S'il tend vers 0, les deux sites sont dissimilaires et ils n'ont pas d'espèces en commun, plus elle tend vers 100, la similarité est complète et cela désigne que les espèces des deux sites sont identiques. Plus la similarité s'approche du 100%, plus les milieux comparés se ressemblent, et plus elle s'approche de 0, plus les milieux sont différents.

Les indices de similarité de Sorensen calculés sont portés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Indice de similarité de Sorensen.

	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
II	100					
IL	63	100				
KH1	50	56	100			
KH2	35	44	70	100		
B1	35	41	58	61	100	
B2	36	43	57	63	67	100

Les indices de similarité varient de 35 à 70%. L'indice de Sorensen calculé entre les stations amont (II et IL) et entre les stations de moyennes montagne et de basses altitude (KH1, KH2, B1 et B2) présentent des valeurs assez élevées. En revanche, l'indice le plus faible est noté entre les stations II et KH1 d'une part, et entre II et B1 d'autre part avec seulement 35% de similarité. En effet, ces stations présentent des

différences au niveau des paramètres environnementaux, ce qui se traduit par la différence de faune benthique installée.

7. Structure de la faune

L'étude de la structure de la faune a pour but de déterminer la structure de communautés d'invertébrés benthiques et leur organisation spatiales dans les cours d'eau étudiés en fonction des caractéristiques environnementales.

L'étude des facteurs environnementaux mesurés au cours de la période d'étude a été approché par l'utilisation de l'analyse en composante principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement dans l'espace les facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2) :

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

Le logiciel utilisé à cet effet est le 'STAT Box'.

7.1. Structure mésologique

Dans ce travail, 12 descripteurs mésologiques sont pris en compte pour caractériser chacune des 6 stations étudiées (tableau 7).

Tableau 7 : Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.

Alt : altitude (m) ; Dis : distance à la source (km) ; GG : gros galets (%) ; SL : sable et limon (%) ; Tem : température (°C) ; Rec : recouvrement (%) ; Pro : profondeur de la lame d'eau (cm) ; MO : matière organique (%) ; Vaq : végétation aquatique (%) ; Lar : largeur du cours d'eau (m) ; Vit : vitesse du courant ; Pen : pente (%).

Stations	Alt	Dis	GG	SL	Tem	Rec	Pro	MO	Vaq	Lar	Vit	Pen
II	1290	0,5	90	10	5	0	15	0	5	0,5	90	37
IL	700	2	70	30	6	40	20	0	5	1	100	14
KH1	370	2	50	35	12	60	25	15	10	3	92	3
KH2	220	11	45	45	14	10	30	10	15	6	75	1,5
B1	200	12	30	50	18	5	35	20	25	15	50	1
B2	190	14	25	50	19	0	45	25	20	20	50	0,8

Les deux axes F1 et F2 concentrent le maximum d'information avec 81% sur l'axe 1 et 14% sur l'axe 2, soit une information totale de 95%.

La structure mésologique obtenue fait apparaître un gradient amont-aval des cours d'eau. Les variables altitude (Alt), pente (Pen), substrat grossier (GG) et la vitesse du courant (Vit) sont fortement liées entre elles avec l'axe 1 en position négative, et bien représentées dans le plan F1-F2, décroissent progressivement de l'amont vers l'aval.

De même, très liées à l'axe 1 en position positive, les variables profondeur (Pro), la distance à la source (Dis), la végétation aquatique (Vaq), la matière organique (MO), la température (Tem), sable limon (SL) et la largeur du cours d'eau (Lar) voient leurs valeurs augmenter de l'amont vers l'aval (figure 26).

L'axe F2 (14%) est expliqué négativement par la variable recouvrement (Rec).

L'analyse du dendrogramme (figure 27) résultant de la classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des paramètres environnementaux montre deux groupes de stations :

- ✓ **Groupe 1** : représenté par les paramètres environnementaux : altitude (Alt), pente (Pen), substrat grossier (GG) et la vitesse du courant (Vit) caractérisent les stations d'altitude (II et IL).
- ✓ **Groupe 2** : les variables profondeur (Pro), la distance à la source (Dis), la végétation aquatique (Vaq), la matière organique (MO), la température (Tem), sable limon (SL) et la largeur du cours d'eau (Lar) caractérisent les stations de moyenne et de basse altitude (KH1, KH2, B1 et B2).

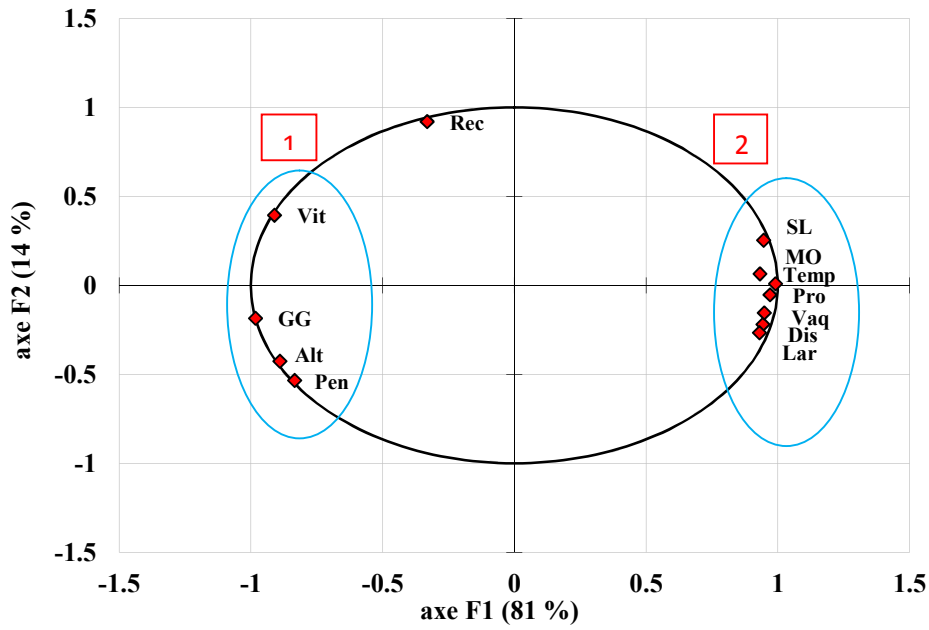


Figure 26 : Analyse en composantes principales des paramètres environnementaux, plan factoriel F1-F2.

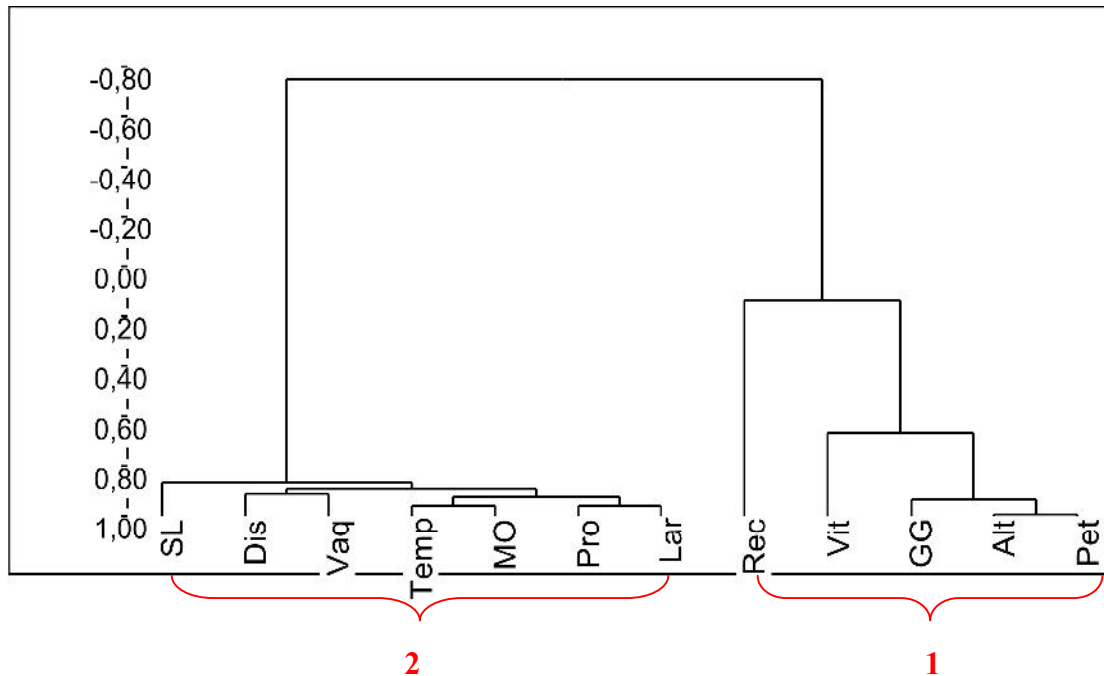


Figure 27 : Dendrogramme de la distribution des paramètres environnementaux sur la base des stations.

7.2. Structure du peuplement

Pour décrire la structure du peuplement des cours d'eau étudiés, nous avons analysé la distribution de 22 genres appartenant aux 3 ordres d'insectes aquatiques, les mieux connues : Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT).

Nous avons réalisé cette AFC sur la base des résultats de la classification ascendante hiérarchique (CAH) une analyse globale Stations x EPT, puis nous avons traité séparément chaque groupe.

La figure 28 montre que les 2 premiers axes cumulent 84% de l'information contenue dans la matrice de données.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) visualise bien les relations entre les taxons pour l'ensemble des stations (figure 29).

La projection du nuage de point sur l'axe 1 montre que les relevés faunistiques sont ordonnés en fonction de leurs localisations sur les cours d'eau selon un gradient orienté progressivement amont-aval.

L'analyse de la structure du peuplement des réseaux hydrographiques étudiés a permis de montrer que :

- **Le premier groupe** est représenté par la station de haute altitude II (1290 m), caractérisé par une vitesse de courant rapide, une pente de 37%, une température de l'eau moyenne de 5°C, un substrat grossier (à dominance blocs et gros galets). La station II contribue le plus à la formation de l'axe 1 (en position positive), cette station présente une faune caractéristique où les formes sténothermes dominent et caractérisent donc parfaitement le crénon. Il s'agit des genres :
 - l'unique Trichoptères du genre *Polycentropus*.
 - *Capnia*, *Capnioneura*, *Siphonoperla*, *Leuctra*, *Nemoura* et *Protonemura* pour les Plécoptères et *Habrpophlebia* pour les Ephéméroptères.
- **Le deuxième groupe** représenté par les stations situées entre 190 et 700 m d'altitude, ces stations contribuent à la formation de l'axe 1 en position négative.
 - *Caenis*, *Ecdyonurus* et *Rhithrogena* pour les Ephéméroptères.
 - *Amphinemura*, *Perlodes*, *Brachyptera* pour les Plécoptères.
 - *Hydroptila*, *Allogamus*, *Wormaldia* et *Rhyacophil* pour les Trichoptères

Les genres *Baetis*, *Acentrella*, *Centroptilum* et *Hydropsyche* sont des espèces à large amplitude écologique, généralement à la fois très fréquentes, très abondantes et représentatives des cours d'eau étudiés.

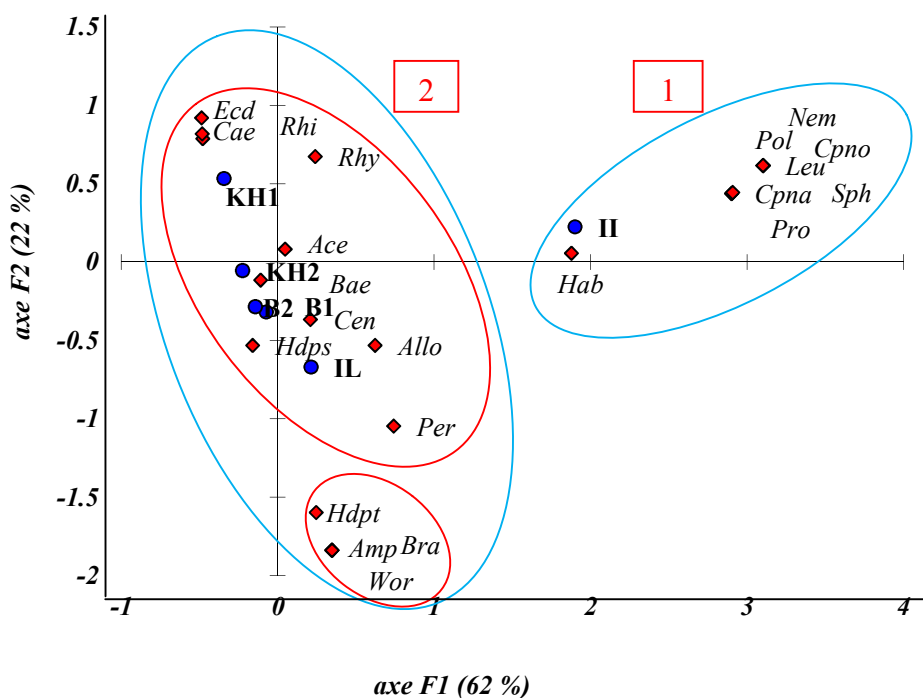


Figure 28 : Distribution des EPT et des stations dans le plan factoriel F1×F2.

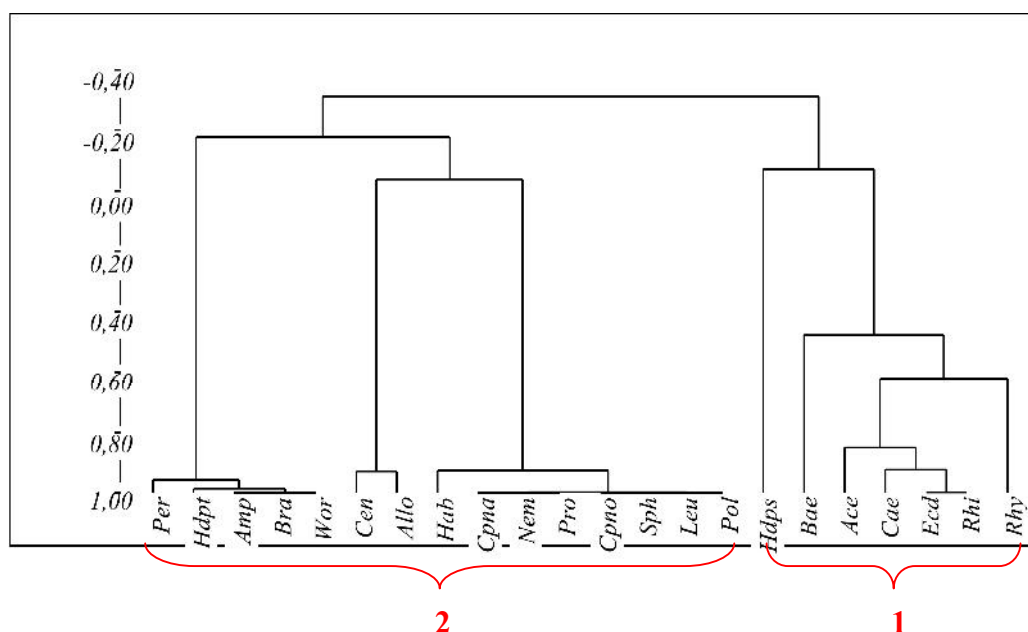
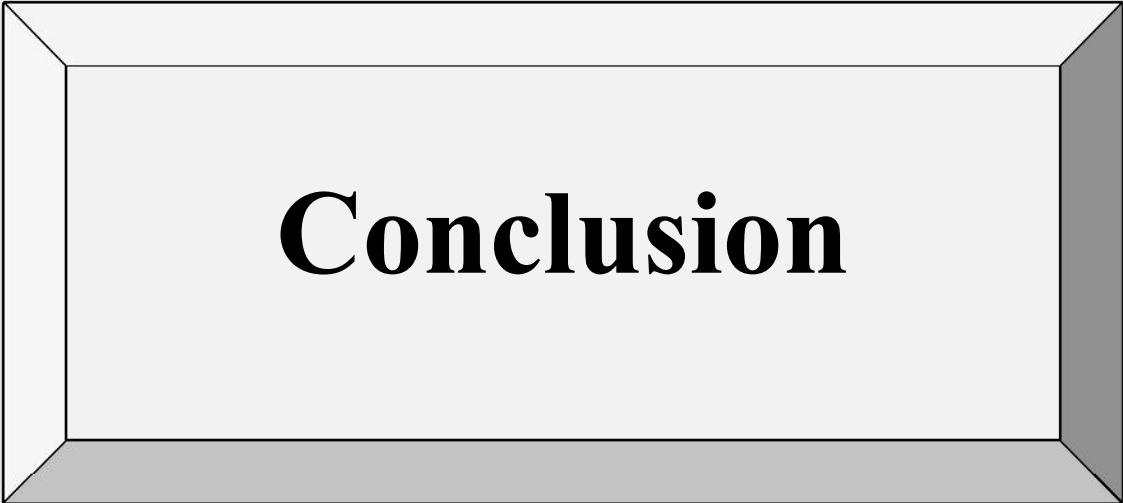


Figure 29 : Dendrogramme visualisant les relations entre l'ensemble des taxons.



Conclusion

Les macroinvertébrées benthiques récoltées dans ce travail se composent de 61939 individus répartis entre 15 groupes zoologiques, 64 familles et 87 genres. Ils sont récoltés dans 6 stations échelonnées entre 190 m et 1290m d'altitude.

Les Diptères, avec 23466 individus (soit 37,88% de la faune totale) sont largement dominants sur le plan numérique. Ils sont dominés par les Simuliidae et les Chironomidae avec respectivement 34,58% et 62,89% des Diptères.

Les Ephéméroptères occupent la seconde place avec 22888 individus (soit 36,95% de la faune totale). Ils sont représentés essentiellement par les Baetidae (19893 individus).

Les Oligochètes sont moyennement représentés parmi les groupes zoologiques recensés : 11427 individus (soit 18,43% de la faune totale).

Les Mollusques et les Plécoptères sont faiblement représentés, ils constituent respectivement 2,58% (soit 1609 individus) et 1,41% (soit 885 individus) du benthos.

Les Coléoptères, les Trichoptères, les Hétéroptères, les Hydracariens, les Odonates, les Hirudinae, les Crustacés, les Planipennes et les Collembolés sont rares.

Les différents indicateurs utilisés, à savoir la richesse spécifique, l'indice de diversité et l'indice d'équitabilité, ont permis l'étude descriptive de la structure du peuplement.

L'indice de SHANNON et WEAVER a montré une importante diversité dans l'ensemble des stations étudiées, les valeurs varient de 2,36 à 3,21.

L'indice d'équitabilité révèle que les taxons sont en déséquilibre entre eux car la majorité des stations présentent des perturbations diverses qui ont mené à la prolifération et au développement d'espèces tolérantes et polluo-résistantes (Chironomidae, Baetidae) et à la diminution, voir disparition, des taxons polluo-sensibles (Plécoptères, Trichoptères à fourreau).

L'analyse de l'indice de similarité de Sorensen permet de chercher les relations de similarité entre deux stations étudiées, les valeurs varient de 35% à 70%.

L'analyse des facteurs environnementaux réalisés par une analyse en composantes principales (ACP) fait apparaître des corrélations entre les variables d'une part et la distribution des stations d'autre part. La structure mésologique obtenue fait apparaître un gradient amont aval des cours d'eau.

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC). La classification ascendante hiérarchique a permis d'individualiser des groupes d'affinité entre les stations d'une part et les espèces EPT d'autre part.

Afin de mieux préserver les réseaux hydrographiques et la faune présente :

- Il est important et indispensable de prospecter d'une façon approfondie les différents réseaux et engagé des suivis annuels,
- Surtout réglementer les prélèvements de sable des oueds et le pompage des eaux ou même les interdire.
- Enfin de faire en sorte que le raccordement à l'égout et l'installation des stations d'épuration des eaux usées soit une obligation légale.

Reste qu'à notre avis, la meilleure barrière protectrice pour la nature, est la sensibilisation aux dangers qui guettent la planète, et surtout une éducation écologique précoce.

**Références
bibliographiques**

AIT-MOULOUD S.,1988. Essais de recherche sur la dérive des macro-invertébrés dans l'Oued Aissi : faunistique, Ecologie et biogéographie. Thèse de Magister, U.S.T.H.B., Alger, 118p.

ANGELIER E., 2000. Ecologie des eaux courantes-Editions TES &DOC. Paris. 184p.

ARAB A.,1989. Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée 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). *Ann. Limnol.*, **40** (4): 317-327.

BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Toulouse, 88, 193-239.

BERTHELEMY C.,1966. Recherches écologiques et biogéographique sur les Plécoptères et les Coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. *Annls. Limnol.* 2(2) : 227-458.

BLONDEL J.,1979. Biogéographie et écologie. Edit. Masson, Paris : 173p.

BOUDJEMA S., 2010. Etude perspective de l'état de l'environnement en Algérie : cas de bassin versant du Sébaou, wilaya de Tizi-Ouzou: 144p.

CHAUMONT M et PAQUINC. ,1971. Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000 avec notice explicative. Bull. soc. Hist. Nat. Afr. Nord : 24p.

ECHAUBARD M& NEVEU A., 1975. Perturbation qualitative et quantitative de la faune benthique d'un ruisseau à truites, la Couse Pavin (PUY-DE-DOME), dues aux pollutions agricoles et urbaines. Lab .Zool. Biol animal et écologie. INA-INRA : 24p.

FLANDRIN J., 1952. La chaine du Djurdjura : monographies régionales. XIX congres géologiques internationales, Algérie 1ère série. 19 : p 49.

GELARD J.P., 1979. Géologie du N.E de la Grande Kabylie (Algérie). Doc.es. Sc. Univ. Dijon : 335p.

HAOUCHINE S.,2011. Recherche sur la faunistique et l'ecologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. ThèseMagister.U.M.M.T.O.

- LAVANDIER P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de doctorat d'Etat. Univer. Paul Sabatier Toulouse : 523p.
- LEVÊQUE C., 1996.** Ecosystèmes aquatiques. Edition Hachette, Paris, 159p.
- LOUNACI A., 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grand Kabylie). Thèse Magistère. U.S.T.H.B, Alger : 133p.
- 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., 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse doctorat, U.M.M.T.O : 209p.
- LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A. & LEK S. 2000(a).** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sébaouwadi. *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 Magister, U.M.M.T.O : 152p.
- LOUNACI A., 2011.** Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Kabylie : faunistique, écologie et répartition géographique. Congrès annuel de la SZF, Parc Phoenix, Nice, p 13-16.
- MALYCKY H. & LOUNACI A., 1987.** Beitrag zur taxonomie und faunistik der cherrfliegen von Tunisien, Algerien und Moroko (Trichoptera). *Opusc. Zool. Flumin.* 14: 1-20.
- MEBARKI M., 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, Oued Sébaou et Oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse de Magistère. U.M.M.T.O : 178p.
- MOISAN J., GAGNON E., PELLETIER L., PIEDBOEUF N., 2006.** Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Surveillance volontaire

des cours d'eau peu profonds. Direction de suivi de l'état de l'environnement, ministère de développement durable, de l'environnement et des parcs, 82p.

QUEZEL P., 1956. Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Encyclopédie Biogéographique et Ecologique, 10. Lechevalier éd., 463p. Paris.

RAYMOUD D., 1976. Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord- Ouest de la grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de doctorat en sciences, paris : 154p.

RICHOUX PH. , 1982. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Coléoptères aquatiques. Genres : adultes et larves. Association française de limnologie ; extrait du bulletin mensuel de la société Linnéenne de Lyon 51^{ème} année, n° 4,8 et 9. 56p.

SEKHI S., 2010. Recherches sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau Tiout, Hadjadj et Moghrar(Wilaya de Naâma). Mémoire de Magister, U.S.T.H.B :117p.

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Meteor. Phys. Du Globe, Univ. Alger Fascicule hors série : 219p.

TACHET H., BOURMAUD M. & RICHOUX PH., 1980. Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces. Edit CNRS, Paris : 150P.

TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. et USSEGLIO-POLATERA P. 2010. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. CNRS EDITIONS, Paris, 606p.

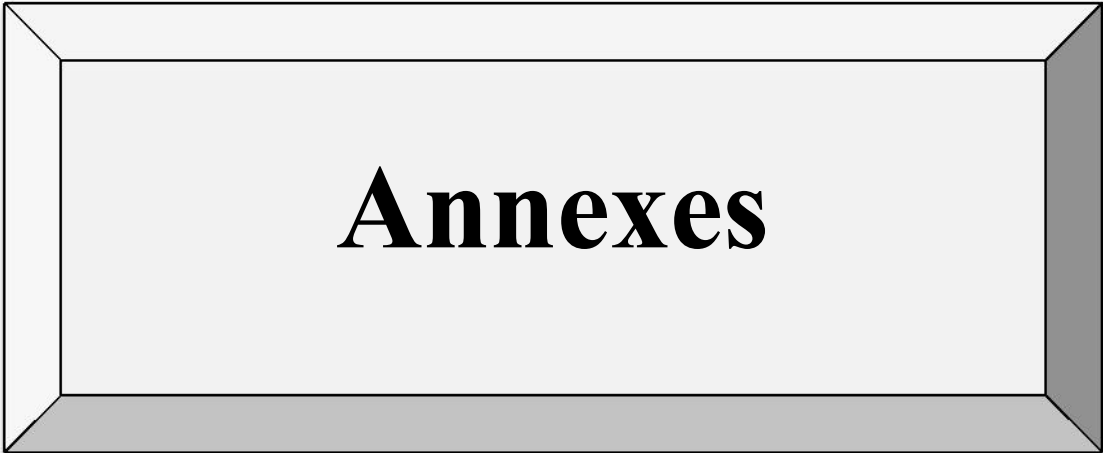
THIEBAULT, J. 1952. Socle métamorphique en Grande Kabylie. Monographie régionale ; XIX congrès géologiques international, Algérie. 1^{ère} série (4) : 43p.

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

YAKOUB B., 1985. Contribution à l'étude hydrogéographique de la Kabylie occidentale (Algérie). Thèse Magister. Univ Pierre et Marie Curie, Paris VI : 215p.

YAKOUB B., 2005. L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Evaluation, contraintes et recommandations. Thèse doctorat d'état en sciences de l'eau. UMMTO. 268p.

YASRI N., 2009. Diversité, écologie et biogéographie des macro-invertébrés de quelques affluents du Mazafran. Thèse de magister, U.S.T.H.B : 94p



Annexes

Annexe 1 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) et totaux pluviométrique (en mm) à certaines localités de la région d'étude (Tagma, Ait Aicha, Azazga, Boubhir) (période 2000-2010).

Stations	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Ait Aicha (1000 m)	52.65	77.04	105.15	189.81	176.73	98.61	118.20	155.53	100.59	15.11	7.37	15.56	1112.35
Tagma (950 m)	61.67	93.46	168.89	210.56	208.09	127.23	116.63	150.87	89.74	13.81	6.46	11.49	1258.9
Azazga (430 m)	48.69	81.84	140.64	181.36	177.73	104.51	101.41	136.23	65.34	9.2	3.5	7.1	1057.55
Boubhir (220 m)	47	74.6	118.2	155.6	144.9	83	92.7	121.7	65.3	9.1	5.2	10.7	928
Total	52.5	81.37	133.22	184.33	176.86	103.33	107.23	141.08	80.24	11.8	5.63	11.21	1089.2

Annexe 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (période 2000 à 2016, source O.N.M de Tizi-Ouzou).

Mois T (°C)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T.moy	10,4	10,75	13,51	16,12	19,52	24,53	27,98	27,97	24,45	20,91	14,9	11,77
T.min	6,52	6,85	8,84	11,13	14,16	18,08	21,47	21,85	18,8	16	11,52	7,8
T.max	15,63	16,22	19,5	22,27	26,24	31,94	35,88	35,35	31,27	27,77	19,99	16,58

Annexe 3 : Moyennes mensuelles des températures de l'air (en °C) et des précipitations (mm) à Tizi-Ouzou (période 2002-2015).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	136.05	126.45	104.08	82.11	67.62	11.6	2.9	5.66	37.19	70.4	1126.4	139.65
T (°C)	10.36	10.58	13.3	16.1	19.44	24.36	27.9	27.85	24.41	20.82	14.92	11.87

Annexe 4 : Altitudes et pentes des stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Altitude (m)	1290	700	370	220	200	190
Pente à la station(%)	37	14	3	1,5	1	0,8

Annexe 5 : Les vitesses du courant enregistrées aux stations d'études.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Vitesse du courant (cm/s)	90	100	92	75	50	50
Observation	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide

Annexe 6 : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations Paramètres	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Galet-gravier (%)	90	70	50	45	30	25
Sable-limons(%)	10	30	35	45	50	50
Matière Organique(%)	0	0	15	10	20	25
Végétation Aquatique (%)	5	5	10	15	25	20

Annexe 7 : Températures ponctuelles de l'eau relevées dans les différentes stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Altitude(m)	1290	700	370	220	200	190
Températures (°C)	5	6	12	14	18	19