

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biologie Animale et Végétale



Memoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Diversité et Écologie des Peuplements Animaux

Thème

**Contribution à la connaissance des Éphéméroptères des
cours d'eau de Grande-Kabylie**

Présenté par :

CHERIFI Tinhinane

LAICHE Zohra

Soutenu le 17 / 07 / 2017 devant le jury:

Présidente : M^{me} HAOUCHINE Sabrina.

Promoteur : Mr LOUNACI Abdelkader.

Examinatrice : M^{me} SEKHI Samira.

Maître assistante A à l'U.M.M.T.O

Professeur à l'U.M.M.T.O

Maître assistante A à l'U.M.M.T.O

Promotion :

2016 /2017

Remerciements

Avant tout, Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et le courage afin que nous puissions accomplir et réaliser ce modeste travail.

Nos, vifs remerciements s'adressent à Mr LOUNACI, Professeur à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son soutien et sa patience durant notre parcours.

Nos sincères remerciements s'adressent également à Mme HAOUCHINE Sabrina, Maître assistante à l'U.M.M.T.O de nous avoir honoré en acceptant de présider le jury.

Nos remerciements vont aussi à Mme SEKHI Samira Maitre assistante à l'U.M.M.T.O qu'elle a bien accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent à toute l'équipe de laboratoire d'hydrobiologie de la faculté de Biologie pour leur aide et soutien.

Nous tenons à remercier la doctorante KECHEMIRE Lina Hannane de laboratoire d'hydrobiologie pour son aide durant notre travail.

Nous tenons à remercier vivement Mr LAMINE Smail pour son aide durant tout ce travail.

Je dédie ce modeste travail à

*A la mémoire de mon frère Djilali, ton âme est
toujours présente avec nous;*

A mes très chers parents;

*Ces quelques mots ne peuvent exprimer ma
gratitude envers ces êtres affectueux, pour les
nombreux sacrifices qu'ils ont consentis pour moi et
leur soutien moral au cours de mon cursus de
formation*

A mon frère Ouahcen et sa femme Houda ;

A ma sœur Sihame et son mari Ahmed ;

A mon Fiancé Menouar et toute sa famille ;

A mon prince Djilali ;

*A mes princesses Rania, Maria, Merieme et Assia
et Sarah ;*

A toute la famille CHERIFI ;

*A mes belles amies : Hassina, Fahima, Adidi,
Tinhinane, Tinhinane, Zaina, Zaâzi, Fafach, , Jessy
et Hayat*

Tinhinane

JE DÉDIE CE TRAVAIL :

A mes très chers parents qui ont à mes côtés, mon grand amour et toute ma gratitude pour les sacrifices que vous avez fait pour ma réussite, que dieu puisse vous garder et vous donne une longue vie

A ma princesse Lila, Da Yacine et leurs adorables enfants Itheri et Ilyas ;

A mon seul frère cherif ;

A mes adorables sœurs : Nassima ,Tinhinane, Melissa ,Thilelli ;

A Na Dahlia et Da Moh ;

A toute mes amies avec lesquels j'ai passée des instants mémorables surtout Ouarda, Fahima, Souade et Dahlia et mes copine a la cité

A tous mes proches qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce modeste travail.

A tous les gens que je connais de près ou de loin.

Sommaire

Introduction	1
 Chapitre 1: Milieu d'étude et méthodes	
 1. Caractéristiques générales de la région d'étude.....	2
1.1. Situation géographique.....	2
1.2. Cadre géologique	2
1.3. Climatologie	3
1.3.1. Les précipitations	3
1.3.2. Les températures.	4
1.4. Couvert végétal	5
1.5. Actions anthropiques.....	6
 2. Sites et méthodes d'étude	
2.1. Description des cours d'eau et des stations étudiées	7
2.1.1. Oued Aissi.....	7
2.1.1.1.Assif Larbâa	8
2.1.1.2 Oued Aissi	10
2.1.2. Le moyen Sébaou.	10
2.2. Caractéristiques physiques des stations.....	11
2.2.1. La pente.....	11
2.2.2. Le débit et l'écoulement de l'eau	12
2.2.3. La vitesse du courant	12
2.2.5. Substrat	13
2.2.6. La température de l'eau	14
2.3. Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique.....	15
2.3.1. Techniques d'échantillonnages	15
2.3.2. Méthodes d'analyse du peuplement.....	16
2.3.2 .1 Indices de diversités.....	16
2.3.2. 2. Traitement statistique des données	18
2.3.2.3. Logiciels de calcul	18
 Chapitre 2 : Étude des Éphéméroptères	
1. Généralités sur les Éphéméroptères	
1.1. Description	19
1.2.2. La larves.....	19
1.2.4. L'adulte.....	20
1.2. Biologie et écologie des Éphéméroptères	21
2. les Éphéméroptères du sous-bassin de l'Oued Aissi et du moyen Sébaou.....	23
2.1. Richesse spécifique	24
2.2 Abondance et Occurrence des espèces.....	24
2.3. Limites altitudinales des espèces.....	27

2.4. Indices de diversité	29
2.5. Autoécologie des espèces recensées.....	30
2.6 Analyse biogéographique	35
3. Structure du peuplement	37
 Conclusion.....	43
Références bibliographiques	
Annexes	

Listes des figures

N° figures	Titres	N° pages
1	Aperçu géographique de la région d'étude	3
2	Précipitation moyenne mensuelle (en mm) à certaines localités de la région d'étude (Période 2000 – 2010)	4
3	Températures moyennes mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en °C à Tizi-Ouzou, période 2000– 2014 (ONM de Tizi-Ouzou)	5
4	Cours d'eau étudiés et emplacement des stations	7
5	Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations étudiées	14
6	Larve de <i>Caenis</i>	20
7	Adulte d'un Éphéméroptère	21
8	Richesse spécifique des Éphéméroptères aux stations étudiées.	24
9	Abondance relative des Éphéméroptères récoltés aux stations étudiées	26
10	Occurrence relative des Éphéméroptères récoltés aux stations étudiées	26
11	Répartition altitudinale des Éphéméroptères de sous-bassin de l'Oued Aissi	28
12	Indice de Schannon-Weaver et Equitabilité	29
13	ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux	39
14	Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.	40
15	Dendrogramme visualisant les relations entre les stations.	40
16	Distribution et noyaux d'affinité des Ephéméroptères et des stations dans le planfactoriel F1 x F2	41
17	Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2	42
18	Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.	42

Liste des tableaux

N° tableaux	Titres	N° pages
1	Altitudes et pentes aux stations des cours d'eau étudiés	12
2	Altitude, largeur de lit et vitesse du courant mesuré aux stations d'étude	13
3	Nature du substrat dans les stations étudiées	13
4	Répartition des Éphéméroptères dans les stations (les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0.9 m ²).	23
5	Caractéristiques environnementales des neuf stations étudiées	37
6	Matrice de corrélation entre variables environnementales	38

Introduction

Les macroinvertébrés benthiques constituent les organismes les plus performants et les plus utilisés pour réaliser un ecodiagnostic des milieux aquatiques (Bebba, 2017).

L'ordre des Éphéméroptères est l'un des principaux groupes des macroinvertébrés benthiques, jouant un rôle clés par leur biodiversité et leur fonction dans le réseau trophique. Il est considéré comme un matériel favorable dans l'estimation de la qualité biologique des eaux (Masselot et Brulin, 1996 ; Korbâa *et al.*, 2009 ; Bauernfeind et Soldan , 2012 ; Gattolliat *et al.*, 2015 ; Bebba *et al.*, 2015 ; Nechad et Fadil , 2016 ; Sellam *et al.*, 2016).

En Afrique du Nord, grâce aux travaux d'Eaton (1899), Lestage (1925) une première liste faunistique de 17 espèces et 2 sous-espèces fut dressée.

Plus récemment plusieurs travaux relativement complets ont été entrepris dans les pays du Maghreb contribuant ainsi à une meilleure connaissance sur l'écologie et la répartition biogéographique de cet ordre d'insectes.

Au Maroc : Dakki et El Agbani (1983), Thomas *et al.*, (1987), Ouahsine *et al.*, (1996), Thomas (1998), El Alami et Dakki (1998), Alba-Tercedor et El Alami (1999), El Alami *et al.*, (2000), El Alami (2002), Abdaoui *et al.*, (2010) , Ben Moussa *et al.*, (2014).

En Tunisie: Boumaïza et Thomas (1986), Boumaïza (1994), Thomas (1998), Korbâa *et al.*, (2009), Zrelli *et al.*, (2006), Zrelli (2015), Zrelli *et al.*, (2011, 2016), khadir *et al.*, 2017.

En Algérie: Soldan et Thomas (1983 et 1985), Soldan et Gagneur (1985), Gagneur *et al.*, (1985), Lounaci (1987, 2005, 2011, 2014), Gagneur et Thomas (1988), Thomas et Lounaci (1989), Lounaci-Daoudi (1996), Thomas (1998), Lounaci *et al.*, (2000), Mebarki (2001), Arab *et al.*, (2004), Haouchine et Lounaci (2012), Bebba *et al.*, (2015), Bebba (2017).

Le présent travail constitue une étude hydrobiologique sur les Éphéméroptères des cours d'eau de sous-bassin de l'oued Aissi et du moyen Sébaou (Tizi-Ouzou). Les données faunistiques recueillies ont pour objet l'étude de la répartition des espèces en fonction de l'altitude et de l'habitat, contribuer à une meilleure connaissance de l'écologie des espèces de ce groupe d'insectes, et enfin, déterminer l'organisation spatiale et la structure du peuplement en fonction des caractéristiques environnementales.

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

- Le premier chapitre résume les caractéristiques générales du milieu d'étude et les méthodes d'étude.
- Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la faune : analyse faunistique, écologique, biogéographique et structure du peuplement.

Chapitre 01

Milieu d'étude et méthodes

1. Caractéristiques générales de la région d'étude

1.1 Situation géographique

La Kabylie du Djurdjura constitue notre région d'étude. Elle se situe au centre Nord de l'Algérie à une centaine de kilomètres à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Elle est comprise entre 3°35' et 5°05' de longitude Est, et entre 36°22' et 36°55' de latitude Nord. Elle s'étend d'ouest en Est de Thenia à Bejaia et du Nord au Sud entre la mer méditerranée et la vallée de la Soummam.

Le Djurdjura est le plus haut massif de l'Atlas tellien avec des sommets dépassant les 2000 m d'altitude. Il domine, vers le sud, la plaine de Bouira et la vallée de la Soummam, vers le nord, la haute Kabylie.

La vallée du Sébaou est une dépression allongée et envasée, et est drainée par l'oued Sébaou, principal cours d'eau de Grande-Kabylie. Elle est délimitée par la méditerranée au Nord, la chaîne du Djurdjura au Sud, le massif de l'Akfadou à l'Est et les monts de Sidi Daoud et Boubarka à l'Ouest.

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble du réseau hydrographique du Sébaou, nous nous sommes limités aux cours d'eau du sous-bassin de l'oued Aissi et le moyen Sébaou (Figur1).

1.2 Cadre géologique

La Kabylie est caractérisée par une histoire géologique assez complexe et une topographie particulière qui participe à une évacuation rapide des eaux de surface vers l'embouchure (Yakoube, 1996).

Le massif du Djurdjura fait partie des chaînes telliennes du littoral méditerranéen. Il est constitué par un ensemble sédimentaire allant du Paléozoïque supérieur au Cénozoïque (Flandrin, 1952 ; Abdesselam, 1995). Sa nature géologique est composée essentiellement du calcaire liasique et éocène, la lithologie de cette dorsale favorise le phénomène de karstification donnant lieu à des sources en altitude et le développement d'importants gouffres.

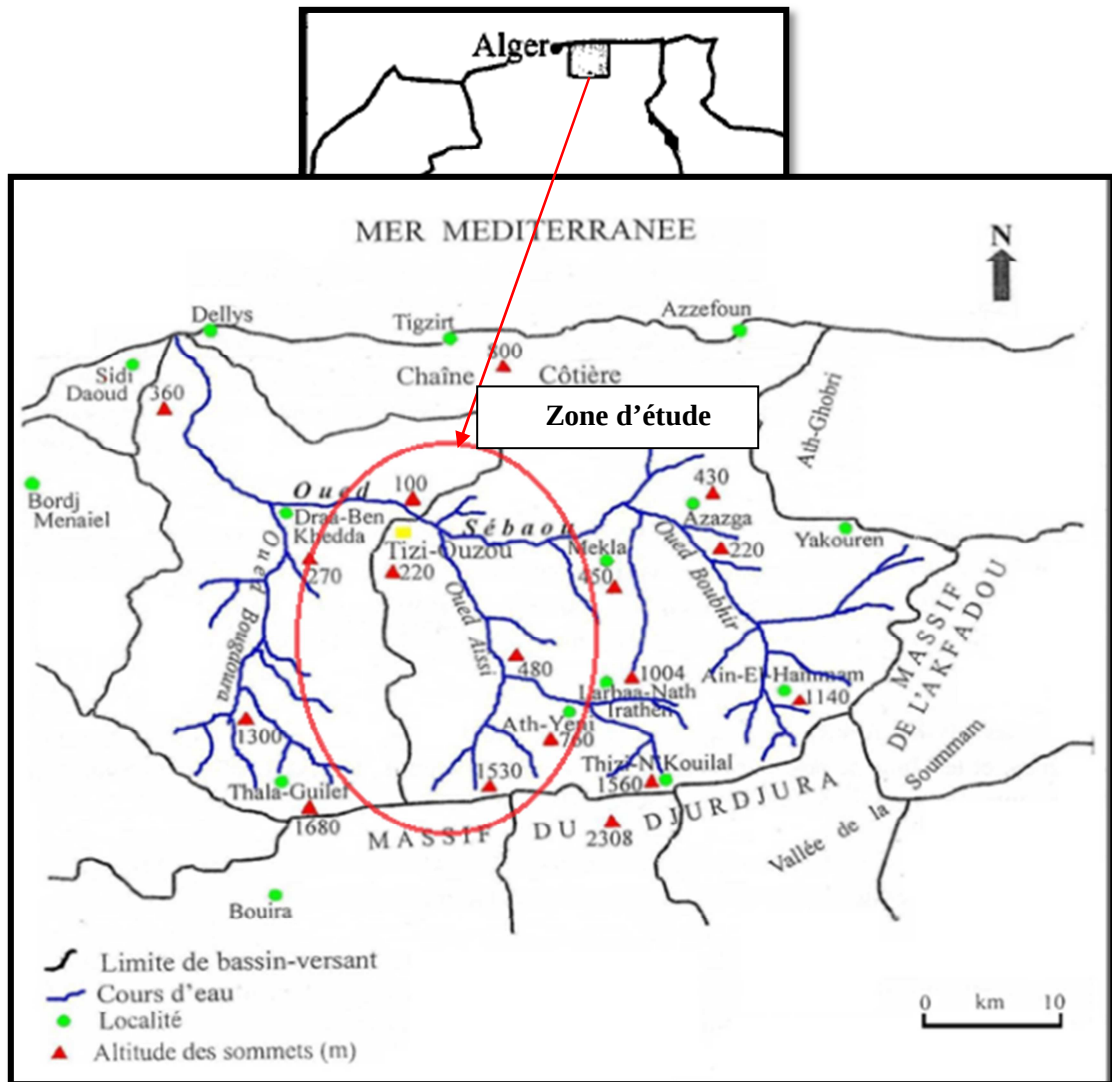


Figure 1 : Aperçu géographique de la région d'étude (Haouchine, 2011).

1.3 Climatologie

La Kabylie du Djurdjura se situant au Nord d'Afrique et en méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Celui-ci est caractérisé par un été chaud et sec et un hiver froid et humide avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularités interannuelles (Abdeselem, 1995).

1.3.1 Les précipitations

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

La pluviosité en Algérie varie sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition (Seltzer, 1946 ; Quezel, 1957; Chaumont & Paquin, 1971 in Lounaci, 2005).

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ath Ouabane, Larbâa N'Ath Irathen et Tizi Ouzou) sont portées sur la figure 2 et en annexe 1. Les données sont fournies par L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques de Tizi-Ouzou (A.N.R.H). Elles sont choisies ici pour leur localisation dans la zone d'étude ou sa proche périphérie (2000 – 2010).

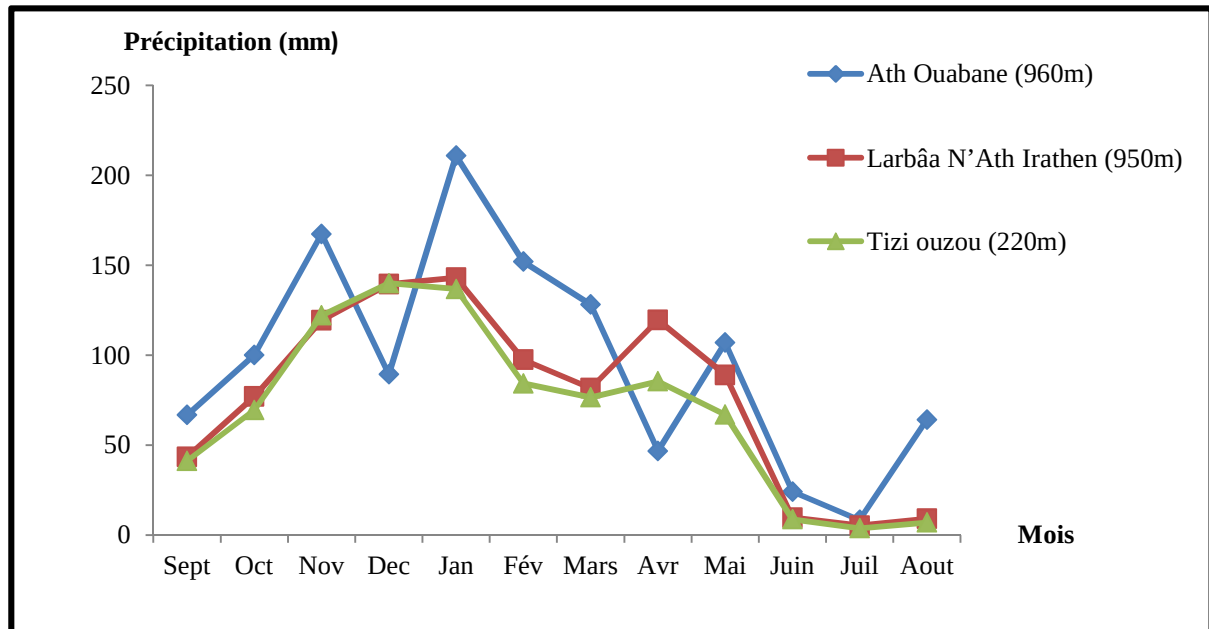


Figure 2 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (Période 2000 – 2010).

Dans les régions d'Ath Ouabane (Alt. 960 m) et de Larbâa N'Ath Irathen (Alt. 950 m), les précipitations sont élevées. Les moyennes annuelles sont respectivement de 1165 mm et 934,4 mm. A Tizi-Ouzou (Alt.220 m), les précipitations moyennes annuelles sont de 842 mm.

La lecture de la figure 2 montre que la période pluvieuse s'étale d'octobre à mai avec un maximum en novembre, décembre, janvier et février : les précipitations moyennes mensuelles supérieures à 100 mm.

Aussi bien à d'Ath Ouabane et Larbâa N'Ath Irathen que dans la vallée du Sébaou, les précipitations sont faibles.

1.3.2 Température de l'air

La température de l'air est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique. De plus, elle conditionne l'écologie et la biogéographie de tous les êtres vivants dans la biosphère (Dajoz, 1996).

Les valeurs de températures enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2000 à 2014 sont mentionnées dans l'annexe 2. Les données sont fournies par l'office national de la Météorologie de Tizi-Ouzou (O.N.M).

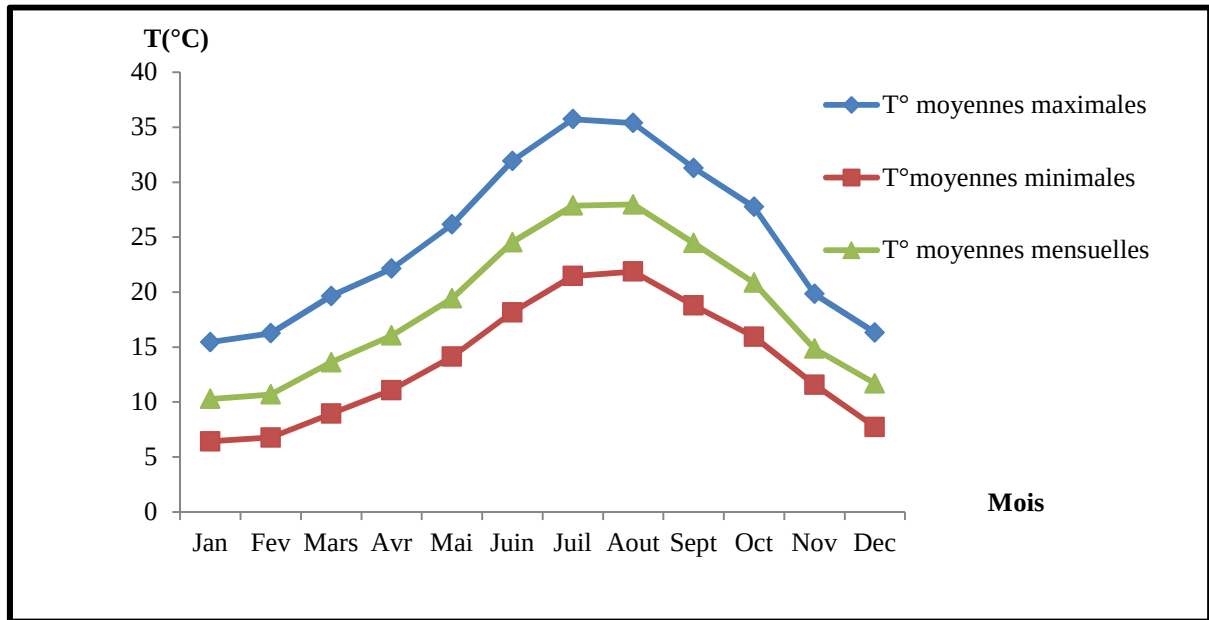


Figure 3: Températures moyennes mensuelles de l'air (maximales minimales et moyennes) en °C à Tizi-Ouzou, période 2000– 2014 (ONM de Tizi-Ouzou).

Les moyennes annuelles des températures de l'aire sont variables d'une année à une autre. La Température moyenne interannuelle enregistrée à Tizi-Ouzou est de 18,52 °C. La lecture de la figure 3 met en évidence que:

- les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année. Leurs Températures moyennes enregistrées sont respectivement 27,88 °C et 27,97 °C avec des maxima de 35,73 °C et 35,38 °C des minima de 21,47 °C et 21,87 °C.
- les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids avec des températures moyennes respectives de 11,69 °C ; 10,28 °C et 10,69 °C, des maxima de 16,33 °C, 15,45 °C et 16,26°C et des minima de 7,74 °C ; 6,42 °C et 6,77 °C.

1.4 La végétation

Le couvert végétal est un facteur écologique important, il a une influence sur le ruissellement superficiel, par son apport en feuilles mortes il constitue une importance ressource nutritive aux larves d'insectes.

De plus, le recouvrement végétale contribue au maintien des températures à un seuil relativement bas (empêche le réchauffement des eaux), et conditionne ainsi la répartition de la faune benthique (Lounaci, 2005).

La flore de la Kabylie est de type Méditerranéen. Elle varie en fonction de l'altitude.

- o Entre 450 m et 1100 m d'Alt : La végétation est constituée principalement de chêne vert (*Quercus ilex*), d'olivier (*Olea europaea*), de frêne (*Fraxinus sp*) et de merisier (*Cersusavium*).

- o Aux altitudes < 450 m : la végétation est constituée essentiellement de cultures de grandes productivités (oranger, citronnier, pommier, poirier et figuier), elle conduit à la dégradation des formations végétales naturelles.

Quand à la végétation aquatique elle est constituée principalement par des algues, des bryophytes et des macrophytes.

1.5 Perturbation anthropique

Aujourd'hui les réseaux hydrographiques de Kabylie sont semés à d'importantes perturbations anthropiques. Les unités industrielles et l'extension des zones urbaines sont les principaux polluants des milieux aquatiques continentaux qui déversent inévitablement leurs eaux usées dans les cours d'eau.

En altitude, la pollution est essentiellement d'origine domestique. Son impacte potentiel sur les cours d'eau est relativement faible.

En moyenne et basse altitude, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses. De nombreuses villes sont situées auprès des parties moyennes et inférieures des cours d'eau qui reçoivent les effluents urbains, extraction de sable, les unités industriels et ceux provenant de l'agriculture intensive.

2. Sites et méthodes d'étude

2.1 Description des cours d'eau et des stations étudiées

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur le moyen Sébaou et l'un de ces principaux affluents, l'oued Aissi.

Parmi les stations prospectées, neuf sont retenues dans le cadre de ce travail. Le choix de ces stations a été effectué en tenant compte des paramètres suivants : altitude, pente, diversité des biotopes, amont et aval des agglomérations. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations.

Les stations se repartissent comme suit :

- Six stations sur assif Larbaâ ;
- Une station sur l'oued Aissi ;
- Deux stations sur le moyen Sébaou.

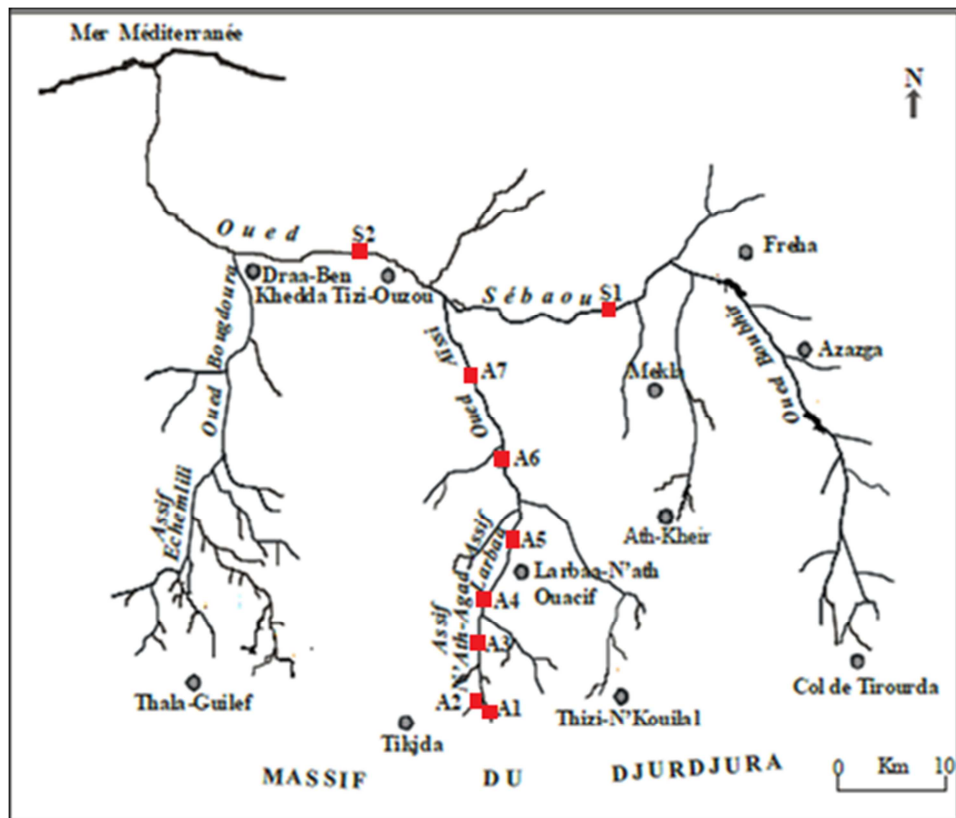


Figure 4 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations (Lounaci, 2011).

2.1.1 Oued Aissi

Oued Aissi, est le principal affluent de l'oued sébaou, il draine l'ensemble des écoulements du flanc nord de la dorsale médiane du Djurdjura.

Deux secteurs hydrographiques ont retenu notre attention : Assif Larbaâ et L'oued Aissi (s.s.).

2.1.1.1 Assif Larbaâ

Assif Larbaâ constitue le principal affluent de l'oued Aissi. Il prend naissance à partir des sources localisées à Thaltat (1100 m d'altitude) et Tizi N'Kouilal (1700 m d'altitude). Il coule en orientation sud-nord sur une distance de 25 Km entre 1100 m et 180 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Aissi au lieu dit " Thakhoukht ".

Sa partie supérieure, longue de 5 Km, peut être assimilée à un torrent de montagne. Elle est dotée d'une pente moyenne de l'ordre de 10 %. Sa partie inférieure, longue d'une vingtaine de kilomètre, à une pente moyenne de l'ordre de 1.5 %. La largeur de son lit peut atteindre par endroit 20 m. Sur son parcours se trouvent plusieurs points de prélèvement de sable induisant une perturbation mécanique.

Six stations sont retenues sur ce secteur : A1, A2, A3, A4, A5, A6.

➤ Station A1

Elle est située au lieu dit « Thiânsrines » à environ 500 m en aval de la source Arbaïlou, localisé au pied de la main du juif.

- Altitude : 920 m ;
- Pente à la station : 10 % ;
- Largeur du lit mineur : 0,5 – 1 m ;
- Profondeur : 10 à 30 cm ;
- Vitesse du courant : très rapide ;
- Substrat : rochers, gros galets, graviers ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive fournie et épineux ;
- Végétation aquatique : présence d'algues.

➤ Station A2

Ruisseau de source de faible débit située à 500 m en aval de la station A1.

- Altitude : 810 m ;
- Pente à la station : 10 % ;
- Largeur du lit mineur : 0,5 m ;
- Profondeur : 10 à 20 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne ;
- Substrat : galets, graviers, sable et débris végétaux ;
- Végétation bordante : strate arborescent fournie et épineux ;
- Végétation aquatique : présence d'algues.

➤ **Station A3**

Elle est localisée à 3 km environ en aval de la source Arbailou.

- Altitude : 480 m ;
- Pente à la station : 10 % ;
- Largeur du lit mineur : 1 à 2 m ;
- Profondeur : 10 à 30 cm ;
- Vitesse du courant : très rapide ;
- Substrat : rochers, galets, graviers, sable, limons et débris végétaux ;
- Végétation bordante : ripisylve très dense ;
- Végétation aquatique : présence de bryophytes.

➤ **Station A4**

Elle est située à 500 m en amont de la ville de Larbaâ des Ouacifs.

- Altitude : 380 m ;
- Pente à la station : 2,5 % ;
- Largeur du lit mineur : 2 à 5 m ;
- Profondeur : 10 à 40 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Substrat : galets, graviers, sable, limons ;
- Végétation bordante : strate herbacée et épineux ;
- Végétation aquatique : bryophytes et quelque macrophytes sur les berges.

➤ **Station A5**

Elle est localisée à proximité d'un pont à 6 km en aval de Larbaâ des Ouacifs.

- Altitude : 300 m ;
- Pente à la station : 1,5 % ;
- Largeur du lit mineur : 5 à 10 m ;
- Profondeur : 20 à 50 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Substrat : galets, graviers, sable et détritus organique ;
- Végétation bordante : ripisylve abondante.

➤ **Station A6**

Elle est localisée à 500 m en amont du lieu dit Thakhoukhth.

- Altitude : 200 m ;
- Pente à la station : 1,4 % ;
- Largeur du lit mineur : 2 à 10 m ;
- Profondeur : 10 à 40 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne à rapide ;
- Substrat : galets, graviers, sable et limons ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive éparses et épineux ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes.

2.1.1.2 Oued Aissi (S.S.)

Oued Aissi, principal affluent de l'oued Sébaou, prend naissance au lieu dit "Thakhoukhth", point de confluence des Ouacifs Larbaâ et Ouadhias.

Il coule en orientations sud-nord sur une distance d'une vingtaine de Km, entre 180 m et 100 m d'altitude, avant de se jeter dans l'oued Sébaou. Sa pente moyenne est de l'ordre de 0,5% et la longueur de son lit majeur peut atteindre par endroit 50 m. Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : station A7.

➤ **Station A7 :**

Elle est localisée à environ 5 km en aval du lieu dit « Thakhoukht ».

- Altitude : 140 m ;
- Pente à la station : 0,8 % ;
- Largeur du lit mineur : 5 à 10 m ;
- Profondeur : 10 à 40 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Substrat : galets, graviers et sable ;
- Végétation bordante : strate arborescente, arbustive et herbacée ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes.

2.1.2 Moyen Sébaou

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de Grande-Kabylie. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des bassins versants. Son écoulement s'effectue sur un lit relativement plat, de pente moyenne de l'ordre de 0,5 %.

Sur son parcours, d'importants prélèvements de sable sont effectués. Le cours d'eau reçoit également des rejets urbains et industriels induisant ainsi une perturbation du milieu.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : Stations S1 et S2.

➤ **Station S1**

C'est une station de plaine située à 2 Km en amont du village Tamda.

- Altitude : 100 m ;
- Pente à la station : 0,4 % ;
- Largeur du lit mineur : 2 à 10 m ;
- Profondeur : 10 à 50 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne à lente ;
- Substrat : galets, graviers, sable et détritiques organiques ;
- Végétation bordante : ripisylve éparse et très éloignée des rives ;
- Végétation aquatique : mousse et algues ;
- Prélèvement de sable tout au long du secteur de cette station, rejet urbain et dépôts d'ordures sur les rives.

➤ **Station S2**

Elle est située à 2 km en aval de la localité de Boukhalfa.

- Altitude : 60 m ;
- Pente à la station : 0,6 % ;
- Largeur du lit mineur : 2 à 10 m (peut atteindre une cinquantaine de mètres en période de crue hivernale) ;
- Profondeur : 10 à 50 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne à lente ;
- Substrat : galets, graviers, sable, limons et détritiques organiques ;
- Végétation bordante : strate herbacée et épineux ;
- Végétation aquatique : mousse et algues ;
- Action anthropique : prélèvement de sable et rejets urbains à 4 Km en amont.

2.2 Caractéristiques physique des stations

Les facteurs écologiques essentiels dans les eaux courantes sont la vitesse du courant, la nature de fond, la température et l'oxygénation (Dajoz, 1996).

2.2.1 La pente

La pente est un facteur écologique important, elle joue un rôle sur la vitesse du courant, la taille des éléments du substrat, ainsi que sur la répartition de la faune benthique (Lounaci-Daoudi, 1996).

Le tableau 1 illustre les altitudes et les pentes aux stations des cours d'eau étudiés.

- Les secteurs les plus pentues correspondent aux stations dont l'altitude varie entre 920 et 480 m, la pente est de l'ordre de 10 % (stations A1, A2, et A3).
- Dans les piémonts et les basses altitudes on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eaux. La pente fluctue entre 2,5 % et 0,5 % (Stations A4, A5, A6, A7, S1 et S2).

Tableau 1 : Altitudes et pentes aux stations des cours d'eau étudiés.

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2
Alt. (m)	920	810	480	380	300	200	140	100	60
Pente (%)	10	10	10	2,5	1,5	1,4	0,8	0,4	0,6

2.2.2 Le débit et l'écoulement de l'eau

L'écoulement de l'eau et le débit sont considérés comme des facteurs qui agissent sur la répartition des peuplements aquatiques. Le débit est déterminé par les précipitations, la nature des terrains traversés et la pente. Ainsi, ses variations dépendent de la vitesse du courant, de la hauteur de la lame d'eau et de la largeur du lit (Lounaci-Daoudi, 1996).

Les cours d'eau étudiés sont caractérisés par un régime hydrologique présentant de grandes fluctuations du débit, des cycles annuels très irréguliers associés au changement climatique saisonnier marqué par des crues soudaines et violentes, des étiages prononcés (Lounaci, 2005).

Aux altitudes supérieures à 1000 m, le régime hydrologique est pluvio-nival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril à début juin. Dans les zones de piémont et de plaine, le régime hydrologique est plutôt pluvial. L'étiage est plus ou moins prononcé, il ne dure que trois mois environ : de la mi-juillet à la mi-octobre (Lounaci, 2005).

2.2.3 La vitesse du courant

La vitesse du courant des cours d'eau étudiés varie d'une station à l'autre. Elle fluctue selon différents facteurs tel que la pente, la taille du substrat et la largeur du lit (Haouchine, 2011).

Les relevés de la vitesse de l'eau des cours d'eau étudiés qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portées sur le tableau 2. Elles fluctuent généralement de lente à très rapide selon l'échelle de Berg :

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

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

Tableau 2: Altitudes, largeurs du lit et vitesses du courant mesurées aux stations d'étude.
(**T.R** : vitesse très rapide, **R** : vitesse rapide, **M** : vitesse moyenne, **L** : vitesse lente).

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2
Altitude (m)	920	810	480	380	300	200	140	100	60
Largeur du lit (m)	1	0,5	1,5	4	5	8	10	10	10
Appréciation de la vitesse du courant	TR	M	TR	R-M	R-M	R-M	R-M	M-l	M-l

2.2.4 Substrat

Le substrat constitue le support fondamental des macro- invertébrés benthiques. Il joue un rôle important dans leurs répartitions. Ils sont strictement liés pendant une partie de leur vie (Haouchine, 2011).

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

Au niveau des stations d'altitude, le substrat est à dominance de gros galets et de graviers (cas de la station A1). En piémont et basse altitude, le substrat est plus hétérogène. Il est composé de galets, graviers, sables, limons avec présence de matière organique et de végétation aquatique.

Tableau 3 : Nature du substrat dans les stations étudiées. (**Gal:** galets, **Gra:** graviers, **Sab:** sables, **Lim:** limons, **M.O:** matières organiques, **V.A:** végétation aquatique : (**0** : absente, **1** : peu abondante, **2:** abondante, **3** : très abondante))

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2
Gal / Gra (%)	100	80	90	70	70	65	60	30	30
Sab /Lim (%)	0	0	10	30	20	25	30	40	40
M.O (%)	0	20	0	0	10	10	10	30	30
V aqu (%)	1	1	1	1	2	2	2	3	3

2.2.5 La Température de l'eau

La température de l'eau joue un rôle fondamental dans le développement et le cycle biologique de la faune aquatique. Elle varie régulièrement d'amont en aval. Elle est en fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la ripisylve et de la saison (Angelier, 2000 ; Lounaci, 2005).

La température de l'eau a été relevée in situ à l'aide d'un thermomètre à mercure. Les relevés sont portés dans l'annexe 3. Elles sont données ici à titre indicatif.

L'analyse des valeurs ponctuelles des températures de l'eau dans les stations étudiées nous a permis de les scinder en deux groupes :

✓ **Le premier groupe** : à amplitude thermique faible (11 °C à 13 °C) renferme les stations A1, A2 et A3. Ce sont des stations des cours d'eau ombragés, alimentées par les eaux de sources et la fonte des neiges. Les maxima se situent entre 14 et 16 °C et les minima hivernaux entre 8 et 10°C.

✓ **Le deuxième groupe** : renferme les stations de piémont et de basse altitude (A4, A5, A6, A7, S1 et S2) à amplitude thermique supérieures à 13 °C. les températures maximales varient entre 27 et 33°C et les minimales entre 11 et 12°C. En effet, la forte insolation au niveau des vallées, l'absence d'ombrage le long des cours d'eau et les faibles débits d'étiage sont à l'origine de ces fortes températures.

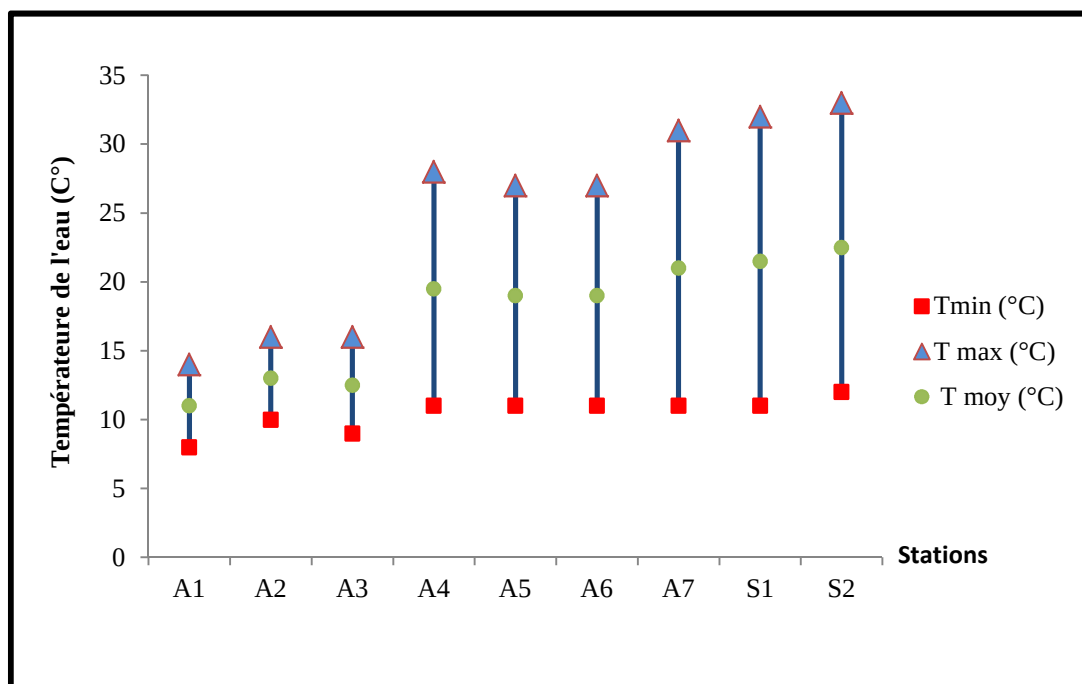


Figure 5 : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations d'étude.

2.3 Matériel et méthodes d'étude de la faune benthique

2.3.1 Techniques d'échantillonnage

➤ Échantillonnage benthique

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

En milieux lotique, les prélèvements quantitatifs ont été réalisés à l'aide d'un filet surber de 275 μ de vide de mailles, dans des zones peu profondes (inférieur à 40 cm), sur des surfaces de l'ordre de 0.1 m². 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 par le raclage du fonds.

En milieux lentique, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet troubleau à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre, l'échantillonnage est réalisé par dragage du fond en faisant allers-retours sur une distance d'un mètre environ.

➤ La chasse d'adulte

La chasse d'adulte est bien souvent utilisable pour l'identification spécifique de certains taxons difficile à séparer au stade larvaire. Les insectes repérés en bordure des cours d'eau sur la végétation et sur les pierres sont capturés à l'aide d'un filet fauchoir ou saisis à l'aide d'une pince entomologique souple, puis recueillis dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

➤ Conservation des échantillons

Les échantillons récoltés sont recueillis dans des sachets en plastique contenant une solution de formol concentré à 8%. La date, le numéro et les caractéristiques des stations sont notés à chaque prélèvement.

➤ Tri et détermination

Au laboratoire, les échantillons sont lavés et débarrassés des particules indésirables dans des tamis de mailles décroissantes allant de 5 à 0,2 mm.

Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine puis transvasé et homogénéisé dans des béchers de 250 cc.

Un pré-tri et une détermination sont effectués sous une loupe binoculaire par fraction successives dans des boîtes de pétri à fond quadrillé à l'aide de clés d'identification disponibles (Tachet *et al.*, 1980, 2000).

Les organismes sont repartis en familles systématique dans des piluliers contenant de l'alcool à 70 % munis d'une étiquette portant la date, le numéro de station et le nom du groupe identifié.

Vu les conditions de milieu défavorables pour effectuer plusieurs campagnes de récoltes, nous nous sommes référés aux bases de données (listes faunistiques, caractéristiques des stations) du laboratoire « Ecosystèmes Aquatiques Continentaux » de la faculté de l'U.M.M.T.O.

2.3.2. Méthodes d'analyses du peuplement

2.3.2.1. Indices de diversité

Ce sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement. Ils permettent d'avoir rapidement une évaluation de la diversité du peuplement. La mesure de la richesse taxonomique, de l'abondance et de l'occurrence sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement (Barbault, 1995). Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (Dajoz, 1985).

➤ La richesse spécifique

Cet indice correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (Boulunier et al., 1998 ; Ramade, 2003). Il est fréquemment utilisé comme une variable reflétant l'étape d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impacte des activités anthropiques sur la biodiversité.

➤ Abondance des espèces

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. C'est l'abondance d'une espèce par rapport à l'abondance totale des individus de toutes les espèces du prélèvement. Elle est calculée comme suit et exprimée en pourcentage :

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

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

N = nombre total d'individus.

➤ Occurrence des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de Dajoz (1985). C'est le nombre total des prélèvements où l'espèce considérée est présente, par rapport au nombre total des prélèvements effectués. Elle est exprimée en pourcentage :

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

$C \%$: la fréquence de l'espèce i .

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

P = nombre total de prélèvements.

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

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

- $C < 5 \%$ Espèce rare.

➤ **Indice de diversité Shannon-Weaver (H') (1963)**

De tous les indices, la formule de Shannon-Weaver est l'indice le plus utilisé, il permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps

L'indice de Shannon-Weaver convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

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

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

N = nombre total d'individus.

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

H' est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominant ; il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et réparti équitablement. Autrement dit, la diversité est minimale quand H' tend vers zéro (0), et est maximale quand H' tend vers ∞ .

➤ **Equitabilité (Piélou, 1969)**

L'indice d'Equitabilité rend compte de l'abondance relative de chaque taxon. Il est dérivé de celui de Shannon-Weaver. On peut le calculer à partir de l'équirépartition ou diversité maximale ($H'_{\max}$), laquelle correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individu.

Cet indice permet d'estimer la répartition des individus entre les espèces d'un même milieu. Il est donné par la formule suivante :

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

H' = indice de Shannon-Weaver.

S = Richesse spécifique.

$\log_2$ = logarithme à base 2.

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

2.3.2.1. Traitement statistique des données

Les principales méthodes statistiques multi variées utilisées dans notre travail se basent sur l'analyse en composant principales (ACP), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

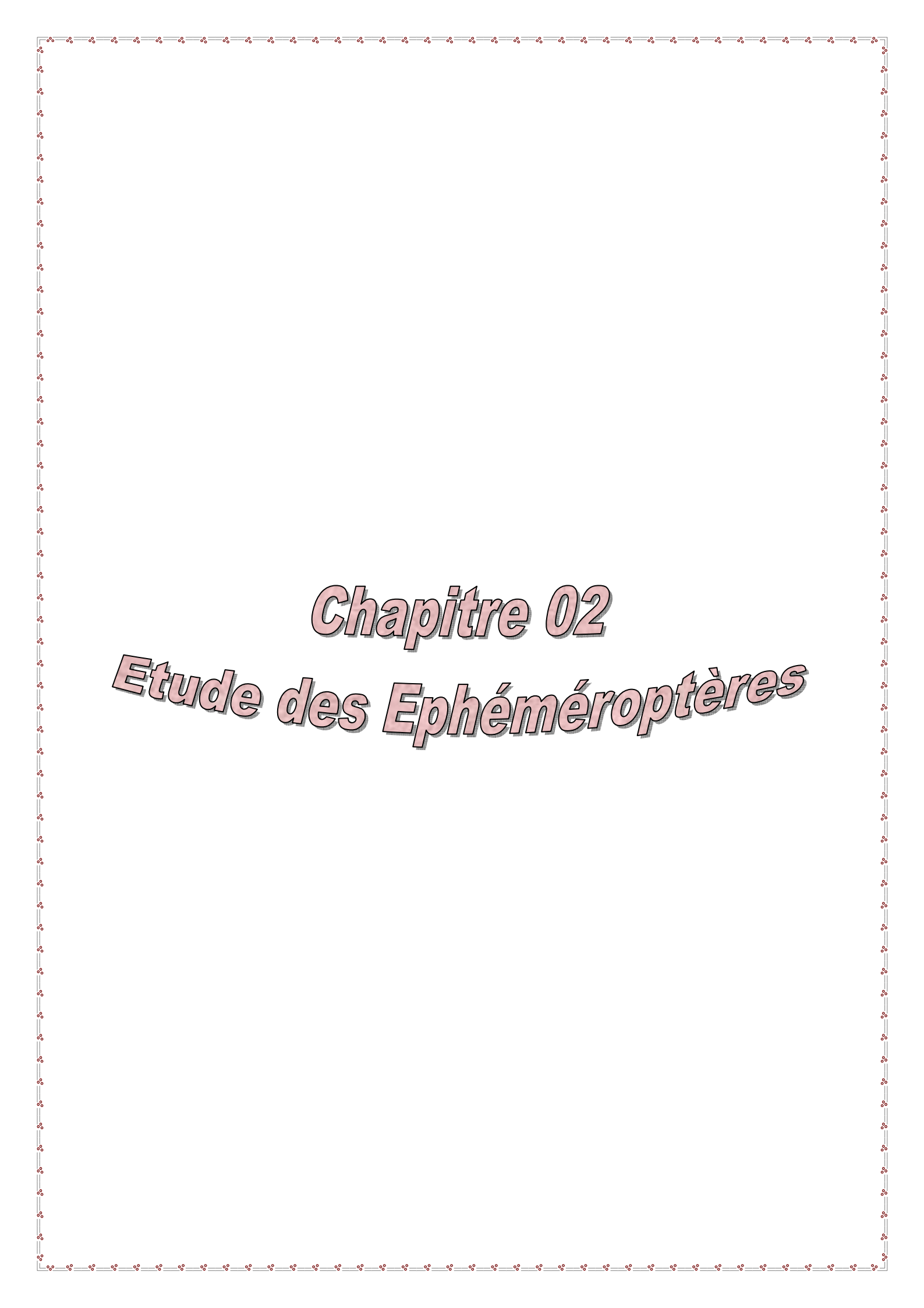
Le but de l'ACP est de donner une représentation synthétique et graphique de **P** individus dans un espace de dimensions diminué, sachant que l'on part d'un espace à **n** dimensions, **n** étant le nombre de variables mesurées.

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

La classification ascendante hiérarchique (CAH) est destinée à données des groupements décrits par un certain nombre de variables. Elle procède en fait à la construction de classes par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets.

2.3.2.3 Logiciels de calcul

Les logiciels 'Statistica 6.4' et 'Stat Box 6' ont permis de réaliser et de donner les différentes représentations graphiques des diverses analyses factorielles de type ACP, AFC et CAH.



Chapitre 02

Etude des Ephéméroptères

1. Généralités sur les Éphéméroptères

Les Éphéméroptères ou « mouche de mai » constituent l'ordre d'insectes le plus primitif parmi les insectes ailés connues depuis le Carbonifère (Masselot et Brulin, 1996 ; El Alami, 2002 ; Brulin, 2008 ; Zrelli *et al.*, 2015 ; Bebba, 2017). La brièveté de leur vie adulte de quelques heures à quelques jours selon les espèces est à l'origine du nom donné à ce groupe d'insecte (Jacquemin, 2001 ; Elouard *et al.*, 2001 ; El Alami, 2002 ; Bebba, 2017).

Les Éphéméroptères sont des insectes hémimétaboles (ptérygote, hétérométaboles) à métamorphose incomplète (Gédric et Gaëlle, 1999 ; El Alami, 2002 ; Brulin, 2007) dont les larves sont aquatique et les adultes aériens. Il existe plus de 3000 espèces dans le monde (Elouard *et al.*, 2001 ; Gattolliat *et al.*, 2015)

Ils sont considérés comme étant des insectes peu évolué ayant conservés des caractères primitifs tels que la présence :

- D'expansion trachéo-branchiales au niveau de l'abdomen (El Alami, 2002 ; Bebba 2017).
- Un stade intermédiaire entre l'état larvaire et le stade adulte. Ce stade est considéré comme un cas unique dans toute la classe des insectes (subimago) (Brittain et Sartori, 2009 *in* Gattolliat, 2015 ; Bebba, 2017).

1-1 Description

1-1-1 Larve

Larve aquatique subcylindrique ou aplatie dorsoventralement (El Alami, 2002 ; Moisan *et al.*, 2010 ; Brulin, 2007) à respiration trachéo-branchiales (Roth, 1980 ; Gédric et Gaëlle, 1999 ; Brulin, 2007).

❖ **La tête** : Elle porte deux yeux composées situées latéralement ou dorsalement, trois ocelles situées sur la partie dorsal de la tête, deux antennes insérer sur la partie antérieure de la tête et possède une pièce buccale broyeuse (Gédric et Gaëlle, 1999 ; El Alami, 2002).

❖ **Le thorax** : Il est composé de trois segments visibles portant chacun une paire de patte terminé par une griffe tarsale, un fourreau alaire porté par le mésothorax et le métathorax.

❖ **L'abdomen** : Il est composé de dix segments portant des branchies trachéennes (Cinq à huit paires), le dixième segment porte trois filaments caudaux

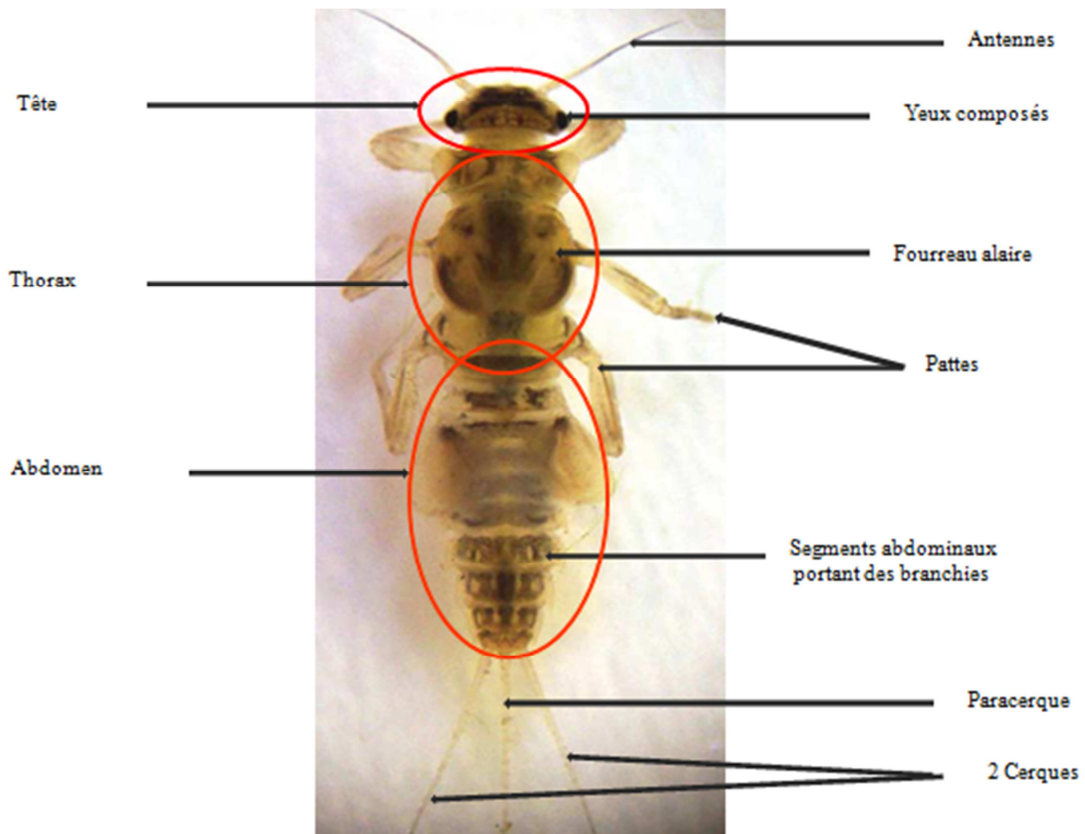


Figure 6 : Larve de *Caenis* (Brulin, 2007).

1-1-2 Adulte

L'adulte Possède deux stades aériens : la subimago et l'imago. Ils sont généralement semblables et ne diffèrent que par certains caractères telle que les ailes, la coloration, les génitalia ; absence des phanères (Elouard *et al.*, 2001 ; El Alami, 2002). Les subimagos sont recouverts d'une peau opaque (Gretia , 2009).

❖ **La tête :** Elle est généralement petite et de forme triangulaire en vue latérale. Elle porte deux yeux composés plus volumineux chez les males que chez les femelles ; trois ocelles sur la partie dorsale de la tête, des antennes courte située sous les yeux et une appareil buccales atrophié et non fonctionnelles (Alouard *et al.*, 2001 ; Brulin, 2007).

❖ **Le thorax :** Trois segments thoraciques sont distincts (El Alami, 2002).Le premier segment « prothorax » est le plus réduit des deux autres. Il porte la première paire de pattes qui est plus grande et grêle que les autres pattes chez le male. Le second segment « mésothorax » porte les deux ailes antérieures qui ne rabattent jamais au repos.

Le troisième segment « métathorax » porte la deuxième paire d'ailes qui est plus petite que les antérieures et parfois réduites (Baetidae), voir absente (*Caenis*, *Cloen* et *Procloen*).Chaque segment porte une paire de patte bien développé terminé par une seule griffe tarsale.

❖ **L'abdomen :** Il est composé de dix segments bien visibles. Le dixième porte deux cerques et un paracerque. Ce dernier est de taille variable selon les espèces et parfois absent (Elouard *et al.*, 2001).

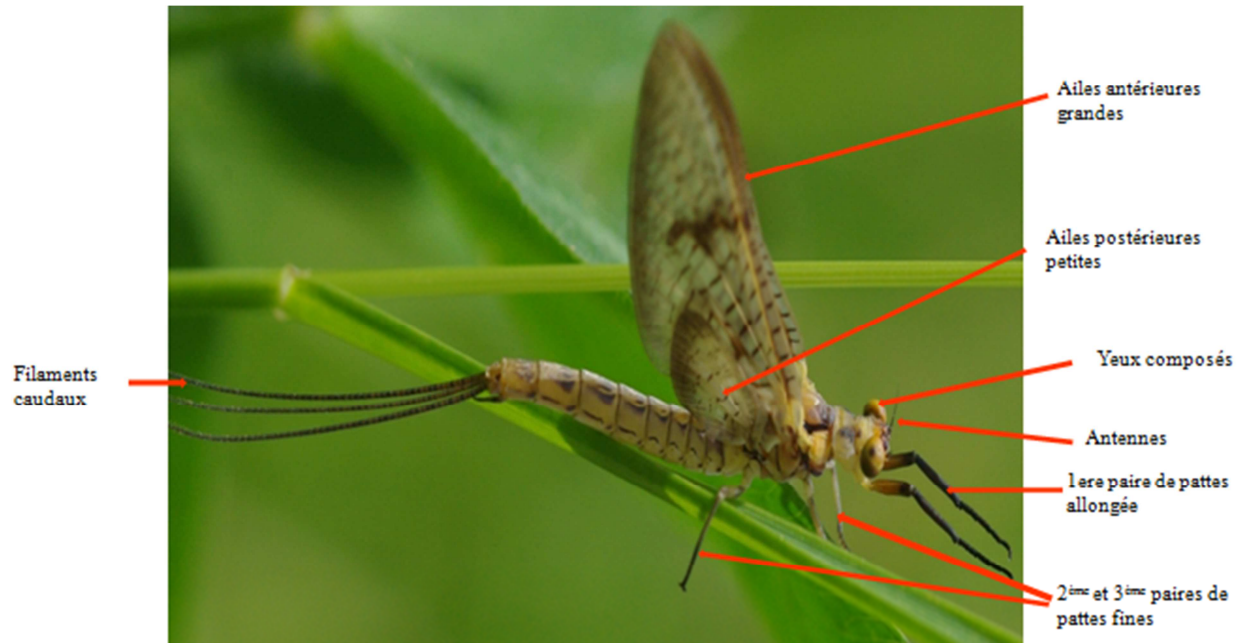


Figure 7 : Adulte d'un Éphéméroptères

1-2 Biologie et écologie des Éphéméroptères

Les stades aquatiques d'Éphémères sont strictement inféodés aux eaux douces lotiques et lenticues (Elouard *et al.*, 2001 ; El Alami, 2002 ; Bebbi, 2017).

Un cours d'eau peut héberger une multitude d'espèces montrant des adaptations morphologique, physiologique et comportemental selon les biotopes qu'elles occupent. On distingue des espèces rhéophiles (Heptageniidae) qui colonisent des zones à courant très vif ; des espèces limnophiles (Caenidae et Leptophlebiidae) colonisant les berges et les eaux stagnantes.

Les formes des larves varient en fonction de leur mode de vie. Cinq grands groupes peuvent être ainsi définis :

- ✓ Les larves nageuses : elles nagent dans les eaux stagnantes et les cours d'eau lents riches en végétations aquatique (Baetidae à l'exception du genre *Acentrella* et *Beatis*).
- ✓ Les larves agrippées : ce sont des espèces rhéophiles qui restent en contact du substratum (la famille Heptageniidae, le genre *Ecdyonurus*, *Rithrogena*).
- ✓ Les larves rampantes : elles sont de mauvaises nageuses, elles se situent près du fond et préfèrent habiter dans les fonds vaseux (*Caenis luctuosa* et *Caenis pusilla*, Potamanthidae, Leptophlebiidae).
- ✓ Les larves grimpeuses : elles vivent parmi la végétation (*Cloeon* sp, Ephemerellidae).
- ✓ Les larves fouisseuses : elles vivent enfouies dans le substrat meuble (sable, vase) du lit des cours d'eau (famille des Ephéméridés : *Ephemera vulgata*).

Le développement des larves d'Éphéméroptère se fait par des mues successives allant d'une dizaine à une quarantaine (Elouard *et al.*, 2001). A la fin de la phase larvaire, la larve s'émerge sous forme de subimago qui s'abrite au milieu de la végétation des bordures de l'eau ;

où elle subit la dernière mue qui donne naissance à un adulte sexuellement mature (Elouard *et al.*, 2001 ; El Alami, 2002).

C'est au cours des danses nuptiales que s'effectue l'accouplement (Verrier, 1956 ; Roth, 1980). Les mâles meurent justes après ce phénomène alors que les femelles meurent après la fin de la ponte (Gédric et Gaëlle, 1999). Cette dernière se fait toujours dans l'eau. Le mode de ponte varié selon les espèces. Certaines femelles peuvent déposer quelques œufs seulement à la surface de l'eau, d'autres lâchent les œufs en masse et enfin, les femelles du genre *Baetis* s'accrochent à un substrat et pénètrent sous l'eau pour déposer leurs œufs, qui alors tombent au fond de l'eau (Gédric et Gaëlle, 1999).

Diverses études (Gédric et Gaëlle, 1999 ; Bebbia *et al.*, 2015 ; Nechad et Fadil, 2016 ; Korbaa *et al.*, 2009) ont montré que les Éphéméroptères constituent un matériel biologique favorable dans les études écologiques, notamment dans l'estimation de la qualité biologique des eaux. Ils se caractérisent par leur grande valeur bioindicatrice vis-à-vis des nuisances subies par les cours d'eau

2 Les Éphéméroptères du sous-bassin de l'oued Aissi et du moyen Sébaou

Le présent travail a pour but de contribuer à la connaissance des Éphéméroptères d'Algérie. Les prospections réalisées dans les cours d'eau étudiés ont permis d'inventorier 18 espèces. Elles se répartissent en 12 genres et 5 familles dont la plupart sont représentées par un, deux ou trois espèces à l'exception des Baetidae qui sont les plus diversifiées avec 9 espèces. Toutes déjà connues d'Algérie. Les résultats sont consignés dans le tableau (4)

Tableau 4 : Répartitions des Éphéméroptères dans les stations. (Les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,09 m²).

		Sous-bassin de l'Oued Aissi							Le moyen Sébaou	
Espèces	Stations	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2
	Altitude	920	810	480	380	300	200	140	100	60
Baetidae										
<i>Acentrella sinaica</i>	Asin				2		6			
<i>Cheleocloeon dimorphicum</i>	Cdim								35	
<i>Baetis numidicus</i>	Bnum							2		
<i>Baetis pavidus</i>	Bpav				40	15	60	25	6	3
<i>Baetis punicus</i>	Bpun	80	120	40	200	200	35	6	10	3
<i>Baetis gr. rhodani</i>	Brho	3	10	3	10	40	6	20	200	3
<i>Nigrobaetis rhithralis</i>	Nrhi				2					
<i>Cloeon gr. simile</i>	Csim								55	
<i>Procloeon stagnicola</i>	Psta							2	3	
Heptageniidae										
<i>Rhithrogena gr. germanica</i>	Rger	35	15	30	40					
<i>Rhithrogena sp</i>	Rsp					10	3			
<i>Ecdyonurus rothschildi</i>	Erot					3	2	1		
Caenidae										
<i>Caenis luctuosa</i>	Cluc			3	150	200	8	10	80	80
<i>Caenis pusilla</i>	Cpus			2	40	6	80	15		
Leptophlebiidae										
<i>Choroterpes (C.) atlas</i>	Catl					2		2		
<i>Choroterpes (E.) lindrothi</i>	Clin								2	
<i>Habrophlebia gr. fusca</i>	Hfus		2	2	3					
Potamanthidae										
<i>Potamanthus luteus</i>	Plut		2		8	5	6	5	3	2

2.1 Richesse spécifique

Les cours d'eau étudiés, de par leurs reliefs et leur topographie, offrent une grande diversité de biotopes aquatiques ce qui influence sur la répartition des espèces.

La lecture de la figure (8), relative à la richesse spécifique, montre les fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre d'espèce varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de trois espèces récoltées à la station A1 et un maximum de dix espèces récoltées aux stations A4 et A7.

La richesse spécifique maximale est observée dans les zones de piémont et de basse altitude (380 m-100 m) stations : A4, A5, A6, A7 et S1, avec respectivement 10, 9, 9, 10 et 9 espèces.

Ces stations caractérisées par un substrat hétérogène, un courant rapide à modéré et des températures relativement élevées, semblent constituer des lieux préférentiels pour élément de ce groupe d'insectes.

Dans les zones supérieure (Alt 920 m-480 m) où les températures sont basse, largeurs de lit faible et le fond généralement érodé, on note une richesse spécifique faible. De même dans la zone de plaine (S2) le nombre d'espèce observé est généralement réduit. Les élévations de température en été et les activités anthropiques et les rejets industriels constituent les facteurs limitant le développement d'un grand nombre d'espèces.

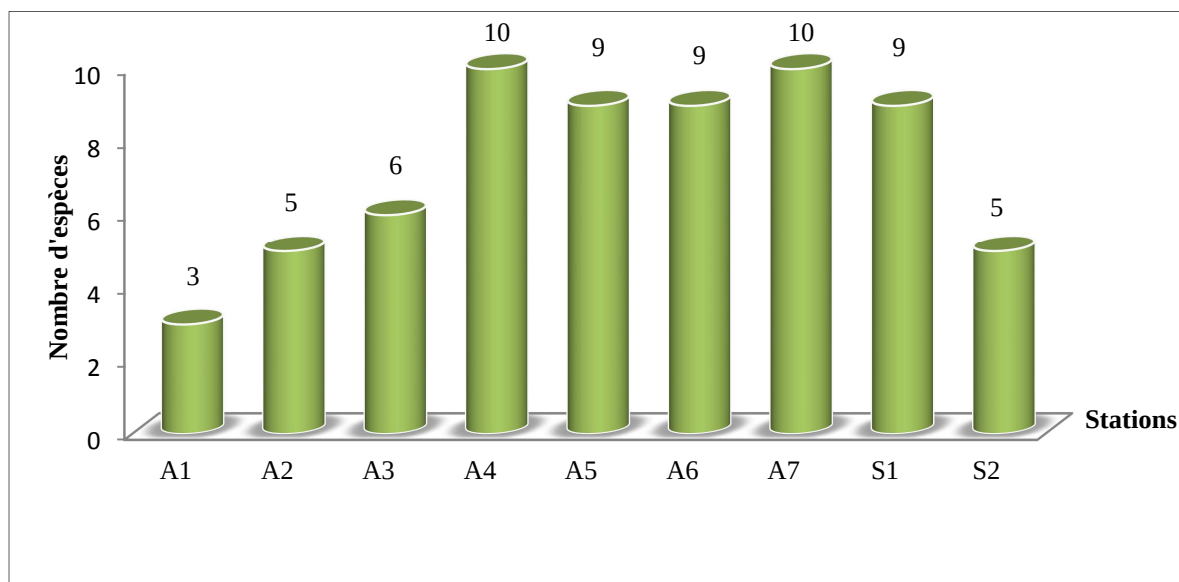


Figure 8 : Richesse spécifique des Éphéméroptères aux stations étudiées.

2-2 Abondance et fréquence des espèces

Les données de l'abondance et de l'occurrence des espèces sont visualisées graphiquement par les figures (9) et (10). Elles peuvent être classées en 4 groupes

- **Espèces dominantes par leur abondance et leur fréquence :**

- *Baetis punicus* et *Baetis gr. rhodani* : espèces à large valence écologique, sont les plus abondantes et les plus fréquentes dans les cours d'eau étudiés. Sauf que *Baetis gr. rhodani* est moins alticole que *B. punicus*.

Ces deux espèces sont très communes et sont eurythermes et eurytopes. Elles colonisent tous les types d'habitats indépendamment du substrat et de la vitesse du courant.

- *Caenis luctuosa* : elle colonise les zones de moyenne et de basse altitude. Son abondance maximale s'observe dans les zones de piémont.

- **Espèces assez fréquente et peu abondante**

Ce sont en général des espèces à populations plus ou moins denses. Elles peuvent être scindées en trois catégories :

- La première catégorie comprend une seule espèce : *Potamanthus luteus*. C'est un élément eurytherme et à grande amplitude écologique. Il est fréquent mais très peu abondant. Il colonise tous les types d'habitats, depuis les ruisseaux de montagnes jusqu'au cours d'eau de plaine.

- La seconde catégorie est constituée de deux espèces : *Rhithrogena gr. germanica* et de *Habrophlebia gr. fusca*. Elles sont alticoles, la zone de piémont constitue leur limite inférieure de distributions.

- La troisième catégorie est constituée d'éléments plus ou moins eurythermes, inféodés aux cours d'eau de moyenne montagne, de piémont et/ou de plaine.

Baetis pavidus, *Caenis pusilla* : espèces fréquentes et relativement abondantes dans les habitats de piémont et de plaine.

- **Espèces très peu abondante et très peu fréquentes**

Elles sont rares et récoltées dans une, deux ou trois stations. Ce sont en générale les espèces inféodées aux habitats :

- Rhéophiles de piémont : *Acentrella sinaica*, *Nigrobaetis rhithralis*, *Choroterpes (C.) atlas* *Ecdyonurus rothschildi*, *Rhithrogena sp*, *Choroterpes (E.) lindrothi* ;

- De basse altitude : *Cheleocloeon dimorphicum*, *Baetis numidicus*, *Cloeon gr. simile*, *Procloeon stagnicola*.

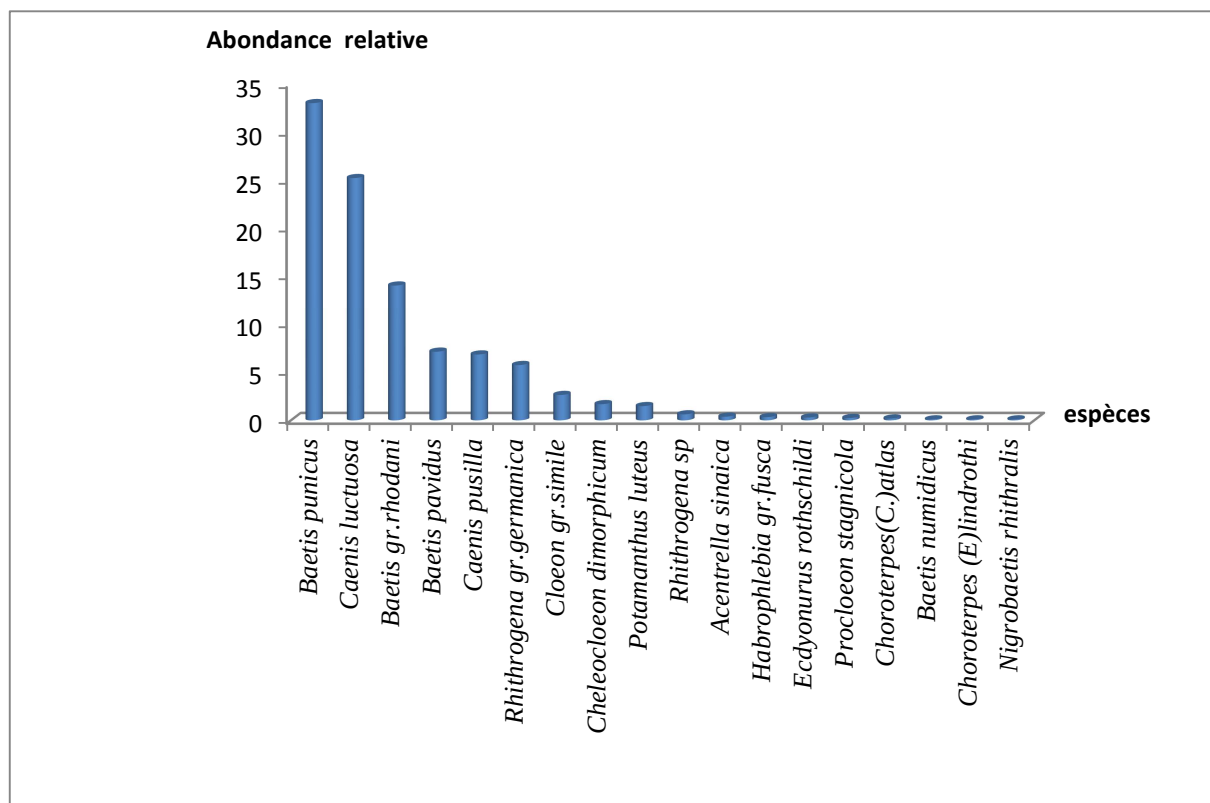


Figure 9 : Abondance relative des Éphéméroptères récoltés aux stations étudiées.

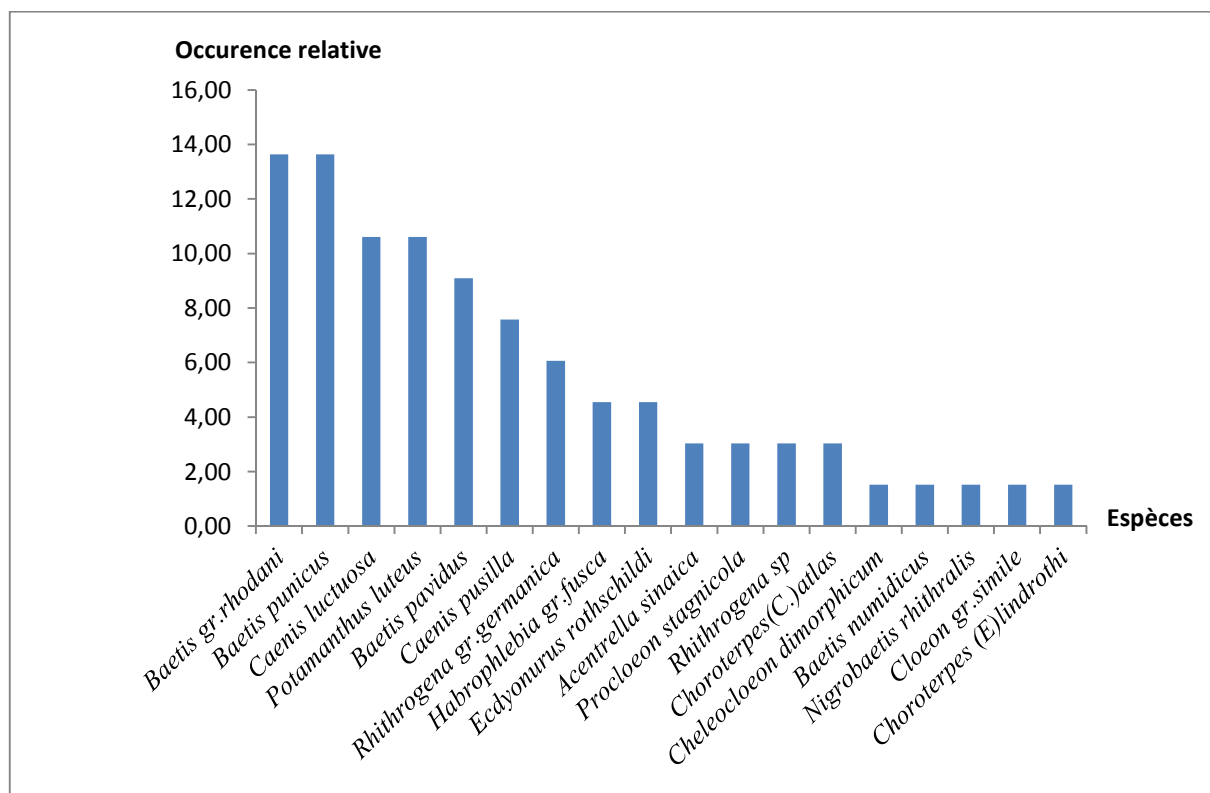


Figure 10 : Occurrence relative des Éphéméroptères récoltés aux stations étudiées.

2-3 Limites altitudinales des espèces

De l'amont vers l'aval, chaque cours d'eau présente un gradient longitudinal de condition écologique auquel correspond une succession spatiale des communautés faunistiques. Cette distribution des espèces est le résultat d'interaction complexe entre deux groupes de paramètres : la capacité d'adaptation des espèces vis-à-vis des facteurs du milieu (vitesse de courant, granulométrie du substrat, température de l'eau...) et leurs exigences en nature de ressource trophique (Marry, 1999 in Bebbia, 2017).

Pour mieux visualiser la distribution des Éphéméroptères le long des cours d'eau étudiés, la figure (11) traduit la succession des espèces en partant des éléments les plus alticoles pour arriver aux espèces de plaine, cette distribution donne en même temps un aperçu de la densité des populations.

Sur les 18 espèces recensées, 13 ont une répartition limitée à un seul secteur du réseau hydrographique. Ces espèces peuvent être considérées comme sténotope. Elle présente un réel intérêt pour les zonations des cours d'eau et apparaissent comme indicatrices des zones.

Dans les parties supérieures des cours d'eau, deux espèces appartiennent à cette catégorie : *Rhithrogena gr. germanica* et *Habrophlebia gr. fusca*. Elles sont alticoles et à tendance sténothermes d'eau froide.

- Six sont inféodées aux zones de piémont : *Nigrobaetis rhithralis*, *Acentrella sinaica*, *Rhithrogena sp.*, *Choroterpes (C.) atlas*, *Baetis numidicus*, *Ecdyonurus rothschildi*. Elles sont rhéophile et moins alticole que les précédentes.

- Quatre espèces peuvent être considérées comme thermophile : *Procloeon stragnicola*, *Choroterps (E.) lindrothi*, *Cheleoncloeon dimorphicum*, *Cloeon gr. Simile*. Leur répartition altitudinale est la plus étroite (200-100 m).

- Quatre espèces ont une large distribution le long des cours d'eau : *Baetis punicus*, *Baetis gr. rhodani*, *Caenis luctuosa*, *Potamanthus luteus*. Elles sont eurytope et à grande valence écologique.

- *Baetis pavidus* et *Caenis pusilla* sont des éléments de moyenne montagne et de basse altitude. Ils colonisent les habitats les plus divers entre 380 m et 100 m d'altitude.

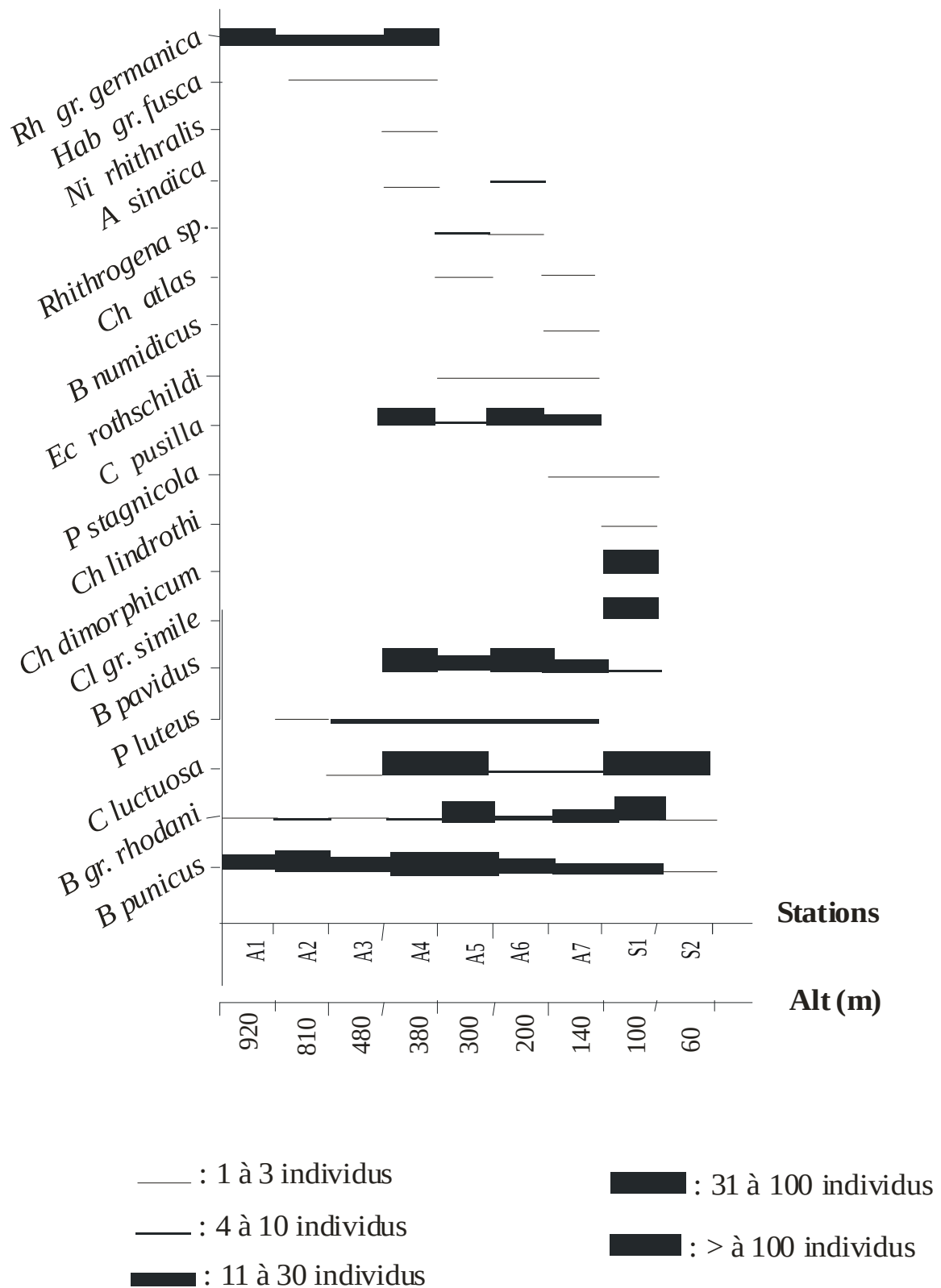


Figure 11 : Répartition altitudinale des espèces

2-4 Indices de diversité

• Indices de Shannon et Weaver et Equitabilité

L'indice de Shannon et Weaver (1949) présente l'intérêt écologique de fournir une indication globale de l'importance relative des différentes espèces. Nous avons calculé pour chaque station l'indice de diversité H' qui intègre la richesse spécifique et l'abondance relative des différentes espèces.

Le rapport $E = H'/H' \text{ max}$ correspond à l'indice de diversité relative ou d'Equitabilité (E). $H' \text{ max}$ étant la valeur maximale que l'indice H' peut atteindre.

L'indice de Shannon-Weaver et de l'Equitabilité expriment mieux la diversité et la structure des espèces figure (12). Les résultats obtenus pour ces deux indices varient respectivement entre 0,75 à 3,2 bits et entre 0,32 et 0,96.

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées aux stations A4 ($H'=2,33$, $E=0,7$), A5 ($H'=1,87$, $E=0,59$), A6 ($H'=2,52$, $E=0,8$), A7 ($H'=3,2$, $E=0,96$), S1 ($H'=2,11$, $E=0,67$). Ces stations à caractéristique hétérogène, présente des peuplements bien diversifiés où plusieurs taxons sont bien représentés.

Les valeurs les plus faibles sont enregistrées aux stations A1 ($H'=1,07$, $E=0,67$) et S2 ($H'=0,75$, $E=0,32$). La A1, les conditions de vie sont limitées suite à l'homogénéité du substrat (gros galets), pente forte, vitesse d'écoulement très rapide.

A la S2, les conditions de vie sont plutôt précaires suite aux élévations de températures et aux perturbations anthropiques du secteur de cette station.

Aux stations A2 ($H'=0,98$, $E=0,42$) et A3 ($H'=1,66$, $E=0,64$). Les valeurs de H et E traduisent une diversité moyenne des peuplements avec cependant une bonne représentation de quelques espèces telles que *Baetis punicus*.

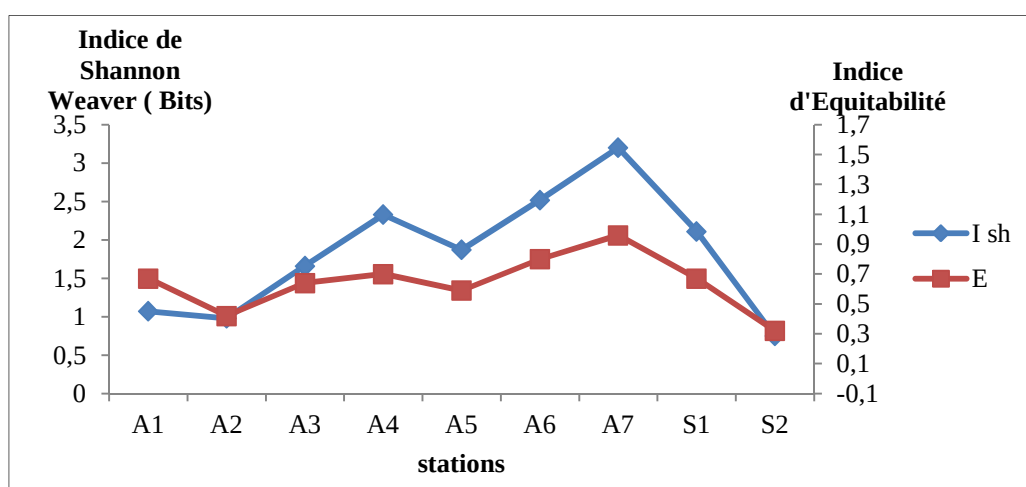


Figure 12 : Indice de Shannon-Weaver et l'Equitabilité.

2.5 Autoécologie des espèces recensées

L'étude des Éphéméroptères du sous bassin de l'oued Aissi a permis de recenser 18 espèces. Nous essayerons de donner un aperçu sur l'écologie et la répartition de ces espèces.

Famille des Baetidae

La famille des Baetidae est la plus diversifiée parmi les Éphéméroptères inventoriés. Elle compte 9 espèces répartis en 6 genres dont *Baetis* constitue le genre dominant avec quatre espèces.

- ***Acentrella sinaïca* (Bogoescu, 1931)**

Baetis sinaïcus Bogoescu, 1931

Acentrella sinaïca est une espèce médiosudeuropéen. Elle est considérée en Europe comme caractéristique des cours d'eau rapides des zones de piémont. (Vinçon et Thomas, 1985).

En Afrique du Nord, elle est selon Lounaci (2005), très peu abondante. Il l'a qualifié d'espèce rhéophile.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est récoltée à deux stations entre 200 et 380 m d'altitude. Elle colonise les zones de piémont à courant rapide et à substrat pierreux.

- ***Cheleocloeon dimorphicum* Soldan et Thomas, 1985**

Afroptilum dimorphicum Gillies, 1990

Centroptilum dimorphicum Soldan et Thomas, 1985

Cheleocloeon dimorphicum décrite d'Algérie par Soldan et Thomas (1985), est une espèce endémique d'Afrique du Nord (Thomas et Sartori, 1989 ; Lounaci, 2005 ; Himmi *et al.*, 2009 ; Mabrouki *et al.*, 2017). Elle est citée en Algérie, du Maroc et de Tunisie (Thomas, 1998).

Cette espèce est récoltée dans une seule station de plaine à courant moyenne à lent, à fond de galets et de sable, riche en bryophytes. Elle préfère les eaux relativement chaudes (Lounaci, 2005), et se montre moins rhéophile que les autres Baetidae.

- ***Baetis numidicus* (Soldan et Thomas, 1983)**

Baetis numidicus est décrite par Soldan et Thomas (1983). Elle est endémique d'Algérie les larves de cette espèce sont moins abondantes. Elles colonisent les biotopes de plaine à courant modéré et à température élevée. Elles semblent préférer les milieux riches en matière organique et en végétation aquatique.

- **Baetis pavidus** (Grandi, 1949).

Espèce du pourtour méditerranéen, elle est connue d'Italie, du sud de la France, de la Péninsule Ibérique et du Maghreb. Elle est thermophile et à répartition régulière depuis 60 m jusqu'à 1800 m d'altitude (El Alami et Dakki, 1998 ; El Alami, 2002 ; Abdaoui *et al.*, 2010 ; Nechad et Fadil, 2016 ; Mabrouki *et al.*, 2017). En Algérie, *B. pavidus* colonise les secteurs à courant moyen à lent (Lounaci-Daoudi, 1996 ; Bebbi, 2017).

Dans les cours d'eau étudiés, le développement des larves de *Baetis pavidus* semble être lié aux températures de l'eau élevées et à la présence de détritus organique.

- **Baetis punicus** Thomas, Boumaïza et Soldan, 1983

Baetis punicus est un élément ibéro-maghrébin (Himmi *et al.*, 2009 ; El Alami *et al.*, 2000 ; Zrelli, 2016). Les stades larvaires sont décrits par Thomas *et al.*, (1983) sur du matériel biologique de Tunisie, et les stades ailés par Thomas et Lounaci (1989) sur du matériel biologique provenant de la Kabylie du Djurdjura.

En Kabylie, *Baetis punicus* est l'Éphéméroptère le plus abondant et le plus fréquent. Il occupe la plus large zone altitudinale (Lounaci, 2005). Nos observations vont dans le même sens.

Cet élément, à large valence écologique, est présent à toutes les stations étudiées. Nous avons noté que les populations les plus denses sont enregistrées dans les biotopes supérieurs à 200 m d'altitude.

- **Baetis groupe rhodani**

Ce taxon est cité d'Algérie par Lounaci (1987), Lounaci-Daoudi (1996) et Mebarki (2001) et de Tunisie par Boumaïza et Thomas (1995).

Ce taxon est présente le même type de répartition que *Baetis punicus*, il est eurytope et eurytherme observé à toutes les stations. Il semble réaliser son optimum écologique dans les zones de piémont et de plaine ou il semble tolérer les grandes variations de température et la présence de matière organique.

Nigrobaetis rhithralis Thomas et Soldan, 1983

Baetis rhithralis Thomas et Soldan, 1983

Espèce endémique d'Afrique du Nord, elle est décrite de Blida sous le nom de *Baetis rhithralis* par Soldan et Thomas (1983). *Baetis rhithralis* semble être une espèce rare et localisée. Nous l'avons observé dans une seule station (A4, Alt 380 m) caractérisée par un courant rapide à

moyen, à substrat hétérogène à dominance de galets. Cette espèce est, selon Mebarki (2001) caractéristique du rhithron des cours d'eau.

- **Cloeon groupe simile** Eaton, 1870

Ce taxon est déjà signalé d'Algérie et de Tunisie (Thomas, 1998). Son biotope préférentiel semble être, selon Boumaïza (1994), Lounaci-Daoudi (1996) et Mebarki (2001), constitué par des cours d'eau relativement calmes de basse altitude.

Dans les cours d'eau étudiés, ce taxon semble être confiné dans des habitats de basse altitude, supportant de grandes amplitudes thermiques et la présence de matière organique. Il peut être une composante du potamal.

- **Procloeon stragnicola** Thomas et Soldan, 1983

Procloeon stragnicola est une espèce endémique du Maghreb. Elle est décrite d'Algérie par Soldan et Thomas (1983) puis signalée très récemment de Tunisie par Zerlli et al., (2011). *Procloeon stragnicola*, est une espèce rare peu fréquente et peu abondante, colonise les zones de basse altitude, elle tolère les grandes variations de température et la présence de matière organique. Lounaci-Daoudi, 1996 ; Bebbi et al., 2015). Nos observations vont dans le même sens, nous l'avons observé avec de faibles effectifs dans seulement deux stations : A7 et S1.

Famille des Heptageniidae

Trois espèces appartenant à deux genres composant cette famille : *Rhithrogena gr. germanica*, *Rhithrogena sp* et *Ecdyonurus rothshildi*.

- ✓ **Genre Rhithrogena**

Le genre *Rhithrogena* est un élément euro-méditerranéen. Dans le centre d'Europe, l'espèce type, *Rhithrogena germanica* est très rare et fortement menacée (Kovacs et al., 2002). Les larves sont rhéophiles colonisant les cours d'eau rapide d'altitude. Elles se rencontrent dans les biotopes à eau fraîche où le substrat est à dominance de galets (Kovacs et al., 2002 ; Lounaci, 2005).

Les récoltes réalisées dans les cours d'eau étudiés nous ont permis d'inventorier deux formes écologiquement distinctes :

- **Rhithrogena gr germanica**

Élément rhéophile, très abondant colonisant les cours d'eau rapide de montagne et de piémont (920-320 m). Il se rencontre dans les milieux où prédomine le galet. Il peut être qualifié d'élément rhéobionte d'eau froide.

- **Rhithrogena sp**

Cet élément est différent du taxon précédent. Il semble plutôt être potamophile. Nous l'avons récolté avec de faibles densités à deux stations (A6, A7) dans des biotopes à dominance de galets et à écoulement de l'eau rapide à moyen.

✓ **Genre Ecdyonurus** : Il est représenté par une seule espèce.

- **Ecdyonurus rothchildi** Navas, 1929

Espèce endémique ibéro-magrébine, elle est citée de plusieurs localités du Maghreb (El Alami, 2002 ; Lounaci, 2005 ; Himmi *et al.*, 2009 ; Bebba, 2017 ; Mabrouki *et al.*, 2017), *Ecdyonurus rothchildi* est une espèce thermophile et caractéristique des stations temporaire et permanente de basse et de moyenne altitude (Boumaïza et Thomas, 1986 ; Mabrouki *et al.*, 2017), mais peut remonter jusqu'à 1500 m (Mebarki, 2001). Elle est rare dans les cours d'eau étudiés, nous l'avons récolté dans trois stations entre 140 et 300 m d'altitude où elle semble cohabiter avec *Rhithrogena sp*.

Famille des Caenidae

Deux espèces Caenidae sont rencontrées dans les cours d'eau étudiés : *Caenis luctuosa* et *Caenis pusilla* ce sont des formes rampantes, recherchant les fonds à granulométrie fine des eaux calmes.

- **Caenis luctuosa** Burmeister, 1839

Caenis luctuosa est une espèce à large répartition en Afrique du Nord. Elle est connue du pourtour du bassin méditerranéen (Lounaci, 2005 ; Lounaci-Daoudi, 1996 ; Mabrouki *et al.*, 2017). Est un élément thermophile à une aire de distribution très variée (Boumaïza et Thomas, 1986 ; El Alami et Dakki, 1998 ; El Alami, 2002 ; Lounaci, 2005). Elle est très fréquente aussi bien en eau courante qu'en eau stagnante (Bebba *et al.*, 2015 ; Nechad et Fadil, 2016 ; Mabrouki *et al.*, 2017), elle est polluo-résistante et à spectre écologique assez large (Thomas et Sartori, 1989 ; Gagneur et Thomas, 1988).

Dans le cours d'eau étudié, cette espèce peuple les milieux les plus diversifiés, nous l'avons observé entre 60 et 480 m d'altitude, mais elle est surtout abondante en piémont et en plaine.

- **Caenis pusilla Navas, 1913**

Est un élément connu du pourtour du bassin méditerranéen *Caenis pusilla* est peu fréquente et peu abondante au Maghreb contrairement à sa congénère *C. luctuosa* à laquelle elle est toujours associée. Elle prolifère sur les fonds pierreux dans les eaux propre ou peu polluée (Gagneur et Thomas, 1988).

Nous l'avons récolté à cinq stations (140-480 m d'altitude) où cette espèce semble être moins tolérante aux variations thermique et à l'abondance de matière organique que *Caenis luctuosa* (Gagneur et Thomas, 1988 ; Nechad et Fadil, 2016 ; Mabrouki *et al.* 2017), ce qui expliquera son absence dans la partie aval de cours d'eau.

Famille de Leptophlebiidae

La famille des Leptophlebiidae est représentée par trois espèces appartenant à deux genres : *Choroterpes* et *Habrophlébia*.

- ✓ **Genre Choroterpes**

- **Choroterpes (Choroterpes) atlas Thomas et Soldan, 1983**

Choroterpes (C) atlas est une espèce endémique d'Afrique du Nord, elle est décrite d'Alger par Soldan et Thomas (1983). Elle possède une aire de répartition recouvrant tout le Maghreb (El Alami, 2002 ; Lounaci, 2005 ; Himmi *et al.*, 2009 ; Bebbi, 2017), Elle est selon Mabrouki *et al.* , (2017). El Alami et Dakki (1998) une espèce thermophile colonisant les parties moyennes des cours d'eau.

Dans les cours d'eau étudiés, elle est peu abondante et peu fréquente. Elle semble coloniser les cours d'eaux plutôt à courant rapide à modéré, coulant sur un fond pierreux.

- **Choroterpes (Euthraulus) lindrothi Peters, 1980**

Choroterpes (E.) lindrothi est endémique d'Afrique du Nord. Elle est décrite par Peters (1980) du sud du Maroc.

Dans les cours d'eau étudiés, cet élément est capturé dans une seule station (S1, altitude 100 m) avec une densité des populations faibles. Elle caractériserait les biotopes chauds de basse altitude riches en végétation aquatique et/ ou en détritus organiques.

- ✓ **Genre Habrophlébia**

Ce taxon est déjà cité de plusieurs localités d'Algérie : Kabylie (Eaton, 1899 ; Lounaci, 1987), Alger (Gauthier, 1928), Tlemcen (Gagneur et Thomas, 1988). Il appartient au complexe d'espèces du groupe *fusca*.

- **Habrophlebia gr. fusca** Eaton, 1881

Selon Lounaci (2005), le genre *Habrophlebia gr. fusca* est alticole et poluo-sensible. Il est inféodé aux habitats des ruisseaux de sources et de moyenne montagne, où il semble rechercher des biotopes froids ou frais. Cet élément a été rencontré avec de faibles effectifs dont trois stations entre 380 et 820 m d'altitude. Il représente, selon Mebarki (2001), l'exemple type de remontée des espèces vers l'amont, fuyant les élévations de température, de la zone avale et les perturbations anthropiques.

Famille des Potamanthidae

La Famille des Potamanthidae est représentée par une seule espèce *Potamanthus luteus*.

- **Potamanthus luteus** Linné, 1758

La faune Nord africaine renferme un seul genre *Potamanthus*; représenté par l'unique espèce *Potamanthus luteus* (Thomas, 1988). Elle est à distribution européenne et circum-méditerranéenne.

Potamanthus luteus est, selon (Giudicelli *et al.*, 1980) une composante de l'épipotamal. Dakki (1987) la qualifie de rare et localisée dans les grandes rivières de basse altitudes.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce remonte jusqu'à 810 m d'altitude dans des habitats variés et même ceux affectés par la pollution organique.

2.6 Considération biogéographie

La faune Éphéméroptères, recensée dans ce travail est composée essentiellement d'éléments appartenant à la faune paléarctique, largement répartie dans la région méditerranéenne avec deux éléments afro-tropicaux : *Choroterpes (Euthraulus) lindrothi* et *Cheleocloeon dimorphicum* (Zrelli *et al.*, 2016). Sur les 13 éléments identifiés au niveau spécifique nous distinguons :

- **Les espèces endémiques Nord-africaines** : elles sont au nombre de six et peuvent être scindé en espèces micro-endémiques à aire de répartition très restreinte, et macro-endémiques largement répandues au Maghreb.
 - **Les espèces micro-endémiques d'Algérie** : l'Algérie abrite une espèce micro-endémique : *Beatis numidicus*, limitée aux régions de Kabylie et de Blida.
 - **Les espèces macro-endémiques** : ce sont les espèces endémiques du Maghreb dans son ensemble. Elles sont au nombre de cinq : *choroterpes (E) lindrothi*, *Choroterpes (C) atlas*, *Procloeon stragnicola*, *Cheleocloeon dimorphicum* et *Nigrobaetis rithralis*.
- **Les espèces ouest-méditerranéennes** : *Baetis pavidus*, *Beatis punicus*, *Caenis pusilla* et *Ecdyonurus rothschildi*, présentent une aire de répartition plus ou moins large dans la partie

ouest méditerranéenne. Elles couvrent le Maghreb, la péninsule Ibérique, le sud de la France et l'Italie. *Caenis pusilla* s'étend toute fois jusqu'en Allemagne et en Tchécoslovaquie.

- **Les espèces circum-méditerranéennes :** *Caenis luctuosa*, cette espèce couvre l'Afrique du Nord, l'Europe méditerranéenne et le Proche-Orient. Sa répartition peut être qualifiée de circum-méditerranéennes.

- **Les espèces européennes à vaste répartition :** *Acetrella sinaïca*, *potamanthus luteus*. Elles sont largement répandues en Europe méditerranéenne et en Afrique du Nord.

3 Structure de la faune

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

➤ Structure mésologique

Dans ce travail, 16 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 9 stations d'étude (tableau 5)

Tableau 5 : Caractéristiques environnementales des 16 stations étudiées.

Alt : Altitude (m) ; **Dist :** Distance à la source (km), **Pent :** pente (%) ; **Larg. :** Largeur du cours d'eau (m) ; **Prof. :** Profondeur moyenne (cm) ; **Vit. :** Vitesse du courant [4 classes, de lent (1) à très rapide (4)] ; **Tmax. :** Température maximale (°C) ; **Tmin. :** Température minimale (°C) ; **Ripi :** Ripsisylve [4 classes, de rare (1) à très abondante (4)] ; **Vaq. :** Végétation aquatique [3 classes, très peu abondante (1) à très abondante (3)] ; **Gal. :** Galets (%) ; **Grav. :** Gravier (%) ; **Sab. :** Sables (%) ; **Lim. :** Limon (%) ; **MO :** Matières organiques ; **Pol. :** perturbations anthropiques [3 classes, d'absente (1) à abondante (2)] .

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2
Alt	920	810	480	380	300	200	140	100	60
Dist	0,5	0,7	3	4,5	11	20	30	45	75
Pent	10	10	10	2,5	1,5	1,4	0,8	0,2	0,6
Larg	1	0,5	1,5	4	5	8	10	10	10
Prof	20	10	20	30	30	30	30	40	40
Vit	4	2	4	3	3	3	3	1	1
Ripi	4	4	4	1	2	2	2	1	1
Vaq	1	1	1	1	2	2	2	3	3
Tmax	14	16	16	28	27	27	31	32	33
Tmin	8	10	9	11	11	11	11	11	12
Gal	70	30	90	50	50	50	50	15	15
Grav	30	50	0	20	15	15	15	15	15
Sab	0	0	0	20	15	15	15	30	30
Lim	0	0	10	10	10	10	10	10	10
MO	0	20	0	0	10	10	10	30	30
Pol	0	0	0	0	1	1	1	2	2

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte a montré que la plupart des variables sont intercorrélées (Tableau 6) et particulièrement :

- altitude, pente, ripisylve, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus décroissante ;

- Distance à la source, largeur du lit mineur, hauteur de la lame d'eau, température de l'eau, végétation aquatique, substrat (sable et limon) perturbations anthropiques, variables liées par une relation croissante.

Quant aux autres paramètres, vitesse du courant, substrat (galets-graviers, matières organiques), leurs niveaux de liaisons sont en général assez faibles et ne présentent pas de linéarité entre elles.

Tableau 6 : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 16, P<0,05)

(En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral))

	Alt	Dist	Pent	Larg	Prof	Vit	Ripi	Vaq	Tmax	Tmin	Gal	Grav	Sab	Lim	MO	Pol
Alt	1															
Dist	-0,75	1														
Pent	0,91	-0,67	1													
Larg	-0,92	0,84	-0,91	1												
Prof	-0,88	0,80	-0,89	0,88	1											
Vit	0,51	-0,77	0,52	-0,59	-0,54	1										
Ripi	0,84	-0,67	0,94	-0,81	-0,91	0,59	1									
Vaq	-0,81	0,91	-0,79	0,89	0,86	-0,76	-0,72	1								
Tmax	-0,93	0,76	-0,98	0,93	0,91	-0,62	-0,95	0,82	1							
Tmin	-0,85	0,69	-0,88	0,78	0,72	-0,69	-0,87	0,71	0,91	1						
Gal	0,45	-0,70	0,57	-0,59	-0,51	0,96	0,62	-0,72	-0,64	-0,71	1					
Grav	0,64	-0,30	0,40	-0,43	-0,57	-0,18	0,35	-0,34	-0,39	-0,20	-0,32	1				
Sab	-0,85	0,82	-0,90	0,86	0,95	-0,73	-0,96	0,85	0,94	0,84	-0,72	-0,35	1			
Lim	-0,90	0,46	-0,75	0,67	0,75	-0,17	-0,71	0,53	0,75	0,66	-0,08	-0,84	0,66	1		
MO	-0,47	0,78	-0,45	0,59	0,48	-0,96	-0,45	0,80	0,53	0,60	-0,91	0,16	0,63	0,10	1	
Pol	-0,81	0,91	-0,79	0,89	0,86	-0,76	-0,72	1,00	0,82	0,71	-0,72	-0,34	0,85	0,53	0,80	1

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, l'étude des facteurs environnementaux mesurés a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement (Figure 13) dans l'espace les deux premiers facteurs significatifs prenant en compte 89% (F1 : 72%, F2 : 17%) de la variance totale.

Les variables altitude, pente, ripisylve, substrat grossier et vitesse du courant fortement liées 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 liés à l'axe 1 (en position positive), distance à la source, largeur du lit mineur, profondeur de l'eau, température de l'eau, substrat

composé de sable, limons et abondance de matière organique, voient leurs valeurs croître de l'amont vers l'aval.

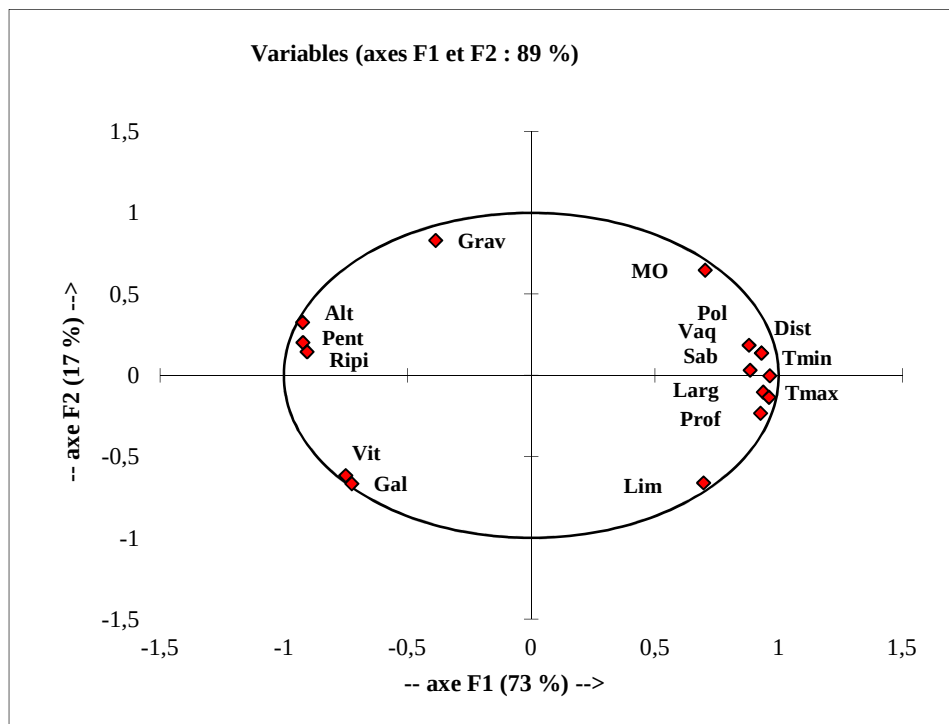


Figure 13 : ACP représentation de la distribution des paramètres environnementaux

L'ACP nous ayant fourni un résumé objectif de l'ensemble des données, une classification ascendante hiérarchique (CAH), réalisée sur la base des résultats de l'ACP, visualise bien les relations entre ces variables pour l'ensemble des stations (figure 14)

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations (Figure 15) montre deux groupes de stations :

- le groupe 1 comprend les stations d'altitude et de piémont (stations A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7)
- le groupe 2 représenté par les stations de plaine (stations S1, S2).

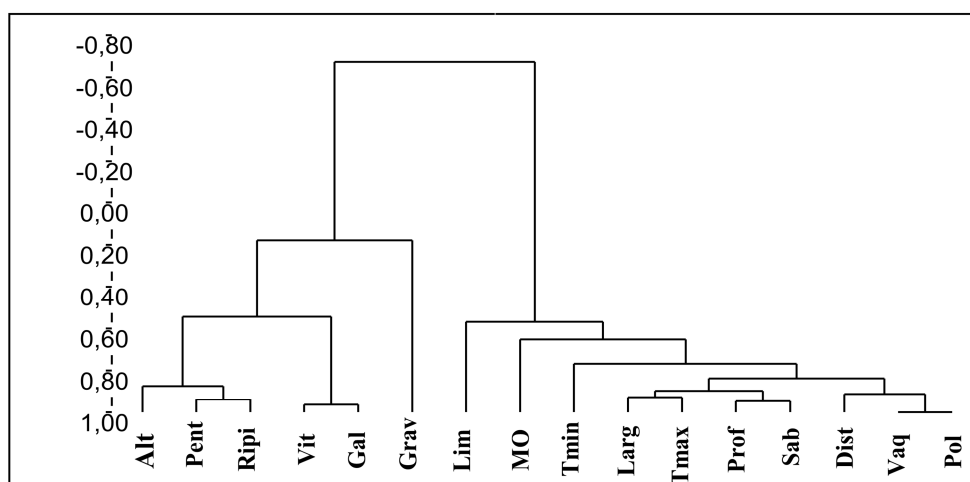


Figure 14 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.

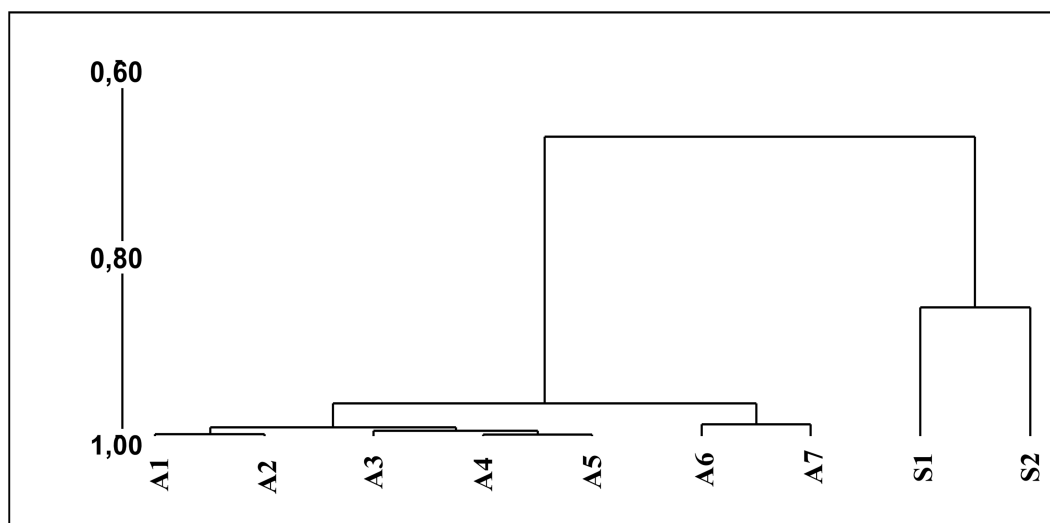


Figure 15 : Dendrogramme visualisant les relations entre les stations.

➤ Structure du peuplement

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur la matrice stations x espèces (9 stations x 18 espèces). La recherche de noyaux d'affinité est rendue possible grâce à la classification ascendante hiérarchique utilisée à partir des coordonnées des variables et des observations suivant les axes de l'AFC.

Les deux premiers axes de l'AFC cumulent 71% de l'information contenue dans la matrice des données (F1 : 42%, F2 : 29%) (Figure 16).

La classification ascendante hiérarchique a permis d'individualiser 3 noyaux d'affinité entre les stations d'une part et les espèces d'autre part (figures 17 et 18). Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence 3 groupements d'espèces se succédant le long de la structure :

Le groupe 1 est composé d'éléments eurythermes. Inféodés aux habitats de plaine. Il est corrélé aux paramètres altitudes basses, pentes faibles, vitesses du courant lentes à modérées, substrat hétérogène marqué par une granulométrie fine. *Procloeon stagnicola*, *Baetis gr. rhodani*, *Choroterpes(E) lindrothi*, *Cheleocloeon dimorphicum* et *Cloeon gr. Simile* connus pour leur caractère thermophile sont les seuls Éphéméroptères observés dans ce peuplement.

Le groupe 2 présente un cortège d'espèces hémisténothermes peuplant les cours d'eau de moyenne montagne. Dans cet ensemble, nous avons :

- *Rhithrogena gr. germanica*, *Habrophlebia gr. fusca* et *Baetis punicus*, espèces généralement fréquentes et représentatives des stations d'altitude.

-*Nigrobaetis rhithralis*, espèce à forte affinité pour les habitats de piémont, caractérisés par un substrat grossier et une tendance nette à la rhéophile.

Le groupe 3 est composé d'éléments plus ou moins eurytherme, Il est corrélé aux paramètres altitudes basses, pentes faibles, vitesses du courant modérées, substrat hétérogène. Il comprend principalement des espèces de piémont (*Acentrella sinaica*, *Caeni spusilla*, *Baetis pavidus*, *Ecdyonurus rothschildi*, *Potamanthus luteus*, *Rhithrogena sp*, *Baetis numidicus* et *Choroterpes(C.) atlas*). Toutes ces espèces montrent de faibles amplitudes d'habitats.

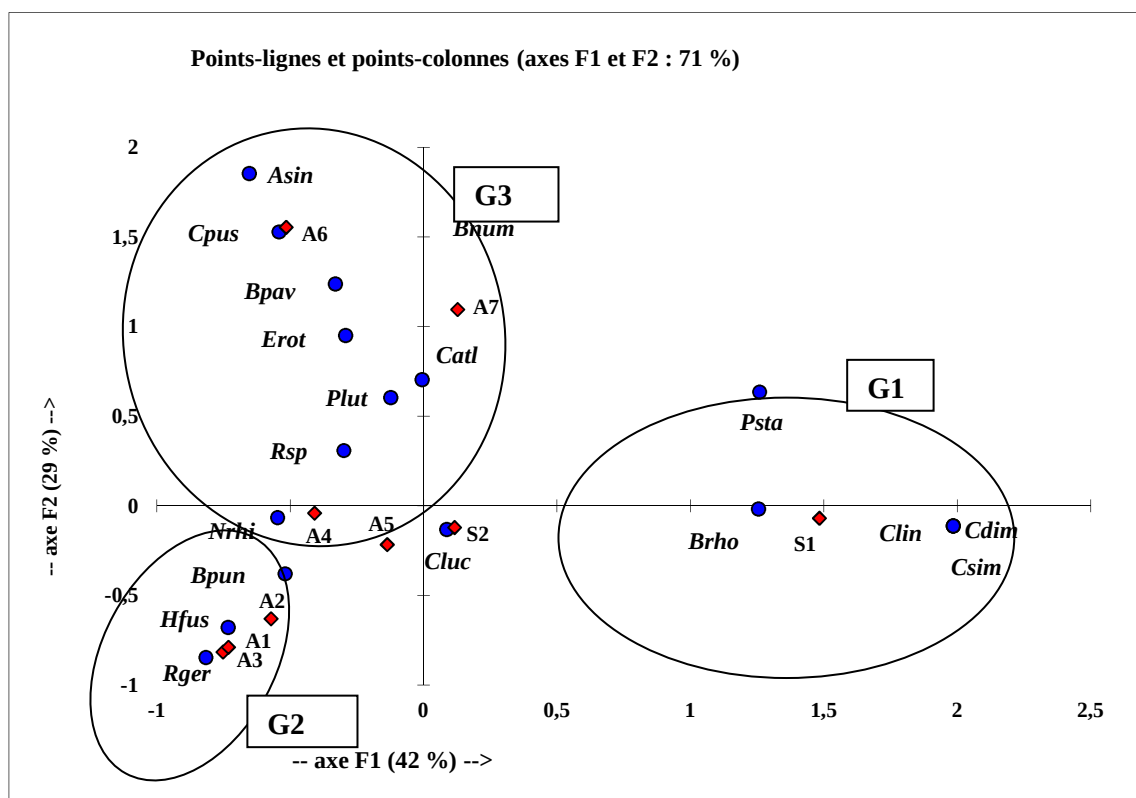


Figure 16 : Distribution et noyaux d'affinité des Éphéméroptères et des stations dans le plan factoriel F1 x F2

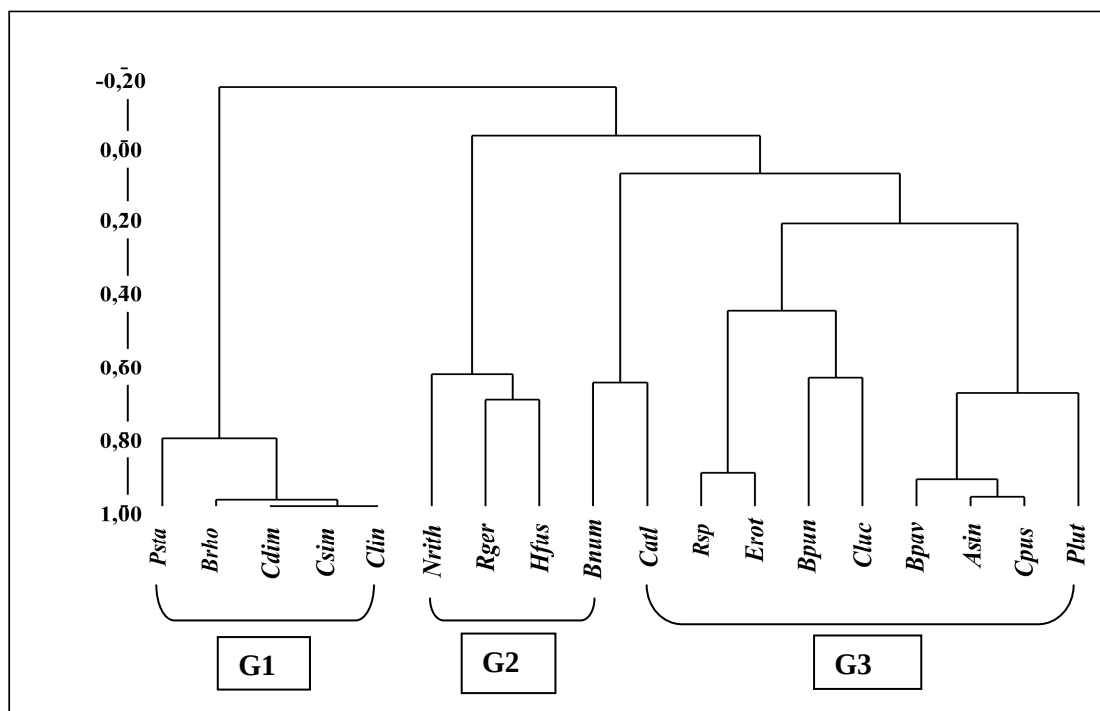


Figure 17 : Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.

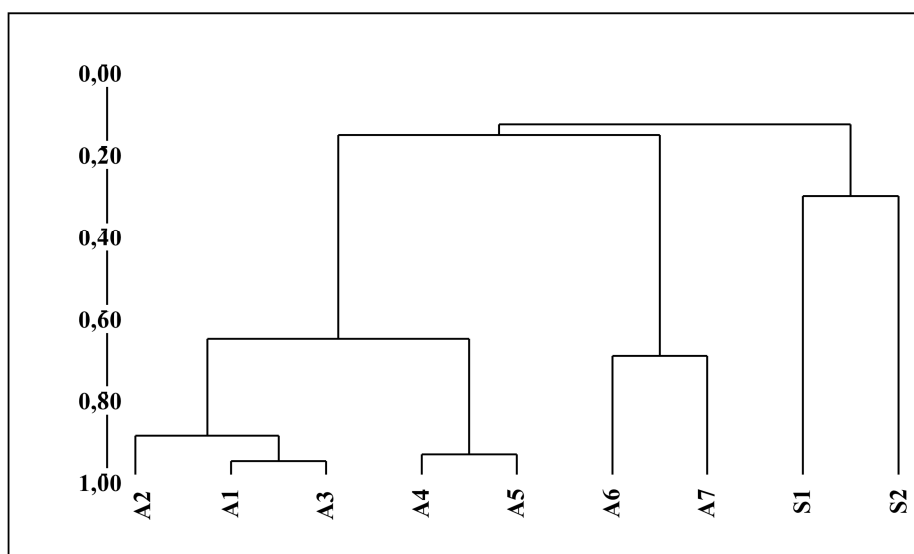


Figure 18 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

Ce travail a permis de compléter les connaissances sur la faunistique et l'écologie des Éphéméroptères de l'Algérie. Dix-huit taxa appartenant à cinq familles et douze genres ont été recensés dans le sous-bassin le l'oued Aissi et le moyen Sébaou.

L'analyse de la distribution longitudinale de ce peuplement a permis d'isoler d'une part, les zones supérieures et inférieures des cours d'eau avec un nombre d'espèces assez réduit et d'autre part, les zones de piémont avec une richesse spécifique plus élevée.

Les zones de moyenne montagne et de piémont supportent l'hypothèse selon laquelle la biodiversité est accrue par l'hétérogénéité spatio-temporelle des conditions du milieu qui procure un large éventail de possibilité de développement (Lounaci, 2005). En effet, ces portions de cours d'eau, caractérisés par une vitesse du courant rapide à moyenne, des températures assez élevées, un substrat hétérogène à dominance de galets, une végétation aquatique peu abondante et une ripisylve importante, hébergent les espèces rhéophiles.

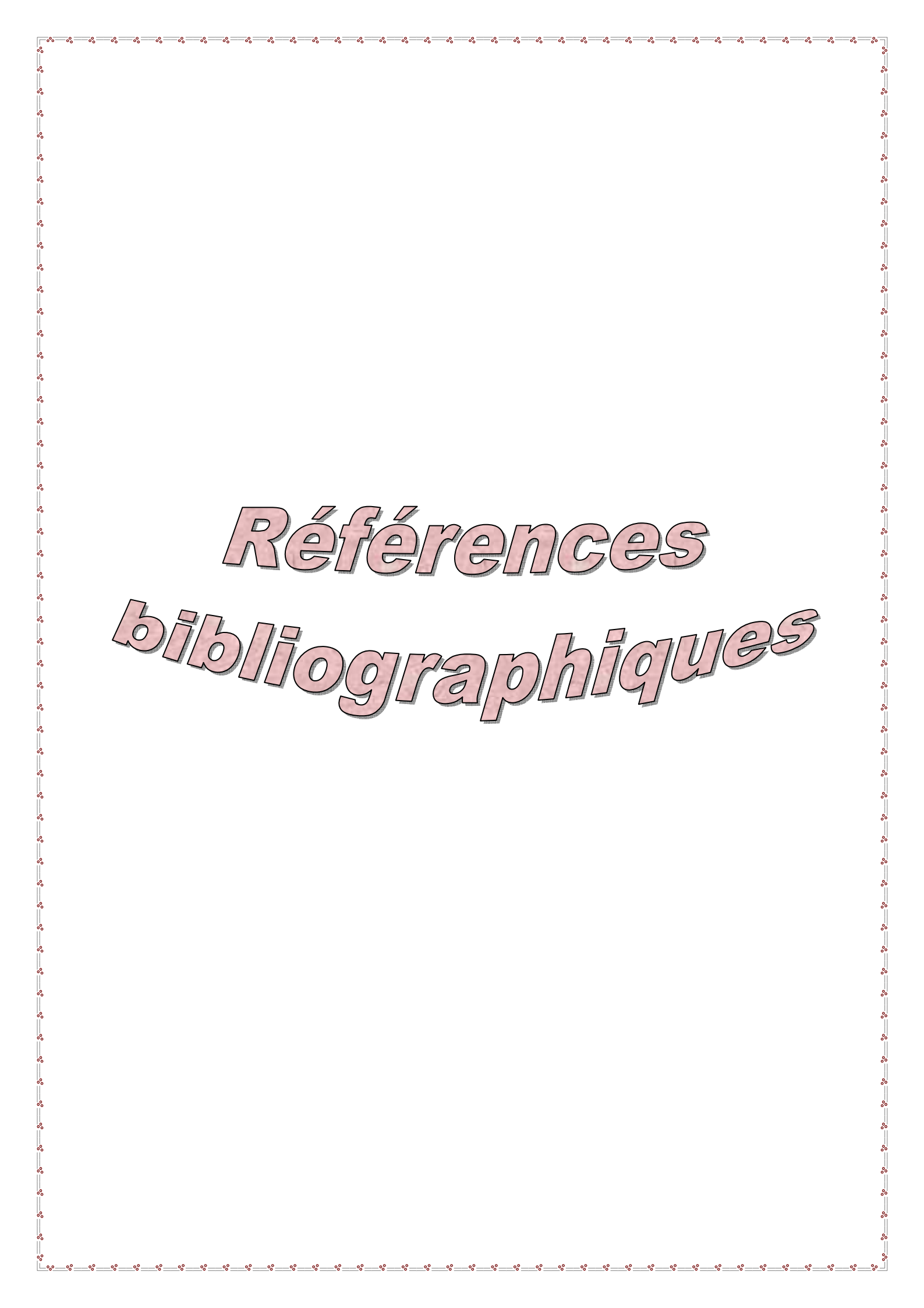
Inversement, la richesse spécifique est relativement réduite dans les zones supérieures à conditions constante telles que les basses températures, faible débit, fond érodé et la réduction des ressources trophiques. En aval, la richesse spécifique est également réduite due à l'élévation de températures, l'accumulation des rejets urbains et la réduction de débit voir les assèchements.

Sur le plan biogéographique, ce peuplement est fondamentalement paléarctique à l'exception de *Choroterpes (Euthraulius) lindrothi* et *Cheleocloeon dimorphicum* qui sont afro-tropical.

La distribution spatiale des Éphéméroptères des cours d'eau étudiés est sous la dépendance des facteurs environnementaux. Les différences dans les caractéristiques de ces facteurs reflètent relativement bien la distribution de cette faune et l'isolement des différents groupes d'espèces.

En perspectives, il serait intéressant à l'avenir d'étendre les études hydrobiologiques à tous les réseaux hydrographiques d'Algérie. Aborder des études de microrépartition des invertébrés benthiques afin de pouvoir montrer dans quelle mesure le choix des microhabitats échantillonnés peut se répercuter sur l'image obtenue des peuplements, en termes de composition faunistique, de variations d'abondances relatives des taxons.

conclusion



Références bibliographiques

- ❖ **Anonyme.** Données climatiques de l'Office Nationale de la Météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. O. N. M.
- ❖ **Anonyme.** Données hydrobiologiques de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation, A.N.R.H.
- ❖ **Abdaoui A., El Alami & Ghamizi. 2010.** Diversité et distribution des Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) du Parc National de Toubkal (Haut Atlas, Maroc). *O. Himmi (Ed.). Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat.* 47, Tome I, 1-2-4
- ❖ **Abdesselam M. 1995.** Structure et fonctionnement d'un Karst de montagne sous climat méditerranéen: exemple du Djurdjura occidentale (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Compté : 233 p.
- ❖ **Alba-Tercedor J. & El Alami M. 1999.** Description of the nymphs and eggs of *Acentrella almohades* sp.n. from Morocco and southern Spain (Ephemeroptera: Baetidae). *Aquatic insects*, 21(4): 241-247.
- ❖ **Angelier E. 2000.** Ecologie des eaux courantes. Tec & Doc Lavoisier, Paris. 217 p.
- ❖ **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. - Int. J. Lim*, 40 (4) : 317-327.
- ❖ **Barbault R., 1995.** Ecologie des populations et des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2^{ème} édition-Masson. Paris-Milan-Barcelone : 15-19.
- ❖ **Bauernfeind E & Soldan T. 2012.** The Mayflies of Europe (Ephemeroptera). *Freshwater Reviews* , 5: 169-170
- ❖ **Bebba N., ArabA., Arigue S.F. & El Alami M.2015.** Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algérie). *Journal of Materials Environment Science*,6 (4) : 1164-1177.
- ❖ **Bebba N. 2017.** Impacte des paramètres environnementaux et distribution spatio-temporelle des Ephéméroptères dans les Oueds de Biskra et Batna. Thèse de Doctorat. U FA S. 198 p.
- ❖ **Ben moussa A., Chahlaoui A., Rour E. & Chahboune M. 2014.** Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane. Moulay Idriss Zerhoun, Maroc. *J. Mater. Environ. Sci*, 5 (1) :183-198.
- ❖ **Boulunier T. & Nicholas J.D., 1998.** Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species de tectability. The ecological society of America: 1018. *Ecology* , 73(3).
- ❖ **Boumaiza M. & Thomas A.G.B. 1986.** Répartition et écologie des Ephéméroptères de Tunisie (1^{ère} partie) (Insecta, Ephemeroptera). *Archs.Inst. Pasteur Tunis*, **63**(4): 567-599.
- ❖ **Boumaïza M., 1994.** Recherche sur les eaux courantes de Tunisie: faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Tunis II : 330p.

- ❖ **Boumaiza M. & Thomas A.G.B. 1995.** Distribution and ecological limits of Baetidae vs the other myfly families in Tunisia: a first evaluation (Insecta, Ephemeroptera). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 131 : 27-33.
- ❖ **Brulin M. 2007.** Du côté des Éphémères : gros plan sur les *Caenis*. *Insectes*, n ° 144 : 29-33.
- ❖ **Brulin M. 2008.** Mouche de mai et grands Éphémères de France. *Insectes*, n ° 148 : 15-18.
- ❖ **Cédric H. & Gaëlle H. 1999.** Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères : systématique, écologie, biologie et répartition. Université de la réunion, maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes : 59 p.
- ❖ **Compin A. 2006.** Distribution spatiale des invertébrés benthiques du réseau hydrographique Adour-Garonne. Modélisation et impact de l'anthropisation. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse : 60 p.
- ❖ **Dajoz R. 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5^{ème} édition. Gauthier Villard. Paris : 505 p.
- ❖ **Dajoz R. 1996.** Précis d'écologie, 6^{ème} édition. Dunod, Paris : 545p.
- ❖ **Dakki, M. & El Agbani, M. A., 1983.** Ephéméroptères d'Afrique du Nord : Eléments pour la connaissance de la faune marocaine. Bull. Inst. Sci., Rabat, 7, 115-126.
- ❖ **Dakki M., 1987.** Ecosystème d'eau courante du haut Sebou (Moyen Atlas). Etudes typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. *Travaux de l'Institut scientifique*, Rabat, série Zoologie. 42 : 99p.
- ❖ **El Alami M. et Dakki M. 1998.** Peuplements d'Ephéméroptères et de Trichoptères de l'Oued Laou (Rif Occidentale, Maroc): distributions longitudinale et biotypologie. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, 21 : 58-59.
- ❖ **El Alami M., Dakki M., Errami M., Alba-Tercedor J. 2000.** Nouvelles données sur les Baetidae du Maroc (Insecta : Ephemeroptera). *Zool. Baetica*. 11 (3) : 105-113.
- ❖ **El Alami M. 2002.** Taxonomie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères du Rif (Nord du Maroc). Thèse de Doctorat. Université Abdelmalek Essaadi. Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc, 402p.
- ❖ **Elouard J.M., Gattolliat J.L., Sartori M., Oliarinony R. 2001.** Ordre des Ephéméroptères. Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Aquatiques et leur Environnement : 77-81.
- ❖ **Eaton, A.E. 1899.** An annotated list of the Ephemeridae of New Zealand. *Trans. Entomol. Soc. London* : 285–293.
- ❖ **Flandrin J. 1952.** La chaîne du Djurdjura. XIXe Congrès de Géologie International d'Alger, Monographie. Région. 1re série, 19 : 48p.

- ❖ **Gagneur J., Thomas A.J.B & Vitte B. 1985.** Première citation d'une espèce du genre *Paraleptophlebia* en Afrique du Nord : *P. cincta* (Retzius, 1783) et son écologie (Ephéméroptère, Leptophlebiidae). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 121 : 141-143.
- ❖ **Gagneur J. et Thomas A.G.B. 1988.** Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie .I. Répartition et écologie (1^{ère} partie) (Insecta, Ephemeroptera). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 124 : 213-223.
- ❖ **Gattolliat J.L., Cavallo E., Vuataz L. et Sartori M. 2015.** DNA barcoding of Corsican mayflies (Ephemeroptera) with implications on biogeography, systematics and biodiversity. *Arthropod systematique & phylogeny*, 73 (1): 3 -18.
- ❖ **Gauthier H. 1928.** Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Minerva, Alger. 149p.
- ❖ **Giudicelli J., Dia A. & Legier P. 1980.** ETUDE hydrobiologique d'une rivière de région méditerranéenne, l'Argens (Var, France) : habitats, hydrochimie, distribution de la faune benthique. *Bijdragen tot de dierkunder*, 50(2) : 303-341.

- ❖ **Gretia 2009.** Etat des lieux des connaissances sur les *invertébrés continentaux des Pays de la Loire* ; bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire, Gretia, 202-207.
- ❖ **Himmi O., Belquat B., Bennis N., El Alami M., Kettani K. 2009.** Evaluation de la biodiversité des macroinvertébrés aquatiques de Tahaddart au Maroc: intérêt pour la conservation et la gestion rationnelle des ressources hydriques, *Research Gate*, 182-196.
- ❖ **Jacquemin G. 2001.** Les Ephéméroptères en Lorraine. Etat de l'inventaire, Utilisation comme bio-indicateurs, Préservation. (*INSECTA, EPHEMEROPTERA*). Biologie des Insectes, Laboratoire Biologie expérimentale-Immunologie, Université H. Poincaré, Nancy 1.
- ❖ **Jolivet S. 2005.** Étude hydrobio-entomologique- Domaine régional du marais de stors. *Office Pour les Insectes et leur Environnement*, 37p.
- ❖ **Khadri O., EL Alami M., EL Bazi R. & Slimani M. 2017.** Ephemeroptera's diversity and ecology in streams of the ultramafic massif of Beni Bousera and in the adjacent non-ultramafic sites (NW, Morocco). *Journal of Materials and Environmental Sciences* , 8 (10) : 3508-3523.

- ❖ **Korbaa M., Bejaoui M & Boumaïza M. 2009.** Variation spatio-temporelle de la structure de L'Ephéméroptérofaune dans l'oued Sejenane (Ichkeul, Tunisie septentrionale). *Revue des sciences de l'eau*, 22 (3) : 373–381.

- ❖ **Kovacs T., Bauernfeind E., Ambrus A., Reisinger W. 2002.** New Records of Mayflies from Austria (Insecta: Ephemeroptera). *Linzerbiol. Beitr.* 34(2) : 1035-1042.
- ❖ **Lestage J.A. 1925.** Ephéméroptères, plécoptères et trichoptères recueillis en Algérie par M.H Gauthier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. Extrait du bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, Tome 6 : 8-18.
- ❖ **Lounaci A., 1987.** Recherches hydrobiologique sur les peuplements d'invertébrés du bassin de l'oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse U.S.T.H.B, Alger: 113 p.
- ❖ **Lounaci A., Brosse S., Thomas A.G.B. & Lek S. 2000.** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sébaou wadi *Annals Limnol*, 36 (2):123-133.
- ❖ **Lounaci A. 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie), Thèse doctorat d'état en Biologie, U.M.M.T.O: 209 p.
- ❖ **Lounaci A. 2014.** Diversité de la faune macro-invertébré benthique d'Algérie. 4ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie & 5èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie Korba –Tunisie. 9 p.
- ❖ **Lounaci-Daoudi D. 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatique du réseau hydrographique de Sébaou. Thèse Magister, U M M T O.152 p.
- ❖ **Masselot G. & Brulin M. 1996.**Inventaire des Éphémères de France. *Protection de l'environnement. Insectes.* 103 : 7- 9.
- ❖ **Mebrouki Y., Berrahou A., El Alami M & Taybi A.F. 2017.** New and interesting data on distribution and ecology of Mayflies from Eastern Morocco (Ephemeroptera). *Journal of Materials and Environmental Science*, 8 (8) : 2839-2859.
- ❖ **Moisan J., Gagnon E., Pelletier L & Piedboeuf N. 2010.** Guide d'identification des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010. Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. *Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs* : 82 p.
- ❖ **Nechad I. & Fadil F. 2016.** Inventory and phenology of mayflies of the middle Atlas sources. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 9 (3) :130-142 p.
- ❖ **Ouahsine H., Céréghino R. & Lavandier R. 1996.** Influence of temperature and macrophytes development on the larval population dynamics of *Epeorus sylvicola* Pict (Ephemeroptera) in a torrential river of the «Haut-Atlas de Marrakech» (Morocco). *Annls Limnol*, 32 (1): 27-31.
- ❖ **Ramade F. 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill. Paris: 379 p.
- ❖ **Ramade F. 2003.** Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Dunod.Paris: 190 p.

- ❖ **Roth M. 1980.** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Ed. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris : 259 p.
- ❖ **Sellam N., Viñolas A., Fatah Z & Moulai R. 2016.** L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 80 : 47-56.
- ❖ **Soldan T. & Thomas A.G.B. 1983.** New and little-known species of mayflies (Ephemeroptera) from Algeria. *Acta Entomol.bohemoslov*, 80: 356-376
- ❖ **Soldan T. & Gagneur J. 1985.** *Ecdyonurus rothschildi* Navàs, 1929 : description de la larve (Ephemeroptera, Heptageniidae) . *Annls Limnol*, 21 (2): 141-144.
- ❖ **Soldan T. & Thomas A.G.B. 1985.** *Centoptilum dimorphicum* sp. n., a new species of mayfly (Ephemeroptera, Baetidae) from Algeria. *Acta ent. Bohemoslov*, 82:180-186.
- ❖ **Thomas A.G.B. & Lounaci A. 1989.** Compléments et corrections à la faune des Ephéméroptères d'Afrique du Nord. Les stades ailés de *Baetis punicus*. Thomas, Boumaiza et Soldan, 1983 (Baetidae). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 125 : 27-29.
- ❖ **Thomas A. & Sartori M. 1989.** Mayflies (Insecta, Ephemeroptera) of Saudi Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*, 10: 87-94.
- ❖ **Thomas A.G.B., Vitte B. & Soldan T. 1987.** *Rhithrogena ryszardi* n. sp., Ephéméroptère nouveau du Moyen Atlas (Maroc) et redescription de *Rh. soteria* Navas, 1917 (Heptageniidae), *Annls Limnol*, 23 (3): 169-177.
- ❖ **THOMAS, A. G. B. 1998.** A provisional checklist of the mayflies of North Africa (Ephemeroptera). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 134: 13-20.
- ❖ **Verrier M.L. 1956.** Biologie des Ephémères. Librairie Arand Colin.103, Boulevard Saint-Michel, Paris. 213 p
- ❖ **Vitte B & Thomas A. 1988.** Compléments et corrections à la faune des Ephéméroptères d'Afrique du Nord. Le genre *Choroterpes* Eaton, sous-genre *Euthraululus* Barnard (Ephemeroptera). *Annales de Limnologie*, 24 (2) : 161-165.
- ❖ **Vitte B. & Thomas A.G.B. 1988.** Compléments et corrections à la faune des Ephéméroptères d'Afrique du Nord. *Ecdyonurus ifranensis* n. sp. du Moyen Atlas marocain (Ephemeroptera). *Annales de Limnologie*, 24 (3): 269-273.
- ❖ **Yakoub B. 1996.** Le problème de l'eau en grande Kabylie. Le bassin versant du Sébaou et la Wilaya de Tizi-Ouzou. Edité par l'Université de Tizi-Ouzou : 210 p.
- ❖ **Zrelli S. Bejaoui M., Korbaa M. & Boumaiza M. 2006.** First record of the genus *Brachycercus* Curtis, 1834 in Tunisia (Ephemeroptera, Caenidae). Laboratoire d'Hydrobiologie Littorale et Limnique. Faculté de Sciences de Bizerte. 7021 JARZOUNA (Tunisie), 17 : 91-92.

- ❖ **Zrelli S., Boumaiza M., Bejaoui M., Gattolliat J.L. & Sartori M. 2011.** New reports of mayflies (Insecta: Ephemeroptera) from Tunisia. *Revue Suisse De Zoologie*, 118 (1): 3-10.
- ❖ **Zrelli S., Bejaoui M., Boulaaba S. & Sartori M. 2015.** Description et répartition de *Potamanthus luteus* Linnaeus 1767 (Ephemeroptera, Potamanthidae) en Tunisie. *Faunistic Entomology*, 68 : 223-228.
- ❖ **Zrelli S., Boumaiza M., Bejaoui M., Gattolliat J.L. & Sartori M. 2016.** New data and revision of the Ephemeroptera of Tunisia. *Biol. Intl. Wat. Suppl.*, (3) : 99-106.

Annexes

Annexe 1 : précipitations moyennes mensuelles (en mm) dans certains localités de la région d'étude de 2000 à 2010 (A.N.R.H de Tizi-Ouzou

	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Ath Ouabane (960m)	66,78	100,1	167,4	89,3 8	210,9	152	128,2	46,76	107	24,08	8,382	64,07	1165
Larbâa N'Ath Irathen (950m)	43,46	77,08	119,4	139,5	143,1	97,53	81,68	119,6	89,05	9,709	5,282	9,055	934,4
Tiziouzu (220m)	41,2	69,5	122,1	140	136,8	84,3	76,5	85,4	66,9	8,7	3,7	6,9	842
la moyenne	50,4 8	82,2 3	136,3	123	163,6	111,3	95,4 6	83,9 2	87,6 3	14,1 6	5,78 8	26,6 8	

Annexe 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) et amplitudes thermiques enregistrées à Tizi-Ouzoundurant la période de 1990 à 2014 (O.N.M de Tizi-Ouzou)

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T° moyennes maximales	15,45	16,26	19,64	22,14	26,16	31,93	35,73	35,38	31,3	27,76	19,84	16,33
T° moyennes minimales	6,42	6,77	8,94	11,09	14,13	18,16	21,47	21,87	18,79	15,95	11,58	7,74
T° moyennes mensuelles	10,28	10,69	13,61	16,05	19,43	24,54	27,88	27,97	24,47	20,86	14,85	11,69
ΔT (°C)	9,03	9,49	10,7	11,05	12,03	13,77	14,26	13,51	12,51	11,81	8,26	8,59

Annexe 1 :Températures ponctuelles de l'eau relevées aux stations étudiées (ces valeurs sont données à titre indicatif)

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2
Altitudes	920	810	480	380	300	200	140	100	60
Tmin (°C)	8	10	9	11	11	11	11	11	12
T max (°C)	14	16	16	28	27	27	31	32	33
T moy (°C)	11	13	12,5	19,5	19	19	21	21,5	22,5

Annexe 4: Abondance et occurrence de plécoptères recensés Ab : Abondance, Ab .rel : Abondance relative, Oc : occurrence, Oc. rel : Occurrence relative).

	Stations	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	S1	S2				
	Altitude	920	810	480	380	300	200	140	100	60	Ab	Ab rel	Occ	Occrel
Baetidae														
<i>Acentrella sinaica</i>					2		6				8	0,38	2	3,03
<i>Cheleocloeon dimorphicum</i>									35		35	1,67	1	1,52
<i>Baetis numidicus</i>								2			2	0,10	1	1,52
<i>Baetis pavidus</i>					40	15	60	25	6	3	149	7,09	6	9,09
<i>Baetis punicus</i>		80	120	40	200	200	35	6	10	3	694	33,02	9	13,64
<i>Baetis gr.rhodani</i>		3	10	3	10	40	6	20	200	3	295	14,03	9	13,64
<i>Nigrobaetis rhithralis</i>					2						2	0,10	1	1,52
<i>Cloeon gr.simile</i>									55		55	2,62	1	1,52
<i>Procloeon stagnicola</i>								2	3		5	0,24	2	3,03
Heptageniidae														
<i>Rhithrogena gr.germanica</i>		35	15	30	40						120	5,71	4	6,06
<i>Rhithrogena sp</i>						10	3				13	0,62	2	3,03
<i>Ecdyonurus rothschildi</i>						3	2	1			6	0,29	3	4,55
Caenidae														
<i>Caenis luctuosa</i>				3	150	200	8	10	80	80	531	25,26	7	10,61
<i>Caenis pusilla</i>				2	40	6	80	15			143	6,80	5	7,58
Leptophlebiidae														
<i>Choroterpes (C.)atlas</i>						2		2			4	0,19	2	3,03
<i>Choroterpes (E.)lindrothi</i>									2		2	0,10	1	1,52
<i>Habrophlebia gr.fusca</i>			2	2	3						7	0,33	3	4,55
Potamanthidae														
<i>Potamanthus luteus</i>			2		8	5	6	5	3	2	31	1,47	7	10,61
Ab		118	149	80	495	481	206	88	394	91	2102	100	66	100
Ab rel		5,61	7,09	3,81	23,55	22,88	9,80	4,19	18,74	4,33	100,00			
Occ		3	5	6	10	9	9	10	9	5	66			
Occrel		4,55	7,58	9,09	15,15	13,64	13,64	15,15	13,64	7,58	100			

Résumé

Neuf stations échantillonnées entre 920 et 60 m d'altitude ont été prospectées sur les cours d'eau du sous-bassin de l'oued Aissi et le moyen Sébaou.

Dix-huit espèces d'Éphéméroptères ont été récoltées. Elles sont réparties en douze genres et cinq familles. La famille des Baetidae est la plus diversifiée avec six genres et neuf espèces.

L'analyse de la structure du peuplement et les différents indicateurs utilisés, tels que la richesse spécifique, l'occurrence, l'indice de Schannon et l'Equitabilite ont permis de montrer que les zones de piémont sont les zones préférentielles pour les Éphéméroptères alors que les zones de hautes altitudes et de basses altitudes possèdent une richesse spécifique faible.

L'étude des associations d'espèces réalisée à l'aide d'analyse factorielle (ACP), a fait apparaître les relations existantes entre les stations et les paramètres environnementaux. 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 Éphéméroptères d'autre part.

Mots clés : Cours d'eau, Éphéméroptères, Baetidae, structure du peuplement, Tizi-ouzou.