



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie Animale

Thème

***Contribution à l'étude écologique et biogéographique
des Diptères Simuliidae de l'oued Sébaou et son
principal affluent l'oued Boubhir (Tizi-ouzou)***

Présenté par : BOUALLAM Meriem & ALIK Dahbia

Soutenu le 10/02/02021 devant le jury composé de :

Président : M ^r MEZANI S.	M.C.B	UMMTO
Promotrice : M ^{me} HAOUCHINE S.	M.A.A	UMMTO
Examinatrice : M ^{me} OUBELLIL D.	M.A.A	UMMTO

Promotion : 2019/2020

Remerciement

Nous tenons en premier lieu à remercier notre promotrice Madame Haouchine S., Maître assistante à l'UMMTO de nous avoir suivi et orienté tout au long de ce travail, pour tout l'aide qu'elle nous a apporté.

Nos plus vifs remerciements vont aussi à Monsieur MEZANI S., Maître de conférences à l'UMMTO qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Notre gratitude va vers Madame OUBELLIL D., Maître assistante à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, un grand merci va vers tous ceux qui ont été là pour nous, particulièrement nos familles et notre chère amie Dyhia, pour leur compréhension, leur soutien et leur encouragement.

Meriem et Dahbia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mon exemple, mon père, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.

La prunelle de mes yeux, ma mère, qui a toujours été et sera ma source de force et d'espoir.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux, le fruit de vos innombrables sacrifices. Que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Ma confidente, ma sœur Dalila, qui a toujours été là pour moi, merci d'être la grande sœur que tu es.

La meilleure des belles-sœurs, Amel, qui m'a toujours soutenu.

Ma fierté, mes deux frères Aïssa et M'hend, dont la présence et le soutien m'ont été si précieux.

Ma chère binôme Dabi et sa famille, particulièrement sa maman qui nous a toujours encouragé.

Ma sœur de cœur, ma copine Dyhia qui n'a jamais cessé de m'aider.

Mes amies, ma deuxième famille Kenza, Soumi, Melissa, Mylo, Dylia, Zehra, Sonia, Souad, Taous et Lyamen avec qui j'ai passé des moments inoubliables.

Et à tous ceux qui me sont chers.

Meriem

Dédicace

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverai jamais à leurs exprimer mon amour sincère.

A mon père, qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme mon attachement et mon profond respect.

A mon adorable mère, qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse.

A ma petite sœur Nadjat, qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

A mon cher frère, pour l'amour qu'il me réserve, je lui souhaite une vie pleine du succès et de réussite.

A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, mon fiancé Yacine pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé.

A mes chères Dyhia et Kenza qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A Meriem, chère amie avant d'être binôme pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous mes amis particulièrement Yamina, Rym, au nom de l'amitié qui nous réunit et au nom de nos souvenirs inoubliables.

Enfin, je le dédie à tous mes amis que je n'ai pas cité et à tous ceux qui me connaissent.

Dahbia

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Présentation générale de la région d'étude	
1. Situation géographique de la région d'étude	2
2. Cadre géologique	3
3. Climatologie.....	4
3.1. Température (°C)	4
3.1.1.Température de l'air	4
3.1.2.Températurede l'eau.....	5
3.2. Pluviométrie (mm).....	6
4. Couvert végétal	8
5. Perturbations anthropiques	9
Chapitre II : Sites et méthodes d'étude	
1. Présentation des stations d'étude	10
1.1. Choix des stations	10
1.2. Description des cours d'eau et des stations étudiées	10
1.2.1.Oued Sébaou	12
1.2.2.Oued Boubhir	14
1.2.3. Assif Illilthen.....	15
1.2.4. Assif N'Ath Atsou.....	15
1.2.5. Assif Tirourda	16
2. Caractéristiques physiques des stations	18
2.1. La pente.....	18

2.2. Débit et vitesse du courant.....	19
2.3. Substrat	21
2.4. Températures de l'eau (°C).....	22
3. Matériel et méthodes d'échantillonnage	23
3.1. Récolte de la faune benthique et la chasse d'adulte	23
3.2. Tri et détermination de la faune	24
4. Méthodes d'analyse faunistique.....	25
4.1. Indice de diversité	25
4.2. Indice de structure	27
4.3. Traitements statistiques	28

Chapitre III : Aperçu sur les simulies

1. Systématique	29
2. Cycle biologique	30
3. Description morphologique	31
3.1. Les œufs.....	31
3.2. La larve	31
3.3. L'adulte	34
4. Intérêt des simulies.....	37
4.1. Rôle écologique et position trophique	37
4.2. Rôle vecteur et nuisance.....	37
5. Données faunistiques des Simuliidae.....	37

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Analyse faunistique	42
2. Etude indicielle	44

2.1. Abondance stationnelle des espèces	44
2.2. Richesse spécifique	45
2.3. Abondance et Occurrence des espèces.....	46
2.4. Indice de SHANNON (H') et Equitabilité de PIELOU (E).....	48
3. Etude statistique	50
3.1. Structure mésologique	50
3.2. Structure du peuplement.....	55
4. Autoécologie des espèces recensées	56
5. Discussion	64
Conclusion	67

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure 1: Situation géographique de la région d'étude.....	3
Figure 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou durant la période 2000-2018	5
Figure 3 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) dans certaines localités de la région d'étude (1991-2014)	7
Figure 4 : Réseau hydraulique étudié et emplacement des Stations.	11
Figure 5 : Températures moyennes, maximales et minimales, de l'eau en (°C) enregistrées aux différentes stations étudiées.....	23
Figure 6 : Cycle de développement des Simuliidae	31
Figure 7 : Larve de septième stade	32
Figure 8 : Nymphe vue selon son profil droit	34
Figure 9 : Adulte femelle	35
Figure 10 : Génitalia femelle.....	36
Figure 11 : Génitalia mâle	36
Figure 12 : Abondance des Simuliidae dans les stations d'étude.....	45
Figure 13 : Richesse spécifique des Simuliidae aux stations étudiées.....	46
Figure 14 : Abondance relative des espèces Simuliidae dans les stations étudiées.	47

Figure 15 : Occurrence relative des espèces Simuliidae dans les stations étudiées.	48
Figure 16 : Evolution des indices de SHANNON-WEAVER (H') et d'équitabilité (E) dans les stations étudiées.	49
Figure 17 : ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux.	54
Figure 18 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.....	54
Figure 19 : Distribution et noyaux d'affinité des Diptères Simuliidae et des stations dans le plan factoriel F1 x F2.	56

Liste des photos

Photo 1 : Station Fréha.	12
Photo 2 : Station Tamda.	13
Photo 3 : Station Pont de Bougie.	13
Photo 4 : Station Boubhir.	14
Photo 5 : Station Assif Illilthen.....	15
Photo 6 : Station Ait Atsou.	16
Photo 7 : Station Tirourda 1.....	17
Photo 8 : Station Tirourda 2.....	17
Photo 9 : Station Tirourda 3.....	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : Altitudes et pentes des stations étudiées.	18
Tableau 2 : Les vitesses du courant enregistrées aux stations d'étude.	20
Tableau 3 : Nature du substrat dans les stations étudiées.....	21
Tableau 4 : Espèces de Simuliidae enregistrées au Maghreb.....	39
Tableau 5 : Distribution des Diptères simuliidae dans les stations d'étude.....	43
Tableau 6 : Caractéristiques environnementales des 9 stations étudiées.	51
Tableau 7 : Matrice de corrélation entre variables environnementales.....	52

Introduction

Les études faunistiques et écologiques revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels d'une part et d'autre part dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes.

L'ordre des diptères est parmi les ordres les plus importants numériquement de la classe des insectes (ELOUARD, 1981). Dans la région afrotropicale 17000 espèces sont identifiées (MATILE, 1993). Il comprend un nombre important d'espèces d'intérêt à la fois médical et agricole. Parmi les diptères s'inscrit les Simuliidae, une famille à intérêt bioécologique très important.

En Algérie, les recherches sur les peuplements lotiques sont favorisées, l'étude de la faune simulidienne des eaux lenticques est peu en faveur. En effet, parmi les arthropodes piqueurs d'Algérie, les Diptères de la famille des Simuliidae sont encore fort peu connus aussi bien du point de vue systématique que biologique.

Les anciens travaux sur les Diptères Simuliidae de l'Algérie étaient consacrés à la description des espèces et rarement à leur écologie (ROUBAUD, 1906 ; EDWARDS, 1923 ; PARROT, 1949 ; VAILLANT, 1955).

D'autres travaux ont vu le jour, parmi eux, ceux de GAGNEUR et CLERGUE-GAZEAU (1988), CLERGUE-GAZEAU *et al.* (1991), LOUNACI *et al.* (2000) et plus récemment ceux de CHAOUI BOUDGHANE-BENDIOUIS (2012), CHERAIRIA *et al.* (2014), ARIGUE *et al.* (2016), CHAOUI-BOUDGHANE-BENDIOUIS *et al.* (2016). Ces études sont les seules données écologiques durant les trois dernières décennies.

Le présent travail, se veut une contribution à l'étude hydrobiologique de l'oued Sébaou et son principal affluent l'oued Boubhir, Les données faunistiques recueillies ont pour objectif étudier la répartition des Simuliidae selon l'altitude et leur habitat ainsi leur écologie.

Ce mémoire est réalisé selon une approche qui s'articule autour de quatre chapitres, le premier chapitre est une présentation de la région d'étude sur le plan morphologique, hydrologique, géologique et climatique. Tandis que le deuxième est une description détaillée des stations choisies, ainsi que le matériel et les méthodes utilisés pour échantillonner la faune et mesurer les paramètres du milieu. Le troisième chapitre concerne les principales données bioécologiques des Simuliidae. Les résultats obtenus et leur interprétation sont discutés dans le quatrième chapitre.

Chapitre I

Présentation générale de la région d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude

Le bassin versant du Sébaou représente un réservoir hydrobiologique important pour la région de Kabylie. Il se situe dans le centre Nord de l'Algérie, à une centaine de kilomètres d'Alger et à moins de 50 Km au Sud du littoral méditerranéen.

Le Sébaou, principal cours d'eau de Kabylie, s'étale sur une superficie 2500 Km² et d'une longueur de 117 Km (YAKOUB, 2005). Il est délimité (figure 1) :

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

Le Sébaou reçoit l'ensemble des affluents provenant des différents sous-bassins versants Nord du Djurdjura : oued Boubhir, oued Aissi, oued Bougdoura, et versant sud de la chaîne côtière : oued Diss, oued Tamda et oued Stita.

Devant l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau du bassin versant de Sébaou, notre intérêt s'est porté sur les cours d'eau qui drainent les écoulements du flanc Nord de l'extrémité orientale du Djurdjura : col Tirourda, oued Boubhir et l'oued Sébaou.

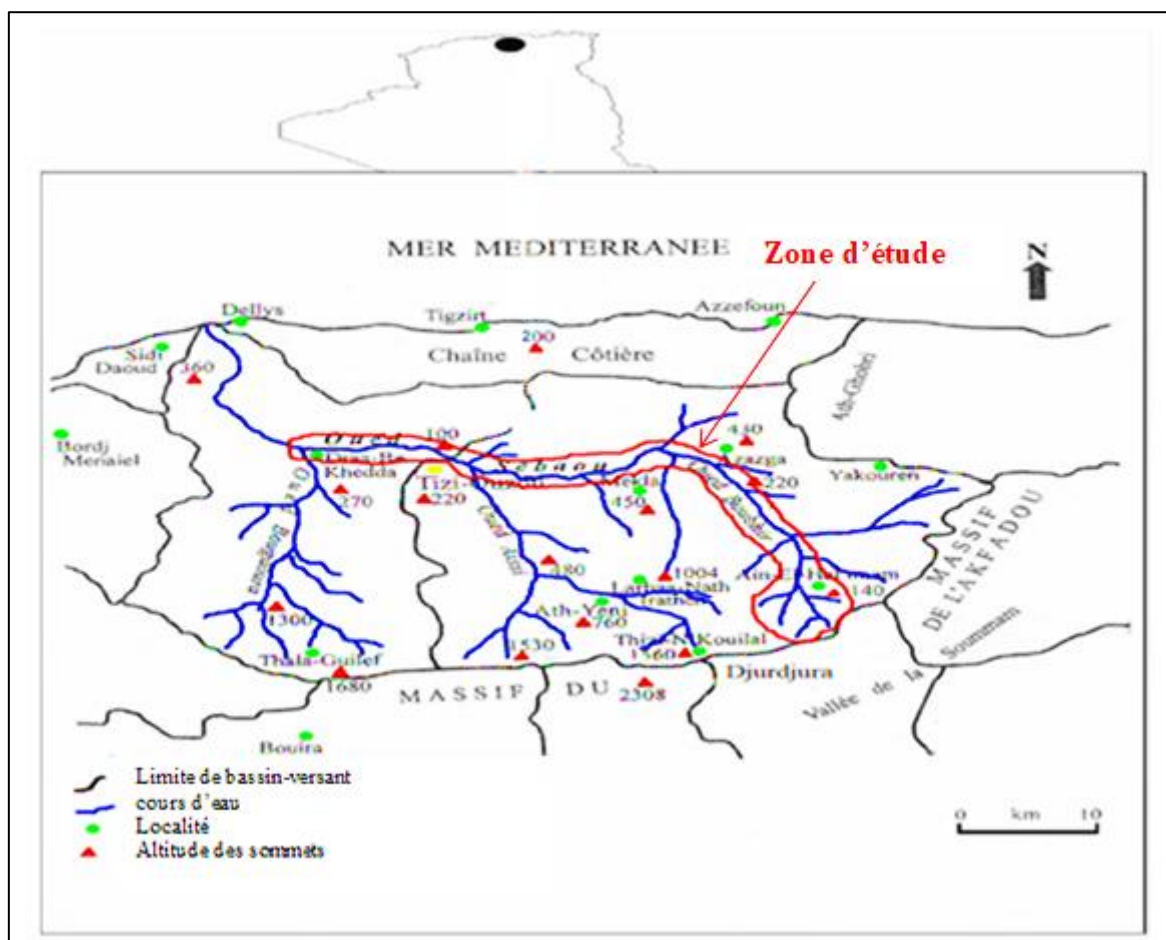


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).

2. Cadre géologique

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

- **la dorsale calcaire du Djurdjura** : dite « chaîne calcaire kabyle ». Elle est formée essentiellement de calcaire secondaire. A ce niveau, il existe un réseau hydrographique qui canalise un volume d'eau important donnant lieu à des sources permanentes qui alimentent les affluents de l'oued Sébaou ;
- **le socle kabyle** : de nature magmatique et métamorphique, il favorise la convergence des eaux de pluie vers les principaux affluents de l'oued Sébaou. (YAKOUB, 1996) ;

- **les dépressions sédimentaires** : elles se composent d'un matériel hétérogène grossier (galets, graviers) et peut former des nappes alluviales suite aux importants écoulements.

3. Climatologie

Le climat est un facteur déterminant pour tous les travaux relatifs au fonctionnement des systèmes écologiques. Les facteurs dépendants du climat conditionnent localement le fonctionnement de l'écosystème des eaux courantes (WASSON, 1989).

En effet, le climat a une influence directe sur le développement et la répartition des êtres vivants.

La région d'étude se situe en Méditerranée Occidentale, elle est influencée par un climat méditerranéen caractérisé par un hiver froid et humide, un été chaud et sec avec une sécheresse bien marquée de Juillet à Septembre.

3.1. Température (°C)

3.1.1. Température de l'air

La température constitue un facteur climatique vital et important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (DAJOZ, 2006). Elle détermine la vie des organismes, conditionne le cycle de développement et la croissance des espèces ainsi que leur répartition géographique.

Le manque de données suite à la pandémie COVID-19 et l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude nous ont contraint à utiliser les données de l'Office National de Météorologie (ONM) enregistrées à Tizi-Ouzou. En annexe 1 et sur la figure 2, nous avons reporté les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2000 à 2018.

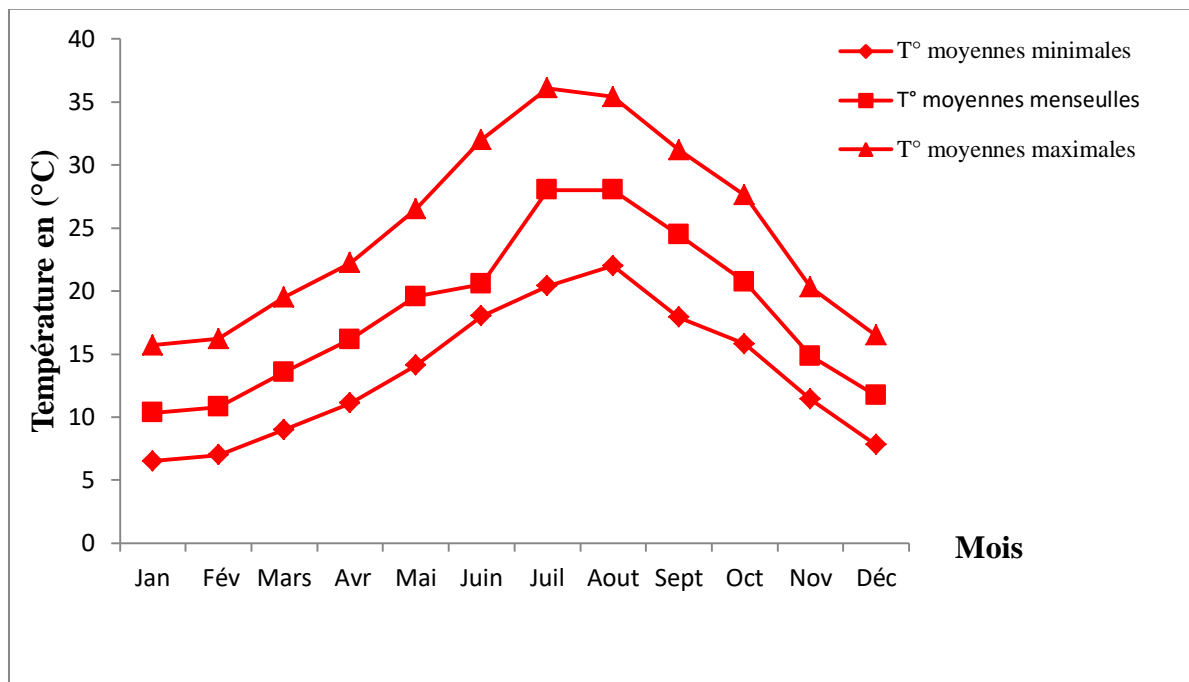


Figure 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou durant la période 2000-2018. (Source : ONM de Tizi-Ouzou).

➤ La figure 2 montre que :

- les mois de Juillet et Août peuvent être considérés comme les plus chauds. Leurs températures moyennes maximales enregistrées sont respectivement : 35,9 °C et 35,2 °C ;
- les mois de Décembre, Janvier et Février sont les plus froids. Leurs températures moyennes minimales enregistrées sont respectivement : 7,9 °C ; 6,95 °C et 6,9 °C.

Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre la température moyenne minimale ($m= 6,9$ °C) du mois le plus froid (Février) et la température moyenne maximale ($M= 35,9$ °C) du mois le plus chaud (Juillet). Cet écart peut atteindre 29 °C.

3.1.2. Température de l'eau

Le régime thermique des cours d'eau qui dépend en partie de la température du milieu ambiant, fera l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre II.

3.1.3. Pluviométrie (mm)

Les précipitations représentent un facteur primordial dans le fonctionnement des écosystèmes en général. Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leurs volumes, leurs intensités et leurs fréquences qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1997).

Les pluies en Algérie ont deux origines ; d'une part, elles sont dues aux vents des secteurs Ouest et Nord qui bordent le Maghreb par le littoral, durant la saison froide (SELTZER, 1946). D'autre part, elles sont dues aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes, surtout à la fin du printemps (DUBIEF, 1959).

Les auteurs ayant étudié le climat de l'Algérie ont déduit que la Kabylie de Djurdjura est parmi les régions les plus arrosées. Ainsi, DERRIDJ (1990) et ABDESSELAM (1995) ont noté une pluviométrie variant de 1500 mm à 2000 mm /an dans le Djurdjura (altitude > 1000 m), tandis que dans les piémonts et en plaines, les précipitations oscillent entre 800 mm et 900 mm /an.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ath Ouabane, Larbâa N'Ath Irathen, Azazga, Tizi-Ouzou et Fréha) entre 1991 et 2014 sont portées sur l'annexe 2 et figure 3. Ces données ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou. Elles sont choisies pour leurs localisations dans la zone d'étude ou sa proche périphérie.

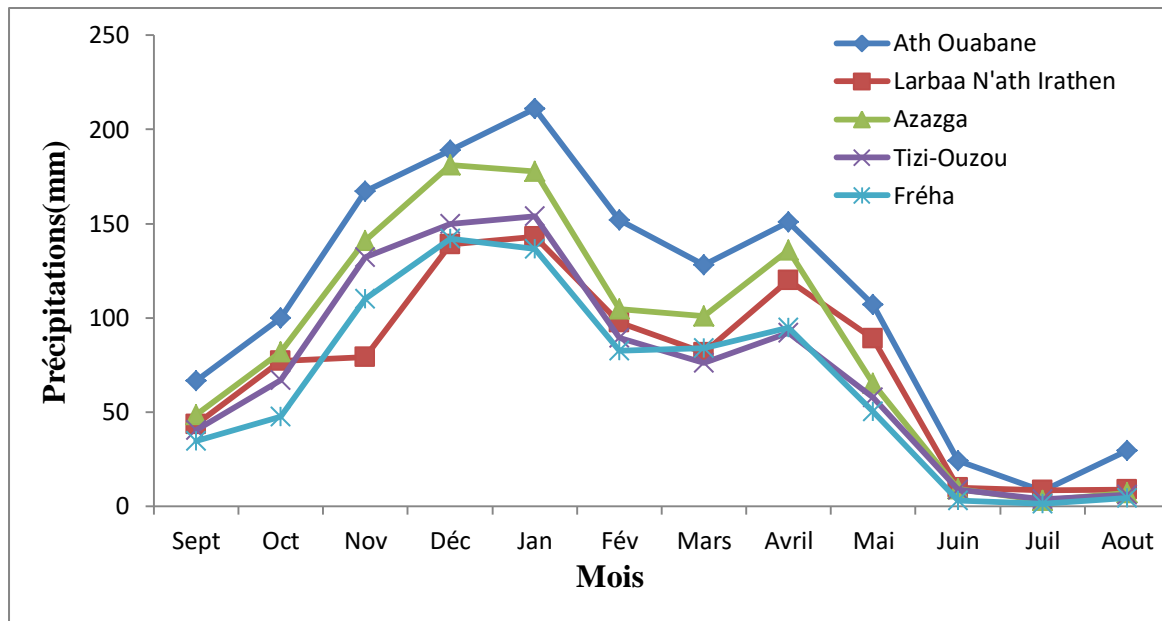


Figure 3 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) dans certaines localités de la région d'étude (1991-2014). (Source : A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

➤ La figure 3 montre que :

- la répartition des précipitations dans notre zone d'étude est variable dans le temps. Le régime pluvial est plus marqué entre les mois de Novembre à Avril avec un maximum en Janvier (164,5 mm), les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre Mai et Juillet (73,9 à 5 mm) ;
- les variations des précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique ;
- dans la région d'Ath Ouabane (altitude 960 m), les précipitations sont élevées. La moyenne annuelle est de 1234,3 mm, tandis qu'à Larbâa N'Ath Irathen (alt. 950 m) est de 937 mm ;
- dans la vallée du Sébaou (Azazga alt. 430 m, Tizi-Ouzou alt. 220 m et Fréha alt. 155 m), les précipitations moyennes annuelles sont respectivement de 1056,8 mm, 876,8 mm et 792,7 mm.

4. Couvert végétal

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

Selon MESSAOUDENE *et al.* (2007), le couvert végétal est très dense en Kabylie et varie en fonction de l'altitude, cela permet d'avoir un étagement visible de type méditerranéen comme suit :

- en altitude supérieure à 1100 m, les sommets sont dénudés ou couverts à quelques endroits par une végétation constituée essentiellement de pelouses et d'épineux ;
- en aval, la végétation est constituée de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de frêne (*Fraxinus* sp.) et de quelques pieds de cèdre (*Cedrus atlantica*) à l'état dispersé ;
- dans les piémonts, la végétation est représentée essentiellement par l'arboriculture fruitière : les oliviers (*Olea europea*), les figuiers (*Ficus carica*), les grenadiers (*Punica granatum*) ;
- en plaines les formations végétales sont représentées particulièrement par des vergers (orangers, pommiers, figuiers...) qui participent à la dégradation des formations végétales naturelles.

Le long des cours d'eaux, nous pouvons trouver sur les berges :

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

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

5. Perturbations anthropiques

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

Les réseaux hydrographiques de la Kabylie ont subi une dégradation sévère liée à une croissance démographique accélérée et un développement industriel et agricole.

Ces dégradations ont conduit à la fragmentation croissante des milieux, se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés d'organismes aquatiques avec une perte de diversité et /ou des déséquilibres démographiques (LOUNACI, 2014).

Dans le réseau hydrographique étudié, l'impact anthropique varie d'une zone à une autre selon l'altitude du secteur concerné. Dans la partie amont, la pollution est d'origine domestique, son impact sur les cours d'eau devrait être relativement faible. Les seuls secteurs sensibles pourraient être près des villages où les eaux usées sont directement rejetées dans les cours d'eau. A cette principale perturbation, s'ajoutent les activités agricoles et les prélèvements d'eau pour l'irrigation. Tandis que, dans les piémonts et en basse altitude, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses suite à l'extension rapide des zones urbaines qui déversent les eaux usées, épurées ou non dans les cours d'eau ainsi que la pollution agricole causée essentiellement par l'élevage et l'emploi des pesticides et d'engrais organiques afin d'améliorer les rendements des cultures. Signalons aussi la présence d'une pollution mécanique suite à l'extraction de sable et de graviers dans le lit des cours d'eau ce qui conduit à la déstabilisation ainsi que la modification de la morphologie des oueds.

Chapitre II

Sites et méthodes d'étude

Ce chapitre constitue une description des cours d'eau étudiés, des stations d'échantillonnage et une présentation générale du contexte environnemental ainsi que les méthodes d'étude employées.

1. Présentation des stations d'étude

1.1. Choix des stations

L'échantillonnage a été réalisé sur des stations réparties selon le gradient longitudinal amont-aval du bassin-versant de Sébaou. Neuf stations ont été choisies de manière non arbitraire mais selon un ensemble de critères : l'hétérogénéité spatiale, l'altitude, la pente, le substrat, la distance à la source, la vitesse du courant et leur position par rapport aux actions anthropiques ainsi que l'accessibilité aux sites.

1.2. Description des cours d'eau et des stations étudiées

Sur l'ensemble du réseau hydrographique du bassin versant de Sébaou, notre intérêt s'est porté sur l'oued Sébaou et son principal affluent l'oued Boubhir, ainsi que sur quelques cours d'eau de montagne qui drainent les écoulements du flanc Nord-Est du Djurdjura depuis le col de Tirourda jusqu'à Tizi-Ouzou.

Les stations se répartissent comme suit :

- 3 stations sur l'oued Sébaou : Fréha (FR), Tamda (TA) et Pont de Bougie (PB) ;
- 1 station sur l'oued Boubhir : Boubhir (BH) ;
- 1 station sur assif Illilthen : assif Illilthen (AI) ;
- 1 station sur assif N'Ath Atsou : assif N'Atsou (AA) ;
- 3 stations sur assif Tirourda : Tirourda (TR1), (TR2) et (TR3).

Vu les conditions d'échantillonnage très difficiles suite à la pandémie COVID-19, nous nous sommes référés, pour réaliser ce travail, aux bases de données du laboratoire « Ecosystème Aquatique Continentaux » de la faculté de l'U.M.M.T.O.

Les stations retenues sont indiquées par des carrés sur la figure 5. Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- ✓ la localité la plus proche ;
- ✓ l'altitude ;
- ✓ la pente à la station ;
- ✓ la largeur du lit ;
- ✓ la profondeur de la lame d'eau ;
- ✓ la vitesse du courant ;
- ✓ la nature du substrat ;
- ✓ la végétation ;
- ✓ les influences anthropiques lorsqu'il y en a.

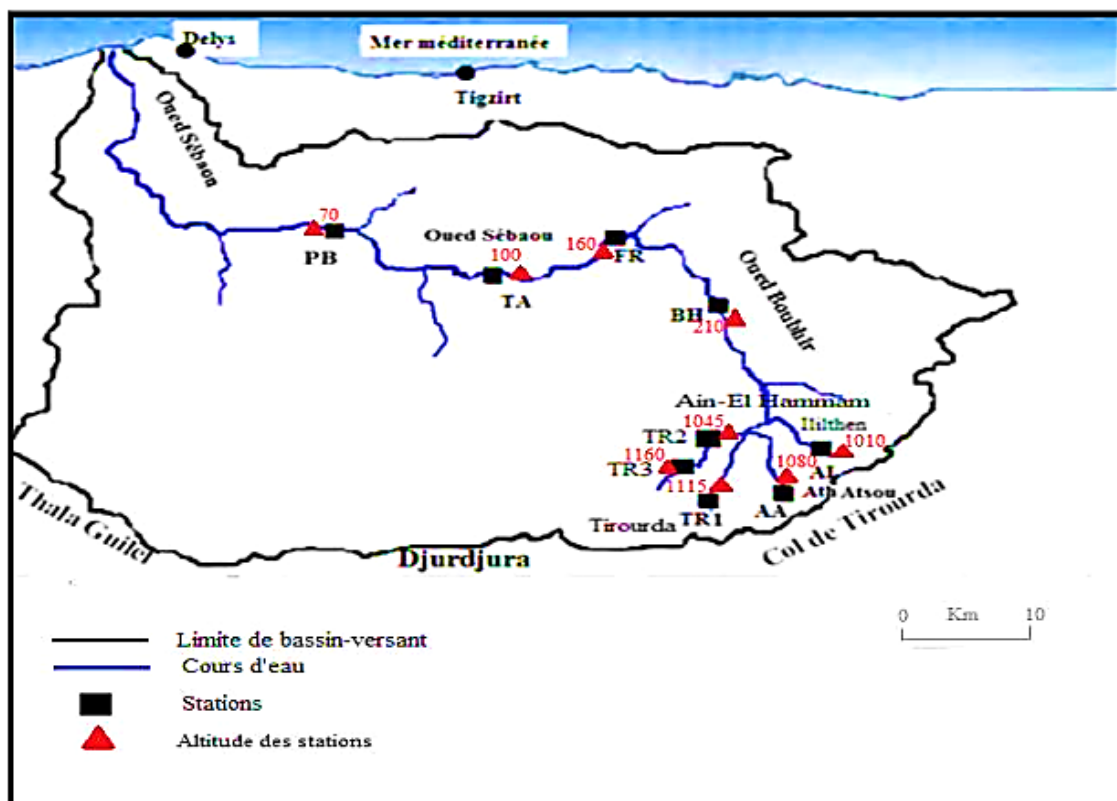


Figure 4 : Réseau hydraulique étudié et emplacement des stations.

1.2.1. Oued Sébaou

L'oued Sébaou, principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, prend source à l'Est de l'extrémité orientale de Djurdjura, il coule d'Est en Ouest, sur une distance de 50 Km, et du Sud vers le Nord sur une 20^{aine} de Km jusqu'à la mer Méditerranée.

Sa pente moyenne est de l'ordre de 0,3% et sa largeur peut atteindre par endroit 500 m. Le bassin versant de Sébaou, en plus des apports des oueds Diss et Stita, collecte également l'ensemble des écoulements en prévenance des oueds Boubhir, Rebta, Aissi et Bougdoura.

Ce oued est affecté par plusieurs perturbations dues aux prélèvements excessifs de sable le long de son parcours. Le cours d'eau reçoit également des rejets urbains des villes d'Azazga, Tamda, Tizi ouzou et Draa Ben-khedda, et industriels tels ENEL à Fréha (Entreprise National des Equipements Electriques) et ORLAC à Drâa Ben Khedda (Office Régionale des Laiteries du Centre).

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : FR, TA et PB.

➤ Station FR (photo 1)

Station située à 2 km environ de Fréha.

- Altitude : 160 m ;
- Pente à la station : 1,2% ;
- Profondeur : 15 à 40 cm ;
- Vitesse du courant : 30 cm/s;
- Largeur du lit mineur : 10 m ;
- Substrat : galet, gravier, sable, limons, détritiques organiques ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes;
- Action anthropique : rejets urbains, extraction artisanale de sable.



Photo 1 : Station Fréha.

➤ **Station TA** (photo 2)

Station de plaine, localisée à 1 Km en aval du village Tamda.

- Altitude : 100 m ;
- Pente à la station : 0,5% ;
- Profondeur : 10 à 15 cm ;
- Vitesse du courant : 20 cm/s ;
- Largeur du lit mineur : 10 m ;
- Substrat : graviers, sable et détritiques organiques ;
- Végétation bordante : strate arborescente arbustive, éparses, herbacées et épineux ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : prélèvement de sable, rejets urbains et dépôts d'ordures sur les rives.



Photo 2 : Station Tamda.

➤ **Station PB** (photo 3)

Elle est située à 300 m en amont du Pont de Bougie.

- Altitude : 70 ;
- Pente à la station : 0,2 ;
- Profondeur : 40 à 50 cm ;
- Vitesse du courant : 10 cm/s ;
- Largeur du lit mineur : 10m ;
- Substrat : Graviers, sable, détritiques organiques ;
- Végétation bordante : Roseau et quelques frênes ;
- Végétation aquatique : algues ;
- Action anthropique : rejets urbains et extraction artisanale de sable.



Photo 3 : Station Pont de Bougie.

1.2.2. Oued Boubhir

L'oued Boubhir constitue le prolongement de l'oued Halil (principal affluent de l'oued Boubhir). Il prend naissance à 20 Km au Sud-Ouest d'Azazga et coule du Sud au Nord, entre 350 m et 150 m d'altitude.

Sa pente moyenne est de l'ordre de 2% et la largeur de son lit majeur peut atteindre par endroit plus de 50 m. L'importance de son débit est due aux écoulements en provenance du col de Tirourda (assif N'ath Atsou, assif Illilthen, assif Tirourda), du col de Chellata (assif El-Khemis et assif Sahel) et de l'Akfadou (assif Ousserdoun) qui s'ajoutent à l'apport de nombreux petits écoulements drainant les massifs d'Ain El Hammam et Larbaâ n'Ath Irathen.

Une station a été retenue sur ce cours d'eau: BH.

➤ **Station BH** (photo 4)

Station située près de la route w. 17, à une vingtaine de Km au Sud-Ouest d'Azazga.

- Altitude : 210 m ;
- Pente à la station : 1.6 % ;
- Profondeur : 30 à 100 cm ;
- Vitesse du courant: 40 cm/s;
- Largeur du lit mineur: 4 m ;
- Substrat : Galets, graviers, sable, Limons ;
- Végétation bordante : phragmites
- Végétation aquatique : algues filamenteuses, mousses, macrophytes ;
- Action anthropique : rejets domestiques, pompage d'eau, extraction du sable.



Photo 4 : Station Boubhir.

1.2.3. Assif Illilthen

Cours d'eau de montagne de dimension réduite, prend naissance à 1500 m d'altitude à partir de sources et des ruisselets alimentés par les eaux des pluies et de fonte des neiges du col de Tirourda.

Sa pente moyenne est de l'ordre de 11%. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'environ de 7 Km entre 1300 et 500 m d'altitude avant de se jeter dans l'assif Halil (affluent de l'oued Boubhir).

Une station a été retenue sur ce cours d'eau : AI.

➤ **Station AI** (photo 5)

Elle est située à 3 Km en amont du chef-lieu d'Illilthen.

- Altitude : 1010 m ;
- Pente à la station : 16.8 % ;
- Profondeur : 15 à 20 cm ;
- Vitesse du courant : 80 cm/s ;
- Largeur du lit mineur : 2 m ;
- Substrat : Galets, graviers, rochets ;
- Végétation bordante : strate arborescente, strate arbustive dense et épineuse ;
- Végétation aquatique : algues ;
- Action anthropique : rejets domestiques.



Photo 5 : Station Assif Illilthen.

1.2.4. Assif N'Ath Atsou

Cours d'eau de haute montagne. Il prend naissance au pied du col dit «Azerou N'Thor » à partir des sources et des petits ruisseaux alimentés par les eaux des pluies et de fonte des neiges.

Sa pente moyenne est de l'ordre de 9 %, il coule en orientation Sud-Nord entre 1400 et 900 m sur une distance de 6 Km. Il borde le village d'Ath Atsou avant de rejoindre assif d'Iferhounene.

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

➤ **Station AA** (photo 6)

Cette station est située à 500 m en amont du village Ait Atsou.

- Altitude : 1080 m ;
- Pente à la station : 19,8 % ;
- Profondeur : 5 à 10 cm ;
- Vitesse du courant : 120 cm/s ;
- Largeur du lit mineur : 1 à 1,5 m ;
- Substrat : dalles, sable, galets, rochers
- Végétation bordante : strate arborescente, arbustive dense, épineuse ;
- Végétation aquatique : quelques mousses ;
- Absence d'influences anthropiques.



Photo 6 : Station Ait Atsou.

1.2.5. Assif Tirourda

Cours d'eau de montagne de dimension réduite, prend naissance au pied du col de Tirourda où il collecte les écoulements de nombreux petits ruisseaux alimentés par les eaux des pluies, de fonte des neiges et d'autres sources.

Sa pente moyenne est de l'ordre de 16%. Il coule en orientation Sud-Nord sur un parcours d'environ 5 Km entre 1700 et 900 m d'altitude avant de se jeter dans l'assif Iferhounene.

Trois stations ont été retenues sur ce cours d'eau : TR1, TR2 et TR3.

➤ **Station TR1** (photo 7)

Elle est située à 1 Km en aval du col de Tirourda

- Altitude: 1115 m ;
- Pente à la station: 14,8 % ;
- Profondeur : 15 à 20 cm ;
- Vitesse du courant : 120 cm/s ;
- Largeur du lit mineur : 1 à 1.5 m ;
- Substrat : Galets, dalles, graviers, sable;
- Végétation bordante : strate arborescente ;
- Végétation aquatique : quelques mousses ;
- Absence d'influences anthropiques.



Photo 7 : Station Tirourda 1.

➤ **Station TR2** (photo 8)

Elle est située à 1 Km en aval du TR3.

- Altitude : 1045 m ;
- Pente à la station : 13,6 % ;
- Profondeur : 10 à 15 cm ;
- Vitesse du courant : 110 cm/s ;
- Largeur du lit mineur : 0,5 m ;
- Substrat : Galets, dalles, limons, graviers ;
- Végétation bordante : strate arborescente
- Végétation aquatique : quelques mousses ;
- Absence d'influences anthropiques.



Photo 8 : Station Tirourda 2.

➤ **Station TR3** (photo 9)

Elle est située à 1 km en aval d'Azrou N'Thor.

- Altitude : 1060 m ;
- Pente à la station : 15,2 % ;
- Profondeur : 10 à 15 cm ;
- Vitesse du courant : très rapide ;
- Largeur du lit mineur: 0,5 m ;
- Substrat: Galets, dalles, limons, graviers ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive ;
- Végétation aquatique : quelques mousses ;
- Absence d'influences anthropiques.



Photo 9 : Station Tirourda 3.

2. Caractéristiques physiques des stations

2.1. La pente

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

Compte tenu de la longueur des cours d'eau étudiés et de la différence d'altitude entre les ruisseaux et les secteurs de piémont et de basse altitude, on observe d'importantes variations de pente (Tableau 1).

Tableau 1 : Altitudes et pentes des stations étudiées.

Stations	TR1	TR2	TR3	AA	AI	BH	FR	TA	PB
Altitude (m)	1115	1045	1060	1080	1010	210	160	100	70
Pente à la station(%)	14.8	13.6	15.2	19.8	16.8	1.6	1.2	0.5	0.2

La lecture du tableau 1 montre que :

- les stations les plus pentues correspondent à celles des cours d'eau de montagne (alt. 1010 m - 1115 m) où les pentes varient de 13,6% à 19,8% (secteur des stations TR1, TR2, TR3, AA et AI) ;
- dans les piémonts et les basses altitudes, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau avec respectivement 1,2% et 1,6% (stations FR et BH) ;
- en plaine (alt. <150 m), le profil s'approche de l'horizontal. L'eau coule sur un lit large et relativement plat, les pentes varient de 0,2% et 0,5% (stations PB et TA).

2.2. Débit et vitesse du courant

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

L'écoulement de l'eau est un facteur écologique essentiel qui agit sur la composition et la structure des biocénoses aquatiques. En effet, la présence d'un courant exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (DECAMPS, 1971).

La vitesse du courant dépend du débit, de la pente, de la longueur du lit, de la taille des éléments du substrat, ainsi que de la profondeur de la lame d'eau.

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

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

Les vitesses du courant relevées dans les neuf stations sont portées sur le tableau 2. Elles sont classées en cinq catégories selon l'échelle de Berg :

- vitesse très lente : ≤ 10 cm/s ;
- vitesse lente : 10 à 25 cm/s ;
- vitesse moyenne : 25 à 50cm/s ;
- vitesse rapide : 50 à 100 cm/s ;
- vitesse très rapide : ≥ 100 cm/s.

Tableau 2 : Les vitesses du courant enregistrées aux stations d'étude.

Stations	TR1	TR2	TR3	AA	AI	BH	FR	TA	PB
Altitude (m)	1115	1045	1060	1080	1010	210	160	100	70
Vitesse du courant (cm /s)	120	110	110	120	80	40	30	20	10
Observation	T.R	T.R	T.R	T.R	R	M	M	L	L

T.R : Vitesse très rapide, **R** : Vitesse rapide, **M** : Vitesse moyenne, **L** : Vitesse lente.

➤ La lecture du tableau 2 montre :

- les stations de haute altitude (alt.1010 m - alt.1115 m) TR1, TR2, TR3, AA et AI présentent des vitesses du courant rapides à très rapides ;
- la vitesse du courant est qualifiée de moyenne dans les stations de piémont (alt. 160 m, alt.210 m) FR et BH ;
- les stations de basse altitude (alt. 100 m, alt.70 m) PB et TA présentent des vitesses du courant lentes.

En effet, la vitesse du courant est ralentie de l'amont vers l'aval, ce qui est dû à l'élargissement des lits des cours d'eau.

2.3. Substrat

Par sa composition, le substrat façonne une grande partie de l'habitat des macroinvertébrés aquatiques. Il constitue le support vital des espèces auquel ils sont intimement associés pendant une partie de leur vie (SEKHI, 2010).

La structure du substrat dépend de la force du courant qui entraîne les particules de la pente et du débit, elle affecte donc la distribution des espèces, la densité et la richesse des populations benthiques.

Les cours d'eau étudiés présentent naturellement dans leur ensemble une grande variété d'habitats : galets, rochers, sable, limons, dépôts de débris végétaux et par conséquent une grande diversité faunistique. Les mousses et les végétaux sont des supports très favorables car ils servent également de nourriture et d'abri pour la faune. Ainsi, la diversité de la communauté benthique reflète la diversité des substrats.

Selon la composition du substrat, on distingue deux grands types de ce dernier : le substrat minéral et le substrat végétal. L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimée par observation directe à l'échelle de la station (tableau 3).

Tableau 3 : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations	TR1	TR2	TR3	AA	AI	BH	FR	TA	PB
Gal-Gra (%)	100	95	95	90	90	50	30	30	10
Sab-Lim (%)	0	0	0	5	0	20	30	40	50
M.O (%)	0	0	0	0	0	10	20	10	10
V.A (%)	0	5	5	5	10	20	20	20	30

Gal : galets, **Gra** : graviers, **Sab** : sable, **Lim** : limons, **M.O** : matière organique, **V.A** : végétation aquatique.

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous les étages altitudinaux comme suit :

- aux stations de haute altitude (TR1, TR2, TR3, AA, AI) le substrat est à dominance de gros galets et de graviers, quant à la végétation aquatique est composée de quelque mousses ;
- en revanche, dans les stations de basse altitude (BH, FR, PB, TA) le substrat est plutôt hétérogène : galets-graviers, sable-limons avec une abondance de matière organique et de végétation aquatique (algue).

2.4. Température de l'eau (°C)

La température est le facteur cinétique le plus important de toutes les réactions chimiques et biologiques dans les milieux aquatiques (BEAUDRY et MONIQUE, 1984). Elle varie régulièrement sur le profil longitudinal des cours d'eaux et en fonction de l'altitude, la distance à la source, des régimes hydrologiques et de la saison.

Les mesures de la température de l'eau est très utile pour les études de limnologie. Elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination de pH et la dissociation des sels (RODIER, 1996). Elle joue également un rôle primordial dans le déterminisme de la distribution longitudinale des zoonoses (LOUNACI, 2005).

Les températures de l'eau ont été mesurées *in situ* à l'aide d'un thermomètre à mercure.

L'annexe 3 et la figure 5 présentent les valeurs des températures maximales, minimales et moyennes de l'eau relevées dans les différentes stations étudiées. L'analyse de ces températures nous a permis de classer les stations en deux groupes :

- **groupe 1** : renferme les stations de haute altitude (TR1, TR2, TR3, AA, AI) leurs températures moyennes varient entre 5 °C et 10,5°C. Ce sont les stations des cours d'eau alimentés par les sources et la fonte des neiges ;
- **groupe 2** : est composé essentiellement des stations de piémont et de basse altitude (BH, FR, TA, PB) dont les températures moyennes varient de 19 °C à 20,5 °C. En effet, la forte insolation, l'absence d'ombrage, le long des cours d'eau et l'élargissement du lit sont à l'origine de ces fortes températures.

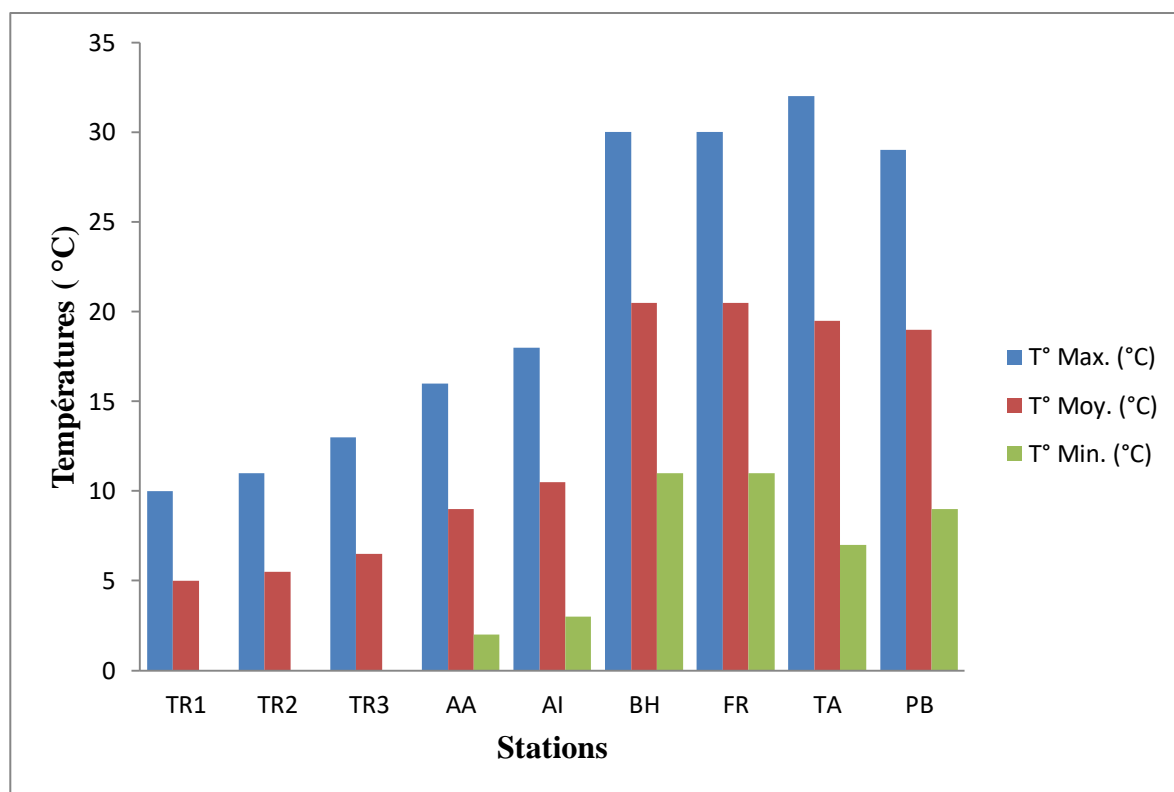


Figure 5 : Températures moyennes, maximales et minimales, de l'eau en (°C) enregistrées aux différentes stations étudiées.

3. Matériel et méthodes d'échantillonnage

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

3.1. Récolte de la faune benthique et la chasse d'adulte

Les larves et les nymphes de *Simulies* proviennent de prélèvements de la faune benthique réalisés au filet Surber de 300 μm de vide de maille (la surface échantillonnée étant de 0,1m²). La technique consiste à placer le filet face au courant afin d'entraîner les organismes dans le filet. Les galets, contenus dans la surface échantillonnée, sont délicatement retournés, raclés et lavés dans le filet afin de prélever le maximum de faune. Ces prélèvements sont effectués sur une longueur d'environ 10 fois la largeur du lit mineur de la station, celle-ci comprend un ensemble d'habitats : eau calme, galets en plein courant, végétation aquatique.

L'échantillonnage est complété par des prélèvements à l'aide d'un filet troubleau de 500 µm de vide de maille pour les zones profondes et d'une pince pour détacher les individus fixés sur les galets.

La faune récoltée est mise dans des sachets en plastique puis fixée dans du formol à 8% sur le lieu même du prélèvement.

La chasse d'adulte s'effectue en bordure des cours d'eau sur la végétation et les pierres. Les insectes repérés sont capturés à l'aide d'un filet fauchoir, un parapluie japonais ou saisis à l'aide d'une pince entomologique souple, puis sont recueillis dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notées à chaque prélèvement.

3.2. Tri et détermination de la faune

Le travail au laboratoire consiste à trier la faune, la déterminer et la dénombrer par taxon. Cette étape commence à extraire la faune du substrat contenue dans l'échantillon où les échantillons conservés dans des récipients étiquetés sont rincés abondamment à l'eau claire sur une série de tamis à mailles décroissantes (5 à 0,2 mm) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...) (EL AGBANI *et al.*, 1992 ; KARROUCH et CHAHLAOUI, 2009).

Le pré-tri est une détermination jusqu'à la famille, il est effectué sous la loupe binoculaire en s'appuyant sur les clés de détermination suivantes : TACHET *et al.* (1980 et 2000).

Les simules récoltées, séparées du reste de la faune macroinvertébrée, sont identifiées jusqu'à l'espèce à l'aide de clés d'identification spécifiques disponibles : CLERGUE-GAZEAU (1991) ; BELQAT (2002).

4. Méthodes d'analyse faunistique

4.1. Indice écologique de diversité

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

Les descripteurs statistiques (Richesse Spécifique (S), Abondance (A), Dominance...) sont largement utilisés dans les études quantitatives des peuplements. Ils permettent de réaliser des analyses statistiques et constituent la base de calcul de nombreux autres indices plus complexes (GRALL et COÏC, 2005).

➤ Abondance relative des espèces

L'abondance est le nombre d'individus d'une espèce présents par unité de surface ou de volume. Ce paramètre est important pour la description de la structure d'un peuplement ; il varie aussi bien dans le temps et dans l'espace (RAMADE, 2003).

L'abondance relative est un rapport exprimé en pourcentage et représente le nombre d'individus d'une espèce rapporté au nombre total des individus de toutes les espèces.

Elle est calculée avec la formule suivante :

$$P_i = n_i / N * 100$$

P_i = probabilité de rencontre de l'espèce de rang « i ».

n_i = nombre d'individus de l'espèce.

N = nombre total d'individus.

Ces abondances relatives sont réparties en 5 classes :

- 0 à 20 % espèce rare ;
- 20 à 40 % espèce rare et dispersée ;
- 40 à 60 % espèce peu abondante ;
- 60 à 80 % espèce abondante ;
- ≥ 80 % espèce très abondante.

➤ **Richesse spécifique totale des espèces (S)**

La richesse taxonomique ou spécifique correspond au nombre total d'espèces (taxons) présent dans chaque prélèvement (RAMADE, 2003).

➤ **Occurrence relative des espèces**

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

Elle est calculée par la formule suivante :

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

C = constance.

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 – 75] Espèce omniprésente ;
- C] 75 – 50] Espèce constante ;
- C] 50 – 25] Espèce fréquente ;
- C] 25 – 5] Espèce accessoire ;
- C < 5 % Espèce rare.

➤ **Indice de SHANNON (H')**

L'indice de SHANNON (1948) présente l'intérêt écologique de fournir une indication globale de l'importance relative des différents taxons (BOURNAUD et KECK, 1980). Il intègre à la fois la richesse taxonomique et l'abondance relative des différents taxons.

Il a pour expression :

$$H' = - \sum P_i \text{Log}_2 P_i$$

$$P_i = n_i / N$$

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

N = nombre total d'individus.

$$\text{Log}_2 P_i = \log P_i / 0.30.$$

Log_2 = logarithme à base 2.

L'indice de SHANNON-WEAVER varie de 0 à 5 Bit. Lorsqu'il tend vers 0 cela veut dire que le milieu est présenté par une seule espèce. Lorsqu'il tend vers ∞ , il traduit que le milieu est très diversifié.

4.2. Indice de structure

➤ Equitabilité de PIELOU (E)

L'équitabilité de PIELOU (1966) accompagne souvent l'indice de SHANNON-WEAVER afin de montrer si la structure de la communauté des macroinvertébrés est ou non équilibrée.

Elle se calcule à partir de la diversité maximale H' :

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

H' = indice de SCHANNON-WEAVER.

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

S = Richesse spécifique.

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

4.3. Traitements statistiques

➤ Analyse en composantes principales (ACP)

C'est une méthode de la famille de l'analyse des données et d'une façon générale de la statistique multi-variée. Elle consiste à transformer des variables corrélées en nouvelles variables indépendantes des unes des autres (non corrélées). Ces nouvelles variables appelées composantes principales.

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

➤ Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères. Elle procède en fait à la construction des classes (paquets) par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets. Il existe plusieurs méthodes de CAH et plusieurs choix de calcul de la distance entre deux objets, deux classes ou un objet et une classe.

➤ Analyse factorielle des correspondances (AFC)

C'est une méthode couramment utilisée dans les études biologiques (EL ALAMI, 2002). Elle permet un traitement synthétique des données multivariées et a pour but de simplification, l'ordination et la coordination des données (BEBBA, 2017), permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations.

Chapitre III

Aperçu sur les simulies

Les Diptères forment l'ordre des insectes le plus important après les Coléoptères. Deux sous-ordres se distinguent par le nombre d'articles des antennes des adultes. Le sous-ordre des Nématocères, le plus primitif, qui ont des antennes toujours constituées de plus de trois articles et le sous-ordre des Brachycères qui ont des antennes toujours courtes et constituées de trois articles (TACHET *et al.*, 2000).

La famille des Simuliidae fait partie de l'ordre des Diptères Nématocères qui habitent les eaux courantes à l'état immature.

Dans le monde, la famille des Simuliidae compte 2335 espèces au total réparties en 26 genres selon le dernier inventaire des Simuliidae établi par ADLER et CROSSKEY en 2018.

1. Systématique

La position systématique des Simuliidae dans le règne animal est la suivante :

- **Règne :** Animal
- **Embranchement :** Arthropodes
- **Sous-embranchement :** Hexapodes
- **Classe :** Insectes
- **Sous-classe :** Ptérygotes
- **Super-ordre :** Endoptérygotes
- **Famille :** Simuliidae
- **Genre* :**
 - Prosimulium*
 - Urosimulium*
 - Greniera*
 - Metacnephia*
 - Simulium*

Genre* : Nous nous sommes limités à donner juste les genres qui existent en Algérie.

2. Cycle biologique

Le cycle de vie des simulies varie selon les espèces. Leur développement est en grande partie influencé par l'environnement. Leur cycle comporte deux phases distinctes :

- une phase pré - imaginale (simulie non adulte) en milieu aquatique qui regroupe l'œuf, les sept stades larvaires et la nymphe ;
- une phase aérienne qui concerne l'adulte ou imago.

L'accouplement des simulies est généralement aérien près des gîtes larvaires. Chez la plupart des espèces, la femelle doit prendre un repas sanguin pour assurer la maturité des œufs. Les femelles pondent leurs œufs (de 0,15 à 0,3 mm de long) sous différentes formes, le plus souvent en amas irréguliers ou compacts ou en longues ficelles entrelacées (ADLER et KIM, 1986). Les œufs agglutinés dans une gelée sont déposés sur un support (plante, rocher, feuille, racine, etc.) qui émerge à la surface des eaux à courant rapide.

La durée d'incubation varie de quelques jours à plusieurs mois selon les saisons et la température de l'eau (BERNOTIENE et BARTKEVICIENE, 2011).

Le développement larvaire, qui comporte six à sept stades, s'étend sur quelques semaines à quelques mois selon les espèces et la température de l'eau (BENHOUSSA *et al.*, 1988) et surtout selon la disponibilité de la nourriture. La larve du septième stade évolue en nymphe après tissage d'un cocon. Cette dernière ne se nourrit pas et demeure fixée, immobile et immergée.

Après plusieurs jours à plusieurs semaines l'adulte émerge de la nymphe dans une bulle d'air qui éclate à la surface de l'eau libérant ainsi l'imago pour son envol. Cette émergence est influencée à la fois par la température de l'eau et la lumière (DEMANOU, 2004) (figure 6).

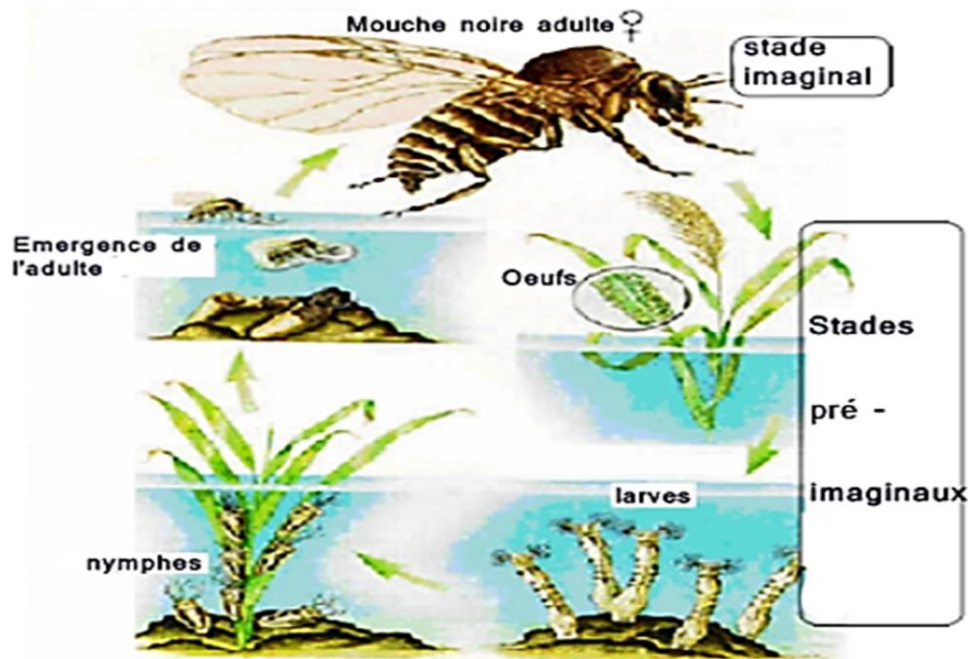


Figure 6 : Cycle de développement des Simuliidae (NANA TOMEN, 2008).

3. Description morphologique

La connaissance de la morphologie des Simuliidae (adulte, nymphe et larve) nous permet de reconnaître ces Diptères, mais surtout de retrouver les caractères morphologiques clés pour la détermination des espèces.

3.1. Les œufs

Les œufs sont de forme sub-triangulaire, asymétriques, à coque lisse, blancs à la ponte, foncés après embryogenèse, de taille variable de 0,2 à 0,3 mm.

3.2. La larve

Les larves sont d'un brun verdâtre et mesurent 5 mm à 1 cm de long. Elles ont la peau lisse presque sans segmentation apparente. Le corps est en forme de massue dans leur partie postérieure (figure 7). Elles sont caractérisées par :

- **une tête** cylindrique, en général de couleur plus foncée que le corps. Elle porte en plus un organe pair que l'on appelle pré mandibules, formée d'une hampe sur laquelle

S'insèrent de longues soies falciformes qui peuvent se déplier en éventail ou se rabattre le long de la hampe ;

- **un thorax** qui ne montre aucun organe dorsalement tandis que la face ventrale porte un pseudopode qui se termine par des couronnes de crochets de fixation. Latéralement, sur les larves matures du septième stade, on voit les histoblastes des trois pattes de l'adulte ainsi que les ébauches alaires et les ébauches des branchies nymphales. Ces dernières se présentent sur chaque côté du thorax comme une tache brune ou noire caractéristique de la maturité larvaire ;

- **un abdomen** de forme allongée, le tiers postérieur est renflé et se termine par un organe d'ancrage formé par des couronnes concentriques de minuscules crochets. Dorsalement sur l'extrémité terminale, l'abdomen porte des branchies rectales de formes variées et spécifiques. Un sclérite anal de forme variable suivant le groupe est également situé dans cette zone. Ventralement toujours sur l'extrémité terminale, la larve porte ou non une papille ventrale (DEMANOU, 2004).

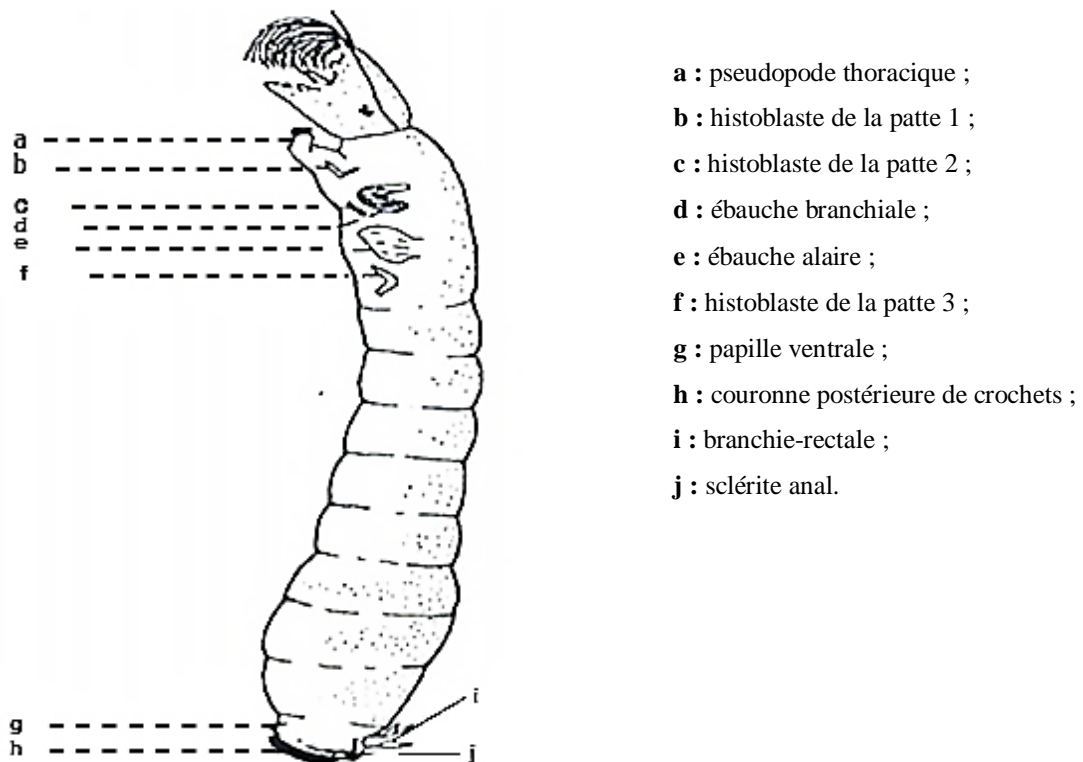


Figure 7 : Larve de septième stade (CLERGUE-GAZEAU, 1991).

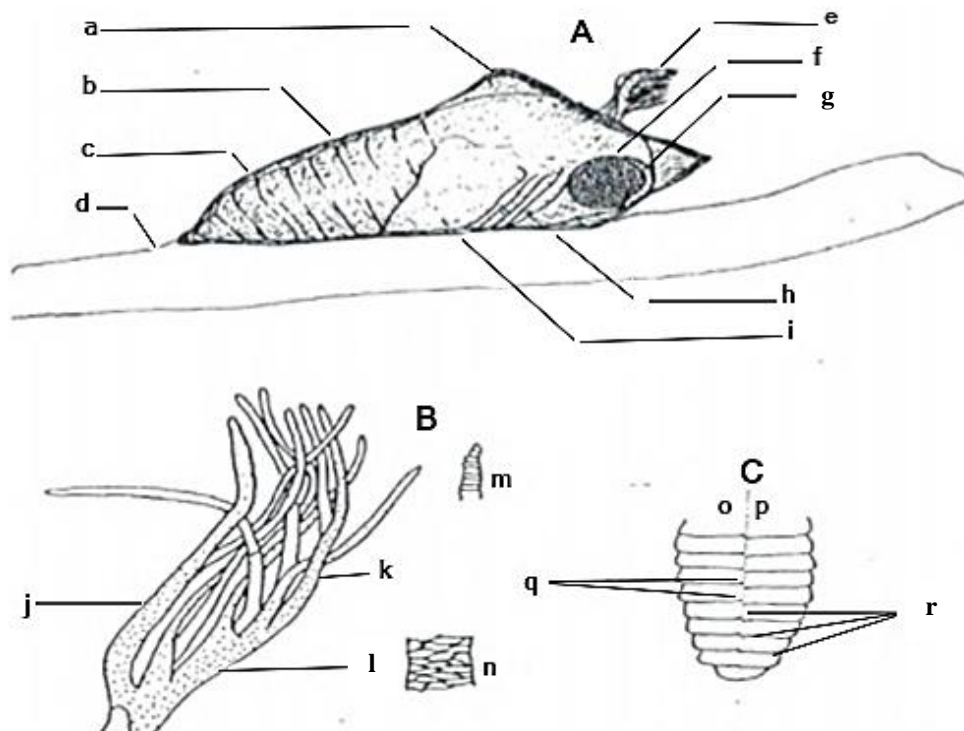
3.2. La nymphe

Les simulies sont des holométaboles, de ce fait le stade nymphal d'une Simulie ressemble à un imago enveloppé dans une membrane. La nymphe est immobile, logée dans un cocon de soie fixée au support. Sa couleur est claire lorsqu'elle est jeune, jaune ou gris foncée voire noire avant l'émergence (figure 8). La nymphe est distinguée par :

- **une tête** avec des yeux visibles, dichoptiques chez les femelles et holoptiques chez les mâles, caractère qui permet de distinguer facilement les nymphes femelles des nymphes mâles. Les antennes sont également visibles mais ne sont pas encore dressées ;

- **un thorax** qui porte sur la partie antérieure dorsale une paire de branchies filamenteuses. Le nombre, la forme, le port ainsi que la réticulation de ces filaments respiratoires sont les premiers critères d'identification des espèces de simulies. Les ébauches alaires et celles des pattes sont visibles ;

- **un abdomen** constitué par neuf segments visibles. Certains segments portent sur la face ventrale ou la face dorsale voire sur les deux, des organes d'ancrage. Ces derniers assurent la fixation de la nymphe au cocon. Ils sont formés de crochets dont le nombre et la forme, ainsi que leur répartition sur les segments abdominaux, constituent de bons critères taxinomiques (DÉCAMPS *et al.*, 1975).



A : une nymphe sur son support : **a** : cocon ; **b** : crochets abdominaux ; **c** : crochets ventraux ; **d** : support ; **e** : branchie ; **f** : yeux ; **g** : antenne ; **h** : ébauche des pattes ; **i** : ébauche alaire.

B : branchie nymphale ; **j** : filaments de la base ; **k** : filaments de l'apex ; **l** : hampe commune ; **m** : détail de l'apex d'un filament ; **n** : réticulation de la base d'un filament.

C : abdomen ; **o** : vue dorsale ; **p** : vue ventrale ; **q** : organe d'ancrage dorsal ; **r** : organe d'ancrage ventral.

Figure 8 : Nymphe vue selon son profil droit (CLERGUE-GAZEAU, 1991).

3.3. L'adulte

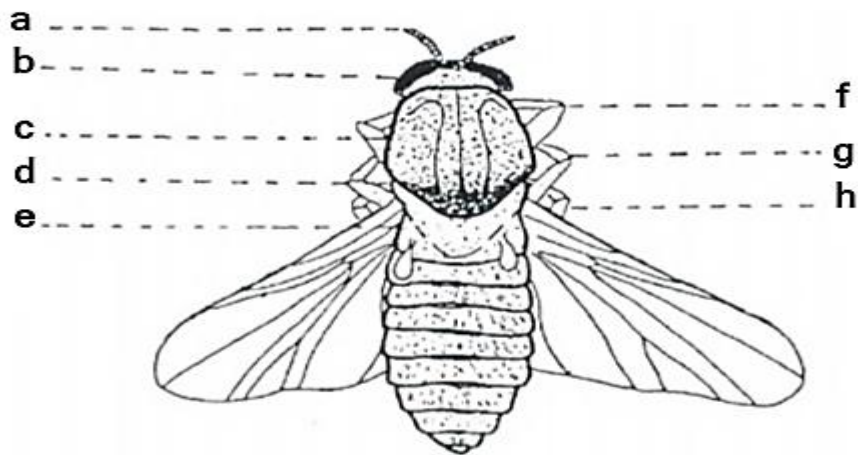
Les adultes de Simulies sont des mouches corpulentes de petites tailles (1,2 à 5,5 mm), de couleur généralement noire (d'où leur nom en anglais « black-flies ») ou marron foncé (figure 9). Ils sont caractérisés par :

- **une tête** avec un dimorphisme sexuel évident au niveau des yeux qui sont holoptiques chez les mâles et dichoptiques chez les femelles comme les nymphes. Les antennes sont semblables chez les deux sexes. Selon les espèces, le nombre d'articles antennaires varie entre neuf et onze articles ainsi que leur couleur et leur longueur. Les pièces buccales sont complètes de type broyeur-suceur chez les deux sexes, alors que seules les femelles sont hématophages ;

- **un thorax** bien développé avec un mésonotum très remarquable qui donne à l'insecte un aspect bossu et un scutellum petit. Les ailes, larges et claires, présentent une nervation

caractéristique des Simuliidae. Les pattes sont courtes et relativement fortes aux fémurs élargis ;

- **un abdomen** allongé et beaucoup plus étroit que le thorax. Sa face dorsale est uniformément sombre ou décorée de bandes ou de triangles pâles (SENEVET et QUIEVREUX, 1941). L'abdomen comprend dix segments dont neuf bien visibles et un dernier peu visible. Il porte les genitalia et les deux cerques qui sont bien développées chez la femelle tandis qu'ils sont réduits à de petites plaques sclérotisées et sétigères chez le mâle (CLERGUE-GAZEAU, 1991).

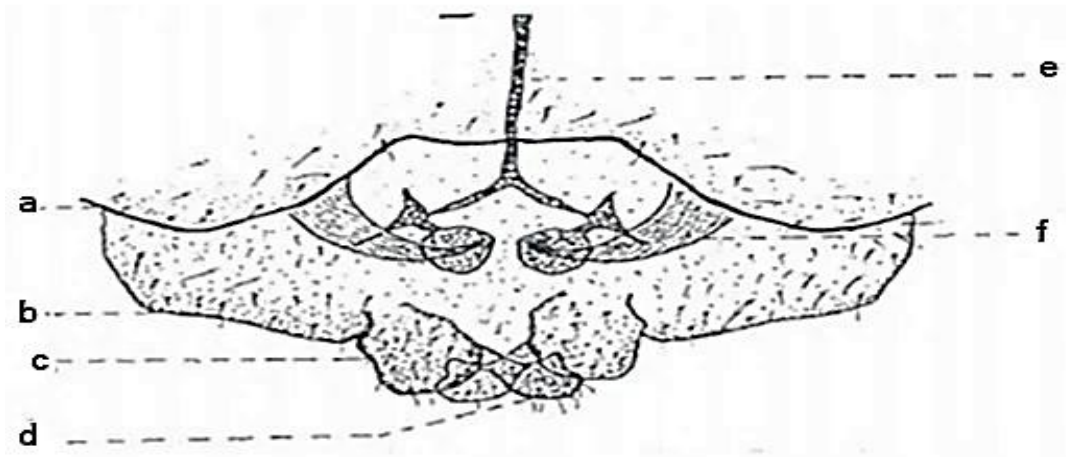


a : antenne ; b : oeil ; c : pronotum ; d : mésonotum ; e : scutellum ; f : patte droite 1 ;
g : patte droite 2 ; h : patte droite 3.

Figure 9 : Adulte femelle (CLERGUE-GAZEAU, 1991).

Chez la plupart des insectes, la forme des pièces génitales mâles et femelles constituent souvent d'excellents caractères taxinomiques comme suit :

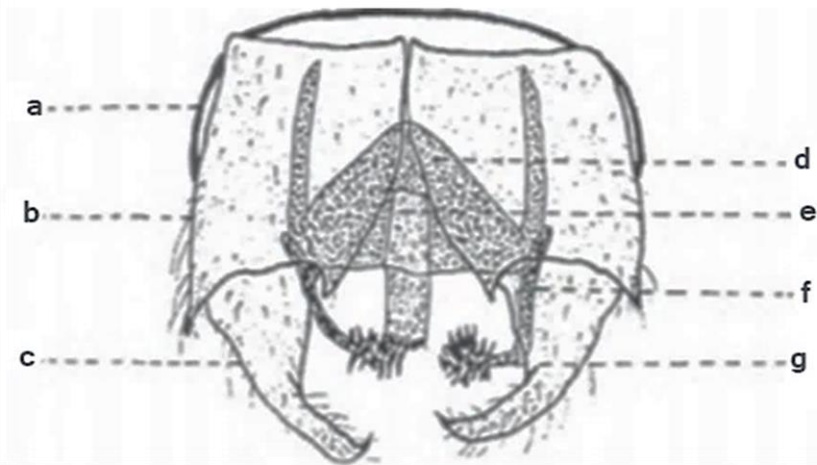
- **les genitalia femelles** sont constituées par une paire de gonapophyses antérieures, une furca qui dessine la lettre Y renversée et deux paraproctes. Ces pièces sont souvent semblables chez toutes les espèces, toutefois le détail de la furca présente souvent une valeur taxinomique (figure 10).



a : sternite VIII ; b : tergite IV ; c : paraprocte ; d : cerque ; e : furca ; f : gonapophyse antérieure.

Figure 10 : Génitalia femelle (CLERCUE-GAZEAU, 1991).

- **les génitalia mâles** comprennent une paire de coxites avec une plaque ventrale entre elles, un aedéage tubulaire et membraneux, un sciérite médian et deux paramères qui sont munis de crochets paraméraux (figure 11).



a : sternite IX ; b : coxite ; c : style ; d : plaque ventrale ; e : processus médian ; f : paramère ; g : crochets paraméraux.

Figure 11 : Génitalia mâle (CLERCUE-GAZEAU, 1991).

4. Intérêt des simulies

4.1. Rôle écologique et position trophique

Les mouches noires des deux sexes sont des pollinisateurs, cependant les femelles, capables de se déplacer sur de longues distances, sont pour la plupart hématophages. Dans l'eau, les larves se nourrissent par filtration en retenant les particules alimentaires de tailles très diverses. En effet, elles capturent avec leurs plumeaux céphaliques de 32 à 55 % du seston et en digèrent 17 à 25% (MORIN *et al.*, 1988).

Les Simuliidae font partie de plusieurs chaînes trophiques. Dans l'eau, les stades immatures sont consommés par différents prédateurs et particulièrement les insectes Trichoptères, Odonates, Hémiptères et Diptères (WERNER et PONT, 2006). Les adultes terrestres constituent une abondante source de nourriture pour de nombreuses espèces insectivores telles que les oiseaux, les reptiles, les chauves-souris et autres.

4.2. Rôle vecteur et nuisance

Les Simulies ou mouches noires sont des Diptères piqueurs redoutés, en particulier certaines espèces qui causent des ravages parmi les humains, les bovins et les oiseaux (SOLHEIM *et al.*, 2013). Ce sont les femelles hématophages de ces espèces qui représentent une véritable nuisance et qui causent d'importantes pertes parmi les animaux domestiques.

D'autres espèces sont vectrices de l'onchocercose, une maladie causée par un parasite entraînant la cécité. Des réactions allergiques et la fièvre de la mouche noire sont aussi des problèmes entraînés par leurs morsures. Chez les animaux, les mouches noires transmettent la leuco-cytozoonose, une maladie mortelle pour les dindes et les canards. Les mouches noires adultes entraînent aussi des pertes économiques en milieu agricole et touristique.

5. Données faunistiques des Simuliidae

Environ 2335 espèces sont actuellement identifiées dans le monde (ADLER et CROSSKEY, 2018), cependant, un grand nombre d'espèces anonymes additionnelles, distinguées chromosomiquement ont été identifiées par les cytologistes. La classification est plus difficile puisqu'il y a des espèces qui sont biologiquement et chromosomiquement distinctes, mais anatomiquement très semblables entre elles. Les études modernes sur les

Simuliidae doivent tenir compte de ce problème. Les travaux sur la faune simulidienne du Maghreb, sont consacrés la plupart du temps à des descriptions d'espèces. GRENIER en 1953 a dressé en Afrique du Nord, le premier inventaire de ce groupe d'insectes. D'autres auteurs ont également contribué à la connaissance de cette famille par de courtes notes, citons parmi eux: EDWARDS (1923) ; SEGUY (1930) ; PARROT (1949) ; GRENIER et FAURE (1956).

D'autres travaux plus élaborés ont été entrepris, contribuant à une meilleure connaissance de cette famille :

En Tunisie : BAILLY CHOUMARA (1970), les travaux de BOUMAIZA et CLERGUE- GAZEAU (1986) ; CLERGUE-GAZEAU *et al.* (1991) ; BOUMAIZA (1994) ; ADLER et CROSSKEY (2018).

En Algérie : LOUNACI (1987) ; AIT MOULOUD (1988) ; GAGNEUR CLERGUE-GAZEAU (1988) ; LOUNACI-DAOUDI (1996) ; CROSSKEY et HOWARD (1997) LOUNACI *et al.* (2000a) ; LOUNACI *et al.* (2000b) ; HAOUCHINE et LOUNACI (2012) ; CHERAIRIA (2015) ; CHAOUI BOUDGHANE-BENDIOUIS (2016) ; ARIGUE *et al.* (2016) et ADLER et CROSSKEY (2018).

Au Maroc : c'est le pays où les Diptères Simuliidae ont été le plus étudiés. Les travaux de BAILLY-CHOUMARA et BEAUCOURNU-SAGUEZ (1978 et 1981) ; DAKKI (1979) ; GIUDCELLI et DAKKI (1984) ; GUIDICELLI et THIERRY (1985) ; MOHATI (1985) ; CLERGUE-GAZEAU *et al.* (1991) ; GIUDICELLI *et al.* (2000) ; BELQAT et ADLER (2001) ; BELQAT *et al.* (2001a) ; BELQAT *et al.* (2001b) ; BELQAT (2002) ; BELQAT et DAKKI (2004) ; BELQAT *et al.* (2008) ; BELQAT *et al.* (2011) ; ADLER *et al.* (2015) KUDELA *et al.* (2017) et ADLER et CROSSKEY (2018).

Selon BELQAT (2018) l'état des connaissances sur les Diptères Simuliidae du Maghreb est comme suit :

- 37 espèces sont connues de l'Algérie ;
- 18 espèces sont connues du Tunisie ;
- 44 espèces sont connues du Maroc.

Tableau 4 : Espèces de Simuliidae enregistrées au Maghreb (BELQAT, 2018).

Espèces	Maroc	Algérie	Tunisie
<i>Helodon (Helodon) laami</i> (BEAUCOURNU-SAGUEZ et BAILLY-CHOUMARA, 1981).	X		
<i>Prosimulium albense</i> (RIVOSECCHI, 1961).		X	
<i>Prosimulium latimucro</i> (ENDERLEIN, 1925).			
<i>Prosimulium rufipes</i> (MEIGEN, 1830).	X	X	X
<i>Prosimulium rachiliense</i> (DJAFAROV, 1954).			
<i>Prosimulium tomosvaryi</i> (ENDERLEIN, 1921).	X		
<i>Urosimulium faurei</i> (BERNARD, GRENIER et BAILLY-CHOUMARA, 1972).	X X	X	
<i>Urosimulium juccii</i> (CONTINI, 1966).		X	X
<i>Greniera fabri</i> (DOBY et DAVID, 1959)		X	
<i>Metacnephia blanci</i> (GRENIER et THEODORIDES, 1953).	X X	X	X
<i>Metacnephia nuragica</i> (RIVOSECCHI, RAASTAD et CONTINI, 1975).	X		
<i>Simulium (Boophthora) erythrocephalum</i> (GEER, 1776)			X
<i>Simulium (Crosskeyellum) gracilipes</i> (EDWARDS, 1921).	X	X	
<i>Simulium (Eusimulium) angustipes</i> (EDWARDS, 1915)		X	X
<i>Simulium (E.) mellah</i> (GIUDICELLI et BOUZIDI, 2000).	X X	X	
<i>Simulium (E.) petricolum</i> (RIVOSECCHI, 1963).		X	
<i>Simulium (E.) rubzovianum</i> (SHERBAN, 1961).	X	X	X
<i>Simulium (E.) velutinum sensu stricto</i> (SANTOS ABREU, 1922).	X X	X	X
<i>Simulium (E.) velutinum</i> (SANTOS ABREU, 1922).		X	
<i>Simulium (E.) velutinum</i> (SANTOS ABREU, 1922).			X
<i>Simulium (Hellichiella) latipes</i> (MEIGEN, 1804).	X	X	
<i>Simulium (Nevermannia) angustitarse</i> (LUNDSTRÖM,	X		

1911).		X	X	X
<i>Simulium (N.) ibleum</i>	(RIVOSECCHI, 1966).	X	X	
<i>Simulium (N.) lundstromi</i>	(ENDERLEIN, 1921).	X	X	X
<i>Simulium (N.) ruficorne</i>	(MACQUART, 1838).	X	X	
<i>Simulium (N.) brevidens</i>	(RUBTSOV, 1956).	X		
<i>Simulium (N.) carthusiense</i>	(GRENIER et DORIER, 1959).	X	X	
<i>Simulium (N.) costatum</i>	(FRIEDRICH, 1920).	X	X	X
<i>Simulium (N.) cryophilum</i>	(RUBTSOV, 1959).	X		
<i>Simulium (N.) toubkal</i>	(BOUZIDI et GIUDICELLI, 1986).	X	X	X
<i>Simulium (N.) vernum</i>	(MACQUART, 1826).	X		
<i>Simulium (Rubzovia) knidirii</i>	(GIUDICELLI et THIERY, 1985).	X		
<i>Simulium (R.) lamachi</i>	(DOBY et DAVID, 1960).		X	X
<i>Simulium (Simulium) argenteostriatum</i>	(STROBL, 1898)			
<i>Simulium (S.) hispaniola</i>	(GRENIER et BERTRAND, 1954).		X	
<i>Simulium (S.) bezzii</i>	(CORTI, 1914).	X	X	
<i>Simulium (S.) egregium</i>	(SEGUY, 1930).	X		
<i>Simulium (S.) intermedium</i>	(ROUBAUD, 1906).	X	X	X
<i>Simulium (S.) ornatum</i>	(MEIGEN, 1818).	X	X	X
<i>Simulium (S.) trifasciatum</i>	(CURTIS, 1839).	X	X	
<i>Simulium (S.) reptans</i>	(L., 1758).		X	X
<i>Simulium (S.) atlasicum</i>	(GIUDICELLI ET BOUZIDI, 1989).	X		
<i>Simulium (S.) berberum</i>	(GIUDICELLI et BOUZIDI, 1989).	X		
<i>Simulium (S.) monticola</i>	(FRIEDERICHS, 1920).		X	
<i>Simulium (S.) variegatum</i>	(MEIGEN, 1818).	X	X	
<i>Simulium (S.) xanthinum</i>	(EDWARDS, 1933).	X	X	
<i>Simulium (S.) 'indet.'</i>	(BELQAT, ADLER et DAKKI, 2001a).	X		

<i>Simulium (Trichodagmia) auricoma</i> (MEIGEN, 1818)	X		
<i>Simulium (T.) galloprovinciale</i> (GIUDICELLI, 1963).	X	X	
<i>Simulium (T.) marocanum</i> (BOUZIDI et GIUDICELLI, 1988).	X	X	
<i>Simulium (Wilhelmia) equinum</i> (L., 1758).	X	X	
<i>Simulium (W.) pseudequinum</i> (SEGUY, 1921).	X	X	X
<i>Simulium (W.) quadrifila</i> (GRENIER, FAURE et LAURENT, 1957).	X	X	
<i>Simulium (W.) sergenti</i> (EDWARDS, 1923).	X	X	X

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Analyse faunistique

Les prospections réalisées dans les stations étudiées entre 70 et 1115 m d'altitude, ont permis la récolte d'un total de 2613 individus appartenant à 2 genres répartis en 14 espèces de Diptères Simuliidae (tableau 5, annexe 4)

➤ **Genre *Prosimulium*** : un seul sous-genre :

- Sous-genre ***Prosimilium*** représenté par deux espèces : *P. (P.) latimucro* avec 104 individus et *P. (P.) Rufipes* avec 692 individus.

➤ **Genre *Simulium*** représenté par cinq sous-genres :

- ***Eusimulium*** représenté par une seule espèce : *S. (E.) velutinum* (59 individus) ;
- ***Nevermannia*** représenté par trois espèces : *S. (N.) brevidens* (395 individus), *S. (N.) cryophilum* (487 individus) et *S. (N.) gr.vernum* (224 individus) ;
- ***Simulium*** est le plus dominant avec six espèces : *S. (S.) argentrestriatum* (63 individus), *S. (S.)Trifasciatum* (70 individus), *S. (S.)intermedium* (147 individus) *S. (S.) ornatum* (142 individus), *S. (S.) variegatum* (6 individus) et *S. (S.) xanthinum* (9 individus) ;
- ***Obuchovia*** représenté par une seule espèce : *S. (O.)Galloprovinciale* (12 individus) ;
- ***Wilhelmia*** représenté par une seule espèce : *S. (W) pseudequinum* (203 individus).

Tableau 5 : Distribution des Diptères simuliidae dans les stations d'études.

Taxons / stations		TR1	TR2	TR3	AA	AI	BH	FR	TA	PB	Ab	AbR	Occ	OccR
Altitude (m)		1115	1045	1060	1080	1010	210	160	100	70				
<i>G. Prosimulium</i>														
<i>S/G. Prosimulium</i>														
<i>P. (P.) latimucro</i>	Plat	27	45	32							104	3,98	3	33,33
<i>P. (P.) rufipes</i>	Pruf	218	199	131	89	55					692	26,48	5	55,55
<i>G. Simulium</i>														
<i>S/G. Eusimulium</i>														
<i>S. (E.) velutinum</i>	Svel						22	16	21		59	2,25	3	33,33
<i>S/G. Nevermannia</i>														
<i>S. (N.) brevidens</i>	Sbre	192	135	41	27						395	15,11	4	44,44
<i>S. (N.) cryophilum</i>	Scry	209	40	81	44	113					487	18,63	5	55,55
<i>S. (N.) gr. vernum</i>	Sver	128		16	44	36					224	8,57	4	44,44
<i>S/G. Simulium</i>														
<i>S. (S.) argenteostriatum</i>	Sarg	41	22								63	2,41	2	22,22
<i>S. (S.) trifasciatum</i>	Stri						22	48			70	2,67	2	22,22
<i>S. (S.) intermedium</i>	Sint			14	16		28	44	21	24	147	5,62	6	66,66
<i>S. (S.) ornatum</i>	S orn	8	19		11		24	28	36	16	142	5,43	7	77,77
<i>S. (S.) variegatum</i>	S var		6								6	0,23	1	11,11
<i>S. (S.) xanthinum</i>	S xan		9								9	0,34	1	11,11
<i>S/G. Obuchovia</i>														
<i>S. (W.) pseudequinum</i>	Spseu						73	56	44	30	203	7,76	4	44,44
<i>S/G. Wilhelmia</i>														
<i>S. (O.) galloprovinciale</i>	S gal		8			4					12	0,46	2	22,22
Total		823	483	315	231	208	169	192	122	70	2613			
Abondance stationnelle		823	483	315	231	208	169	192	122	70				
Richesse spécifique		7	9	6	6	4	5	5	4	3				

Ab : Abondance des espèces ; **AbR** : Abondance relative (%) ; **Occ** : Occurrence ; **OccR** : Occurrence relative (%).

2. Etude indicielle

2.1. Abondance stationnelle des espèces

La faune simuliidienne considérée dans ce travail totalise 2613 individus. L'abondance de chaque espèce fluctue d'une station à une autre, variant de 70 individus récoltés (station PB) à 823 individus (station TR1) (figure12).

L'abondance la plus élevée est notée au niveau de TR1 (alt. 1115 m) avec un total de 823 individus. Cette station de haute altitude est caractérisée par des eaux pures bien oxygénées, un courant rapide, un substrat grossier, une température de l'eau relativement basse et l'absence d'impact humain. En effet, les formes recensées dans ces stations sont pour la plupart polluo-sensibles, elles semblent inféodées au secteur amont et présentent une tendance sténotherme et rhéophile.

En revanche, la faible abondance a été notée au niveau des stations de piémont et de basse altitude : BH, FR, TA et PB.

La forte réduction de l'abondance de la faune simuliidienne est enregistrée au niveau de la station PB (alt.70 m) qui présente seulement 70 individus s'explique par le fait que ce secteur de potamon se caractérise par la température de l'eau élevée, l'absence d'une végétation dense et l'impact humain bien marqué (extraction de sable, rejets domestiques et pompage de l'eau pour l'irrigation...) ainsi qu'à l'homogénéité du substrat qui conduit à une diminution du nombre des niches écologiques ce qui empêche l'installation d'une faune riche et diversifiée. En effet, les espèces récoltées au niveau de cette station sont connues par leur thermophilie et leur tolérance à la présence de la matière organique.

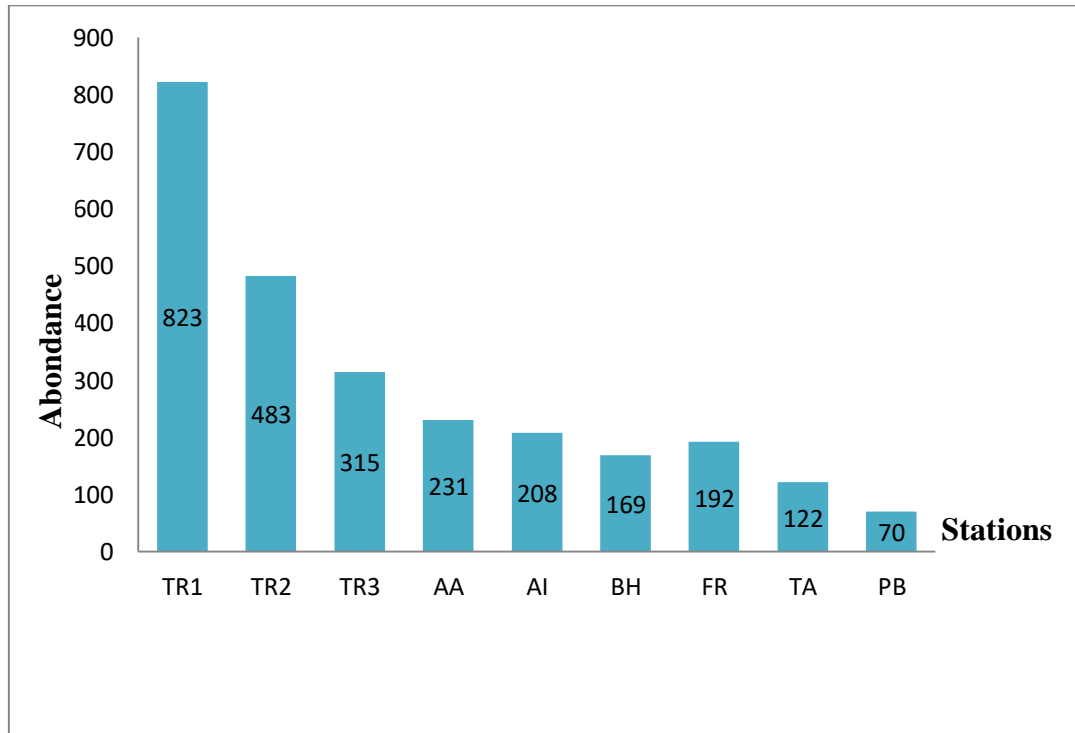


Figure 12 : Abondance des Simuliidae dans les stations d'étude.

2.2. Richesse spécifique

La lecture du tableau 5 et la figure 13 montre que les richesses spécifiques des simuliidae récoltées présentent des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre de taxons varie entre un minimum de 3 taxons récoltés à la station PB (alt.70 m) et un maximum de 9 taxons à la station TR2 (alt.1045 m).

Les stations les plus diversifiées sont TR1 (7 taxons), TR2 (9 taxons) ensuite TR3 et AA avec 6 espèces chacune. Les secteurs de ces stations présentent des habitats assez diversifiés, milieu hétérogène à couvert végétal important et à courant rapide, facteurs favorables à l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Quant aux stations de piémont et de basse altitude (BH, FR, TA, PB), elles présentent une richesse taxonomique réduite entre 3 à 5 taxons. Cela s'explique par le fait que ces secteurs sont les plus touchés par les perturbations anthropiques, caractérisés par un substrat à dominance de sable, de matière organique et des températures relativement élevées.

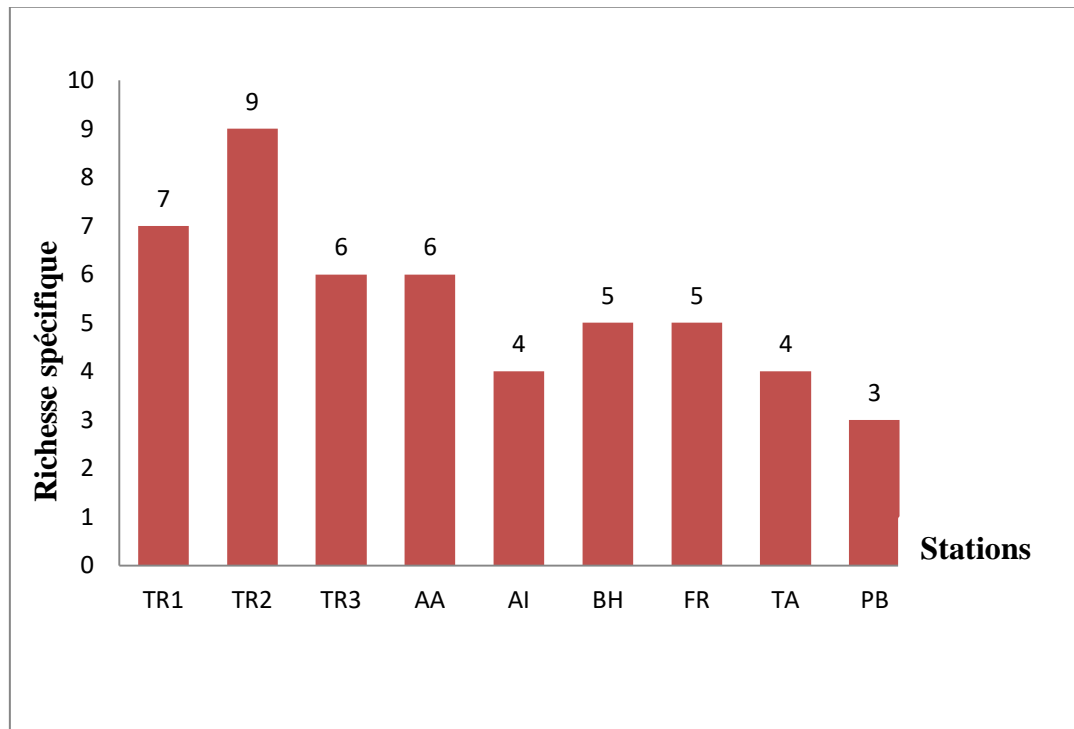


Figure 13 : Richesse spécifique des Simuliidae aux stations étudiées.

2.3. Abondance et Occurrence des espèces

Les figures 14 et 15 représentent l'abondance et l'occurrence relative des espèces récoltées dans les neuf stations étudiées.

Elles peuvent être classées en 3 grands groupes :

- **espèces dominantes ou espèces constantes** : dont la fréquence d'occurrence est supérieure à 50%. Elles constituent les éléments les plus dominants dans tous les peuplements recensés.

Dans les cours d'eau étudiés *S. (S.) ornatum* est l'espèce la plus occurrente (77,77 %). Elle est qualifiée d'espèce à large valence écologique, eurytherme et eurytope, colonisant tous les types d'habitats, tandis que *S. (S.) intermedium* présente un indice d'occurrence relative à 66.66 % et *P. (P.) rufipes* *S. (N.) cryophilum* présentent un même pourcentage d'occurrence de l'ordre de 55.55%.

- **espèces peu abondantes et fréquentes** : ce sont en général les espèces à populations peu denses qui présentent des fréquences d'occurrence comprises entre 25 et 50 %.

Les espèces *S. (W.) pseudequinum*, *S. (N.) gr vernum*, *S. (N.) brevidens* présentent le même indice d'occurrence de l'ordre de 44.44 %. Quant aux espèces *S. (E.)velutinum*, *P. (P.) latimucro*, leur pourcentage d'occurrence est de l'ordre de 33.33 %. Ces espèces sont qualifiées d'espèces sténothermes et moins eurythermes.

• **espèces rares ou espèces accidentelles à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes** : *S. (S.) argenteostriatum*, *S. (S.)Trifasciatum*, *S. (O.) Galloprovinciale* présentent un pourcentage d'occurrence de l'ordre de 22.22 % et *S. (S.) xanthinum*, *S. (S.) variegatum* sont présentées par un indice d'occurrence de 11.11 %. En général, ce sont des espèces très localisées qui sont repérées dans des biotopes spécialisés : les ruisseaux de source et / ou biotopes rhéophiles de montagne.

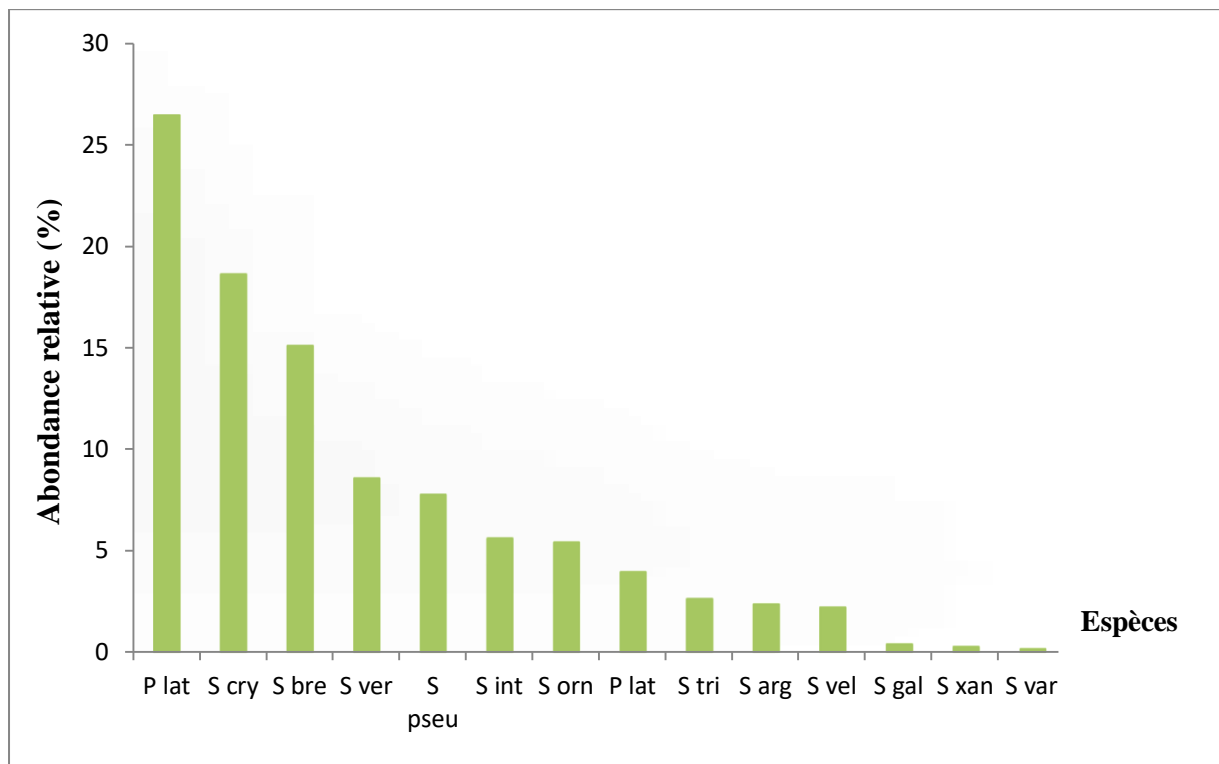


Figure 14 : Abondance relative des espèces Simuliidae dans les stations étudiées.

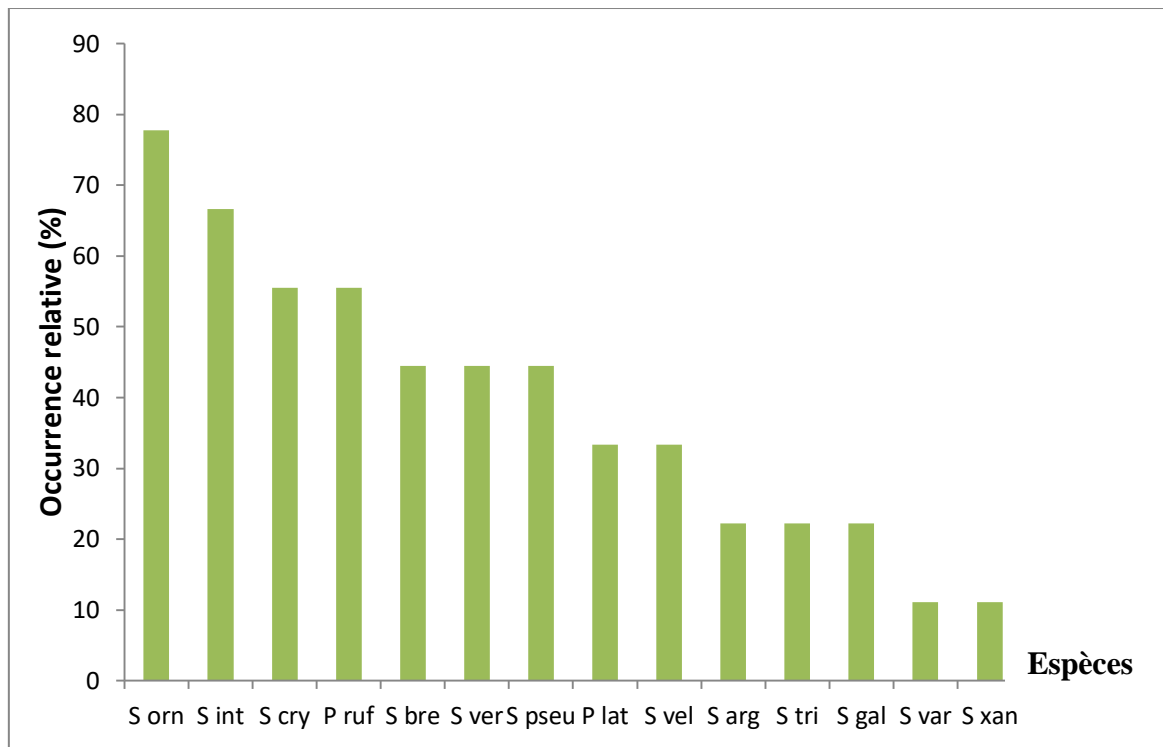


Figure 15 : Occurrence relative des espèces Simuliidae dans les stations étudiées.

2.4. Indice de SHANNON (H') et Equitabilité de PIELOU (E)

L'indice de diversité et d'équitabilité sont élevés lorsque la richesse spécifique est importante et la répartition des espèces est équilibrée. Un peuplement moins diversifié avec des espèces dominantes s'exprime par une faible valeur de ces indices.

Les résultats des indices H' et E aux niveaux des stations étudiées sont consignés dans l'annexe 5 et la figure 16.

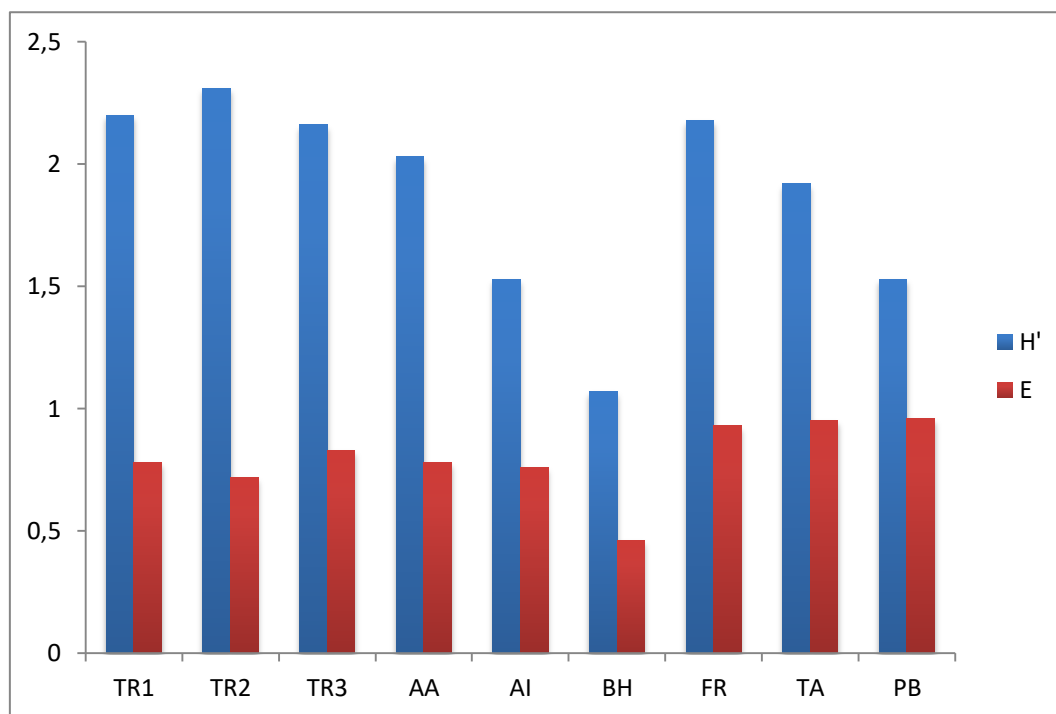


Figure 16 : Evolution des indices de SHANNON-WEAVER (H') et d'équitabilité (E) dans les stations étudiées.

Les valeurs H' et E dans l'ensemble des stations étudiées varient entre 1,07 et 2,31 Bit pour H' et entre 0,46 et 0,96 pour E.

Les stations de haute altitude TR1, TR2, TR3, AA, AI présentent les valeurs les plus élevées de H'. Ces valeurs sont comprises entre 2,31 et 2,03 Bit. En effet, ces stations sont caractérisées par un substrat hétérogène et un couvert végétal assez dense ce qui a donné lieu à une diversité d'habitats permettant le développement d'une communauté riche en taxons.

En revanche, les stations de piémont et de basses altitudes BH, FR, TA et PB présentent des valeurs plus faibles. Cette diminution de l'indice de SHANNON-WEAVER est due essentiellement aux influences anthropiques (rejets domestiques, extraction de sable ...) qui se traduisent par la modification du substrat et la destruction des habitats ce qui conduit à une diminution des niches écologiques et ce qui entraîne une élimination des espèces sensibles à la pollution à l'instar des espèces: *P. (P.) latimucro*, *P. (P.) rufipes* et *S. (N.) cryophilium*, qui sont complètement disparues au niveau de ces stations et la pullulation des espèces qui tolèrent les conditions des milieux extrêmes telles que la pollution et l'élévation des températures : *S. (E.) velutinum*, *S. (W.) pseudoquinum* et *S. (S.) ornatum*.

L'indice de l'équitabilité est assez élevé au niveau des stations de basse altitude, cela s'explique par l'équirépartition des individus des espèces présentes au niveau de ces stations.

Les stations de l'amont présentent des indices de E moins élevés par rapport aux précédentes, cela s'explique par la présence des espèces dominantes au niveau de ce secteur.

3. Etude statistique

3.1. Structure mésologique

Un certain nombre de paramètres sont évidemment liés entre eux car ils représentent l'évolution progressive le long d'un profil d'équilibre. En effet, les facteurs fondamentaux appelés aussi « variables écologiques » sont des cycles thermiques, le régime du cours d'eau, la vitesse du courant, la nature du substrat, la nature et l'abondance de la végétation émergée et les données physicochimiques. D'autres paramètres dits également « constantes écologiques » tels que l'altitude, la pente, la nature du terrain, la végétation, l'orientation du cours d'eau, le mode d'alimentation, la distance à la source ainsi que les influences humaines sont aussi importantes, car ils agissent sur les facteurs fondamentaux et par conséquent, ils ont une influence indirecte sur la faune.

Dans ce travail, 14 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 9 stations (tableau 6).

Tableau 6 : Caractéristiques environnementales des 9 stations étudiées.

Sites	TR1	AA	TR3	TR2	AI	BH	FR	TA	PB
Alt	1115	1080	1060	1045	1010	210	160	100	70
Prof	20	15	10	10	20	25	30	40	40
Vit	120	120	110	110	80	40	30	20	10
Larg	1,5	1,5	0,5	1,5	2	4	10	10	10
Pent	14,8	19,8	15,2	13,6	16,8	1,6	1,2	0,5	0,2
DisS	0,5	0,5	0,5	1,5	1	25	40	45	75
Tmax	10	16	13	11	18	30	30	32	29
Tmin	0	2	0	0	3	11	11	7	9
Rip	4	4	3	4	4	2	2	1	1
Vaq	0	1	1	2	2	1	2	1	1
Pol	0	0	0	0	1	1	2	2	3
Gal- Grav	100	90	95	95	90	60	40	30	20
Sable- Lim	0	10	0	0	0	30	40	50	60
Mat O	0	0	0	0	0	10	20	30	30

Larg : largeur du cours d'eau (m), **Prof** : profondeur moyenne (cm), **Vit** : vitesse du courant (4 classes, de lent (1) à très rapide (4)), **alt.** : altitude (m), **Pent** : pente (%), **DisS** : distance à la source (km), **Tmax** : température maximale (°C), **Tmin** : température minimale (°C), **Rip** : ripisylve (4 classes, de rare (1) à très abondante (4)), **Vaq** : végétation aquatique (4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)), **Pol** : pollution (4 classes, de non perturbé (0) à fortement perturbé (3)), **Gal** : galets (%), **Grav** : graviers (%), **Sab** : sable (%), **Lim** : limons (%), **Mat.O** : matières organiques (%).

- L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte a montré que la plupart des variables sont inter corrélées (tableau 7).
- Altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier, végétation bordante, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ;
- Distance à la source, largeur du lit mineur, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), substrat fin, variables liées par une relation décroissante.

Leurs coefficients de corrélation sont hautement significatifs ($r > 0,7$) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés.

Quant au paramètre végétation aquatique, son niveau de liaison avec les autres paramètres est assez faible et ne présente aucune linéarité.

Tableau 7 : Matrice de corrélation entre variables environnementales.

	Alt	Pro	Vit	Lar	Pen	DiS	Tmax	Tmin	Rip	Vaq	Pol	GG	SL	MO
Alt	1	-0,89	0,97	-0,92	0,98	-0,91	-0,97	-0,93	0,95	-0,08	-0,89	0,96	-0,96	-0,93
Pro	-0,89	1	-0,91	0,93	-0,84	0,91	0,86	0,76	-0,87	-0,11	0,93	-0,94	0,93	0,95
Vit	0,97	-0,91	1	-0,92	0,94	-0,92	-0,96	-0,91	0,92	-0,17	-0,95	0,96	-0,93	-0,93
Lar	-0,92	0,93	-0,92	1	-0,88	0,93	0,87	0,80	-0,88	0,13	0,93	-0,97	0,95	0,97
Pen	0,98	-0,84	0,94	-0,88	1	-0,88	-0,90	-0,88	0,93	-0,04	-0,84	0,92	-0,91	-0,90
DiS	-0,91	0,91	-0,92	0,93	-0,88	1	0,83	0,78	-0,92	0,00	0,95	-0,97	0,97	0,96
Tmax	-0,97	0,86	-0,96	0,87	-0,90	0,83	1	0,95	-0,89	0,14	0,86	-0,92	0,91	0,87
Tmin	-0,93	0,76	-0,91	0,80	-0,88	0,78	0,95	1	-0,80	0,18	0,80	-0,85	0,84	0,76
Rip	0,95	-0,87	0,92	-0,88	0,93	-0,92	-0,89	-0,80	1	0,06	-0,86	0,95	-0,94	-0,94
Vaq	-0,08	-0,11	-0,17	0,13	-0,04	0,00	0,14	0,18	0,06	1	0,17	-0,08	-0,02	0,00
Pol	-0,89	0,93	-0,95	0,93	-0,84	0,95	0,86	0,80	-0,86	0,17	1	-0,95	0,92	0,93
GG	0,96	-0,94	0,96	-0,97	0,92	-0,97	-0,92	-0,85	0,95	-0,08	-0,95	1	-0,99	-0,98
SL	-0,96	0,93	-0,93	0,95	-0,91	0,97	0,91	0,84	-0,94	-0,02	0,92	-0,99	1	0,98
MO	-0,93	0,95	-0,93	0,97	-0,90	0,96	0,87	0,76	-0,94	0,00	0,93	-0,98	0,98	1

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

L'ACP réalisée permet d'extraire sur le premier axe factoriel 85 % de la variabilité totale du nuage de points, tandis que le deuxième axe représente 8 % de la variabilité. La projection des vecteurs figurant la variabilité (figures 17 et 18) dans le plan des facteurs 1 et 2 montrent que ces variables se répartissent globalement en deux groupes :

- l'ensemble des variables : altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier, végétation bordante, fortement corrélées entre elles et avec l'axe 1 (en position positive) et

bien représentées dans le plan F1-F2 (extrémités des vecteurs proches du cercle de corrélation) décroissent progressivement de l'amont vers l'aval ;

- de même, très liées à l'axe 1 (position négative), les variables distance à la source, largeur du lit mineur, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), substrat fin, voient leurs valeurs croître de l'amont vers l'aval ;
- la variable fortement corrélée avec l'axe 2, est la végétation aquatique en position positive.

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations (figure 18) montre globalement deux grands groupes de stations :

- **groupe 1** : AA, TR1, TR2, TR3, AI, stations de haute altitude, caractérisées par les paramètres altitude, pente, vitesse du courant, végétation bordante et granulométrie grossière.
- **groupe 2** : BH, FR, TA et PB, stations de piémont et de basse altitude caractérisées par les paramètres température de l'eau, distance à la source, largeur du lit mineur, substrat composé de sable et de matière organique et pollution.

Vu l'interprétation des axes, la structure du nuage des relevés obtenue par l'ACP peut être résumée en un gradient assez bien exprimé le long de l'axe 1 et parfaitement assimilable à un gradient amont–aval.

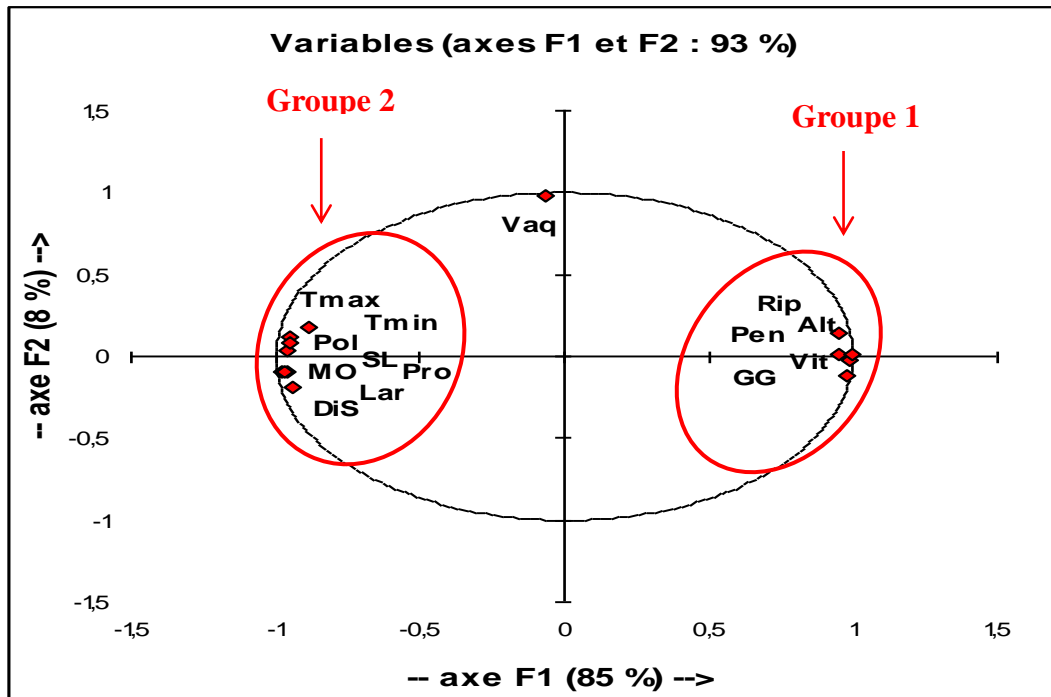


Figure 17 : ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux.

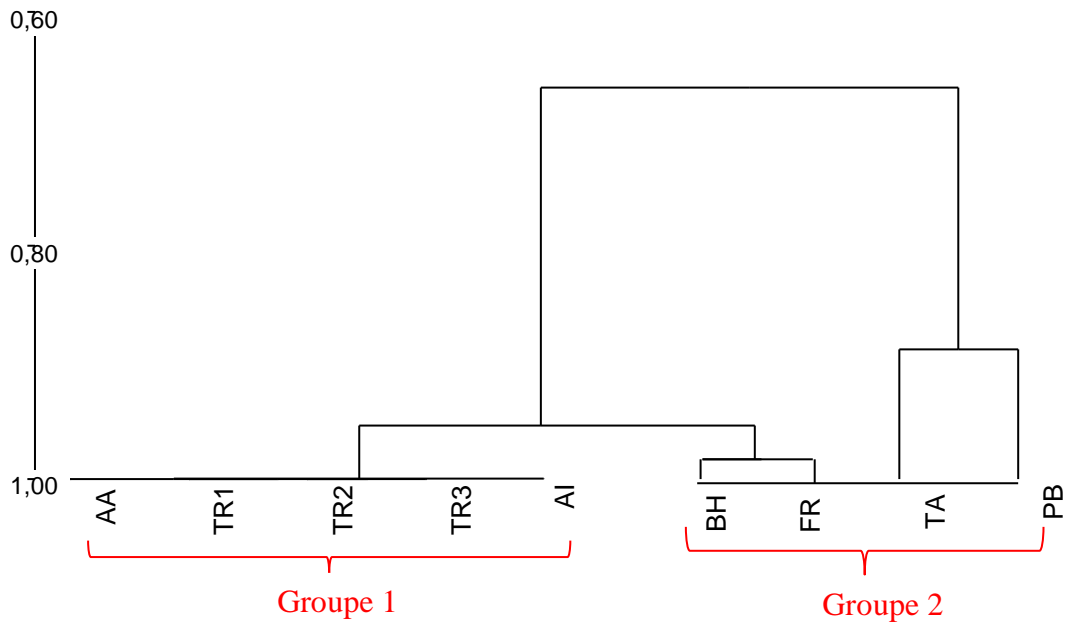


Figure 18 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

3.2. Structure du peuplement

Le traitement statistique des données est réalisé par l'utilisation de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), pour laquelle nous avons fait une répartition des taxons récoltés par rapport aux différentes stations étudiées.

La figure 19 présente les résultats de l'AFC réalisée sur la matrice des 9 stations x 14 taxons. Les deux premiers axes cumulent 81,14 % de l'information contenue dans la matrice des données (F1 : 68,38 %, F2 : 12,76 %).

L'objectif de cette étude est de différencier des groupes d'espèces cohérents au plan de leur écologie.

Cependant, nous pouvons signaler que l'axe 1 oppose nettement les stations d'altitude TR1, TR2, TR3, AA, AI, en position positive, à l'ensemble des autres stations BH, FR, TA, PB en position négative.

La lecture de la figure 19 permet d'individualiser 2 noyaux d'affinité entre les stations d'une part et les espèces de *Simulies* d'autre part.

• Noyau 1

Le groupe 1 correspond aux espèces inféodées aux stations des cours d'eau d'altitude (TR1, TR2, TR3, AA, AI). Certaines caractérisent par leur abondance soit les sources comme *S. argenteostriatum*, *S. variegatum*, *S. xanthinum*, soit les ruisseaux de source et les cours d'eau de moyenne montagne telles que : *P. (P.) latimucro*, *P. (P.) rufipes*, *S. (N.) brevidens*, *S. (N.) cryophilum*, *S. gr vernum*, *S.(O.) galloprovinciale*.

Ces espèces sont rhéophiles et manifestent une affinité plus forte pour les habitats des sections supérieures et intermédiaires des cours d'eau caractérisés par des faibles amplitudes thermiques, ce qui les rend cohérentes sur le plan écologique. Elles peuvent être qualifiées de polluo-sensibles.

• Noyau 2

Il comprend principalement des espèces de piémont et de basse altitude : *S(E) velutinum*, *S(S) trifasciatum*, *S(W) pseudequinum*. Elles présentent la même valence écologique ainsi que les mêmes préférences thermophiles.

Quant aux espèces à large amplitude écologique, généralement fréquentes et abondantes et représentatives des cours d'eau considérés dans leur ensemble, sont proches du centre du graphique : *S intermedium*, *S ornatum*.

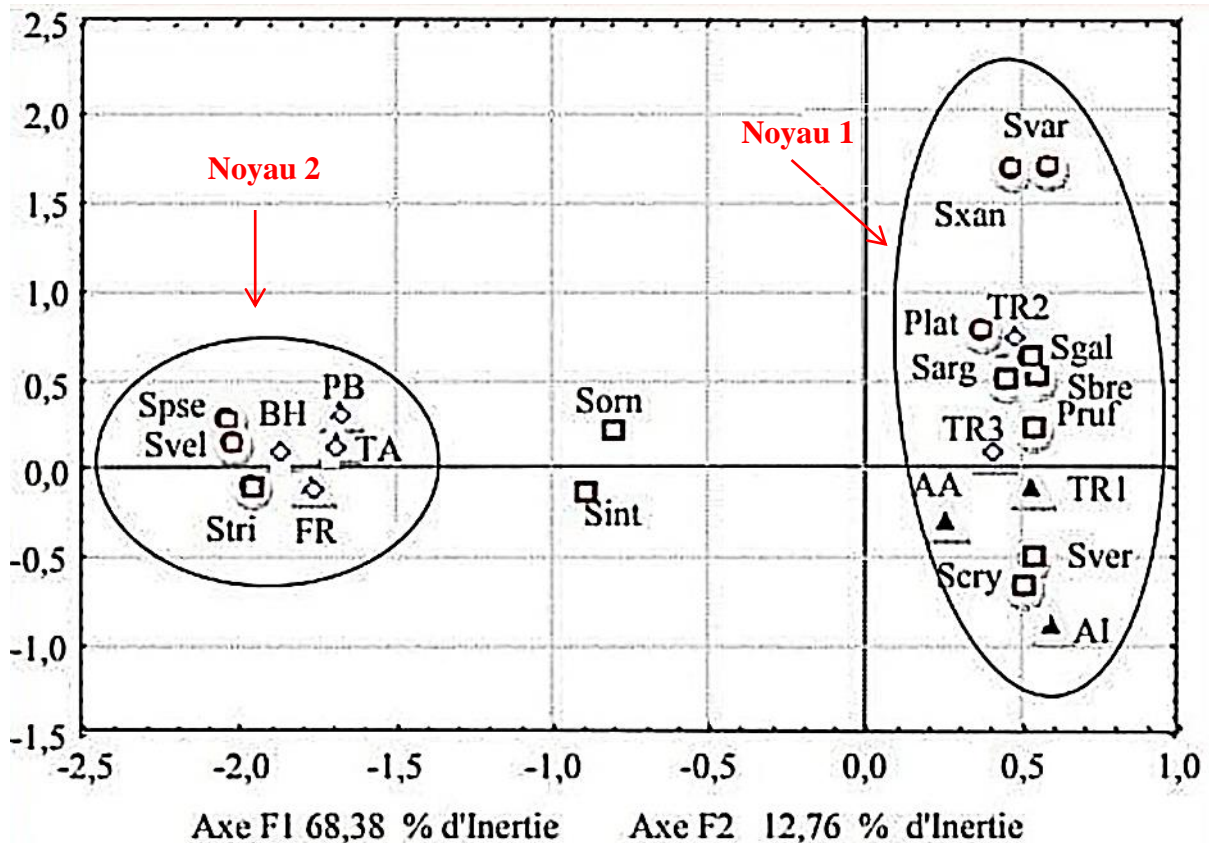


Figure 19 : Distribution et noyaux d'affinité des Diptères Simuliidae et des stations dans le plan factoriel F1 x F2.

4. Autoécologie des espèces recensées

Les Simulies sont largement répandues, on compte 2335 espèces dans le monde (BELQAT, 2018). Néanmoins, leurs stades juvéniles sont limités aux zones où les conditions de leur habitat lotique sont conformes à leur développement.

Ces invertébrés aquatiques ont une large valence longitudinale hétérogène, ils sont bien représentés en amont qu'en aval et en basse altitude.

Leur colonisation des zones amont peut s'expliquer par leur adaptation aux courants les plus forts et à la remontée en altitude des espèces polluo-sensibles à la recherche des

conditions favorables. En aval, leur présence est en rapport avec les températures élevées et la vitesse moins élevée du courant.

➤ *Prosimilium latimucro* (ENDERLEIN, 1925)

Prosimilium latimucro est à distribution paléarctique occidentale. Elle est capturée au Maroc par GIUDICELLI *et al.* en 2000 où elle semble atteindre sa limite méridionale de distribution et strictement montagnarde.

Dans le haut Atlas et le Rif, *P. (P.) latimucro* est représentée par des populations de larves et de nymphes considérables. Elle affectionne les milieux aquatiques situés dans les zones humides à des altitudes très élevées : 1260- 2090 m.

Selon GIUDICELLI *et al.* (2000), *P. (P.) Latimucro* est strictement montagnarde. Les larves et les nymphes se cottonnent exclusivement dans les petits cours d'eau caractérisés par un courant fort, un substrat à dominance de galets et des températures assez basses (7°-11°C).

En Algérie, cette espèce est nouvellement citée. En effet dans cette étude, cette espèce est représentée par 104 individus seulement dans les stations montagnardes; TR1, TR2 et TR3 à des altitudes élevées (1045-1115 m) et absente dans les stations avales.

➤ *Prosimilium (Prosimilium) Rufipes* (MEIGEN, 1830)

Prosimilium (Prosimilium) Rufipes est une espèce connue à l'Europe centrale et méridionale et présente jusqu'à la Sicile, elle a été signalée pour la première fois en Afrique du Nord par LOUNACI *et al.*, en 2000, puis découverte dans le Rif (Maroc) par BELQAT *et al.*, en 2001.

En Tunisie, BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU en 1986 ont capturé une nymphe du groupe *rufipes* à 400 m d'altitude dans l'oued Kébir qui se présente comme un torrent à fond de galets et de blocs.

En Algérie, cette espèce est particulièrement abondante dans un ruisseau calcaire de la Kabylie du Djurdjura (Tizi-N'kouilal) à 1300 m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996). *P. (P.) rufipes* est une forme rhéophile, affectionne aussi bien les rivières que les ruisselets de source, où elle se tient de préférence dans les eaux bien oxygénées, à écoulement rapide, parfois même torrentiels. Cela explique sa présence uniquement dans les stations de haute

altitude et les torrents de montagne et strictement absente dans les stations de piémont et de basse altitude.

Dans ce travail, cette espèce est la plus abondante et présente dans 5 stations dont les altitudes dépassent 1010 m (TR1, TR2, TR3, AA, AI) avec un effectif de 692 individus.

➤ *Simulium (Eusimulium) velutinum* (SANTOS ABREU, 1922)

Simulium (Eusimulium) velutinum est une espèce à distribution holarctique (GRENIER, 1953), elle recouvre la région de la Méditerranée Occidentale: Espagne, Sud de la France, Italie et l'Afrique du Nord (CLERGUE-GAZEAU *et al.*, 1991).

Elle est mentionnée comme très commune dans les différentes régions d'Afrique du Nord où elle prolifère particulièrement dans les cours d'eau de plaine (CLERGUE-GAZEAU *et al.*, 1991).

Au Maroc comme en Tunisie, BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU (1986) ont souligné son degré d'Eurytopie élevé et ses densités au-dessous de 1600 m d'altitude.

En Algérie, cette espèce semble être caractéristique des cours d'eau de piémont et de plaine. En effet, LOUNACI, (1987) ; AIT MOULOUD (1988) et LOUNACI-DAOUDI (1996) l'ont rencontré dans la partie inférieure des réseaux hydrographiques.

Nos résultats se concordent avec les travaux cités ; *S. (E.) velutinum* est peu fréquente, elle est enregistrée dans les stations dont les altitudes varient entre 100 et 210 m et absente totalement dans les stations d'amont.

➤ *Simulium (Nevermannia) brevidens* (RUBZOV, 1956)

Simulium (Nevermannia) brevidens est connue du Sud-Ouest, de l'Europe à l'URSS (Transcaucasie). C'est une espèce sténotherme d'eau froide (RIVOSECCHI, 1978).

Au Maroc, elle est citée au niveau des ruisselets de source, des ruisseaux temporaires entre 1500 et 2100 m d'altitude et à des températures comprises entre 7 et 17°C (BOUZIDI, 1989).

En Algérie, LOUNACI *et al.* (2000) et MEBARKI (2001) l'ont qualifié d'espèce de source et des ruisseaux froids et de haute altitude (1300-1500 m).

Nos résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par LOUNACI *et al.* (2000) et MEBARKI (2001). En effet, cette espèce compte 395 individus, récoltés dans 4 stations TR1, TR2, TR3 et AA entre 1045 et 1115 m d'altitude.

➤ *Simulium (Nevermannia) cryophilum* (RUBZOV, 1959)

Simulium (Nevermannia) cryophilum est largement répandue dans la région paléarctique. Elle est présente depuis la Russie jusqu'à la Grande Bretagne, elle se trouve en méditerranée occidentale : Italie, Sicile, Sardaigne, Corse, Tunisie, Algérie et au Maroc.

En Europe, BEAUCOURNU-SAGUEZ (1975) l'a récoltée à 1600 m dans un petit ruisseau à faible courant et à eau froide, riche en végétation immergée.

Au Maroc dans le moyen Atlas, BOUZIDI en 1989 l'a observé entre 1550 et 2300 m d'altitude dans des biotopes à courant fort.

En Tunisie, cette espèce est très peu abondante, elle affectionne les cours d'eau à fonds pierreux et les ruisseaux à courant vif et bien oxygénés (BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU, 1986).

En Algérie, *S. cryophilum* est largement répartie dans les cours d'eau de la Kabylie. Elle peuple particulièrement les milieux à courant rapide et à fond pierreux entre 450 et 1680 m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001).

En Kabylie, elle est assez fréquente et abondante, LOUNACI (2005) l'a signalée dans les émissaires de source entre 1200 et 1682 m d'altitude et dans un torrent de moyenne montagne (480-920 m) à fond pierreux, à courant rapide à moyen et à des températures maximales ne dépassant pas 19°C.

Cette espèce est récoltée dans les quatre stations d'altitude entre 1010 et 1115 m, avec un effectif assez élevé de 487 individus.

➤ *Simulium (Nevermania) groupe vernum*

Simulium (Nevermania) groupe vernum ont une distribution européenne. Le taxon *S. (N.) gr vernum* connu de la Kabylie de Djurdjura (Algérie) est différent de l'espèce type *S. (N.) vernum* (MEBARKI, 2001).

D'après le même auteur, ce taxon peuple les petits cours d'eau de montagne caractérisés par un courant rapide à modéré, des températures relativement basses (Température maximale 17°C) et des substrats mixtes à granulométrie grossière (blocs et galets recouverts de bryophytes).

Cette étude, compte 224 individus récoltés dans les stations montagnardes caractérisées par un courant rapide à très rapide. Elle est plus abondante dans la TR1 (1115 m) avec 128

individus, 44 et 36 individus dans les stations AA et AI et le plus faible effectif est signalé dans la station TR3 avec seulement 16 individus.

➤ *Simulium (Simulium) argenteostriatum* (STROBL, 1998)

Simulium (Simulium) argenteostriatum est espèce paléarctique connue à l'Europe centrale et méridionale et présente en Algérie et en Tunisie. Elle a été signalée dans la Kabylie du Djurdjura par LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988) et LOUNAC-DAOUDI (1996).

S. (S.) argenteostriatum est une espèce montagnarde et torrenticole à large amplitude altitudinale (400-200 m), les larves et les nymphes se rencontrent entre 300 et 1300 m d'altitude dans les milieux où les courants sont plus forts.

En Algérie comme en Tunisie, cette espèce est peu fréquente et peu abondante, elle n'est connue que dans des cours d'eau de basse altitude (20 - 400 m) (BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU, 1986 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996) . Cette espèce est absente des cours d'eau de moyenne et haute altitude.

En revanche, cette étude a montré que cette espèce est présente dans les stations de haute altitude, TR1 et TR2 (1115 et 1045 m) avec respectivement 41 et 22 individus. *S. (S.) argenteostriatum* est connue pour sa vaste répartition altitudinale, elle apparait comme une espèce rhéophile capable de supporter les courants les forts.

➤ *Simulium (S.) trifasciatum* (CURTIS, 1839)

Simulium (S.) trifasciatum est une espèce à distribution paléarctique, elle est connue d'Espagne, de France, de Grande Bretagne, d'Italie, d'Autriche, de Tchécoslovaquie et du Maroc.

SGONZALEZ-PENA (1990) l'a signalé dans divers cours d'eau à des altitudes comprises entre 90 et 700 m dans des eaux généralement limpides bien oxygénées et présentant un grand écart thermique : 5-23 °C.

Au Maroc, dans le Rif, cette espèce apparait comme des formes strictement montagnardes. Elle n'est observée jusqu'à présent que dans des rivières arborisées de haute altitude (1300- 1340 m) dans des biotopes caractérisés par un lit plus souvent pierreux et riche en végétation aquatique, un courant modéré à rapide en certains points et une température allant de 13 à 17 °C (BELQAT, 2002).

En Algérie, cette espèce est nouvellement citée par (CHAOUI-BOUDGHANE-BENDIOUIS, 2012) où elle a été récoltée pour la première fois dans le bassin versant de la Tafna, dans les monts de Tlemcen à des altitudes allant de 220 m à 1090 m.

De même, cette espèce est récoltée seulement dans 2 stations d'altitude 210 et 160 m, avec un effectif réduit de 70 individus.

➤ *Simulium (Simulium) intermedium* (ROUBEAUD, 1906)

Simulium (Simulium) intermedium est une espèce à large distribution géographique, elle recouvre le pourtour du bassin méditerranéen, Europe Centrale et Occidentale, Afrique du Nord et le Moyen Orient. Elle est eurytherme et présente une large répartition altitudinale, elle monte jusqu'à 2000 m d'altitude mais elle réalise son optimum écologique dans les cours d'eau de moyenne montagne (800 à 1000 m).

Elle est fréquente et dominante du peuplement Simuliidien des massifs algériens (GAGNEUR et CLERGUE-GAZEAU, 1988 ; LOUNACI, 1987). En Kabylie, elle est connue à toutes les altitudes (20 - 1680 m) et avec de fortes densités. Elle peuple divers biotopes même ceux affectés par la pollution organique (LOUNACI, 1987 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 et MEBARKI, 2001).

Effectivement, cette espèce est représentée par 147 individus répartis sur les stations de piémont et d'aval BH, FR, TA et PB affectées par la pollution, et sur deux stations d'amont AA et TR2.

➤ *Similium (Similium) ornatum* (MEIGEN, 1818)

Similium (Similium) ornatum est une espèce à large distribution paléarctique, elle est présente en Europe, en Afrique du Nord et au Liban.

En Algérie, dans le bassin d'oued-Aissi, LOUNACI (1987) l'a observée à 380 m d'altitude dans des biotopes riches en débris organiques où les cours d'eau sont proches de l'assèchement. LOUNACI-DAOUDI (1996) l'a qualifiée d'abondante dans les biotopes de plaine (altitude < 100 m) et de rare entre 450 et 950 m d'altitude.

Dans nos échantillons, *S. (S.) ornatum* représente un effectif faible dans les stations de haute altitude avec 38 individus, mais abondante en basse altitude avec 104 individus répartis sur les stations BH, FR, TA et PB.

➤ *Similium (Similium) Svariegatum* (MEIGEN, 1818)

Similium (Similium) Svariegatum est une espèce paléarctique, elle est connue de l'Europe et du bassin méditerranéen. Au Maghreb, elle est signalée au Maroc et en Algérie.

En Algérie, LOUNACI (1987) l'a observée à des altitudes basses, mais avec de faibles effectifs.

Nos résultats montrent que cette espèce présente un faible effectif de 6 individus seulement dans la station TR2 (1045 m) et absente dans les stations de basses altitudes.

➤ *Similium (Similium) xanthinum* (EDWARDS, 1933)

Similium (Similium) xanthinum est connue de la région Sud-Ouest paléarctique. Selon DORIER (1963) elle colonise les ruisseaux de basse altitude dont le fond est recouvert de dépôts calcaires.

En Algérie, comme au Maroc, *S.xanthinum* est une espèce relativement rare. Ses stades aquatiques semblent étroitement inféodés à un habitat particulier, ruisseaux de sources dont les eaux sont riches en bicarbonate de calcium formant des dépôts de tuf. Cela explique leur faible effectif de 9 individus seulement présents dans la station TR2 à 1045 m d'altitude.

En Algérie, GAGNEUR et CLERGUE-GAZEAU en 1988 l'ont observée dans les ruisselets de source. MEBARKI (2001), l'a récoltée entre 1180 et 1470 m dans des biotopes à granulométrie grossière.

➤ *Simulium (Obuchvia) galloprovinciale* (RUBZOV, 1951)

Simulium (Obuchvia) galloprovinciale, en Europe, cette espèce est récoltée dans les petits cours d'eau dont les altitudes avoisinent 600 m, caractérisés par leurs eaux très calcaires qui engendrent des tufs, si bien que les parties externes des nymphes sont recouvertes de concrétions.

Cette espèce est très rhéophile, elle est plus fréquente dans les cascades, là où la vitesse est qualifiée de rapide à très rapide (BOUZID et GIUDICELLI, 1965).

Dans nos échantillons, *S. (O.) galloprovinciale* est récoltée dans 2 stations qui répondent aux mêmes caractéristiques mentionnées par (BOUZID et GIUDICELLI, 1965).

➤ *Simulium (wilhelmia) pseudequinum* (SEGUY, 1921)

S. (W.) pseudequinum est une espèce d'origine orientale. Sa répartition couvre une aire continue : Nord-Ouest de l'Inde, Balkans, tout le pourtour du bassin méditerranéen.

S. (W.) pseudequinum est mentionnée comme une ubiquiste eurytherme et résistante aux différentes formes de pollution. C'est une espèce qui domine les stations de piémont et d'aval, dont l'altitude varie de 70 à 210 m.

En Italie et en Sicile, sa limite altitudinale supérieure se situe vers 600 m (RIVOSECCHI, 1978).

En Afrique du Nord, elle est mentionnée comme très commune dans les différentes régions où elle prolifère dans les cours d'eau de plaine.

Dans le Haut-Atlas Marocain, elle remonte jusqu'à 1700 m, mais elle est surtout abondante dans les parties inférieures des réseaux hydrographiques : 600-1200 m (BOUZIDI, 1989).

En Tunisie, selon BOUIMAIZA et CLERGUE-GAZEAU (1986), cette espèce est de loin la plus abondante et la plus fréquente de toutes les espèces de similies. Elle peuple tous les réseaux hydrographiques du Nord au Sud du pays et conquiert tous les types de biotopes même ceux affectés par une faible pollution organique.

En Algérie, LOUNACI (1987) ; AIT MOLOUD (1988) ; GAGNEUR et CLERGUE-GAZEAU (1988) et LOUNACI –DAOUDI (1996) l'ont qualifiée comme espèce dominante par sa fréquence et son abondance dans les divers biotopes. Elle supporte de grandes variations thermiques (11-30°C) et abonde aussi les secteurs proches de l'assèchement, riches en matières organiques et en algues filamenteuses.

Dans ce travail, *S. (W.) pseudequinum* est absente dans les stations montagnardes et fréquente dans les stations de basse altitude BH, FR, TA et PB (70 à 210 m d'altitude).

5. Discussion

Le peuplement simuliidien récolté dans l'oued Sébaou et son principal affluent l'oued Boubhir compte 2613 individus appartenant à 2 genres, le genre *Prosimulium* est présenté par 2 espèces (*P. (P.) latimucro* et *P. (P.) rufipes*) et le genre *Simulium* est composé de 12 espèces (*S. (E.) velutinum*, *S. (N.) brevidens*, *S. (N.) cryophilum*, *S. (N.) gr.vernum*, *S. (S.) argentreostriatum*, *S. (S.) trifasciatum*, *S. (S.) intermedium*, *S. (S.) ornatum*, *S. (S.) variegatum*, *S. (S.) xanthinum*, *S. (O.) galloprovinciale*, *S. (W.) pseudequinum*).

Cette richesse spécifique est relativement faible comparée à celle retrouvée dans d'autres travaux plus étendus dans le temps, en Algérie LOUNACI (1987) ; AIT MOULOU (1988) ; GAGNEUR et CLERGUE-GAZEAU (1988) ; LOUNACI-DAOUDI (1996) ; HAOUCHINE et LOUNACI (2012) ; CHERAIRIA (2015) ; CHAOUI BOUDGHANE-BENDIOUIS (2016) ; ARIGUE *et al.* (2016) ; ADLER et CROSSKEY (2018), au Maroc CLERGUE-GAZEAU (1991) ; GIUDICELLI *et al.* (2000) ; BELQAT et ADLER (2001) ; BELQAT (2002) ; BELQAT *et al.* (2008) ; BELQAT *et al.* (2011) ; ADLER *et al.* (2015) ; KUDELA *et al.* (2017) ; ADLER et CROSSKEY (2018), en Tunisie BAILLY CHOUMARA (1970) ; BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU (1986) ; BOUMAIZA (1994) ; ADLER et CROSSKEY (2018).

L'analyse de la microdistribution des peuplements révèle que les espèces se répartissent différemment dans l'espace et le nombre d'individus varie considérablement d'un microhabitat à un autre. Un maximum d'espèces et d'individus correspond aux microhabitats à substrat érodé balayé par un courant rapide alors que le minimum d'individus s'observe dans les microhabitats au courant lent sur un fond déposé.

Les parties supérieures des cours d'eau (1010- 1115 m) hébergent une richesse spécifique assez élevée avec un maximum au niveau de TR2 (9 taxons). Les espèces recensées sont pour la plus part rhéophiles, sténothermes d'eau froide, elles manifestent une affinité plus forte pour les habitats d'altitude à courant rapide, température relativement basse, pente forte et substrat hétérogène.

Inversement, la richesse spécifique est réduite dans les biotopes de piémont et de plaines avec un minimum au niveau de la station PB (3 taxons). Cette forte réduction est liée aux impacts négatifs de diverses activités humaines (pompage de l'eau pour l'irrigation, extraction de sable, rejets urbains...), à l'élévation excessive des températures et au substrat homogène.

L'abondance la plus élevée est notée au niveau de la station TR1 (alt. 115 m) avec un total de 823 individus, ce qui est dû à la prolifération de *P. (P.) rufipes* qui est présentée avec 218 individus au niveau de cette station.

La station PB (alt. 70 m) est la moins abondante avec 70 individus seulement. Ceci peut s'expliquer par les conditions défavorables du milieu qui empêchent l'installation d'une faune riche et diversifiée.

La distribution des simuliés en fonction de l'altitude permet de distinguer 3 groupes :

- **des espèces rhéophiles et sténothermes d'eau froide** : elles occupent les biotopes de haute altitude : *S. (S.) argenteostriatum*, *S. (S.) variegatum*, *S. (S.) xanthinum*, *P. (P.) latmucro*, *P. (P.) rufipes*, *S. (N.) brevidens*, *S. (N.) cryophilum*, *S. (N.) gr.vernum*, *S. (O.) galloprovinciale* ;

- **des espèces eurythermes, à distribution limitée aux stations de basse altitude** : *S. (E.) velutinum*, *S. (S.) trifasciatum*, *S. (W.) pseudequinum* ;

- **des espèces à large valence écologique** : elles se rencontrent pratiquement dans toutes les stations depuis les ruisseaux de haute montagne jusqu'au cours d'eau de basse altitude. Il s'agit de *S. (S.) ntermedium*, *S. (S.) ornatum*.

Les valeurs de l'indice de diversité H' les plus élevées sont enregistrées au niveau des stations TR1, TR2, TR3, AA et AI. Cela se traduit par la diversité faunistique importante de ces secteurs.

En basses altitudes, les stations BH, FR, TA, PB présentent un H' assez faible. Cela s'explique par l'impact négatif de diverses actions anthropiques.

Les valeurs de E sont comprises entre 0.46 et 0.96. L'équitabilité la plus élevée est noté au niveau de la station BP. Cela s'explique par le fait que les espèces présentes au niveau de ces stations ont un nombre d'individus presque égal.

L'analyse factorielle montre que la faune simulidienne préfère des microhabitats à courant rapide, un substrat hétérogène et des températures relativement basses, mais la distribution spatiale montre qu'elle est présente dans presque tous les microhabitats.

L'analyse en composante principale (ACP) montre que les variables environnementales se répartissent selon un gradient longitudinal et assimilable à un gradient amont-aval.

- Les variables altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier, végétation bordante, décroissent de l'amont vers l'aval.
- Les valeurs des variables distance à la source, largeur de lit mineur, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), substrat fin, croissent de l'amont vers l'aval.

Conclusion

Ce travail est une contribution à une meilleure connaissance des Diptères Simuliidae, notamment leur répartition en fonction des différents microhabitats, identifiées dans quelques stations de l'oued Sébaou et son principal affluent l'oued Boubhir.

Neuf stations entre 1115 m et 70 m d'altitude ont été choisies pour cette étude. Un total de 2613 individus de simulies appartenant à deux genres et 14 espèces a été récolté.

Les espèces les mieux représentées sont *P.(P.)rufipes* avec 692 individus et *S.(N.)cryophilum* avec 487 individus, viennent ensuite *S. (N.) brevidens* (395 individus), *S.(N.)gr.vernum* (224 individus) et enfin *S. (W.) pseudequinum* (203 individus). Les espèces les moins représentées sont *S.(S.) intermedium*, *S.(S.) ornatum*, *P.(P.) latimucro*. Elles présentent respectivement 147, 142, 104 individus. Quant aux espèces *S. (S.) trifasciatum*, *S. (S.) argentreostriatum* et *S.(E.) velutinum* sont faiblement représentées avec respectivement 70, 63 et 59 individus seulement. *S. (S.) Galloprovinciale*, *S. (S.) xanthinum* et *S. (S.) variegatum* sont rares dans nos prélèvements avec respectivement 12, 9 et 6 individus.

L'abondance, la richesse spécifique et la distribution altitudinale de la faune récoltée ont été étudiées. La diversité spécifique des différentes stations révèle un gradient altitudinal avec une diversité maximale dans les stations de haute altitude qui constituent les zones les plus hétérogènes. Les espèces dans ce secteur sont pour la plus part rhéophiles sténothermes d'eau froide. En revanche, la faible diversité des stations d'aval s'explique par l'influence des perturbations anthropiques accentuées qui incitent la remontée des espèces polluo-sensibles aux altitudes supérieures et la prolifération d'une faune polluo-résistante et thermophile.

Les valeurs de l'indice de SHANNON WEAVER sont élevées au niveau des stations de haute altitude contrairement aux stations de basse altitude. Cela s'explique par l'impact négatif des diverses actions anthropiques sur ce secteur. Pour l'équitabilité (E) les valeurs obtenues dans l'ensemble des stations varient entre 0,6 et 0,96.

L'étude des facteurs environnementaux réalisée par une analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis d'individualiser des groupes d'affinités entre les stations d'une part et les espèces d'autre part.

L'analyse biogéographique du peuplement simulidien indique qu'il s'agit d'une faune paléarctique largement répartie dans le Sud de l'Europe et dans la région circumméditerranéenne.

Sur la base des travaux réalisés sur les Simuliidae de la Grande Kabylie, ce peuplement peut se révéler d'un grand intérêt et à plusieurs titres:

- L'abondance des espèces bien connues pour leur rhéophilie, peut jouer un rôle important dans les études biocénologiques et contribuer à étudier les conséquences de l'impact humain sur la faune des cours d'eau. En effet, elles peuvent apporter une quantité d'informations comparables à celle des autres groupes d'invertébrés (Ephéméroptères, plécoptères, coléoptères, trichoptères...), le plus souvent pris en compte dans l'écologie des eaux courantes, et peuvent servir ainsi comme matériel de référence pour l'estimation de la qualité biologique des eaux.

- Certaines espèces définissent un type de cours d'eau ou zone écologique telles que:

- *P.(P.) rufipes* affectionne aussi bien les rivières que les ruisselets de source.

- *S.(E.) velutinum* semble être caractéristique des cours d'eau de piémont et de plaine.

- D'autres espèces sont indicatrices du régime thermique des cours d'eau telles que:

S.(S.) argenteostriatum et *S.(O.) galloprovinciale* qui apparaissent dans les milieux où les courants sont les plus forts...etc.

Les données obtenues dans le présent travail constituent une contribution importante dans les recherches sur les Simuliidae de l'Algérie. Des études plus étalées dans le temps et dans l'espace sont nécessaires pour compléter les données biogéographiques et écologiques des Simuliidae du Nord algérien.

Références bibliographiques

- ABDESSELAM M. (1995). Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidentale (Grande Kabylie Algérie).
- ADLER P. et KIM K.C. (1986). The black flies of Pennsylvania (Simuliidae: Diptera) : bionomies, taxonomy and distribution. Pennsylvania state University College of Agriculture Bulletin, 856, 1- 88.
- ADLER P.H. et CROSSKEY R.W. (2018). World blackflies (Diptera: Simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory 2018. 134 p. Available from: <https://biomia.sites.clemson.edu/pdfs/blackflyinventory.pdf>. Consulté le 19/01/2021.
- ADLER P.H., CHERAIRIA M., ARIGUE S.F., SAMRAOUI B. et BELQAT B. (2015). Cryptic biodiversity in the cytogenome of bird-biting black flies (Diptera : Simuliidae) in North Africa. Medical and Veterinary Entomology, 29, 276-289. <https://doi.org/10.1111/mve.12115>. Consulté le 01/01/2021.
- AIT-MOULOUD S. (1988). Essais de recherches sur la dérive de macro-invertébrés dans l'Oued Aissi : Faunistique, écologie et biogéographie. Magister. U.S.T.H.B., Alger. 118p.
- ANNONYME. Données hydro-biologiques de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation.
- ANNONYME. Données climatiques de l'Office Nationale de la météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation.
- ARIGUE S.F., ADLER P.H., BELQAT B., BEBBA N. et ARAB A. (2016). Biodiversité des mouches noires (Diptera : Simuliidae) et qualité physicochimique des eaux du bassin versant de l'oued El Haï (Aurès - Algérie). Journal of Materials and Environmental Science, 7(12), 4839–4849.
- BAILLY CHOMARA H. (1970). Notes faunistiques sur les Simulies (Diptéra : Smuliidae) du Nord de la Tunisie .C .a. h. O.R.S.T.O.M. ser. Ent. Med. Parasitol, 8(4), 377-388.
- BAILLY-CHOUMARA H. et BEAUCOURNU-SAGUEZ F. (1978). Contribution à l'étude des Simulies (Diptera, Simuliidae) du Maroc. Le Rif. Bull. Inst. Scient. Rabat, 3, 39-57 ; 121-144.

- BAILLY CHOUMARA H. et BEAUCOURNU-SAGUEZ F. (1981). contribution à l'étude des Simulies du Maroc (Diptera : Simuliidae). Le Rif. Bull. inst Scient. Rabat (s), 377-388.
- BEAUCOURNU-SAGUEZ F. (1975). Récolte de Simulie (Diptera : Simuliidae) dans le Sud-Est de l'Espagne. Annales de la Société Entomologique de France, 11, 73-83.
- BEAUDRY T. et MONIQUE T.H. (1984). Chimie des eaux, édition. Les griffons d'argiles. 1^{ère} édition, INC Canada.
- BEBBA N. (2017). Impacte des paramètres environnementaux et distribution spatiotemporelle des éphéméroptères dans les oued de Biskra et Batna. Doctorat. UFAS. 198p.
- BELQAT B. (2002). Etude systématique, écologie des Simulie (Diptera : Simuliidae) du Maroc cas particulier du Rif. Doctorat. Université Abdelmalek Essaâdi. 91-243 p.
- BELQAT B. et ADLER P. (2001). Ecologie et Biogéographie du genre *Prosimulium Roubaud* (Diptera : Simuliidae) dans le Rif (Nord du Maroc). Zoologica baetica, 12, 119-134.
- BELQAT B. (2012). Check- List des Simuliidés (Diptera : Simuliidae) d'Algérie. Bulletin de la société entomologie, (50), 305-308.
- BELQAT B. et DAKKI M. (2004). Clés analytiques des Simulies (Diptera du Maroc), (15), 77-86.
- BELQAT B., ADLER P. et DAKKI M. (2001a). Distribution summary of the Simuliidae of Morocco with new data for the Rif mountains. British Simuliid Group Bulletin, 17, 10-16.
- BELQAT B., DAKKI M. et ERRAMI M. (2001b). Deux nouvelles Simulies pour le Nord de l'Afrique : *Simulium* (Nevermannia) *angustitarse* et *Simulium* (Simulium) *trifasciatum*. British Simuliid Group Bulletin, 17, 7-10.
- BELQAT B., ADLER P.H. et CROSSKEY R.W. (2011). Faunistic and bibliographical inventory of the blackflies (Diptera: Simuliidae) of Morocco. Zootaxa, 2829, 46-58.
- BELQAT B., ADLER P.H., CHERAIRIA M. et BOUDGANE-BENDIOUIS. (2018). Inventaire des mouches noires (Diptera- Simuliidae) d'Afrique du Nord, 4442 (2), 201-220.

- BELQAT B., BENNAS N., EL ALAMI M., KETTANI K. et AOULAD ALI S. (2008). Faune Simuliidienne (Diptera : Simuliidae) du bassin versant d'oued Laou (Maroc). Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi. 61-66p.
- BELQAT B., PETER H., ADLER P., CHERAIRIA M, CHAOUI BOUDGHANE-BENDIOUIS C. (2018). Inventory of the black flies (Diptera: simuliidae) of North Africa. Zootaxa, 4442 (2), 201-220.
- BENHOUSSA A., EL AGBANI M.A. et QNINBA A. (1988). Dynamique et cycle biologique de quelques populations simulidiennes (Diptera : Simuliidae) du Bou Regreg (Plateau Central marocain). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, 12, 157-165.
- BERNOTIENĖ R. et BARTKEVIČIENĖ G. (2011). Relationship between the development of *Simulium maculatum* (Diptera : Simuliidae) and thermal regime. European Journal of Entomology, 108, 397-402.
- BOUMAIZA M. et CLERGUE-GAZEAU M. (1986). Les Simuliidae (Diptera : Nématocéra) de la Tunisie. II. Clés pour la reconnaissance des espèces actuellement recensées. Archifs Institut Pasteur. Tunis, 3(4), 601-631.
- BOUMAIZA M. (1994). Recherche sur les eaux courantes de Tunisie. Etudes faunistiques, écologiques et biogéographiques. Doctorat en Sciences biologiques. Université de Tunisie, Faculté des Sciences.
- BOURNAUD M. (1980). Diversité spécifique et structure des peuplements macroinvertébrés benthique au long d'un cours d'eau : le Furans (Ain). Acta Oecologica, OeocolGener, 1(2), 131-150.
- BOUZIDI A. (1989). Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du HautAtlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'état. Faculté des Sciences et Technologie, Université d'Aix-Marseille III. 190p.
- BOUZIDI A. et GIUDICILLI J. (1965). Contribution à l'étude faunistique et écologique des simulies (Diptera, Simuliidae) du Maroc II. *Simulium (Obuchovia) marocanzini* n. sp. et les espèces méditerranéennes *Obuchovia* Rubzov.
- BOUZIDI A. et GIUDICELLI J. (1986). Contribution à l'étude faunistique et écologique des simulies (Diptera, Simuliidae) du Maroc. I. Une nouvelle espèce du Haut-Atlas: *Simulium (Nevermannia) toubkal* n.sp. Annals Limnolos, 22, 41-52.

- BOUZIDI A. et GIUDICELLI J. (1987). Contribution à l'étude faunistique et écologique des Simulies du Maroc (Diptera : Simuliidae) et les espèces méditerranéennes d'*obuchovia rubtsov*. *Annals limnolos*, 23(3), 185-195.
- CARREL G., BERTHELEMY D., AUDA Y. et CHESSEL D. (1986). Approche graphique de l'analyse en composantes principales normées: utilisation en hydrobiology. *Acta Oecologica*, 7, 189-2003.
- CHAOUI BOUDGHANE-BENDIOUIS C. (2016). Caractérisation et modélisation des habitats des Simulies (Diptera : Simuliidae) du bassin versant de la Tafna. Doctorat. Université de Tlemcen, Tlemcen. 168p.
- CHAOUI-BOUDGHANE BENDIOUIS C., BELQAT B., HASSAINE-ABDELLAOUI K. et YADI B. (2012). Check- List des Simulies (Diptera: Simuliidae) d'Algérie, (50), 305-308.
- CHERAIRIA M. (2015). Contribution à l'étude des Simuliidae (Insecta, Diptera) de l'Est Algérien: systématique, écologie et caryologie. Doctorat. Université 8 Mai 1945, Guelma. 232p.
- CLERGUE-GAZEAU M. (1991). Clés de détermination des Simulies (Diptera, Simuliidae) des Pyrénées. *Annis Limnolos*, 27 (3), 267-286.
- CLERGUE-GAZEAU. (1991). Les simulies d'Afrique du Nord, Nouvelles données sur la répartition de la faune du Maroc et Biogéographie des espèces maghrébines (Diptera : Simuliidae).47p.
- CROSSKEY R.W. et HOWARD T.M. (1997). A new taxonomic and geographical inventory of world blackflies (Diptera: Simuliidae). The Natural History Museum, London, 144 p.
- DAJOZ R. (2006). Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. 5^{ème} édition .Gauthier Villard. Paris. 505p.
- DAKKI M. (1979). Recherche hydrobiologique sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). Doctorat. Université Aix- Marseille III, France. 126p.
- DECAMPS H. (1971). La vie dans les cours d'eau. Presses universitaires de France. Paris. 128 p.
- DECAMPS H., LARROUY G. et TRIIVELLATTO D. (1975). Approche hydrodynamique de la microdistribution d'invertébrés benthiques en eau courante.
- DEMANOU M. (2004). Diptera, simuliidae en zone de foret camerounaise. Doctorat.

- DERRIDJ A. (1990). Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Doctorat en sciences. Université Paul Sabatier, Toulouse. 288 p.
- DORIER A. (1963). Documents pour servir à la connaissance des Simuliidae du Sud-Est de la France. Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie. Université de Grenoble. 7-79p.
- DUBIEF J. (1959). Le climat du Sahara. Mémoire d'Institut de Recherche. Sahara, tome 1. 312 p.
- EDWARDS F.W. (1923). On some Algerian species of Simulium. British Museum. Ent. Meddeleser, Natural history, 1(4), 647-653.
- EL AGBANI M.A., DAKKI M. et BOURNAUD M. (1992). Etude typologique du Bou Regreg (Maroc) : Les milieux aquatiques et leurs peuplements en macroinvertébrés. Bulletin d'Écologie.
- EL ALAMI M. (2002). Taxonomie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères du Rif (Nord du Maroc). Doctorat. Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan, Maroc. 402p.
- ELOUARD J.M. (1981). Diptères : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes. In : DURAND J.R. et LEVEQUE C. Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne : ORSTOM, Paris, (45), 553-567.
- GAGNEUR J. et THOMAS A.G.B. (1988). Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. Répartition et écologie (le partie). Bull. soc.hist., Toulouse, 124, 213-222.
- GAGNEUR J. et CLERGUE-GAZEAU M. (1988). Les Simulies d'Algérie (Diptera : Simuliidae). Premiers données bibliographiques et écologie sur les espèces de l'Ouest Algérien. Annals limnolos, 24 (3), 275-284.
- GIUDICELLI J. et BOUZIDI A. (1989). Contribution à l'étude faunistique et écologique des Simulies (Diptera : Simuliidae) du Maroc III. Deux espèces nouvelles du Haut Atlas : *Simulium (Simulium) atlasicum* n.sp. et *Simulium (Simulium) berberum* n.sp. Annals Limnolos, 25, 145-158.
- GIUDICELLI J. BOUZIDI A. et AIT- ABDELAAL N. (2000). Contribution à l'étude faunistique et écologique des Simulies (Diptera : Simuliidae) du Maroc. IV. Les Simulies du Haut Atlas. Description d'une nouvelle espèce. Annals Limnolos.

- GIUDICELLI J. et DAKKI M. (1984). About a peculiar type of rheocene Spring in the High Atlas (Marocco). Description of Simuliid characteristic of this habitat, *Simulium (crenosimulium n sp.) Knidrii n sp.* (Diptera : Simuliidae). Bulletin Zoolgisch museu universiteit van, Amsterdam, 10, 109-123.
- GIUDICELLI J. et THIERY A. (1985). About a peculiar type of rheocene Spring in the High Atlas (Marocco). Description of Simuliid characteristic of this habitat, *Simulium (crenosimulium n sp.) Knidrii n sp.* ((Diptera, Simuliidae). Bulletin Zoolgisch museu universiteit van, Amsterdam, 10 (5), 109-123.
- GRALL J. et COÏC N. (2005). Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu cotier. Laboratoire des Sciences de l'environnement marin. REF. Ifremer Dyneco/ Vigies/ 06-13/ Rebut.
- GRENIER P. (1953). Simuliidae de France et d'Afrique du nord, encyclopédie entomologie, le chevalier. Edition Paris, 170 p.
- GRENIER P. et FAURE P.R. (1956). Description d'une Simulie nouvelle du Maroc *Simulium gaudi n. sp.* (Diptera : Simuliidae). Bull. Soc. Path. Exotique, 49(5).
- GRENIER. (1953). La vie aquatiques des larves et nymphes de Simuliidea. 15-18p.
- GUYOT G. (1996). Climatologie de l'Environnement. 2e Edition, Dunod. Paris. 525p.
- HAOUCHINE S. et LOUNACI A. (2012). Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de kabylie (Algérie) : faunistique, écologie et répartition géographique. Bulletin de la Société Zoologique de France, 137, 133–156.
- KARROUCH L. et CHAHLAOUI A. (2009). Bio-évaluation de la qualité des eaux de l'oued Boufekrane (Meknès, Maroc). Biomatec Echo Jornal.
- KÚDELA M., KÚDELOVÁ T. et ADLER P.H. (2017). Chromosomal and molecular characteristics of *Prosimulium latimucro*. Simuliid Bulletin, 47, 16.
- LARBI CHERIF Y. (2015). Diversité et Caractérisation des habitats des Diptères (Diptera : Culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen). Master. Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen. 70 p.
- LAVANDIER P. (1979). Ecologie d'un torrent Pyrénéen de haute montagne l'Estaragne. Doctorat d'Etat, Université Paul Sabatier Toulouse. 523p.
- LOUNACI A. (1987). Recherches hydrobiologique sur les peuplements d'invertébrés du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Mémoire. U.S.T.H.B, Alger. 113p.

- LOUNACI A. (2005). Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 208 p.
- LOUNACI A. (2014). 4^{ème} Congres Franco-Magherébien de Zoologie & 5^{ème} journées Franco-Tunisiennes de Zoologie Korba-Tunisie du 13 au 17 Novembre 2014.
- LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A. et LEK S. (2000a). Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an algerian stream: the Sebaou wadi. *Annals Limnolos*, 36 (2), 123-133.
- LOUNACI A., BROSSE S., AIT-MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D. et MEBARKI M. (2000b). Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream : a species check-list of the Sebaou River basin (Tizi-Ouzou). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 136.
- LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A. et LEK (2000). Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sébaou wadi. *Annals Limnolos*, 36 (2): 123-133.
- LOUNACI F. (2015). Biodiversité des Diptères d'intérêt agronomique médical et vétérinaire en particulier les Phlébotomes et les Culicides dans l'Algérois, le Marais de Réghaia, et la vallée du moyen Sebaou de Tizi Ouzou. Doctorat. Ecole Nationale Supérieure en Agronomie, El Harrach. 303 p.
- LOUNACI-DAOUDI D. (1996). Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Magister. Université Mouloud Mammeri.
- MATILE L. (1993). Diptères d'Europe occidentale. Ed. Rue de Savoie, Tom I, Paris. 439 p.
- MEBARKI M. (2001). Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Magister.
- MESSOUDENE M., LARIBI M. et DERRIDJ A. (2007). Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et foret des tropiques*, 291(1), 75-81.

- MOHATI A. (1985). Recherches hydrobiologique sur un cours d'eau du Haut Atlas de Marrakech (Maroc) : l'oued Ourika. Ecologie, hydrobiologie et impact des activités humaines sur la qualité des eaux. Doctorat. Faculté des Sciences, Marrakech.
- MORIN A., MOUSSEAU T. et ROFF D. A. (1988). Effect of microhabitat features, seston quality, and periphyton on abundance of overwintering black fly larvae in southern Quebec. *Limnology and Oceanography*.
- NANA TOMEN H. (2008). La mouche noire et le comportement des populations. Ingénieur d'application de la statistique dans la catégorie. Faculté biologie et médecine. 125p.
- PARROT L. (1949). Quelques notes sur les simuliés d'Algérie. *Archifs Institut Pasteur, Algérie*, 27 (3), 273-275.
- PIELOU E.C. (1969). *An introduction to mathematical ecology*. Wiley-Interscience. New York, 286p.
- RAMADE (2003). *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. 3^{ème} édition. Dunod. Paris.
- RIVOSECCHI L. (1978). *Simuliidae : Diptera. Nematocera. Fauna D'Italia 13*. Ed. Calderini. Bologna, 533p.
- RODIER J. (1996). *L'analyse de l'eau : eaux naturels résiduaire, eau de mer*. 8^{ème} édition. Dunod. 1383p.
- ROUBAUD M.E. (1906). Aperçus nouveaux morphologiques et biologiques sur les Diptères piqueurs du groupe Simulies. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences Paris*, 143, 519-521.
- SEGUY E. (1930). *Contribution à l'étude des Diptères du Maroc. Mémoire*. Faculté Science de la Nature, Maroc. 206p
- SEKHI S. (2010). Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau Tiout, Hadjadj et Moghrar (Wilaya de Naamaa). Magister, U.S.T.H.B. 117p.
- SELTZER P. (1946). *Le Climat de l'Algérie. Travaux de l'Institut Météorologique et Physique du Globe*. Université d'Alger. Fasicule hors-série. 1-21p.
- SENEVET G. et QUIEVREUX L. (1941). Les moustiques de la Martinique. *Archifs. Institut Pasteur, Algerié*. 19,248-264.

- SGONZALEZ-PENA G. (1990). Sistema y ecología de los Simuliidae (Diptera) de los ríos de Catalunya y de otras cuencas hidrográficas Españolas. Doctorat. 451 p.
- SHANNON C. et WEAVER W. (1948). A mathematical theory of communication. Bull. Syst. Techn.J., 27, 379-423, 623-656.
- SOLHEIM R., JACOBSEN K.O., ØIEN I.J., AARVAK T. et POLOJÄRVI P. (2013). Snowy Owl nest failures caused by blackfly attacks on incubating females. Ornis Norvegica, 36, 1-5.
- TACHET H., BOURNAUD M. et RICHOUX PH. (1980). Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Association française de limnologie. 150p.
- TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. et USSEGLIO-POLATERA P. (2000). Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie. CNRS éditions. Paris, France. 588 p.
- VAILLANT F. (1955). Recherches sur la faune macroléon de France de Corse et d'Afrique du Nord. Mem. Mus. Hist. nat. Paris Zool, 11, 1-258.
- VINÇON G et CLERGUE- GAZEAU M. (1988). Etudes hydrobiologique de la vallée d'Essau (Pyrénées atlantique. France). Simuliidae (Diptera, nématocera) : leur originalité biographique et écologique. Annals Limnolos, 24 (1), 67- 81.
- WASSON J.G. (1989). Eléments pour une typologie fonctionnelle des eaux courantes : 1. Revue critique de quelques approches existantes. Bulletin Ecologique, 20, 109-127.
- WERNER D. et PONT A. C. (2006). New results on Diptera predators in the blackfly Plague Areas of central Europe and the Caucasus. Acta entomologica serbica, Supplement, 131-140.
- YAKOUB B. (1985). Contribution à l'étude hydrographique de la Kabylie occidentale (Algérie). Doctorat. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI. 21 p.
- YAKOUB B. (1996). Le problème de l'eau en grande Kabylie. Le bassin versant du Sébaou et la Wilaya de Tizi-Ouzou. Université de Tizi-Ouzou. 210 p.
- YAKOUB B. (2005). L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Evaluation, contraintes et recommandations. Doctorat d'état en science de l'eau. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 268 p.

Annexes

Annexe 1 : Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 2000-2018, (Source O.N.M de Tizi-Ouzou).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T° moyenne mensuelle Maximales	15,7	16,22	19,5	22,24	26,5	32	36,1	35,4	31,2	27,6	20,3	16,5
T° moyenne mensuelle Minimales	6,5	7	9	11,1	14,1	18	20,4	22	17,9	15,8	11,4	7,8
T° moyenne mensuelle	10,33	10,80	13,57	16,15	19,56	20,55	28,02	28,03	24,46	20,74	14,83	11,71
Δt	9,2	9,22	10,5	11,14	12,4	14	15,7	15,7	13,3	11,8	8,9	8,7

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

Stations	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Ath Ouabane (960m)	66,7	100	167	189	210,9	151,9	128	151	107	24	8,3	29,4	1234,3
Larbâa N'ath Irathen(950)	43,4	77	119	139	143,1	97,5	81,6	120	89	9,7	8,5	9	937
Azazga (430m)	48,7	81,8	141	181	177,7	104,5	101	136	65,3	9,2	3,1	7	1056,8
Tizi-Ouzou (220m)	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	876,8
Fréha (155m)	34,8	47,6	110	142	136,7	82,6	84	94,9	50,4	3,2	1,4	4,3	792,7
Moyennes	46,9	74,7	134	140	164,5	105,2	94,2	119	73,9	10,9	5	11,1	979,2

Annexe 3 : Températures ponctuelles moyennes de l'eau en (°C)(maximales, minimales, moyennes) enregistrés aux différentes stations étudiées.

Stations*	TR1	TR2	TR3	AA	AI	BH	FR	TA	PB
T° Max. (°C)	10	11	13	16	18	30	30	32	29
T° Min. (°C)	0	0	0	2	3	11	11	7	9
T° Moy. (°C)	5	5.5	6.5	9	10.5	20.5	20,5	19.5	19
ΔT (°C)	10	11	13	14	15	19	19	25	20

3eme Campagne									
SP\Station	RT1	TR3	TR2	AA	AI	BH	FR	TA	PB
<i>P. (p.) latimucro</i>	15	18	8						
<i>p. (p.) rufipes</i>	22	36	61		45				
<i>S. (E.)velutinum</i>						8	2	3	
<i>S. (Nevermania)angustitarse</i>									
<i>S. (N.)brevidens</i>		8	55						
<i>S. (N.)carthusiense</i>			3		4				
<i>S. (N.)costatum</i>									
<i>S. (N.)cryophilum</i>	47	47	12		50	21			
<i>S. (N.)gr.vernum</i>	54	16			36				
<i>S. (Simulium)argentrestriatum</i>									
<i>S. (S.) trifaciatum</i>						7	9		
<i>S. (S.)intermedium</i>						4	12	7	5
<i>S. (S.)ornatum Meigen</i>						6	6	3	5
<i>S. (S.)gr ornatum</i>									
<i>S. (S.)variegatum</i>									
<i>S. (S.)xanthinum</i>									
<i>S. (Tetisimulium) bezzii</i>						21	7	18	4
<i>S. (Wilhelmia)pseudequinum</i>						7			
<i>S. (S.) gallorovincide</i>			3		4				

4eme Campagne									
SP\Station	RT1	TR3	TR2	AA	AI	BH	FR	TA	PB
<i>P. (p.) latimucro</i>	6	14	6						
<i>p. (p.) rufipes</i>	88	95	47	27					
<i>S. (E.)velutinum</i>						2	2	4	
<i>S. (Nevermania)angustitarse</i>									
<i>S. (N.)brevidens</i>	57	33	12						
<i>S. (N.)carthusiense</i>									
<i>S. (N.)costatum</i>									
<i>S. (N.)cryophilum</i>	84	34	28	18					

<i>S. (N.)gr.vernum</i>									
<i>S. (Simulium)argentreostriatum</i>	33								
<i>S. (S.) trifasciatum</i>						5	9	4	
<i>S. (S.)intermedium</i>						3	11	4	4
<i>S. (S.)ornatum Meigen</i>									
<i>S. (S.)gr ornatum</i>						5	4	12	4
<i>S. (S.)variegatum</i>									
<i>S. (S.)xanthinum</i>									
<i>S. (Tetisimulium) bezzii</i>									
<i>S. (Wilhelmia)pseudequinum</i>						13	12	4	6
<i>S. (S.) gallopfovincide</i>									

5eme Campagne									
SP\Station	RT1	TR3	TR2	AA	AI	BH	FR	TA	PB
<i>P. (p.) latimucro</i>									
<i>p. (p.) rufipes</i>									
<i>S. (E.)velutinum</i>				2	3	5	4		
<i>S. (Nevermania)angustitarse</i>									
<i>S. (N.)brevicens</i>									
<i>S. (N.)carthusiense</i>									
<i>S. (N.)costatum</i>									
<i>S. (N.)cryophilum</i>	9								
<i>S. (N.)gr.vernum</i>									
<i>S. (Simulium)argentreostriatum</i>	4								
<i>S. (S.) trifasciatum</i>						2	6		
<i>S. (S.)intermedium</i>						4	7	2	3
<i>S. (S.)ornatum Meigen</i>									
<i>S. (S.)gr ornatum</i>						5	7	8	3
<i>S. (S.)variegatum</i>	6								
<i>S. (S.)xanthinum</i>									
<i>S. (Tetisimulium) bezzii</i>									
<i>S. (Wilhelmia)pseudequinum</i>						6	12	5	7
<i>S. (S.) gallopfovincide</i>									

Annexe 5 : Indice de SHANNON et WEAVER (H') et d'Equitabilité (E).

Stations	TR1	TR3	TR2	AA	AI	BH	FR	TA	PB
H'	2,20	2,31	2,16	2,03	1,53	1,07	2,18	1,92	1,53
E	0,78	0,72	0,83	0,78	0,76	0,46	0,93	0,95	0,96

Résumé

Résumé

L'étude de 2613 spécimens des Simuliidae récoltés au niveau de l'oued Sébaou et son principal affluent l'oued Boubhir entre 70 et 1115 m d'altitude, a permis l'identification de 14 espèces appartenant à 2 genres et 6 sous-genres.

Sur le plan quantitatif, l'espèce *P. (P.) Rufipes* est largement dominante avec 692 individus, suivie par l'espèce *S. (N.) cryophilum* avec 487 individus, et enfin *S. (N.) brevidens* avec 395 individus. Quant aux autres espèces sont moins abondantes que les précédentes.

Les différents indicateurs utilisés tels que : richesse spécifique, l'abondance, l'indice de diversité et l'équitabilité, ont permis de montrer que les zones de haute altitude sont les plus diversifiées. Les espèces recensées sont pour la plus part polluo-sensibles, rhéophiles et sténothermes d'eau froide. A l'inverse, dans les stations de piémont et de basse altitude, la faune est plutôt à dominance d'espèces thermophiles et tolérantes aux différentes charges organiques.

L'étude des facteurs environnementaux réalisée sur la base d'une analyse en composantes principales (ACP), a fait apparaitre des corrélations entre les variables environnementales.

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC).

L'analyse biogéographique des Simuliidae indique qu'il s'agit d'une faune paléarctique largement répartie dans le Sud de l'Europe et dans la région circumméditerranéenne.

Mots clés : Simuliidae, oued Sébaou, oued Boubhir.