

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Département de Biologie



Mémoire

De fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie Animale

Thème

Contribution à l'étude des Diptères Simuliidae du réseau Hydrographique de Larbâa des Ouacifs (Tizi-Ouzou – Algérie)

Présenté par :

M^{lle} HABOUS Thileli

&

M^{lle} MAHMOUD Manal

Soutenu publiquement le 17 / 10/ 2019 devant le jury :

Présidente : M^{me} MALLIL K. M.A.A à l'U.M.M. T.O

Promotrice : M^{me} HAOUCHINE S. M.A.A à l'U.M.M. T.O

Examinatrice : M^{me} SEKHI S. M.A.A à l'U.M.M. T.O

Promotion 2018/2019

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux de nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail

Nous tenons à exprimer nos profondes gratitudee et nos sincères remerciements à notre enseignante et promotrice Mme HAOUCHINE. SABRINA., Maitre de Conférences A à l'UMMTO, pour son encadrement, son soutien, ainsi que pour ses conseils instructifs durant toute la période de la réalisation de ce travail.

Nous devons toute notre reconnaissance à Mme MALIL KAHINA ., maître assistante à l'UMMTO d'avoir accepté d'honorer le jury autant que présidente.

Nous exprimons nos remerciements pour Mme SEKHI SAMIRA., Maitre assistante à l'UMMTO, A pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements : A nos parents pour leur contribution pour chaque travail que nous avons effectué.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes (amis, familles, enseignants, personnel de l'administration...etc.) Qui nous ont bien aidés à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime, je dédie ce modeste travail :

A Mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger. Que dieu le gardes et le protège.

A Ma mère pour son amour, son soutient, la tolérance et l'encouragement qu'elle a bien voulu consentir pour moi. Tous les mots restent faibles pour exprimer envers elle. Que Dieu la bénisse.

A mon cher frère TAKFARINES que j'adore tellement et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.

A ma grande mère, mon grand père, mes tantes et mes oncles.

A ma meilleur copine et binôme THILELI et toute sa famille.

À tous mes collègues de la promo d'Ecologie Animal (2018-2019).

A tous mes ami(e)s que j'ai passé avec eux des bons moments durant ces 5 ans

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment

Manal

Dédicaces

*Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que
je dédie :*

*A mes très chers parents que je ne remercierai jamais assez
de m'avoir donné le meilleur d'eux-mêmes, ainsi que leurs
soutiens tout le long de mes études.*

A mes deux frères Hacén et Gaya,

A mes sœurs Linda, Faïza, Kahina et Tinhinan,

Aux enfants Yasmin, Nadjma, Yassin et Wahab,

A ma meilleur copine et binôme Manel et toute sa famille.

*À tous mes collègues de la promo d'Ecologie Animal (2018-
2019).*

*A tous mes ami(e)s spécialement : Samira, Ahlam, Siham,
Hamida Et Nadia qui j'ai passé avec eux des bons moments
durant ces 5 ans.*

Thileli

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude | 2 |
| Figure 2 : Températures moyenne mensuelles de l'air | 4 |
| Figure 3 : Températures ponctuelles de l'eau relevées dans les différentes stations..... | 5 |
| Figure 4 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) dans certaines localités de la région d'étude..... | 6 |
| Figure 5 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN de la région de Tizi-Ouzou | 7 |
| Figure 6 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations..... | 10 |
| Figure 7 : Larve de Simuliidae..... | 27 |
| Figure 8 : Larve de Simuliidae (morphologie de la tête) : (CROSSKEY, 1960)..... | 28 |
| Figure 9 : Morphologie de la nymphe de Simuliidae (d'après Grenier, 1953)..... | 29 |
| Figure 10 : Morphologie externe d'un adulte Simuliidae (ChaouiBoudghene- BendiouisChafika, 2016)..... | 31 |
| Figure 11 : Cycle de vie de la similie..... | 32 |
| Figure 12 : Cycle de développement d'Onchocerca volvulus..... | 33 |
| Figure 13 : Abondance des Simuliidae dans les stations d'étude | 40 |
| Figure 14 : Richesse spécifique des Diptères Simuliidae aux stations étudiées | 42 |
| Figure 15 : L'abondance et l'occurrence des espèces..... | 43 |
| Figure 16 : Indice de Shannon-Weaver et l'Equitabilité..... | 44 |
| Figure 17 : ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux | 48 |
| Figure 18 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementale | 49 |
| Figure 19 : Distribution d'affinité des espèces et des stations dans le plans factoriel F1 et F2 | 50 |

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

- Photo 1 : station A1 13
- Photo 2 : station A2 13
- Photo 3 : station A3 13
- Photo 4 : station A4 13
- Photo 5 : station A5 13
- Photo 6 : station A6 13

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Caractéristiques environnementales des stations d'étude..... | 12 |
| Tableau 2 : Altitudes et pentes des stations étudiées | 14 |
| Tableau 3 : Altitudes, largeurs du lit et vitesses du courant mesuré aux stations d'étude | 16 |
| Tableau 4 : Nature du substrat dans les stations étudiées | 17 |
| Tableau 5 : Symptômes de <i>l'Onchocercose</i> | 36 |
| Tableau 6 : Distribution des Diptères Simuliidae dans les stations d'études | 39 |
| Tableau 7 : Indices de Shannon et Weaver et d'équitabilité dans les stations étudiées..... | 44 |
| Tableau 8 : Indice de Similarité de Sorensen calculé entre les stations étudiées..... | 46 |
| Tableau 9 : Matrice de corrélation entre variables environnementales | 47 |

Sommaire

| | |
|---------------------------|----------|
| Introduction | 1 |
|---------------------------|----------|

Chapitre I : Caractéristiques générales de la région d'étude

| | |
|--|---|
| I.1. Caractéristiques générales de la région d'étude..... | 2 |
| I.1.1. Situation et cadre géographique..... | 2 |
| I.2. Climatologie..... | 3 |
| I.2.1. Les températures | 3 |
| I.2.1.1. Température de l'air | 3 |
| I.2.1.2. Température de l'eau | 4 |
| I.2.2. Les précipitations | 5 |
| I.2.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen | 6 |
| I.3. Couvert végétal | 7 |
| I.4. Actions anthropiques | 8 |

Chapitre II : Milieu, Matériels et méthodes d'étude

| | |
|--|----|
| II.1. Milieu, matériel et méthodes d'étude | 9 |
| II.1.1. Choix et répartition des stations d'étude | 9 |
| II.1.2. Description des cours d'eau étudiés..... | 9 |
| II.1.2.1. Sous bassin de l'Oued Aissi | 10 |
| II.1.2.1.1 Assif Larbâa..... | 10 |
| II.1.2.1.2 Oued Aissi | 11 |
| II.1.3. Caractéristiques environnementales des stations..... | 11 |
| II.2. Caractéristiques physiques des stations | 14 |
| II.2.1. Pente | 14 |
| II.2.2. Débit | 14 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| II.2.3. Ecoulement et vitesse du courant | 15 |
| II.2.4. Substrat..... | 16 |
| II.3. Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique | 17 |
| II.3.1. Techniques d'échantillonnages..... | 17 |
| II.3.2. Méthodes d'analyse de la structure du peuplement Simuliidien | 20 |
| II.3.2 .1. Indice de diversité | 20 |
| II.3.2.2. Indice de structure | 21 |
| II.3.2. 3. Traitement statistique des données | 23 |
| II.3.2.4. Logiciels de calcul | 24 |

Chapitre III : Généralités sur les Simuliidae

| | |
|---|----|
| III.1. Présentation des simulies | 25 |
| III.1.1. Position systématique | 25 |
| III.2. Description morphologique | 26 |
| III.2.1. Les œufs | 26 |
| III.2.2. Les larves | 26 |
| III.2.3. La nymphe | 29 |
| III.2.4. L'adulte | 30 |
| III.3. Le cycle de développement | 31 |
| III.4. Le rôle écologique | 33 |
| III.5. Le vecteur et la transmission de <i>l'Onchocercose</i> | 33 |
| III.5.1. Le cycle de transmission du parasite..... | 34 |
| III.5.2. Les symptômes de la maladie | 35 |

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| III.6. Liste des Simuliidae d'Algérie..... | 36 |
| | |
| Chapitre IV. Résultats et discussion | |
| IV.1. Analyse globale de la faune Simuliidienne..... | 38 |
| IV.1.1. Abondance..... | 40 |
| IV.1.2. Richesse spécifique..... | 41 |
| IV.1.3. Abondance et Occurrence des espèces..... | 42 |
| IV.1.4. Indice de Shannon & Weaver..... | 43 |
| IV.1.5. Indice de Similarité de Sorensen..... | 44 |
| IV.1.6. Structure mésologique..... | 46 |
| IV.1.7. Structure du peuplement..... | 49 |
| IV.2. Autoécologie des espèces recensées..... | 50 |
| | |
| Conclusion..... | 58 |
| | |
| Références bibliographiques | |
| | |
| Annexes | |

Introduction

Les Diptères Simuliidae, organismes rhéophiles occupent la seconde place dans l'ordre des Diptères, ce sont des nématocères aquatiques à l'état larvaire et nymphal, terrestre à l'état imaginal, la femelle est généralement hématophage. A l'état adulte, sont de minuscules insectes noirs, dont la taille n'excède pas, chez les espèces les plus grosses, 5 à 6 millimètres. Leur aspect général (corps trapu, ailes larges et claires, antennes courtes et glabres) rappelle plus une mouche qu'un moustique.

Les Diptères Simuliidae, habitants en grand nombre les eaux vives des cours d'eau, ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs en Afrique du Nord, ce sont les travaux en l'occurrence de Bailly-Choumara et Beaucournu (1978, 1981), Bouzidi et Giudicelli (1986,1987), Giudicelli et Bouzidi (1989), de Clergue-Gazeau et *al.* (1991), Giudicelli et *al.* (2000) et Belqat (2002) au Maroc et de Bailly- Choumara et *al.* (1970) en Tunisie.

En Algérie, l'étude de Gagneur et Clergue-Gazeau, (1988) révèle 20 espèces recensées dans les oueds du Nord-ouest de l'Algérie et Chaoui Boudghane-Bendiouis et *al.* (2016) retrouvent 10 espèces dans le bassin versant de la Tafna et Lounaci et *al.* (2000) ont recensé 19 espèces en Kabylie.

L'*onchocercose* humaine est une maladie parasitaire en Afrique Centrale causée par les microfilaires de l'espèce *Onchocerca volvulus*, il transmise par la pique des femelles Simuliidae du genre *Simulium*, appartenant à des espèces *Simulium damnosum*, *Simulium neavi* et *Simulium albivirgulatum*. En Algérie cette maladie n'existe pas à cause de l'absence de ces espèces dans les cours d'eau d'Algérie.

L'objectif principal de ce travail, est d'inventorier et d'étudier la diversité et l'écologie de la faune Simuliidienne du réseau hydrographique d'Ath Ouacif.

Cette étude est réalisée selon une approche qui s'articule autour de quatre chapitres :

- Le premier chapitre, présente les caractéristiques générales de la région d'étude ;
- Le deuxième chapitre, est consacré à la description du milieu, la répartition des stations et une présentation du matériel et des méthodes d'étude ;
- Le troisième chapitre aborde les généralités sur les Diptères Simuliidae ;
- Le quatrième chapitre comprend les résultats obtenus et leur interprétation.

I.1. Situation et cadre géographique

La Kabylie du Djurdjura est située dans le Centre Nord de l'Algérie, à une centaine de kilomètres à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Elle s'étend depuis les sommets du massif, principalement Thala Guilef, Tikjda, Tizi N'Kouilal et le col de Tirourda jusque dans les piémonts et les plaines de Tizi-Ouzou (Vallée du Sébaou). Elle est comprise entre 3° 35' et 5° 05' de longitude Est, et entre 36° 22' et 36° 55' de latitude Nord

En dépit de la difficulté d'étudier tous les réseaux hydrographiques de la wilaya de Tizi- Ouzou vu sa vastitude et sa large superficie (1718 km²), on a opté uniquement pour la région d'Ath- Ouacif qui se situe au Sud de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est délimitée par Benni- Yenni au Nord, wilaya de Bouira au Sud, Ouadhias à l'Ouest et par Yatafen à l'Est, elle est comprise entre 36° 31' 25" de latitude Nord et 4° 12' 20" de longitude Est (figure 1).

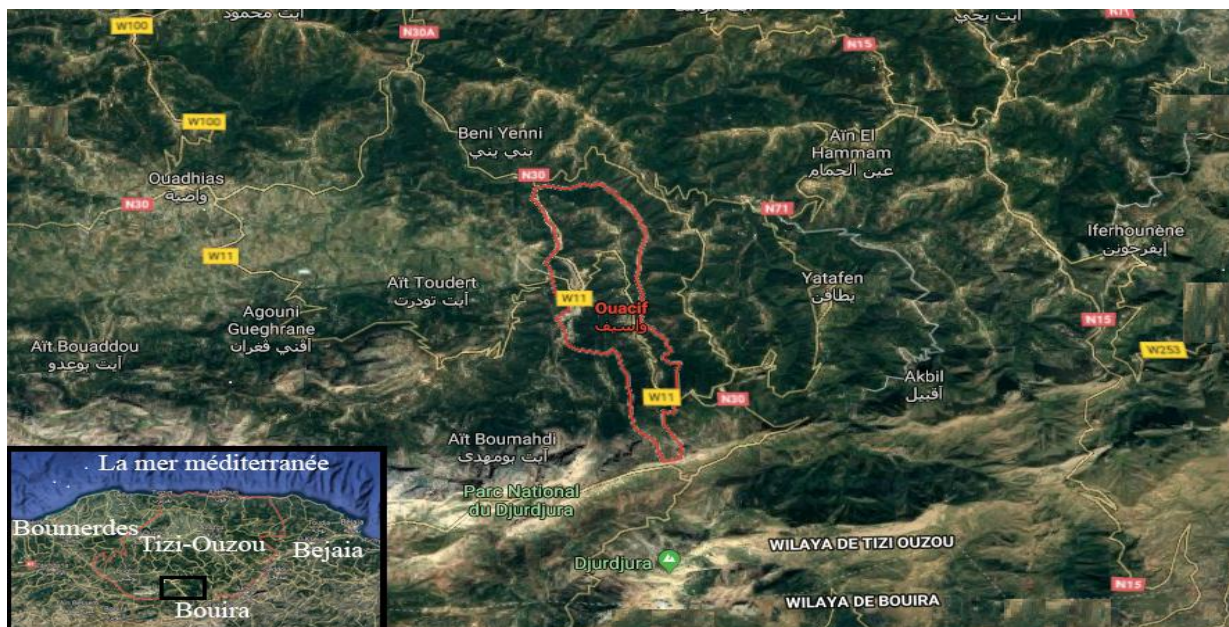


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude.

I.2. Climatologie

Les données climatiques normées et moyennées sont essentielle pour définir les climats à l'échelle régionale et pour reconnaître les gradients altitudinaux induits par les régimes climatiques (Meddour, 2010).

La répartition pluviométrique de la Kabylie du Djurdjura, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Celui-ci est caractérisé par la sécheresse de la saison estivale et des hivers relativement humides et froids avec des précipitations torrentielles à grande irrégularité interannuelle (Abdesselam, 2000 in Meddour, 2010).

I.2.1. Températures

I.2.1.1. Températures de l'air

Selon Dajoz (1979), la température de l'air est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique. De plus elle conditionne l'écologie et la biogéographie de tous les êtres vivants dans la biosphère.

Dans l'annexe 1, nous avons reporté les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi- Ouzo durant la période allant de 2008 à 2018 (Source ONM : Office Nationale de Météorologie de Tizi-Ouzou).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La température moyenne interannuelle à Tizi-Ouzou est de 19,17°C.

L'une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les températures moyennes minimales (m) du mois le plus froid (Février) et des températures moyennes maximales (M) du mois le plus chaud (juillet). Les minimas et les maximas enregistrées à Tizi-Ouzou sont : $m = 6,56^{\circ}\text{C}$ et $M = 35,63^{\circ}\text{C}$

La lecture de la figure 2 montre que:

- ✓ Les mois de juillet et août peuvent être considérés comme les plus chauds. Leurs températures moyennes enregistrées sont respectivement de 28,5°C et 28,18°C des minima de 21,37°C et 22,05°C avec des maxima de 35,63°C et 35, 31°C.
- ✓ Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids avec des températures moyennes respectives de 12,34°C , 11,57°C et 11,36 °C, des minima de 7,83°C, 6,99°C et 6,56°C , des maxima de 16,86 °C ,16,15°C et 16,17°C.

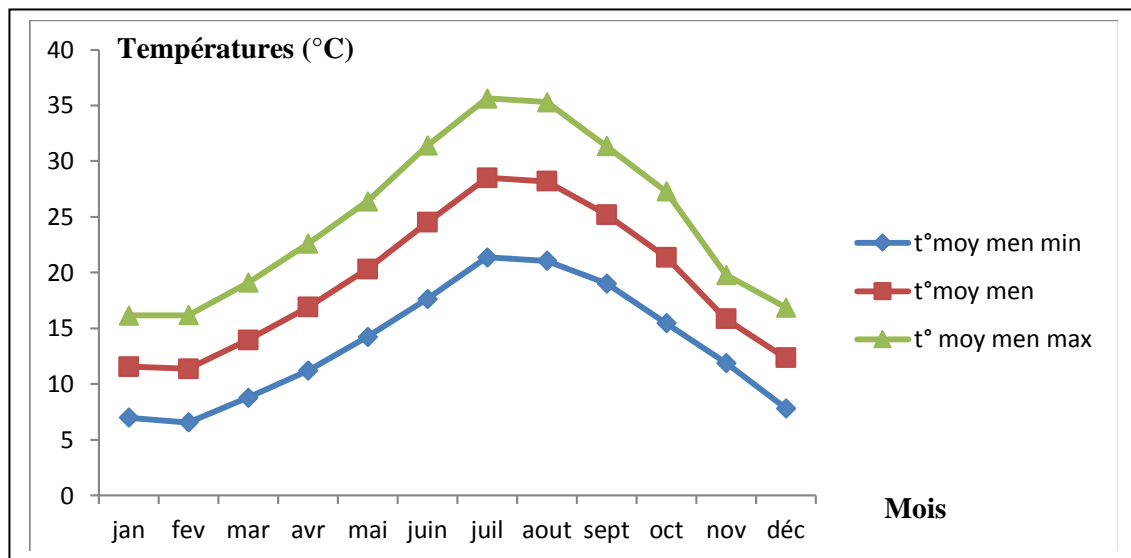


Figure 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air (maximales, moyennes et minimales) en °C à Tizi -Ouzou, période 2008-2018 (Source ONM de Tizi-Ouzou).

I.2.1.2. Température de l'eau

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

Selon Lavandier (1979), Thomas (1981), Angelier et *al.* (1985) et Vinçon (1987), le régime thermique est déterminé par la combinaison de certains nombres de paramètres tels que: la température atmosphérique, l'altitude, la distance à la source, le régime hydrologique, la saison, la largeur du lit et l'ensoleillement qui lui dépend de la densité du couvert végétal.

L'analyse de la figure 03 et de l'annexe 2 fait ressortir 2 groupes de stations ayant chacun un type de régime lié à un certain nombre de paramètres du milieu.

- **Le premier groupe :** renferme les stations ; A1, A2 et A3, Leurs températures moyennes se situent entre 11°C et 13°C. Ce sont des stations des cours d'eau d'altitude, alimentées par les sources, les torrents ombragés et la fonte des neiges.
- **Le deuxième groupe :** renferme les stations de moyenne montagne et de basse altitude ; A4, A5 et A6 avec des températures moyennes supérieures à 19°C. En effet, la forte insolation au niveau des vallées, l'absence d'ombrage le

long des cours d'eau et les faibles débits d'étiage sont à l'origine de ces fortes températures.

*Pour la description des stations se referer au chapitre II, point II.1. 3

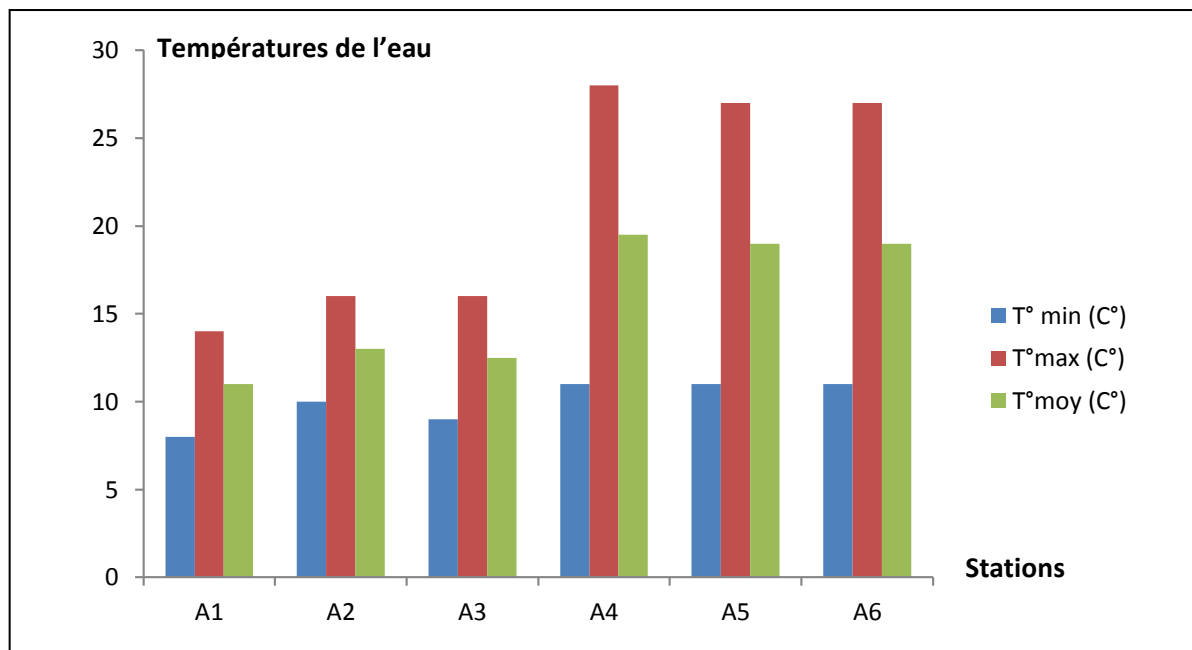


Figure 3 : Températures de l'eau relevées dans les différentes stations.

I.2.2. Précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau. Elles sont caractérisées par leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (Guyot, 1999).

Selon Deridj (1990) et Abdesselam (1995), la pluviométrie la plus importante est celle de Djurdjura (altitude > 1000 m). Les quantités de pluies reçues accompagnées de neige varient de 1500 à 2000 mm/an en versant nord, tandis que la zone littorale et les piémonts, présentent des précipitations moindres qui oscillent entre 800 et 900 mm/an.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Beni- Yenni et Tizi-Ouzou) sont portées sur la figure 4 et en annexe 3. Les données nous ont été fournies par l'Office Nationale de la Météorologie de Tizi-Ouzou (O.N.M)

La lecture de la figure 4 montre que les variations des précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique.

Les précipitations les plus importantes à Beni Yenni s'observent de Novembre à Mars, avec un maximum en Janvier (141,27mm) et Février (137,1mm). Elles diminuent progressivement à partir du mois d'Avril pour atteindre des valeurs minimales en juillet (1,84mm) et en Août (6,62mm).

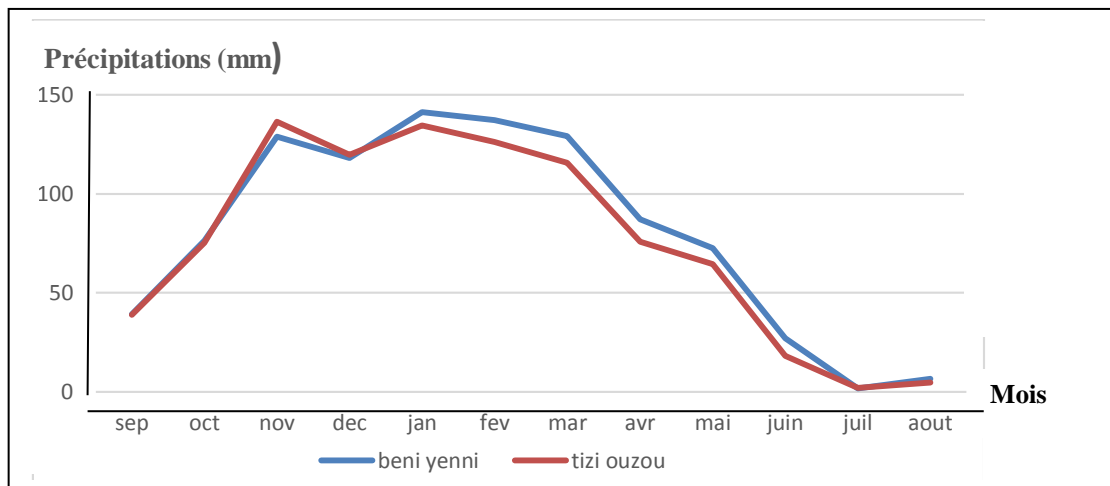


Figure 4 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2008-2018).

I.2.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (Dajoz, 2000). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (Faurie et al., 2003).

Bagnouls et Gaussen (1953) définissent le mois sec comme celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température mensuelle exprimée en degré Celsius ($P \leq 2T$).

Dans l'annexe 4, nous avons reporté les températures et les précipitations mensuelles enregistrées à Tizi-Ouzou pour la période allant de 2008 à 2018.

Le diagramme ombrothermique (Figure 5) montre clairement la présence :

- d'une période sèche d'environ 5 mois : du début du mois de mai à mi-octobre.

- d'une période humide de 7 mois : de la fin octobre à la fin du mois d'avril.

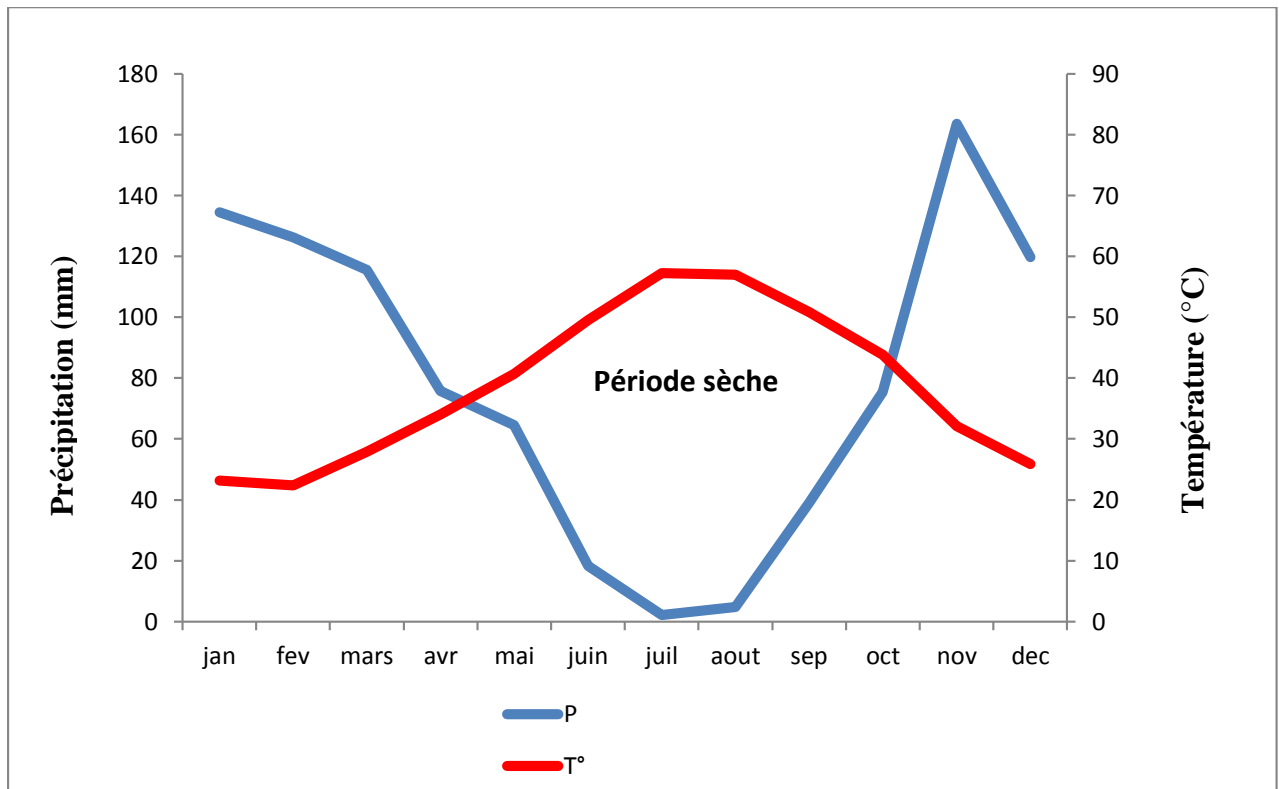


Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen de la région de Tizi-Ouzou (période 2008-2018).

I .3.Couvert végétal

D'après Lounaci (2015), En Kabylie du Djurdjura, le couvert végétal est assez dense. Il se présente sous forme de mosaïque et varie en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants. Il présente un étagement visible de type méditerranéen.

Les principales formations sylvatiques du massif du Djurdjura sont des cédraies pures (40%), des cédraies-chênaies vertes (30 %) et des chênaies vertes (13 %), le reste de la surface est constitué par des formations assylvatiques (Messaoudene et *al.*, 2004).

Aux altitudes supérieures à 900 m, la végétation est composée principalement par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : ronces (*Rubus sp*) et genets (*Genista sp*).

Au dessous de 900m, c'est le domaine des forêts de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de frêne (*fraxinus sp*), de quelques pieds de cédres (*cedrus atlantica*) et de chêne-liège (*Quercus suber*) qui se trouve dispersé.

Dans les zones de piémont, la végétation est représentée essentiellement par des cultures fruitières : olivier (*olea europea*), figuier (*ficus carica*), grenadier (*punica granatium*) et cerisier (*prunus cerasus*).

Plus en aval, aux altitudes inférieures à 300m, la végétation est relativement clairsemée. Elle est représentée par des maquis denses à dominance de cyste (*cistus monpelienis*), de bruyère (*Erica arborea*), de lentisque (*pistacia lentiscus*) et d'olivier sauvage (*olea europea oleaster*).

Quand à la végétation aquatique, elle est abondante dans les cours moyens et inférieurs. Elle est composée de mousses et d'algues filamenteuses.

I.4. Actions anthropiques

La pollution de l'eau, est toute action par laquelle l'homme dégrade le milieu naturel, par des substances chimiques, des déchets industriels et des rejets agricoles entraînant une dégradation de la qualité de l'eau ainsi que du milieu aquatique.

Dans la région d'étude « Ath-Ouacif » plusieurs types de pollutions anthropiques conduisent à la perturbation au niveau des stations étudiées influençant ainsi sur la faune Simuliidienne, elle peuvent se résumer ainsi :

Pollution agricole : le pâturage et l'élevage.

Pollution mécanique : extraction de sable et compage et l'eau pour l'irrigation.

Pollution urbaine : rejets urbains et rejets domestiques.

Autres formes de pollution : baignade et lavage des véhicules.

Tous ces actes humains provoquent généralement un déséquilibre naturel, ce qui engendre une destruction faunistique et floristique aquatique.

II.1. Milieu, matériel et méthodes d'étude

II.1.1. Choix et répartition des stations d'étude

Dans le cadre de ce travail, 6 stations ont suscité notre intérêt. Celles-ci ont été désignées en fonction de l'altitude, la pente, le substrat, la distance à la source, la vitesse du courant, leur position par rapport aux activités humaines ainsi que l'accessibilité et la sécurité des endroits.

- ❖ Les stations sont situées dans le sous bassin de l'Oued Aissi
 - 1 station sur Assif n'Ath Agad : A1 ;
 - 3 stations sur Assif Larbâa : A2, A3, A4 ;
 - 2 stations sur l'Oued Aissi : A5, A6 ;

Une campagne de prélèvement benthique a été réalisée le mois de juin 2019. Les stations retenues à cet effet sont indiquées par des carrés sur la figure 6.

Pour chaque station nous indiquons :

- La localité la plus proche ;
- L'altitude ;
- La pente à la station ;
- La largeur moyenne du cours d'eau (section mouillée) ;
- La profondeur moyenne de la lame d'eau ;
- La vitesse du courant selon la classification de Berg ;
- La nature du substrat ;
- La végétation ;
- Les influences anthropiques lorsqu'il y en a.

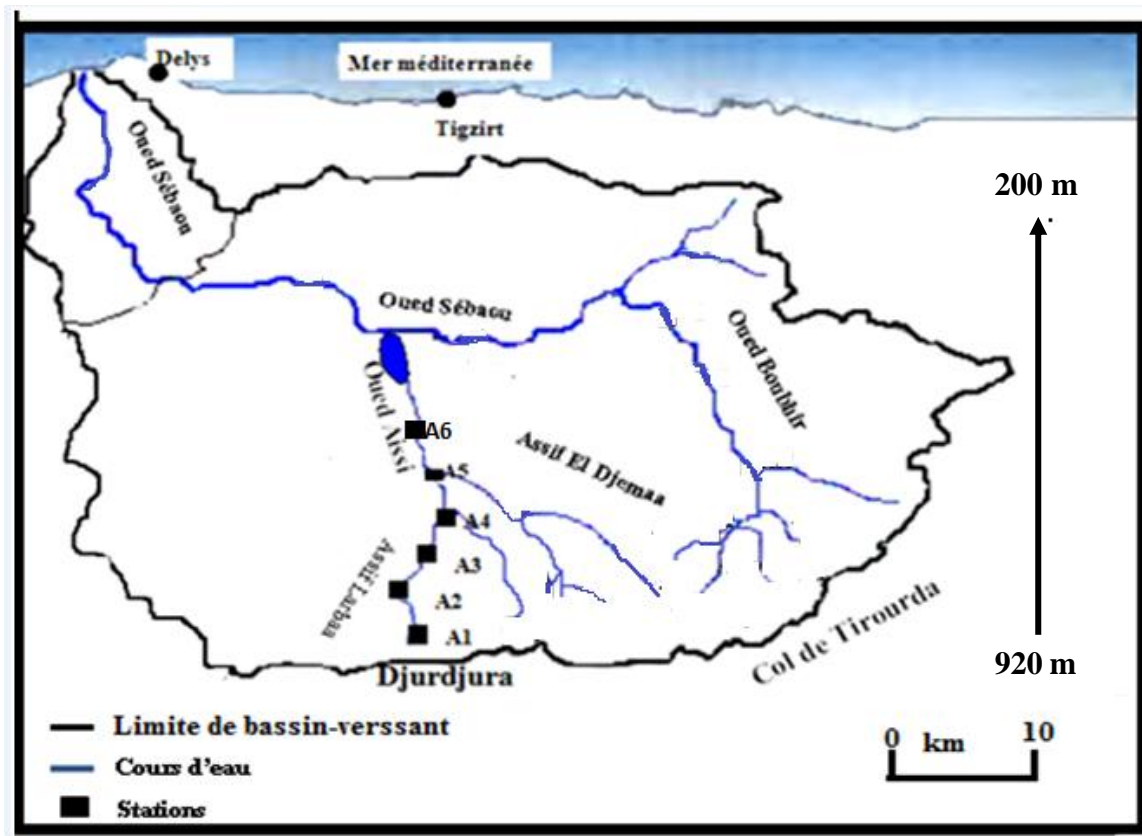


Figure 6 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.

II.1.2. Description des cours d'eau

II.1.2.1. Sous Bassin de l'Oued Aissi

L'Oued Aissi, second affluent de l'oued Sébaou, il draine les écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la main du Juif (Thaltat) et Ath-Djemaâ (Ouadhias) jusqu'à l'Oued Aissi.

Le secteur hydrographique qui a retenu notre attention : Assif Larbâa.

II.1.2.1.1 Assif Larbâa

Il constitue le principal affluent de l'Oued Aissi. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la main de Juif et le col de Tirourda jusqu'au lieu dit « Thakhoukhth ». Sa partie amont est connue sous le nom d'Assif n'Ath Agad et sa partie aval, d'Assif Larbâa.

- **Assif n'Ath Agad** : torrent de montagne, prend sa source dans la main de Juif (Djbel

Thaltat) à 1100 m d'altitude. Doté d'une pente de 13%, il coule en orientation Sud-nord sur une distance d'environ 5 km entre 1100 et 450m d'altitude, avant de se jeter dans l'Assif Larbâa.

- Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : A1.
- **Assif Larbâa (S.S)** : il constitue le prolongement de l'Assif n'Ath Agad à environ 1km en amont de la ville des Ouacifs. Il coule en orientation Sud-nord sur une distance de 20 km entre 450 m et 180 m d'altitude. Sa pente moyenne est de 1,7% et la largeur de son lit dépasse par endroit 20m.
- Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : A2, A3 et A4.

II.1.2.1.2. Oued Aissi

Principal affluent de l'Oued Sébaou, il coule en orientation sud-nord, sur une distance de 20 km entre 180 m et 100m d'altitude. Il reçoit l'ensemble des affluents provenant des sous-bassins versants Assif Larbâa, Assif Ouadhias et Assif El Djemâa. Il prend naissance au lieu dit «Thakhoukhth», point de confluence des assifs Larbâa et Ouadhias. A 500 m plus en aval, il reçoit également assif El Djemâa avant de se jeter dans le barrage Taksebt. Son écoulement s'effectue sur un lit relativement plat, de pente moyenne de l'ordre de 0,4 %. Sa largeur moyenne peut atteindre par endroit 50m. Sur son parcours, d'importants prélèvements de sable sont effectués induisant ainsi des perturbations du milieu.

- Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : A5 et A6.

II.1.3. Caractéristiques environnementales des Stations

Le tableau 1 apporte une description complète des stations, elle comporte les caractéristiques environnementales et les influences anthropiques.

Tableau 1 : Caractéristiques environnementales des stations d'étude.

| Stations | A1 (photo 1) | A2 (photo2) | A3 (photo3) | A4 (photo4) | A5 (photo5) | A6 (photo6) |
|---------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Altitude (m) | 920 | 810 | 480 | 380 | 300 | 200 |
| Pente % | 10 | 7,5 | 5 | 2,5 | 1,5 | 1,4 |
| Profondeur (cm) | 20 | 10 | 20 | 30 | 30 | 30 |
| Vitesse du courant (m /s) | Très rapide | rapide | Très rapide | rapide | moyenne | moyenne |
| Distance | 0,5 | 0,7 | 3 | 4,5 | 11 | 20 |
| Largeur du lit (m) | 1 | 0,5 | 1,5 | 4 | 5 | 8 |
| Substrat % | GG (100) | GG (80) MO (20) | GG (90) SL (10) | GG (70) SL (30) | GG (70) SL (20) MO (10) | GG (70) SL (20) MO (10) |
| Végétation bordante | T.A | T.A | R | M | M | M |
| Végétation aquatique | M | Ab | M | R | M | M |
| Influence Anthropique | Ab | Ab | RD Ext | RD | RD | RD Ext |

- ❖ **GG** : Galet et Gravier, **SL**: Sable et Limons.
- ❖ **T.A** : Très abondante, **M** : moyenne, **A** : abondante, **R** : rare.
- ❖ **RD** : rejets domestiques.
- ❖ **Ext** : extraction du sable.



Photo 1: Station A1



Photo 2: Station A2



Photo 3: Station A3



Photo 4: Station A4



Photo 5: Station A5



Photo 6: Station A6

II.2. Caractéristiques physiques des stations

II.2.1. La pente

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

Le tableau 2 illustre les altitudes et les pentes correspondant aux stations étudiées.

- ❖ Les stations les plus pentues correspondent aux ruisseaux de montagne, la pente est entre 7,5 et 10% (les stations A1 et A2).
- ❖ Dans les zones de moyennes altitudes, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eaux, la pente est de 5 % (la station A3).
- ❖ En plaine (≤ 400 m), le profil s'approche de l'horizontal. L'eau coule sur un lit large et relativement plat, les pentes varient de 2,5%, 1,5 % et 1,4% (stations A4, A5 et A6).

Tableau 2: Altitudes et pentes aux stations étudiées.

| Stations | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| L'altitude (m) | 920 | 810 | 480 | 380 | 300 | 200 |
| Pente à la station (%) | 10 | 7,5 | 5 | 2,5 | 1,5 | 1,4 |

II.2.2. Le débit

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

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

D'après Lounaci (2005), le régime hydrologique des cours d'eau de montagne est pluvionival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril à début juin. Les fortes pluies, à

l'origine des crues, augmentent la vitesse du transport des substances solides et dissoutes et beaucoup d'organismes sont alors emportés. De plus, la composition chimique des eaux se trouve ainsi modifiée.

II.2.3. Ecoulement et vitesse du courant

L'écoulement est l'un des facteurs essentiels qui agit sur les peuplements aquatiques et il exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (Leveque ,1996).

L'écoulement est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que de la taille des substrats et de la profondeur de la lame d'eau.

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

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

Les relevés de la vitesse de l'eau qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portés sur le tableau 3. Elles sont classées selon l'échelle de Berg :

- Vitesse très lente : $\leq 0,1$ m/s ;
- Vitesse lente : 0,1 à 0,25 m/s ;
- Vitesse moyenne : 0,25 à 0,50 m/s ;
- Vitesse rapide : 0,50 à 1 m/s ;
- Vitesse très rapide : ≥ 1 m/s.

Le tableau 3 montre que, la vitesse du courant varie d'une station à l'autre. Elle est définie de rapide à très rapide dans les stations d'altitudes et de piémont, rapide et moyenne dans les stations de basses altitudes.

En effet, elle est diminuée de l'amont vers l'aval du faite de la pente qui est plus élevée en amont et plus faible en aval d'où l'élargissement des lits des cours d'eau.

Tableau 3: Altitude, largeur du lit et vitesses du courant mesuré aux stations d'étude.

| Stations | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Altitude (m) | 920 | 810 | 480 | 380 | 300 | 200 |
| Largeur du lit(m) | 1 | 0,5 | 1,5 | 4 | 5 | 8 |
| Vitesse du courant (m/s) | T.R | R | T.R | R | M | M |
| Appréciation | T.R | R | T.R | R | M | M |

T.R : vitesse très rapide, **R** : vitesse rapide, **M** : vitesse moyenne.

II.2.4. Substrat

Le substrat constitue le support fondamental des macro- invertébrés benthiques. Ils sont strictement liés pendant une partie de leur vie.

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

La lecture du tableau 4, met en évidence que la répartition des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat est en relation avec l'hétérogénéité du substratum.

Au niveau des stations d'amont, des ruisseaux de source et des stations de moyenne montagne, le substrat est à dominance de gros galets et de graviers. Par contre dans les stations de basse altitude, il est plutôt à dominance de sable et de limon avec l'abondance de la végétation aquatique.

Tableau 4 : Nature du substrat dans les stations étudiées.

| Stations | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----------------------|-----|----|----|----|----|----|
| Gal / Gra (%) | 100 | 80 | 90 | 70 | 70 | 70 |
| Sab/Lim (%) | 0 | 0 | 10 | 30 | 20 | 20 |
| M.O (%) | 0 | 20 | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Vaqu (%) | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 |

Gal: galets, **Gra:** graviers, **Sab:** sables, **Lim:** limons, **M.O:** matières organiques,

Vaqu: végétation aquatique.

II.3. Matériel et méthodes d'études de la faune benthique

II .3.1. Techniques d'échantillonnages

➤ Récolte de la faune

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

En milieux lotique, les prélèvements quantitatifs ont été réalisés à l'aide d'un filet surber de 275 μ de vide de mailles, dans des zones peu profondes (inférieur à 40 cm), sur des surfaces de l'ordre de 0,1 m². Le filet est déposé sur le fond du cours d'eau à contre – courant. Les larves et les nymphes sont recueillies dans le filet par lavage des galets se trouvant sur la surface échantillonnée par le raclage du fonds.

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



Photo 7 : Filet surber



Photo 8 : Filet troubleau

➤ **Chasse d'adulte**

La chasse d'adulte est bien souvent utilisable pour l'identification spécifique de certains taxons difficile à séparer au stade larvaire.

A l'aide d'un parapluie japonais, les insectes repérés en vue d'œil, en bordure du cours d'eau sur la végétation et sur les pierres sont capturés, puis saisis à l'aide d'une pince entomologique souple, puis recueillis dans des piluliers remplis d'alcool à 70%.

➤ **Conservation des échantillons benthique**

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



Photo 9 : Parapluie japonais



Photo 10 : Echantillons.

➤ **Tri et détermination**

Au laboratoire, les échantillons sont lavés, rincés sur une série de tamis à maille : (5mm, 1mm, 0,2 mm) afin d'éliminer le maximum du substrat fin et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...). Le contenu des tamis est ensuite versé dans un bac, puis transvasé et homogénéisé dans des béchers de 250cc.

Composé de larves, de nymphes, d'exuvies nymphales et exceptionnellement d'adultes, matériel aquatique est trié au laboratoire.

Pour les tris préliminaires ou pour certaines espèces qui se reconnaissent facilement, la faune benthique est examinée soit à l'œil nu, soit à la loupe binoculaire séparant les Simulies de toute autre faune benthiques tout en les comptabilisant. Et pour un travail de détermination plus poussée, on a recours à une optique plus puissante avec des grossissements plus forts à la loupe binoculaire.

Pour la reconnaissance des espèces Simuliidiennes, des clés analytiques nous ont été d'une grande aide : la clé Italienne (Rivosecchi, 1978), la clé analytique des simulies (Clergue Gazeau & Boumaiza, 1986), les simulies du Maroc (Belqat, 2002) ...

II.3.2. Méthodes d'analyse de la structure du peuplement

II.3.2.1. Indices de diversité

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

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

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

➤ **Diversité brute ou richesse spécifique**

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

Aussi Elle est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité (Nicholas et *al.*, 1998).

➤ **Abondance ou densité des espèces**

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).

Elle est calculée comme suit et exprimée en pourcentage

$$F = \sum ni \cdot 100/N$$

ni = nombre de contacts de l'espèce « i ».

N = le nombre total d'individus.

➤ Occurrence des espèces

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

$$C (\%) = (\sum Pi / P) \cdot 100$$

Pi = nombre de prélèvements où l'espèce i est présente

P = nombre total de prélèvements

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

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

II.3.2.2. Indice de structure

➤ Indice de diversité de Shannon H'

L'indice de Shannon (Shannon, 1948 ; Shannon et Weaver, 1963), appelé aussi indice de Shannon-Weaver, sa formule est l'indice le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (Blondel, 1979 ; Legendre & Legendre, 1979 ; Barbault, 1981).

L'indice de Shannon-Weaver H' (Shannon & Weaver, 1963) convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

Il a pour expression :

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

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

N = nombre total d'individus

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

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

➤ **Équitabilité** (Piélou, 1969)

L'indice d'équitabilité rend compte de l'abondance relative de chaque taxon. Il est dérivé de celui de Shannon-Weaver. Sachant que plus un peuplement est équilibré (pas de taxon largement dominant), plus il est stable et proche du climax et qu'à l'inverse, toute pullulation est le signe d'un déséquilibre dû à une cause naturelle ou anthropique.

On peut calculer l'équitabilité à partir de l'équirépartition ou diversité maximale (H'_{\max}), laquelle correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individu.

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

H' = indice de shannon-weaver

S = Richesse spécifique

\log_2 = logarithme à base 2

Nous utilisons l'équitabilité comme le rapport :

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

L'indice d'équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0, quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une ou deux espèces (une ou deux espèces dominantes), elle est de l'ordre de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

➤ Indice de Similitude de Sorensen

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

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

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

$$S = (2C \div A+B) \times 100$$

S : Indice de Sorensen.

A : nombre total d'espèces dans la station 1.

B : nombre total d'espèces dans la station 2.

C : nombre total d'espèces communes entre deux stations.

Cet indice varie de 0 à 100 %, plus la Similarité tend vers 0 plus les deux sites sont dissimilaires et plus elle tend vers 100% plus les deux milieux se ressemblent.

II.3.2.3. Traitement statistique des données

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

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

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

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

II.3.2.4. Logiciels de calcul

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

III .1. Présentation des Simulies

La famille des Simuliidae fait partie de l'ordre des Diptères Nématocères qui sont généralement de couleur noire ou marron foncé, Les yeux sont volumineux et les pattes courtes. Les ailes, incolores, sont larges et courtes. Ils habitent les eaux courantes à l'état immature.

Dans le monde, la famille des Simuliidae compte 2328 espèces actuelles (2310 vivantes et 18 espèces fossiles) selon le dernier inventaire des Simuliidae établi par Adler et Crosskey (2018).

III.1.1. Position systématique

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

| | |
|----------------------|-----------------|
| Règne : | Animal |
| Sous-règne : | Métazoaire |
| Embranchement : | Arthropodes |
| Sous-embranchement : | Hexapodes |
| Classe : | Insectes |
| Sous-classe : | Ptérygotes |
| Super ordre : | Endoptérygotes |
| Ordre : | Diptères |
| Sous-ordre : | Nématocères |
| Famille : | Simuliidae |
| Genre* : | <i>Simulium</i> |

Nous nous sommes limités à donner juste le genre retrouvé dans ce travail.

III.2. Description morphologiques

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.

III.2.1. Les œufs

Les œufs sont de très petite taille (de 0,1 à 0,3 mm selon les espèces) et de silhouette grossièrement triangulaire. De couleur blanche lors de la ponte, ils deviennent rapidement brunâtres. Leur coque apparaît lisse au microscope optique. Les œufs sont généralement enrobés d'une substance gluante et groupés en amas qui tapissent les supports immergés: feuilles, brindilles, branches, rochers, etc. (Grenier, 1953)

III.2 .2. Les larves

La forme générale de la larve est celle d'une massue dont l'extrémité abdominale est fortement renflée. C'est un petit organisme mesurant un peu plus de 1 cm (Figure 7). Le corps se compose d'une tête cylindrique, bien chitinisée, de trois segments thoraciques et de huit segments abdominaux (Belqat & Dakki, 2004).

Les larves sont fixées dans les courants d'eau sur des supports variés (feuilles, pierres...etc). Leurs fixations et leur locomotion sont assurées par deux pseudopodes, l'autre organe d'accrochage est constitué par une couronne de crochets disposés à l'extrémité du dernier segment abdominal.

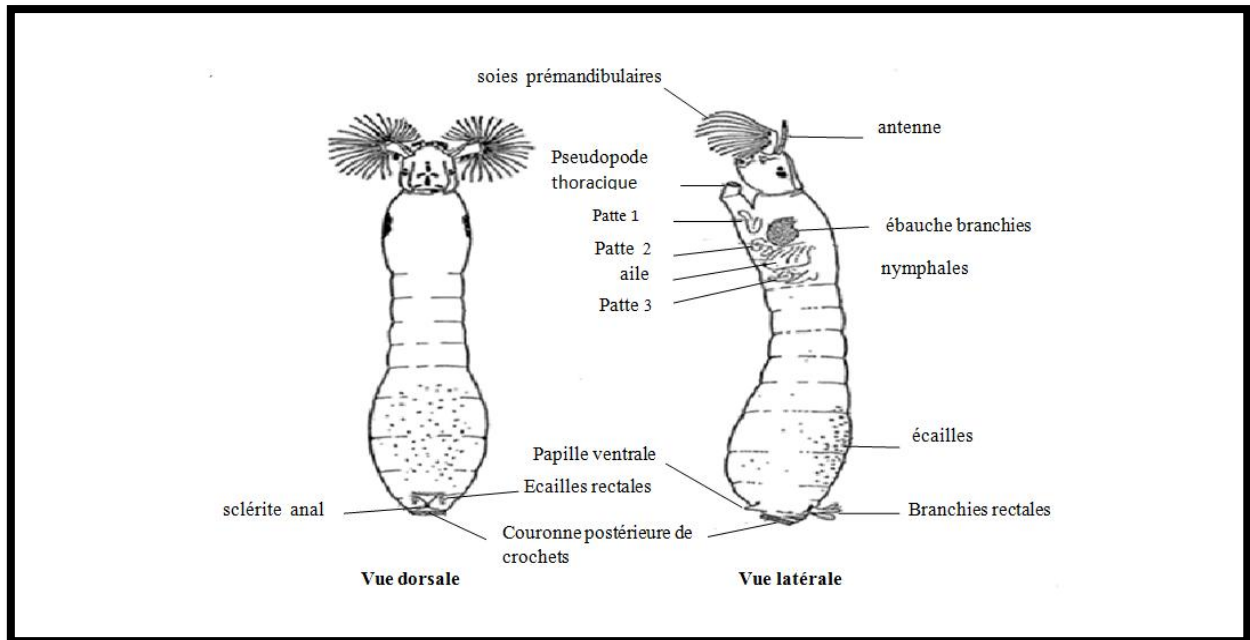


Figure 7: Larve de Simuliidae : dernier stade larvaire (d'après Grenier ,1953).

➤ La tête

Est en général de couleur plus foncée que le corps. Elle porte en plus un organe pair que l'on appelle pré mandibule, 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 comme les baleines d'un parapluie (Figure 8).

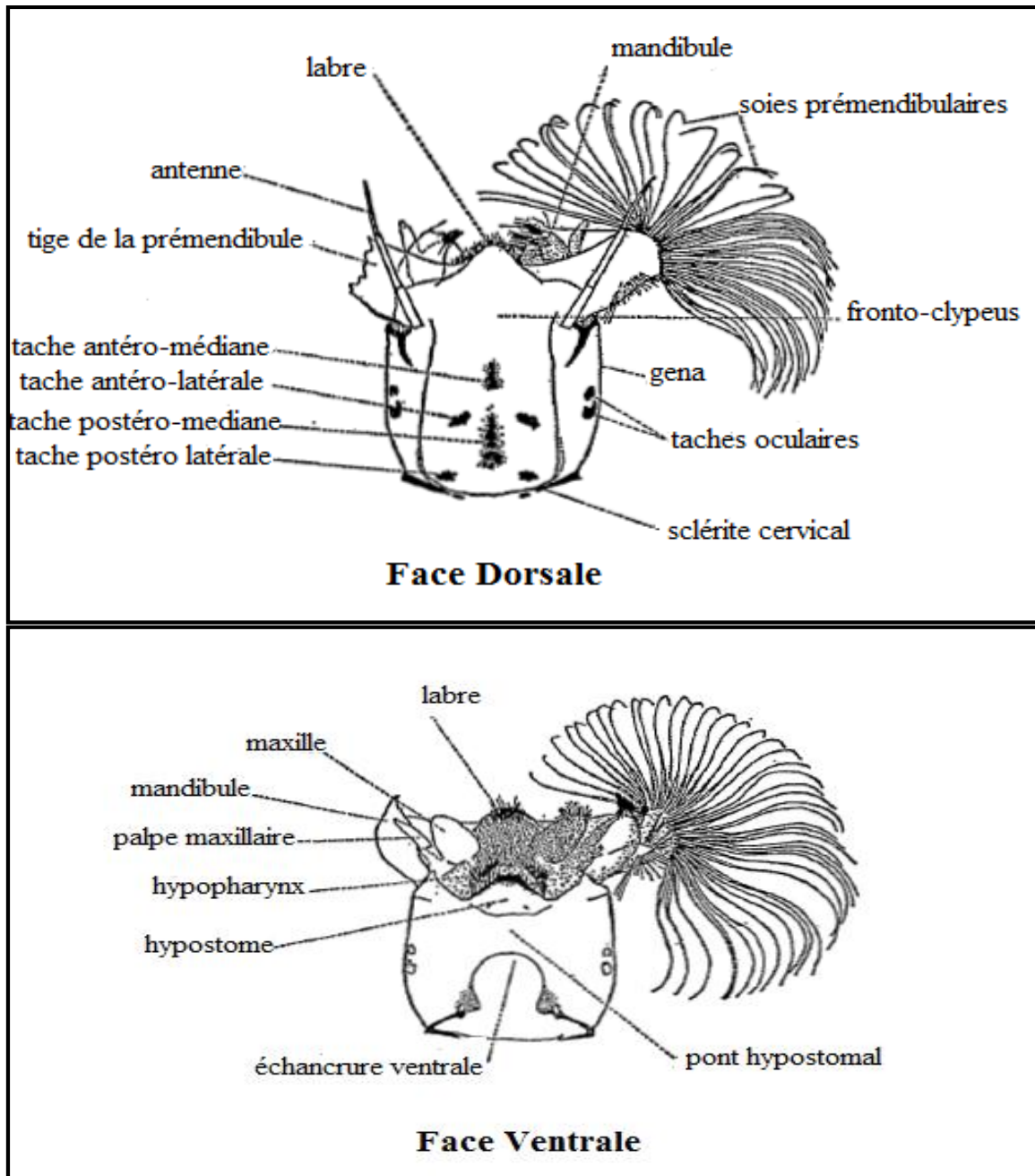


Figure 8 : Larve de Simuliidae : morphologie de la tête (d'après Crosskey, 1960).

➤ Le thorax

Porte un pseudopode ventral caractéristique, terminé par des couronnes de crochets de fixation. Chez les larves des derniers stades il montre latéralement les histoblastes des pattes, ailes et branchies nymphales; ces ébauches branchiales forment de chaque côté du thorax de la larve mûre une tache brune caractéristique du dernier stade larvaire.

➤ L'abdomen

Est 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 (Demanou, 2004).

III.2.3. La nymphe

Les transformations qui permettent au moustique de passer du milieu aquatique au milieu terrestre débutent à la fin du développement larvaire par la lyse des muscles et se poursuivent chez la nymphe par l'élaboration d'un système totalement nouveau (Senevetet Quievreux, 1941). Ce stade est de courte durée ne dépassant pas quatre jours. Elle ne se nourrit pas, elle puise dans les réserves stockées au stade larvaire. Elle respire par l'intermédiaire de deux trompettes situé sur le céphalo- thorax (Figure 9).

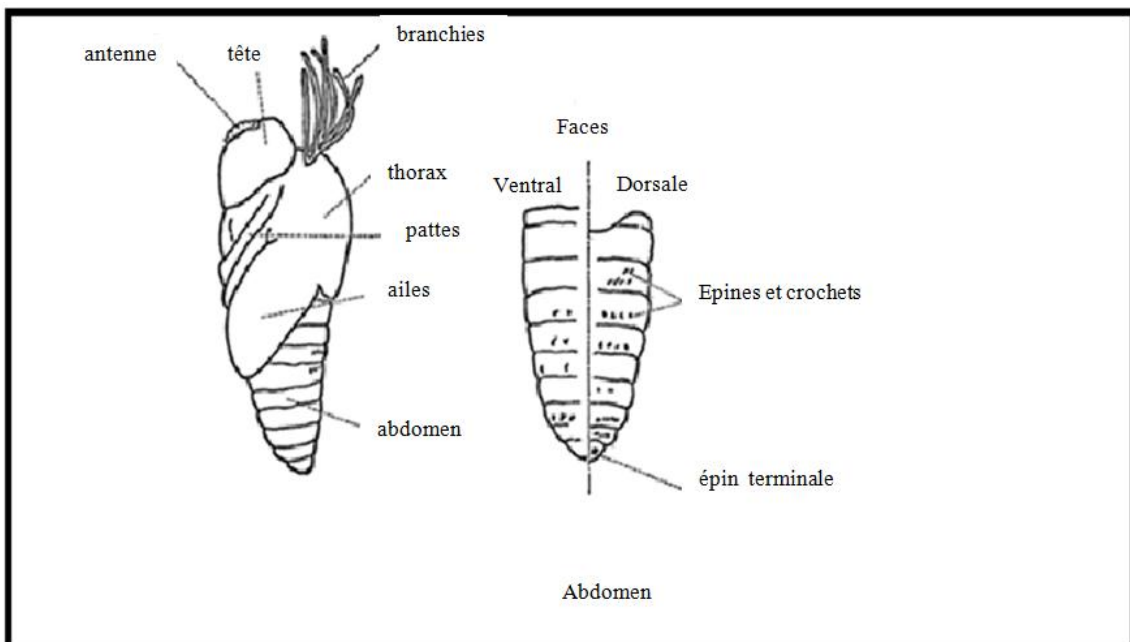


Figure 9 : Morphologie de la nymphe de Simuliidae (d'après Grenier, 1953).

➤ **La tête**

Les yeux sont 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.

➤ **Le thorax**

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.

➤ **L'abdomen**

Est constitué par neuf segments visibles. Certains segments portent sur la face ventrale ou la face dorsale voire sur les deux, des organes d'ancrages. 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).

III.2.4. L'adulte

L'adulte de simulie a l'aspect d'une petite mouche bossue. Sa taille est de quelques millimètres. Elles sont en général de couleur sombre (Figure 10).

➤ **La tête**

Comme chez les nymphes, le dimorphisme sexuel est évident au niveau des yeux, Ils sont holoptiques chez les mâles et dichoptiques chez les femelles. 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.

➤ Le thorax

Est constitué de trois segments souvent couverts d'une pruinosité diversement colorée dont la couleur et l'ornementation varient suivant le groupe ou l'espèce. L'unique paire d'ailes est portée par le deuxième segment thoracique.

➤ L'abdomen

Comprend dix segments dont neuf bien visibles, le dernier peu visible portant les genitalia et les deux cerques. Ces cerques sont bien développées chez la femelle tandis qu'ils sont réduits à de petites plaques sclérotisées et sétigères chez le mâle (Clergue-Gazeau, 1991).

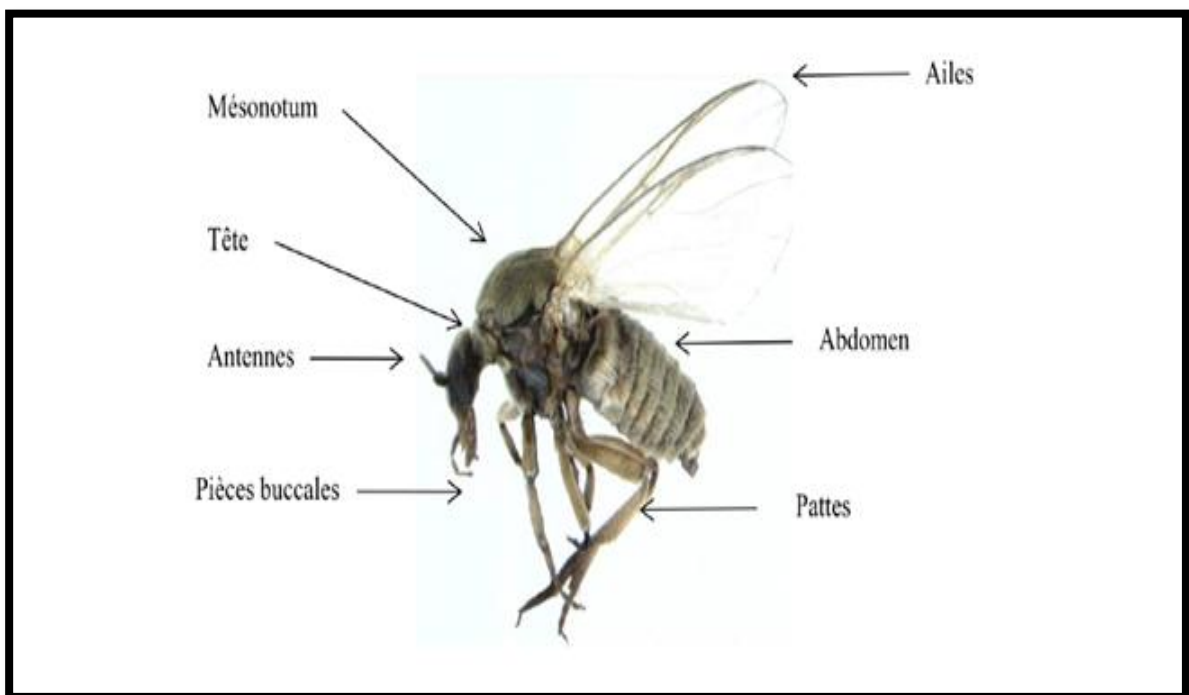


Figure 10 : Morphologie externe d'un adulte simuliidae (ChaouiBoudghene-Bendiouis,2016).

III.3.Cycle biologique

Le cycle de vie des Simulies (figure 11) varie selon les espèces. Les stades immatures (œufs, larves et nymphes) sont aquatiques alors que l'adulte est aérien. 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 œufs sont pondus en groupe de 150 à 500 sur un support partiellement immergé (pierre, branchage, végétal) et éclosent 2 à 7 jours plus tard.

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 mature tisse son propre cocon (Hinton, 1958). La nymphe immobile vit fixée au substrat minéral ou végétal durant plusieurs jours à plusieurs semaines.

Les adultes émergent de la nymphe dans une bulle d'air qui éclate à la surface de l'eau libérant ainsi l'adulte pour son envol. Les périodes d'émergences diffèrent selon les espèces et l'altitude (Gagneur, 1976).

La durée moyenne du cycle de développement (de l'œuf à l'adulte) s'effectue donc en moins de 2 semaines. La durée de vie des adultes est de 20 à 28 jours pour les femelles et de 15 à 20 jours pour les mâles. Les femelles sont capables d'effectuer entre 3 et 4 pontes d'environ 120 œufs chacune pendant leur vie (Rozendaal, 1999).

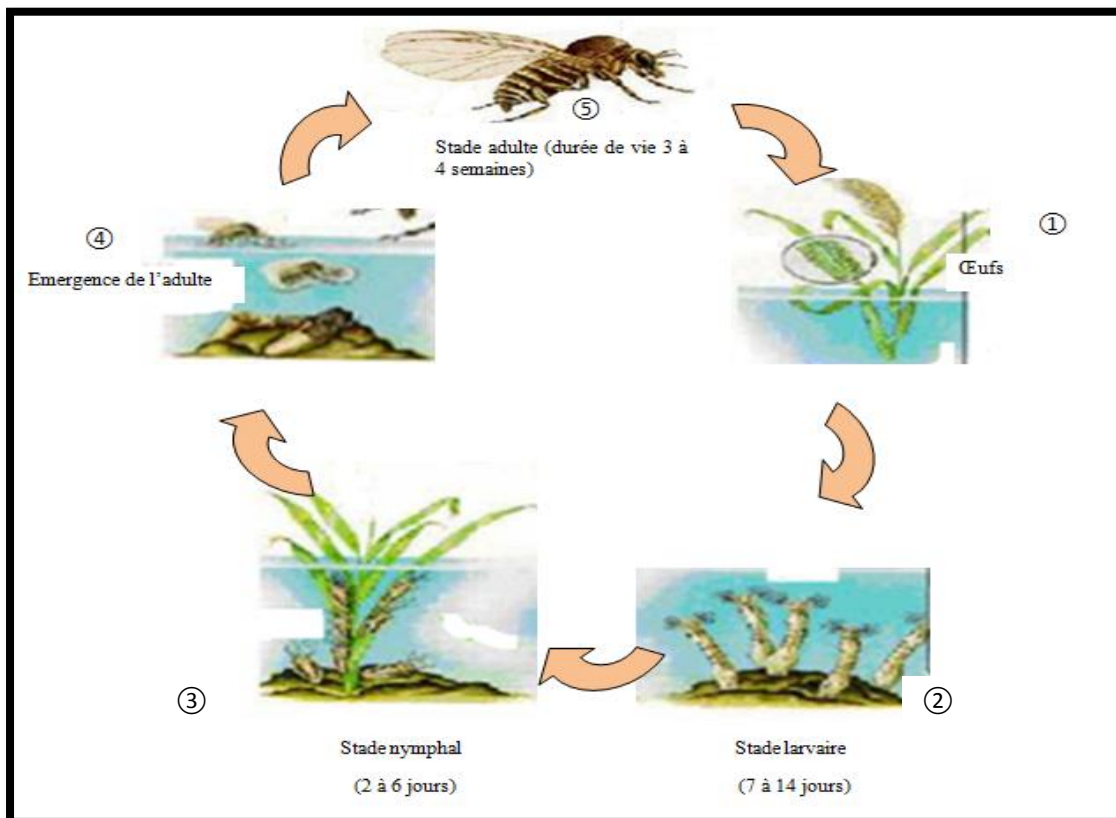


Figure 11 : Cycle de vie de la similie (Nana Tomen, 2008)

III.4. Le rôle écologique

La famille des Simuliidae constitue une partie non négligeable de la faune benthique. Les Simuliidae sont considérés d'excellents indicateurs biologiques (Clergue-Gazeau, Gazagnes, 1986).

Les Simuliidae font partie de plusieurs chaînes trophiques. Dans l'eau, les stades immatures sont mangés par différents prédateurs et particulièrement les insectes trichoptères, odonates, hémiptères et diptères (Werner & 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.

Les morsures des femelles de plusieurs espèces en font des vecteurs de maladies autant chez les humains que chez les animaux. Parmi ces maladies, l'onchocercose, une maladie causée par un parasite entraînant la cécité. Chez les animaux, les mouches noires transmettent la leuco-cytozoonose, une maladie mortelle pour les dindes, les canards et les poulets.

Les mouches noires adultes entraînent aussi des pertes économiques en milieu agricole et touristique. Toutefois, les mouches noires n'ont pas qu'un rôle nuisible.

Les adultes sont aussi des pollinisateurs alors que les larves sont une composante majeure de la faune macro-invertébrée des ruisseaux et rivières et contribuent au recyclage de la matière organique. En effet, elles capturent avec leurs plumeaux céphaliques de 32 à 55 % du seston et en digèrent 17 à 25% (Morin et al. 1988).

III.5. Le vecteur et la transmission de l'onchocercose

Selon Rozendaal (1999) L'onchocercose est due à une filaire parasite, *Onchocerca volvulus*. Ce sont les simulies qui transmettent l'infection d'une personne à l'autre. Cette infection peut provoquer des démangeaisons intenses et des lésions oculaires susceptibles d'entraîner la cécité.

La maladie, dont la distribution est focale, sévit dans toute l'Afrique centrale et l'Afrique de l'ouest ainsi que dans certaines zones d'Afrique orientale. Les régions les plus touchées sont les zones de savane de l'Afrique de l'Ouest. L'infection se transmet également de façon localisée au Yémen ainsi qu'en Amérique centrale et en Amérique du Sud.

III.5.1. Cycle de Transmission du parasite

Le cycle de développement d'onchocercose volvulus comporte deux hôtes :

- ♣ Un hôte vertébré (l'homme en l'occurrence), et un hôte arthropode (une simulie).
- ♣ Lorsque la simulie se nourrit, elle ingère des embryons d'onchocercques (microfilaires). Dans l'organisme de la simulie, les microfilaires se transforment au bout de 6 à 10 jours en larves infectantes.

Ces larves sont transmises à l'Homme lors du repas de sang de l'insecte et achèvent alors leur développement en devenant des vers adultes.

Les vers femelles peuvent vivre jusqu'à 12 ans dans l'organisme humain et elles y produisent des millions de microfilaires qui migrent vers la peau, d'où elles peuvent à nouveau passer chez la simulie à la faveur d'une piqûre.

C'est à proximité des rivières et ruisseaux au cours rapide que la transmission est la plus fréquente, car c'est là que les simulies se reproduisent et peuvent donc attaquer l'Homme en nombre.

Il n'y a pas de transmission lorsque la température est inférieure à 18 °C et la maladie n'existe que sous les tropiques (Figure 12).

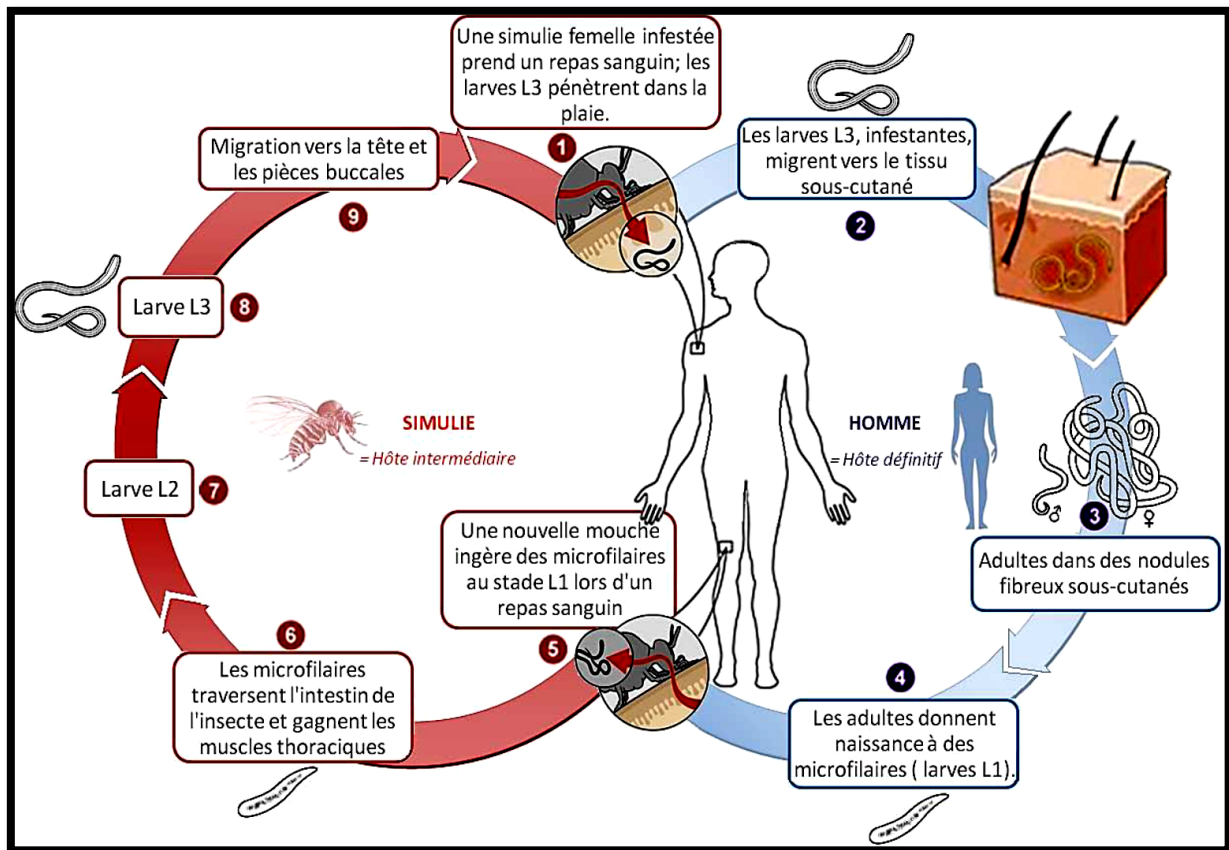


Figure 12: Cycle de développement d'*Onchocerca volvulus* (Anne-Sophie Lepori, 2013).

III.5.2. Les symptômes de la maladie

Les symptômes de l'onchocercose ne sont pas causés directement par le ver mais par une réaction inflammatoire à la mort des microfilaries dans la peau et les yeux.

Ils sont essentiellement cutanés, lymphatiques ou oculaires.

L'espèce *Onchocerca volvulus* peut vivre jusqu'à 14 ans chez l'homme. Les vers migrent à travers l'organisme provoquant toute une série de symptômes : atteintes visuelles importantes pouvant aller jusqu'à la cécité, éruptions et lésions cutanées, dépigmentation de la peau et un affaiblissement général.

Les symptômes de l'onchocercose sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Les symptômes de l'onchocercose.

| Les signes/symptômes au niveau de la peau | Les signes/symptômes au niveau de l'œil |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Démangeaisons intenses • Éruptions cutanées • Nodules (bosses indolores sur les hanches, la tête, ou les articulations, dues à la présence des vers adultes) • Peau de léopard (dépigmentation de la peau) • Peau très sèche ou ridée, ou peau lâche au niveau de l'aîne | <ul style="list-style-type: none"> • Rougeur • Les yeux irrités et/ou larmoyants • Gêne à la lumière • Cécité nocturne • Diminution du champ visuel • Diminution de l'acuité visuelle • Kératite sclérosante (l'opacité de la cornée évolue de la périphérie inférieure vers le centre) • Cécité |

III.6. Liste des Simuliidae d'Algérie

Le nombre d'espèces de Simuliidae connues actuellement en Algérie est assez important (27 espèces). Nous présentons la liste de ces espèces selon l'ordre de classification d'Adler et Crosskey(2018).

Greniera fabri Doby& David, 1959,

Metacnephia blanci Grenier&Theodorides, 1953,

Prosimulium albense Rivosecchi, 1961,

Prosimulium rufipes Meigen, 1830,

Urosimulium faurei Bernard, Grenier-Choumara, 1972,

Simulium angustipes Edwards, 1915,

Simulium angustitarse Lundstrôm, 1911,

Simulium argenteostriatum Strobl, 1898,

Simulium bezzii Cortis, 1914,

Simulium brevidens Rubtsov, 1956,

- Simulium costatum* Friederichs, 1920,
- Simulium cryophilum* Rubtsov, 1959,
- Simulium Hispaniola* Grenier& Bertrand, 1954,
- Simulium ibleum* Rivosecchi, 1966,
- Simulium intermedium* Roubaud, 1906,
- Simulium lundstromi* Enderlein, 1921,
- Simulium marocanum* Bouzidi&Giudicelli, 1988,
- Simulium monticola* Friederichs, 1920,
- Simulium ornatum* Meigen, 1818,
- Simulium pseudequinum* Séguy, 1921,
- Simulium quadrifila* Grenier, Faure &Laurent, 1957,
- Simulium ruficorne* Macquart, 1838,
- Simulium trifasciatum* Curtis, 1839,
- Simulium sergenti* Edward, 1923,
- Simulium variegatum* Meigen, 1818,
- Simulium velutinum* Santos Abréu, 1922,
- Simulium xanthinum* Edwards, 1933,

IV.1. Analyse globale de la faune Simuliidienne

L'étude des Diptères Simuliidae dans les différents cours d'eau d'Ath- Ouacif, nous a permis de recenser 2620 individus répartis en 14 espèces (tableau 6). L'ensemble du peuplement Simuliidien recensé dans les stations prospectées entre 200 m à 920 m d'altitude, se présente en un seul genre : *Simulium*

- Le genre *simulium* est représenté par cinq sous genres :
 - ❖ *Eusimulium* représenté par deux espèces : *S. (E.) velutinum* (68 individus) et *S. (E.) gr. Aureum* (55 individus).
 - ❖ *Nevermannia* représenté par trois espèces : *S. (N.) cryophilum* (189 individus), *S. (N.) vernum* (86 individus) et *S. (S.) angustrase* (43 individus).
 - ❖ *Simulium* est le plus dominant avec sept espèces : *S. (S.) argenteostriatum* (88 individus), *S. (S.) trifasciatum* (45 individus), *S. (S.) intermedium* (632 individus), *S.gr. ornatum* (651 individus), *S. (S.) ornatum* (226 individus), *S. (S.) variegatum* (63 individus) et *S. (S.) monticola* (25 individus).
 - ❖ *Tetisimulium* est représenté par une seule espèce : *S. (T.) bezzii* (28 individus)
 - ❖ *Wilhelmia* est représenté par une seule espèce : *S. (W.) pseudequinum* (420 individus)

Tableau 6 : Distribution des Diptères Simuliidae dans les stations d'étude

| Station / Espèce | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | Ab | Abr | Oc | Ocr |
|---|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|----|------|
| <i>Simulium Eusimulium velutinum</i> | <i>S. vel</i> | | | | 15 | 40 | 13 | 68 | 0,02 | 3 | 0,5 |
| <i>Simulium Eusimulium groupe aureum</i> | <i>S. graur</i> | | | | 15 | 30 | 10 | 55 | 0,02 | 3 | 0,5 |
| <i>Simulium Nevermannia angustitrans</i> | <i>S. ang</i> | | | | 25 | 18 | | 43 | 0,02 | 2 | 0,33 |
| <i>Simulium Nevermannia cryophilum</i> | <i>S. cry</i> | 78 | 63 | 48 | | | | 189 | 0,7 | 3 | 0,5 |
| <i>Simulium Nevermannia venum</i> | <i>S. ver</i> | 34 | 52 | | | | | 86 | 0,03 | 2 | 0,33 |
| <i>Simulium Simulium argenteostriatum</i> | <i>S. arg</i> | | | | 26 | 43 | 19 | 88 | 0,03 | 3 | 0,5 |
| <i>Simulium Simulium intermedium</i> | <i>S. int</i> | | | 116 | 82 | 200 | 234 | 632 | 0,24 | 4 | 0,67 |
| <i>Simulium Simulium monticola</i> | <i>S. mon</i> | 15 | | 10 | | | | 25 | 0,009 | 2 | 0,33 |
| <i>Simulium Simulium ornatum</i> | <i>S. orn</i> | | | | 114 | 112 | | 226 | 0,09 | 2 | 0,33 |
| <i>Simulium Simulium groupe Ornatum</i> | <i>S. grorn</i> | | | 180 | 245 | 226 | | 651 | 0,25 | 3 | 0,5 |
| <i>Simulium Simulium trifasciatum</i> | <i>S. tri</i> | | | | | 46 | | 46 | 0,02 | 1 | 0,17 |
| <i>Simulium Simulium variegatum</i> | <i>S. var</i> | | | 13 | | 35 | 15 | 63 | 0,02 | 3 | 0,5 |
| <i>Simulium Tetisimulium bezzi</i> | <i>S. bez</i> | | | | | 28 | | 28 | 0,01 | 1 | 0,17 |
| <i>S. (W.) pseudequinum</i> | <i>S. pse</i> | | | | 95 | 200 | 125 | 420 | 0,16 | 3 | 0,5 |
| Ab | | 127 | 115 | 367 | 617 | 978 | 416 | 2620 | | | |
| Abr | | 0,05 | 0,04 | 0,14 | 0,23 | 0,37 | 0,16 | | | | |
| R. S | | 3 | 2 | 5 | 8 | 11 | 6 | | | | |

Ab : Abondance des espèces.

Oc : Occurrence.

Ocr : Occurrence relative.

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

R.S : Richesse Spécifique.

IV.1.1. Abondance

L'abondance des simuliidae fluctue d'une station à l'autre, variant de 115 à 978 individus (figure 13 et annexe 5).

Les abondances les plus élevées sont notées au niveau des zones de moyennes et de basses altitudes (200 m à 480 m). Les stations A3, A4, A5 et A6 abritent un nombre d'individus supérieur à 300 individus.

En effet les formes recensées dans ces stations, sont pour la plupart polluo-résistantes, qui ont une tendance à supporter les élévations de températures, comme *S. (S.) intermedium* avec 632 individus, *S.gr.ornatum* avec 651 individus et *S. (S.) variegatum* avec 63 individus, *S. (W). Pseudequinum* avec 420 individus, *S. (S.) argenteostriatum* avec 88 individus, *S. (E.) velutinum* 68 individus, *S.(E.) gr. Aureum* avec 55 individus.

On note une faible abondance dans les zones sub- montagneuses A1, A2. Ces stations sont situées entre 810 m et 920 m d'altitude, ce sont des stations de source, à eaux pures et bien oxygénées et dépourvues de perturbations anthropiques (A1), ce qui permet l'installation des espèces polluo-sensibles. Elles semblent affectionner les torrents de montagnes et présentent une tendance sténotherme et rhéophile, comme *S. (N.) vernum* avec un total de 86 individus.

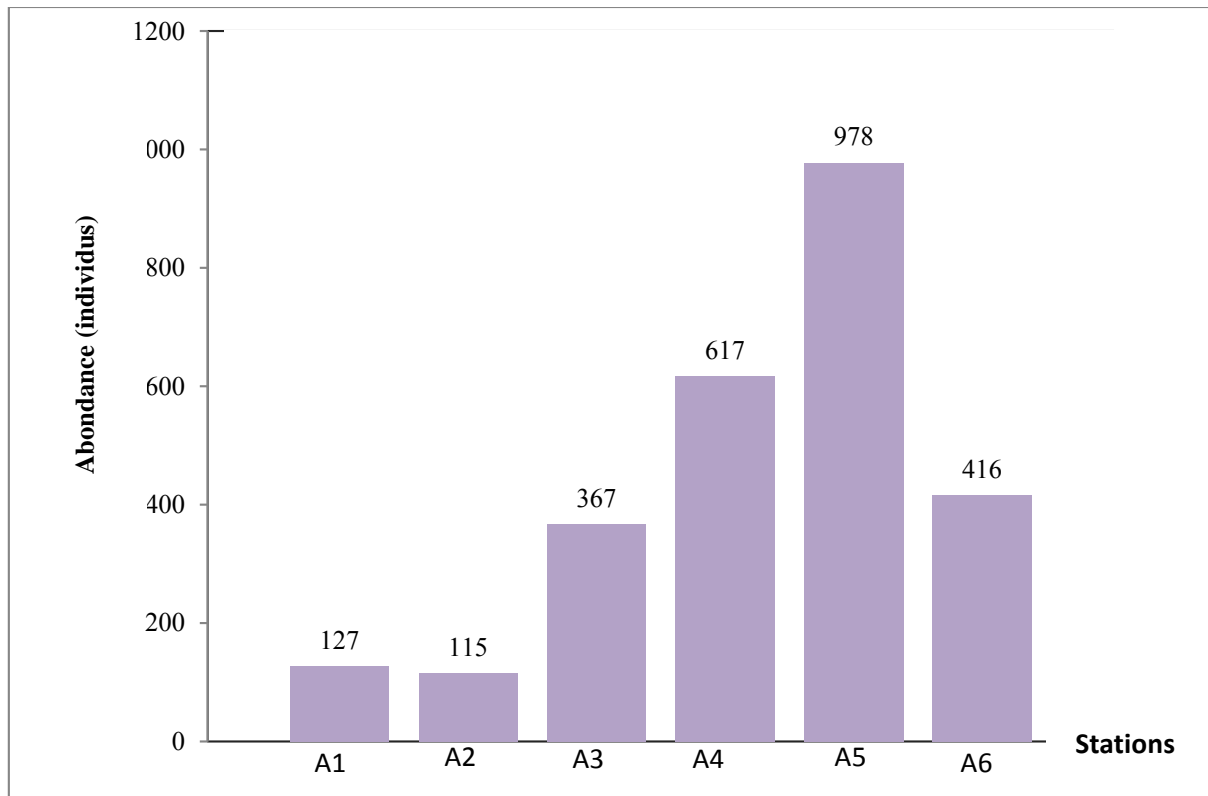


Figure 13 : Abondance des Simuliidae dans les stations d'étude.

VI.1.2. Richesse spécifique

La richesse spécifique présente en définitive un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement et présente la mesure la plus fréquemment utilisée de sa biodiversité (Ramade, 2003).

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

La lecture de la figure 14 et de l'annexe 6, relatifs à la richesse spécifique, montre des fluctuations tout au long des cours d'eau étudiés. Le nombre d'espèces varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de 2 espèces récoltées à la station A2 et un maximum de 11 espèces récoltées à la station A5.

- ❖ La richesse spécifique maximale est observée dans les zones de moyenne et de basse altitude (200m-480m) stations : A3, A4, A5 et A6 avec respectivement 5, 8, 11 et 6 espèces.

Ces stations sont caractérisées par un substrat hétérogène, un courant rapide à modéré, une végétation bordante, températures relativement élevées et des perturbations anthropiques, semblent constituer des lieux préférentiels pour les espèces polluo-résistantes telles que *S. (S.) intermedium*, *S. (W.) pseudequinum*, *S. (S.) ornatum* et *S. (S.) argenteostriatum*.

- ❖ On remarque une richesse spécifique plus élevée dans la station A5 suite aux élévation de températures et la présence des perturbations anthropiques.
- ❖ On note une richesse spécifique faible dans les zones supérieures (Alt 810-920), stations A1 et A2 avec respectivement 3 et 2 espèces seulement. Les températures au niveau de ces deux stations sont basses, la largeur du lit est faible et un substrat grossier à dominance de galet, ce qui permet l'installation des espèces polluo – sensibles comme *S. (N.) vernum* et *S. (N.) cryophilum*.

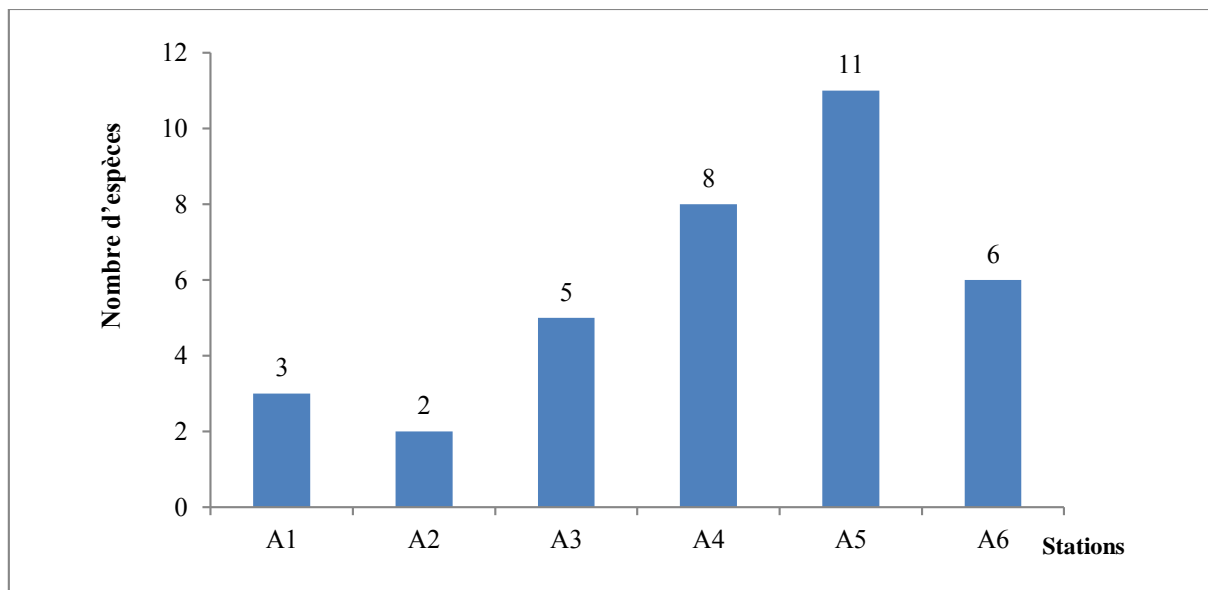


Figure 14 : Richesse spécifique des Diptères Simuliidae aux stations étudiées.

VI.1.3. Abondance et occurrence des espèces

Les données de l'abondance et de l'occurrence sont visualisées graphiquement sur la figure 15. Elles peuvent être classées en 3 groupes :

- **Espèces dominantes** ou espèces constantes dont la fréquence d'occurrence est supérieure ou égale à 50%, ce sont des espèces très fréquentes : *S.(E.)velutinum*, *S.(E.)gr. aureum*, *S.(S.) argenteostriatum*, *S.(S.)intermedium*, *S.gr ornatum*, *S.(S.)*

variegatum, *S.(W.) pseudequinum* et *S.(N.) cryophilum*. Elles ont une tendance à descendre aux basses altitudes, ce sont des espèces thermophiles.

- **Espèces peu abondantes** ou espèces accessoires dont leurs occurrences sont comprises entre 25 et 50%. *S.(N.) angustistrase*, *S.(N.) vernum*, *S.(S.) monticola*, *S.(S.)ornatum*. Ce sont des espèces qui se développent dans les zones de sources (A1 et A2) ou de moyenne montagne ou de basses altitudes (A3, A4, A5 et A6).
- **Espèces rares** ou espèces accidentelles, très peu abondantes ou très peu fréquentes. *S.(T.)bezzii* et *S.(S.)trifasciatum* sont trouvées que dans la station A5.

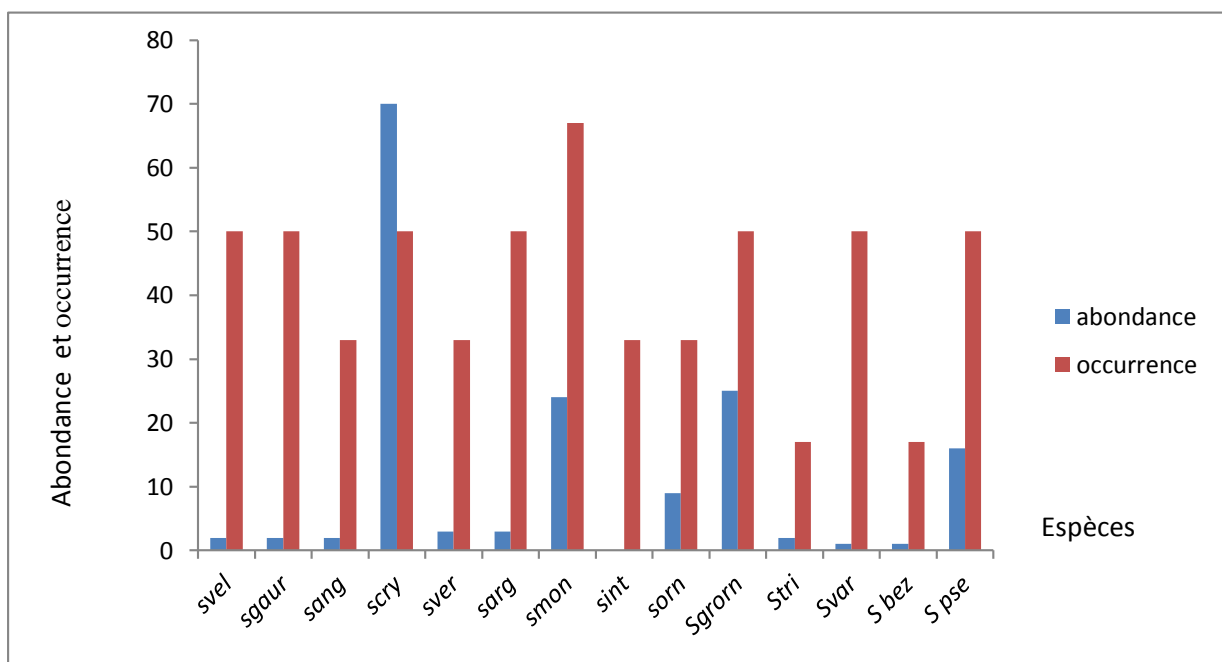


Figure 15 : Abondance et occurrence des espèces.

VI.1.4. Indice de Shannon & Weaver et d'Équitabilité

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 obtenus pour ces deux indices varient entre 1 et 2,92 bits pour l'indice de Shannon et entre 0,47 et 0,90 pour l'équitabilité (tableau 7).

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau des stations A5 ($H'=2,92$, $E=0,81$), A4 ($H'=2,71$, $E=0,90$), A3 ($H'=1,72$, $E=0,47$) et A6 ($H'=1,66$, $E=0,64$). Ces stations ont des substrats hétérogènes et présentent des peuplements bien diversifiés.

Les valeurs les plus faibles sont enregistrées aux stations A1 ($H'=1,21$, $E=0,76$), A2 ($H'=1$, $E=1$). Les conditions de vie sont limitées suite à l'homogénéité du substrat (gros galet), vitesse d'écoulement très rapide et la pente est très forte.

Tableau 7 : Indices de Shannon et Weaver et d'équitabilité dans les stations étudiées.

| Station | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|-----------|------|----|------|------|------|------|
| H' | 1,21 | 1 | 1,72 | 2,71 | 2,92 | 1,66 |
| E | 0,76 | 1 | 0,47 | 0,90 | 0,81 | 0,64 |

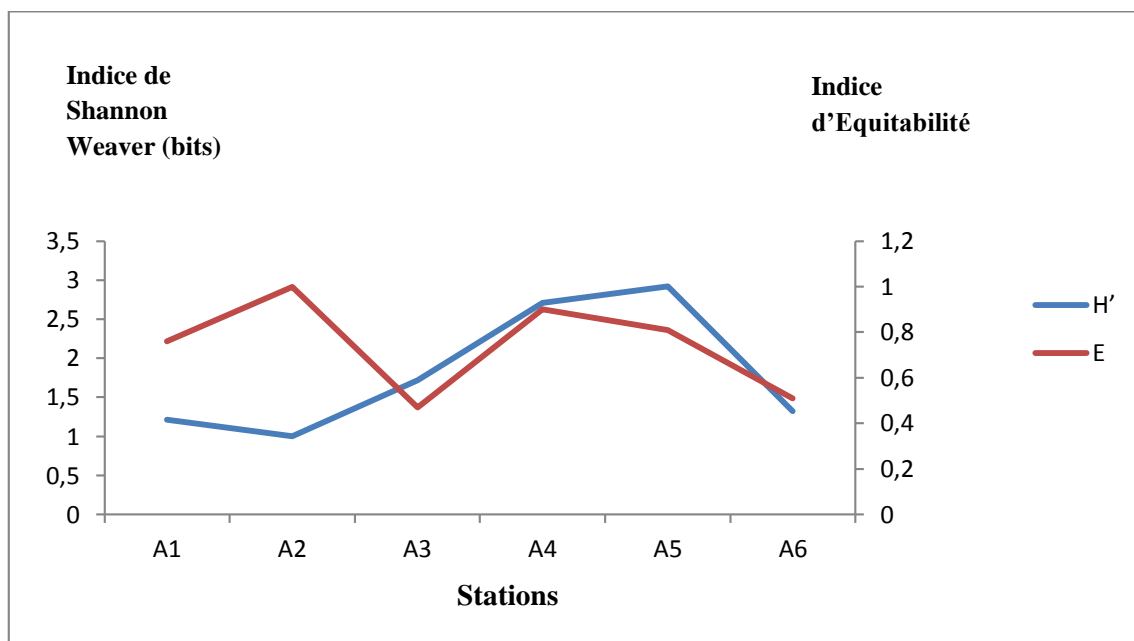


Figure 16 : Indice de Shannon-Weaver et l'Equitabilité

VI.1. 5.Indice de Similarité de Sorensen

Le tableau 8 nous a permis de scinder les Diptères Simuliidae d'Ath-Ouacif en deux groupes faunistiques :

Le premier groupe : composé d'espèces sténothermes d'eau froide telles que : *S. (N.) vernum*, *S. (N.) cryophilum* et *S. (S.) monticola*. Ces espèces cantonnent des endroits dont les altitudes dépassent 800 m, elles ne peuvent pas supporter le réchauffement des eaux de plaine et disparaissent rapidement des secteurs où l'élévation de température est très sensible ainsi que des milieux affectés par la pollution.

Le deuxième groupe : est inféodé au milieu de piémont et de plaine ($\leq 480\text{m}$), il est composé d'espèces plus eurythermes : *S. (E.) velutinum*, *S. (E.) gr aureum* et *S. (N.) angustitrase*, *S. (S.) argenteostriatum*, *S. (S.) ornatum*, *S. (S.) trifasciatum*, *S. (T.) bezzii*, *S. (W.) pseudequinum*, *S.(S.) intermedium*, *S. (S.) gr ornatum* et *S. (S.) variegatum*. La limite altitudinale supérieure de ces éléments est nettement moins élevée que celle du groupe précédent. Elles supportent bien les élévations de températures.

L'affinité cénotique entre les stations de moyenne montagne et de basses altitudes A3, A4, A5 et A6 (altitude $\leq 480\text{ m}$) varie de 30, 77 % à 84,89%. Ces stations sont toutes situées dans la partie moyenne et inférieure des cours d'eau étudiés, elles sont toutes soumises plus ou moins aux perturbations anthropiques et elles présentent toutes presque les mêmes caractéristiques environnementales, permettant ainsi l'installation d'une faune semblable : *S. (E.) velutinum*, *S.(E.) gr aureum*, *S(N) angustitrase*, *S.(S.) argenteostriatum*, *S.(S.) ornatum*, *S.(S.) trifasciatum*, *S. (T.) bezzii*, *S.(W.) pseudequinum*, *S.(S.)intermedium*, *S.(S.)gr ornatum* et *S.(S.) variegatum*.

Les stations de haute altitude A1 et A2 présentent des indices de Similarités plus élevés que les stations d'aval (80%). Ces deux stations sont situées dans la partie supérieure à 800 m, elles se caractérisent par un substrat grossier à dominance de galets, courant rapide, couvert végétal important, absence des perturbations anthropiques, des eaux froides et bien oxygénées, ce qui permet l'installation des espèces polluosensibles : *S.(N.) vernum*, *S. (N.) cryophilum* et *S.(S.) monticola*.

L'indice de Similarité est beaucoup plus faible entre les stations d'amont (A1, A2) et les stations de piémont et de basse altitude (A3, A4, A5, A6) avec des valeurs qui ne dépassent pas 28, 57%. Cela est lié à la différence des conditions du milieu entre ces stations telles que l'altitude, la vitesse du courant, le substrat, l'influence anthropique et la végétation, qui sont dissimilaires entre les stations d'amont et celles d'aval.

Tableau 8 : L'indice de Similarité de Sorensen calculé entre les stations étudiées.

| Stations | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| A1 | 100 | | | | | |
| A2 | 80 | 100 | | | | |
| A3 | 25 | 28,57 | 100 | | | |
| A4 | 0 | 0 | 30,77 | 100 | | |
| A5 | 0 | 0 | 37,5 | 84,21 | 100 | |
| A6 | 0 | 0 | 36,36 | 71,42 | 70,59 | 100 |

VI. 1. 6. Structure mésologique

Berthelemy (1966) et Vinçon (1987) ont montré que 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, 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 le cadre de ce travail, 14 descripteurs environnementaux subdivisés en modalités sont pris en compte pour caractériser chacune des 6 stations étudiées (tableau 9).

Le tableau 09 montre que l'analyse des corrélations entre les différents paramètres est pour la plupart inter corrélées.

Les variables linéaires liées par une relation de plus en plus croissante sont : la profondeur, la végétation aquatique, la largeur du lit et la température de l'eau (maximale minimale). Par contre, les variables liées par une relation décroissante sont : la vitesse du courant, la pente, l'altitude, la végétation bordante et les grands galets. Leurs coefficients de corrélation sont hautement significatifs ($r > 0,7$) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés.

Quant à la matière organique, ne présente aucune linéarité parce que son niveau de liaison avec les autres paramètres est assez faible.

Tableau 09 : Matrice de corrélation entre variables environnementales.

| | Alt | Pen | Diss | Larg | Prof | Vite | Tmax | Tmin | Ripi | Vaqu | GG | SL | Mato |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| Alt | 1 | 0,98 | -0,81 | -0,87 | -0,81 | 0,69 | -0,86 | -0,78 | 0,72 | -0,75 | 0,78 | -0,85 | 0,05 |
| Pen | 0,98 | 1 | -0,77 | -0,84 | -0,79 | 0,76 | -0,91 | -0,88 | 0,82 | -0,69 | 0,88 | -0,88 | -0,04 |
| Diss | -0,81 | -0,77 | 1 | 0,96 | 0,69 | -0,80 | 0,72 | 0,65 | -0,67 | 0,82 | -0,65 | 0,55 | 0,19 |
| Larg | -0,87 | -0,84 | 0,96 | 1 | 0,83 | -0,81 | 0,85 | 0,73 | -0,78 | 0,84 | -0,73 | 0,73 | 0,05 |
| Prof | -0,81 | -0,79 | 0,69 | 0,83 | 1 | -0,54 | 0,86 | 0,58 | -0,66 | 0,86 | -0,58 | 0,87 | -0,40 |
| Vite | 0,69 | 0,76 | -0,80 | -0,81 | -0,54 | 1 | -0,81 | -0,88 | 0,90 | -0,59 | 0,88 | -0,55 | -0,54 |
| Tmax | -0,86 | -0,91 | 0,72 | 0,85 | 0,86 | -0,81 | 1 | 0,90 | -0,94 | 0,66 | -0,90 | 0,93 | 0,02 |
| Tmin | -0,78 | -0,88 | 0,65 | 0,73 | 0,58 | -0,88 | 0,90 | 1 | -0,96 | 0,42 | -1 | 0,78 | 0,38 |
| Ripi | 0,72 | 0,82 | -0,67 | -0,78 | -0,66 | 0,90 | -0,94 | -0,96 | 1 | -0,49 | 0,96 | -0,78 | -0,33 |
| Vaqu | -0,75 | -0,69 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | -0,59 | 0,66 | 0,42 | -0,49 | 1 | -0,42 | 0,58 | -0,21 |
| GG | 0,78 | 0,88 | -0,65 | -0,73 | -0,58 | 0,88 | -0,90 | -1 | 0,96 | -0,42 | 1 | -0,78 | -0,38 |
| SL | -0,85 | -0,88 | 0,55 | 0,73 | 0,87 | -0,55 | 0,93 | 0,78 | -0,78 | 0,58 | -0,78 | 1 | -0,26 |
| Mato | 0,05 | -0,04 | 0,19 | 0,05 | -0,40 | -0,54 | 0,02 | 0,38 | -0,33 | -0,21 | -0,38 | -0,26 | 1 |

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

L'analyse de la composante principale (ACP) réalisée sur les axes F1et F2 représente respectivement 73,87% et 15,41% de la variabilité (figure17), ils prennent en compte 89,28% de la variabilité totale

- ❖ Les variables : la profondeur, la végétation aquatique, la largeur du lit, la température de l'eau (maximale et minimale) sont fortement liées entre elles et avec l'axe 1 en position positive. Elles croissent de l'amont vers l'aval.
- ❖ Les variables : la vitesse du courant, la pente, l'altitude, la végétation bordante et grands galets sont bien corrélées entre elles et avec l'axe 1 en position négative, leurs valeurs décroissent de l'amont vers l'aval.
- ❖ La matière organique est fortement corrélée avec l'axe 2 en position positive.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des stations (figure18) montre globalement deux groupes de stations :

- Groupe 1 : les stations d'altitudes (A1 et A2), caractérisées par les paramètres vitesse du courant, la pente, l'altitude, la végétation bordante et gros galets.
- Groupe 2 : les stations de moyennes et de basses altitudes (A3, A4, A5 et A6) caractérisées par la profondeur, la végétation aquatique, la largeur du lit, la température de l'eau (maximale et minimale)

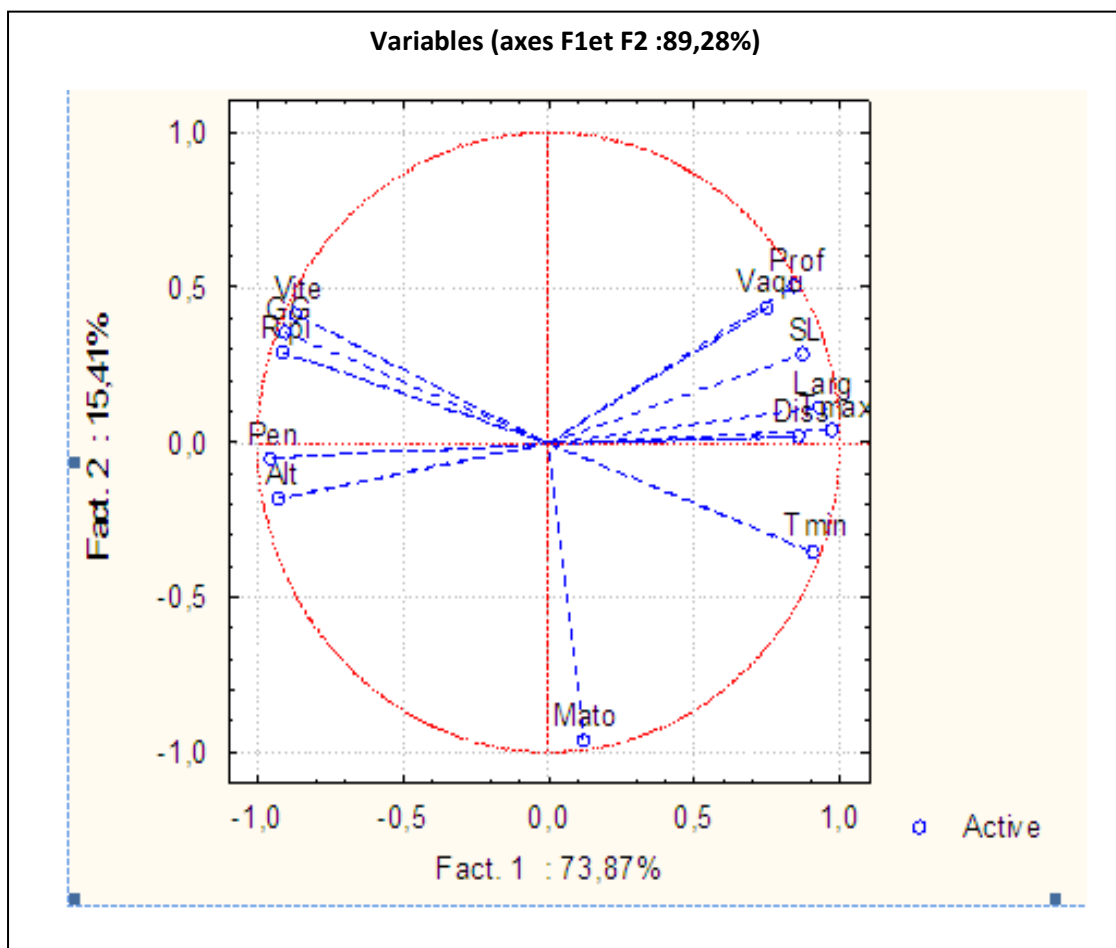


Figure 17 : ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux.

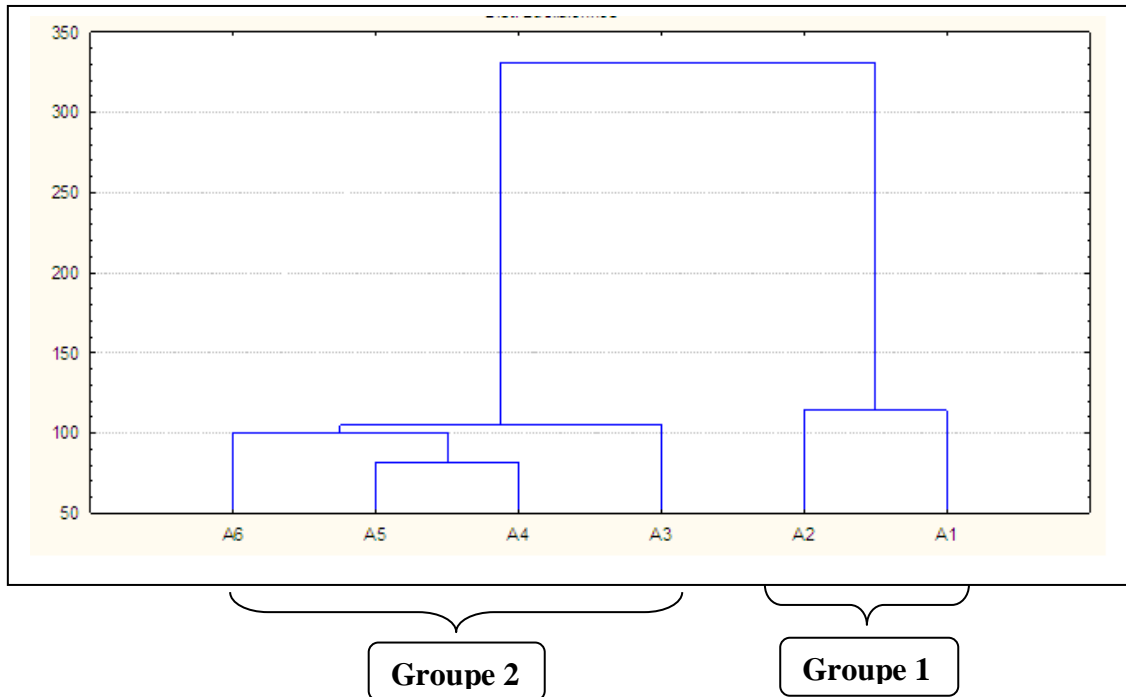


Figure 18 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

VI.1.7. Structure du peuplement

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur la matrice stations x espèce.

Les axes (F1 x F2) ont une inertie respective de 66,19%, le plan (F1x F2) renferme donc 94, 68 % de l'information totale (Figure19).

Sur le côté positif de l'axe 1, se positionnent les stations d'altitudes A1 et A2.

Sur le côté négatif (même axe) se positionnent les stations de piémont et de basses altitudes (A3, A4, A5 et A6).

Cependant nous pouvons individualiser 2 noyaux d'affinité entre les stations d'une part et les espèces de simules d'autre part.

❖ Noyau 1 :

On trouve dans le groupe 1 : les espèces inféodées aux stations des cours d'eau d'altitude A1 et A2, il s'agit de *S. (N.) cryophilum*, *S. (N.) vernum*, *S. (S.). monticola*, ces espèces

caractérisées par une tendance sténotherme et rhéophile, et leurs habitat constitue les caractéristiques suivantes : un substrat grossier à dominance de galets, vitesse du courant rapide à très rapide.

❖ Noyau 2 :

Par contre le groupe 2 comprend des espèces de piémont et de basse altitude : *S. (E.) velutinum*, *S. (E.) gr. Aureum*, *S. (N.) angustitrise*, *S. (S.) argenteostratum*, *S. (S.) ornatum*, *S.(S.) trifasciatum*, *S.(T.) bezzi*, *S.(W.) Pseudequinum*, *S. (S.) inermedium*, *S. (S.) gr. Ornatum* et *S. (S.) variegatum*; la limite altitudinale supérieure de ces éléments est moins élevée que celle du groupe précédent, ces espèces supportent bien les élévations de températures (espèces eurythermes). Les stations sont toutes soumises plus ou moins aux perturbations anthropiques et elles présentent toutes presque les mêmes caractéristiques environnementales.

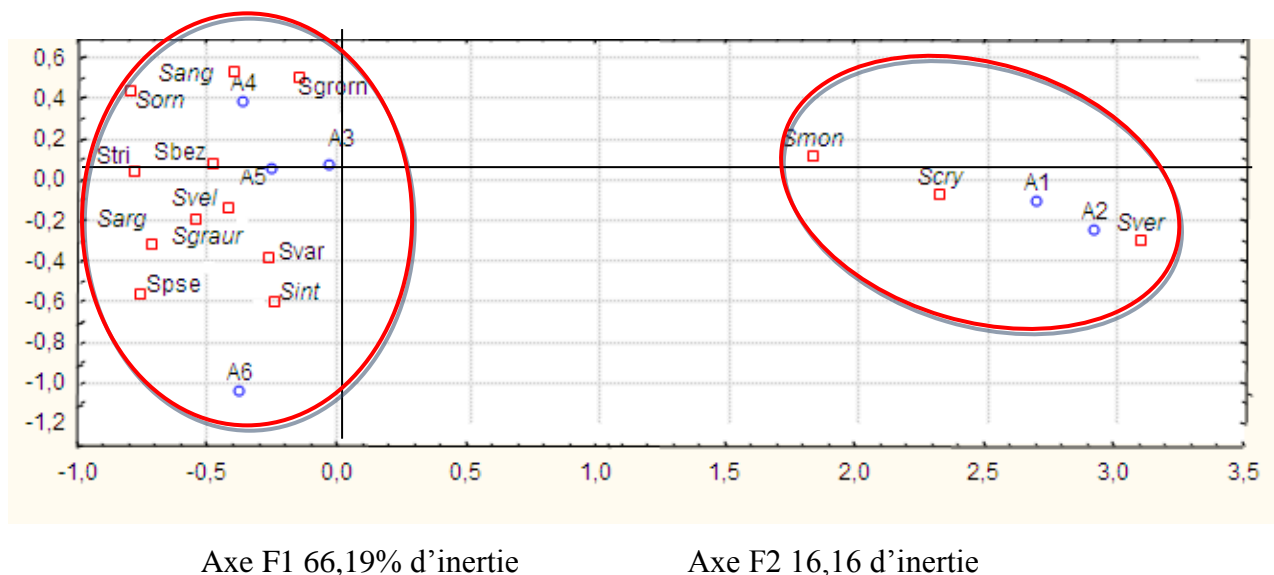


Figure 19 : distribution et noyaux d'affinité des Diptères Simuliidae et des stations dans le plan factoriel F1 x F2.

VI. 2. Autoécologie des espèces

➤ *Simulium (Eusimulium) velutinum* (Santos, 1922).

L'espèce possède une vaste distribution de type paléarctique occidentale. Elle présente une remarquable faculté d'adaptation aux biotopes les plus divers. (Bailly-choumara & Beaucournu Sarguez 1987 et 1981, Giudicelli et al .2000, Belqat, 2002).

Boumaiza & Clergue –Gazeau (1986), ont souligné son degré d'Eurytopie élevé et ses densités au-dessous de 1600 m d'altitude au Maroc et en Tunisie.

En effet Lounaci (1987), Ait Mouloud (1987) et Lounaci-Daoudi (1996) l'ont rencontré dans la partie inférieure des réseaux hydrographiques.

D'après Amghar.A et Boussouel.S (2015) cette espèce est peu fréquente elle est enregistrée dans les stations dont les altitudes varient entre 100 et 210m et absente totalement dans les stations d'amont.

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 200 et 380 m et absente totalement dans les stations d'amont.

➤ *Simulium (Eusimulium) groupe aureum.*

Le groupe *aureum* a une distribution holarctique selon Gagneur & Clergue-Gazeau (1988) ; Lounaci *et al.* (2000) ; Mebarki (2001) le groupe *aureum* a fait l'objet de citations d'Algériens.

Selon Lounaci (2005), les difficultés d'identification de ce taxon ne permettent pas, pour l'instant de préciser son statut, son écologie ni sa répartition.

Madani. R & Moussous. L (2016) ont récolté ce groupe dans les différentes stations d'altitude et aussi de basse altitude avec des effectifs élevés dans les stations de l'amont que l'aval, le nombre total de ce groupe est de 244 individus.

Dans cette étude, nous avons récolté ce groupe dans les différentes stations de basse altitude, le nombre total de ce groupe est de 55 individus.

➤ *Simulium (Nevermannia) angustitarse* (Lundströme, 1911).

IL s'agit d'une espèce à large distribution géographique : Europe, URSS et Afrique du Nord. Elle préfère les cours d'eau de moyenne altitude (300 m à 500m) à courant modéré.

En Algérie, selon Lounaci (1987) et Aït Mouloud (1987), *S. angustitarse* est un élément rare dans les cours d'eau du bassin de L'Oued- Aissi.

En revanche, cette étude montre que cette espèce est représentée par 43 individus récoltés uniquement dans deux stations A4 et A5.

➤ *Simulium(Nevermannia) cryophilum* (Rubzov, 1959).

Simulium cryophilum a une vaste répartition paléarctique, bien présentée dans la région méditerranéenne : Italie, Sicile, Sardaigne, Corse, Tunisie, Algérie et Maroc.

Dans ses travaux sur les simulies, Clergue- Gazeau (1987) qualifie cette espèce d'alticole et de sténotherme d'eau froide et disparaît rapidement dans les milieux où l'élévation de température est très sensible.

Au Maroc dans le moyen Atlas, l'espèce a été récoltée dans le Haut Atlas et Rif (Séguy 1930, Grenier 1953, Bailly-Choumara et al., 1970, Bouzidi & Giudicelli 1986, Giudicelli & Bouzidi 1989, Clergue-Gazeau et al. 1991, Giudicelli et al. 2000, Belqat et al., 2001a, Belqat 2002).

Dans le Laou, comme dans le reste de son aire de distribution l'espèce se rencontre à des altitudes très variables.

En Tunisie, *S(N) cryophilum* est très peu abondante, elle affectionne les cours d'eau à fonds pierreux et les ruisseaux à courant vif et bien oxygéné (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 1680m d'altitude (Lounaci-Daoudi, 1996 ; Mebarki, 2001).

En grande Kabylie, elle est assez fréquente et abondante. Lounaci (2005), l'a signalé dans les émissaires de source entre 1200 et 1680 m d'altitude et dans un torrent de moyenne montagne (480- 920) à fond pierreux, à courant rapide à moyenne et à des températures maximales ne dépassent pas 19°C.

Amghar.A et Boussouel.S (2015) ont récoltées cette espèce dans les stations d'altitudes entre 1010 et 1115 m avec un effectif assez élevé de 478 individus.

Cette espèce est récoltée dans les trois stations d'altitude entre 480 et 920 m, avec un effectif élevé de 189 individus.

➤ *Simulium (Nevermannia) vernum* (Macquart, 1826).

C'est une espèce à distribution européenne. Elle est connue d'Algérie de Tunisie et du Maroc, cette espèce est inféodée aux ruisseaux de haute montagne ce qui met en évidence leur caractères sténotherme d'eau froide.

En Algérie comme au Maroc et en Tunisie cette espèce cantonne dans les sources, les ruisselets de sources torrents froids (Lounaci, 1987 et Clergue- Gazeau & al., 1991).

Selon Madani. R & Moussous. L (2016) cette espèce compte 266 individus, récoltés dans les stations qui varient entre 920 m et 1300 m d'altitude.

Cette espèce est représentée par 86 individus récoltés dans les stations de sources A1 et A2 entre 810 et 920m.

➤ *Simulium (Simulium) argenteostriatum* (Strobl, 1998).

Est une espèce rhéophile et à large répartition altitudinale, recensée par Lavandier (1979) entre 1800 et 2500m en Sud-Ouest de la France. Elle est aussi présente au Maghreb : au Nord-ouest de la Tunisie (Boumaiza & Clergue-Gazeau, 1986).

Elle est signalée dans la Kabylie du Djurdjura par Lounaci (1987), Ait Mouloud (1987) et Lounaci –Daoudi (1996). *S(S) argenteostriatum* est une espèce de montagne et présente une large amplitude altitudinale, les larves et les nymphes se rencontrent entre 300 et 1300 m d'altitude où le courant est le plus fort.

En Algérie comme en Tunisie, cette espèce est peu fréquente et peu abondante, elle n'est connue que dans des cours d'eau de basses altitudes (20 m-400 m) (Boumaiza & Clergue-Gazeau, 1986 ; Lounaci- Daoudi, 1996).

Notre étude montre que cette espèce est présente dans les cours d'eaux de basse altitude A4, A5 et A6 entre 200m à 380m avec un total de 88 individus.

➤ *Simulium (Simulium) intermedium* (Roubeaud, 1906).

Sa distribution géographique englobe l'ensemble de l'Europe centrale et occidentale et la bordure méditerranéenne du Maghreb et le Liban (Moubayed & Clergue-Gazeau 1985, Giudicelli & Dia 1986).

Au Maroc, *S. intermedium* est bien représentée dans la plupart des cours d'eaux du bassin versant Laou. Elle investit en effet de façon massive tous les types de biotopes, se trouvent entre 55 et 905m d'altitude.

Elle est fréquente et dominante du peuplement simuliidien des massifs Algériens (Gagneur & Clergue- Gazeau, 1988 ; Lounaci, 1987).

En Kabylie, elle est connue à toutes les altitudes (200 – 1680 m) et avec de fortes densités. Elle peuple divers biotopes même ceux affectés par la pollution organique et l'élévation des températures (Lounaci, 1987 ; Lounaci-Daoudi, 1996 et Mebarki, 2001).

D'après Madani. R & Moussous.L (2016) Cette espèce est représentée par 982 individus récoltés dans les stations de haute altitude et dans les stations de piémont et de basse altitude.

Effectivement cette espèce est représentée par 632 individus, répartis sur les stations A3, A4, A5 et A6 affectées par la pollution.

➤ *Simulium (Simulium) variegatum* (Meigen, 1818).

Simulium variegatum est très commune dans les cours d'eau de montagne et de piémont de toute la zone paléarctique. Elle est assez rare en Afrique du Nord où elle n'a été trouvée que dans le haut Rif et sur le versant nord du Haut Atlas (Bailly-Choumara & Beaucournu-Saguez 1978,1981).

En Algérie, Lounaci (1987), l'a observé à des altitudes plus basses mais avec de faibles effectifs.

D'après Amghar.A et Boussouel.S (2015) cette espèce présente un faible effectif de 6 individus dans les stations d'altitude et absente dans les stations de basses altitudes.

Dans nos résultats, cette espèce est présente dans trois stations de piémont A3, A5 et A6 avec un total de 63 individus et elle est totalement absente dans les stations d'altitudes.

➤ *Simulium (Simulium) trifasciatum* (Curtis, 1839).

Cette espèce présente une vaste répartition dans le paléarctique (Crosseky & Howard, 1997), Elle est connue d'Espagne, de France, de Grande-Bretagne, d'Italie, d'Autriche, de Tchécoslovaquie et du Maroc.

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 (1300-1340m) dans des biotopes caractérisés par un lit le plus souvent pierreux et riche en végétation aquatique, un courant modéré à rapide en certains point et une température allant de 13 à 17 °C (Belqat, 2002).

En Algérie, cette espèce est nouvellement citée par Chaoui Boudghane- Bendiouis (2012), ou 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.

Nos résultats montrent que cette espèce présente 46 individus uniquement dans la station A5 (300m).

➤ *Simulium (Wilhelmia) pseudequinum* (Seguy, 1921).

S. (W.) pseudequinum est une espèce plus thermophile ; elle est mentionnée comme très commune dans les différentes régions d'Afrique du Nord où elle prolifère dans les cours d'eau de plaine.

S. (W) pseudequinum est eurytherme et résistante aux différentes formes de pollutions, elle s'adapte au cours d'eau de montagne et de la plaine à des altitudes variant entre 60 et 380m.

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

Dans le Haut Atlas Marocain, elle monte jusqu'à 1700 m, mais elle est surtout abondante dans la partie inférieure des réseaux (le Tensift vers 600-700 m, l'Ourika au-dessous de 900 m, le N'fis entre 600 et 1200 m) ; elle réalise les plus fortes densités larvaires dans les grands cours d'eau du versant sud au-dessous de 1500 m.

En Algérie, Lounaci (1987), Ait Mouloud (1988), Gagneur & Clergue- Gazeau (1988) et Lounaci-Daoudi (1996) l'ont qualifié comme espèce dominante par sa fréquence et son abondance dans les divers biotopes. Elle supporte de grandes variations thermiques (11-30°C) et abondantes aussi au secteur proche de l'assèchement, riche en matières organiques et en algues filamenteuses.

Dans ce travail, *S (W) pseudequinum* est totalement absente dans les stations montagnardes et fréquente dans les stations de basses altitudes A4, A5 et A6.

➤ *Simulium (Tetisimulium) bezzii* (Cortis, 1914).

S. bezzii, espèce typiquement méditerranéenne et hémisténotherme, elle est considérée en Europe comme caractéristique des cours d'eau rapides de la zone de piémont (Rivosecchi 1978).

En Afrique du Nord, sa présence est liée aux grands massifs montagneux. En effet, elle est très répandue au Maroc, rare dans l'ouest algérien et absente en Tunisie.

Dans les réseaux du Haut Atlas au Maroc, comme dans ceux du Liban (Giudicelli & Dia 1986), elle a un spectre écologique très large car elle constitue des populations abondantes dans presque tous les types d'eaux courantes, depuis le crénel jusqu'au potamal. Dans le Haut Atlas elle n'est exclue que des cours d'eau les plus froids (torrents au-dessus de 2800 m d'altitude) et des cours d'eau à salinité élevée (Oued Mellah, Oued Tensift).

Dans le bassin de la Tafna (Ouest Algérien), Grenier et Clergue-Gazeau (1987) qualifient cette espèce de peu abondante et peu fréquente, ils l'ont observé entre 800 m et 930m d'altitude.

Dans ce travail, cette espèce est présente seulement dans une station A5 avec 28 individus.

➤ *Simulium (Simulium) ornatum* (Meigen, 1818).

Espèce à large distribution paléarctique. Elle est présente en Europe, en Afrique du Nord, au Nord de l'Asie et au Liban.

D'après la littérature, c'est l'espèce la plus commune et la plus ubiquiste d'Europe, elle est polluo-résistante et eurytherme.

En Grande Kabylie, dans le bassin de l'oued-Aissi, Lounaci (1987), l'a observé à 380m d'altitude dans des biotopes riches en détritiques organiques où les cours d'eau sont proches de l'assèchement.

Dans ce travail, la récolte de cette espèce est notée dans les stations de basse altitude (A4 et A5) et elle est totalement absente dans les stations d'altitudes.

➤ *Simulium (Simulium) monticola* (Friedriches, 1920).

C'est une espèce à distribution Européenne, elle se trouve en Afrique du Nord mais elle connue que de la Grande Kabylie. Selon Lounaci (1987), ce taxon présente une large distribution altitudinale (450 m à 1100m) et vit dans les biotopes à courant moyen et riche en bryophytes.

S(S) monticola préfère les eaux à courant rapide ou elle se fixe sur les végétaux aquatiques ou sur les pierres.

Dans nos résultats, cette espèce est représentée avec de faibles effectifs dans les stations A1 et A3 avec des effectifs de 15 individus et 10 individus.

➤ *Similium (Similium) gr ornatum*

Espèce à distribution paléarctique, Elle est représentée en Europe, en Afrique du Nord, Elle est bien connue en Espagne (Beaucournu-sarguez, 1975).

Les espèces du groupe ornatum sont mentionnées dans plusieurs travaux en Algérie, elles sont déjà recensées dans le bassin versant de la Tafna (Graneur et Clergue- Gazeau, 1988 ; Chaoui Boudghane. Bendious et *al.*, 2012 ; Boukhateb, 2013). Ils l'ont aussi rencontrée dans le bassin versant d'oued El Hai (Aurès –Algérie) dans les altitudes qui varient entre 550m et 600m (Arigue et *al.*, 2016).

Dans cette étude, nous avons récolté ce groupe dans les différentes stations de moyenne et de basses altitudes.

Conclusion

La faune Simuliidienne recensée dans ce travail se compose de 2620 individus, appartenant à un seul genre répartis en 14 espèces. Ils sont récoltés dans 6 stations situées entre 200 et 920 m d'altitude.

Les espèces les mieux représentées sont : *S. gr ornatum* avec 651 individus, *S. (S.) intermedium* avec 632 individus et *S. (W.) pseudequinum* avec 420 individus.

Les espèces moyennement abondantes sont : *S.(S.) ornatum* avec 226 individus, *S.(S.) cryophilum* avec 189 individus, *S.(S.) argenteostriatum* avec 88 individus, *S.(S.) verum* avec 86 individus, *S. (E.) velutinum* (68 individus), *S.(S.) variegatum* (63individus), *S. gr aureum* (55 individus), *S. (S.) trifasciatum* (46 individus) et enfin *S.(N.) angustitraxe* avec 43 individus.

Les espèces rares ou moins abondantes sont *S. (T.) bezzi* avec 28 individus et *S. (S.) monticola* avec 25 individus.

L'analyse de la structure de la faune Simuliidienne montre que les zones de moyenne et de basses altitudes (A3, A4, A5 et A6) sont les plus diversifiées, en effet les formes recensées dans ces stations sont pour la plupart polluo-résistantes, qui ont une tendance à supporter les élévations de température.

En revanche, on note que les zones d'altitude avec des eaux pures et bien oxygénées sont dépourvues de toute perturbation anthropique ce qui permet l'installation des espèces polluo-sensibles

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

L'analyse de la composante principale (ACP) réalisée sur les axes F1 et F2 représente respectivement 73,87% et 15,41% de la variabilité, ils prennent en compte 89,28% de la variabilité totale

-Les variables : la profondeur, la végétation aquatique, la largeur du lit, la température de l'eau (maximale et minimale) sont fortement liées entre elles et avec l'axe 1 en position positive.

Conclusion

- Les variables : la vitesse du courant, la pente, l'altitude, la végétation bordante.

-La matière organique est fortement corrélée avec l'axe 2 en position positive.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des stations montre globalement deux groupes de stations.

Le présent travail limité dans le temps et dans l'espace, constitue une contribution à la connaissance des Diptères Simuliidae dans le réseau hydrographique d'Ath Ouacif montre que les résultats obtenus restent insuffisants pour tirer des conclusions plus concrètes sur les différentes populations de Simuliidae.

Toute fois la période d'échantillonnage n'est pas suffisante pour prétendre à une étude dynamique complète. Il serait donc judicieux de mener une campagne sur une année hydrologique et pousser la détermination jusqu'à l'espèce.

- Abdesselam M., 1995. Structure et fonctionnement d'un kart de montagne climat méditerranéenne : Exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de Doctorat, en science de la terre, université de France comté, 233p.
- Adler H. et Crosskey R.W., 2013. World black flies (Diptera: Simuliidae): A comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory.
- Adler P.H. et Crosskey R.W., 2015. World blackflies (Diptera: Simuliidae): A comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory.
- Alder P.H. et Grosskey R.W., 2018. World black flies (Diptera: Simuliidae). A comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory, 2p.
- Ait Mouloud S., 1987. Essai de recherches sur la dérive des macros invertébrées dans l'Oued Aissi faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Magistère, U.S.H.B., Alger, 118p.
- Amghar A. et Boussouel S., 2015. Faunistique et écologie des Diptères Simuliidae de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). UMMTO.42, 43, 45p.
- Anonyme. Données hydro-biologiques de l'Agence nationale des ressources hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation, A.N.R.H.
- Anonyme. Données climatiques de l'Office Nationale de la Météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation, O. N. M.
- Arigue S. F., Adler. P.H., Arab. A., Bebbi . N., Belqat. B., 2016. Biodiversité de mouches noires (*Diptera Simuliidae*) et qualité physiochimique des eaux du bassin versant d'Oued El Haï (Aurès- Algérie).
- Bailly-choumara M. et Beaucournu-Sarguez F., 1978. Contribution à l'étude des simulies du Maroc (Diptera- Simuliidae) Le Rif. Bull, InstSci Rabat, 3, 121,144.
- Bailly-choumara H. et Beaucournu-Sarguez F., 1981. Contribution à l'étude des simulies du Maroc. 2. le haut -Atlas. Bull. Inst.Sci., Rabat, 5 : 39-57 p.

- Barbault R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson Ed, Paris, 208p.
- Barbault R., 1995. Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2^{ème} édition –Mansson, Paris-Milan-Barcelone, 15-19p.
- Beaucournu- sarguez . 1975. Sur quelques simulies (*Diptera simuliidae*) du nord –ouest de l'Espagne laboratoire de parasitologie, faculté de médecine, F 35000 Rennes (Paris), pp115à 122.
- Belqat., 2002. Etude systématique, écologie des Simulie (*Diptera Simuliidae*) du Maroc cas particulier du Rif. Thèses Doctorat, université Abdelmalek essaadi. PP : 91-243.
- Belqat. et Dakki., 2004. Clés analytiques des simulies (*Diptera* du Maroc), Vol (15) : 77-86 p.
- Benhoussa A., El Agbani, M.A et Quinba, A.,1988. Dynamique et cycle biologique de quelques populations simulidiennes (*Diptera, Simulidae*) du Bouregreg (Plateau central marocain) Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, 12 :157-165 p.
- Bernard M.R., Grenier P., Leroy-Moret M.C et Mouchet J.,1970. Note faunistique sur les simulies (*Diptera, Simulidea*) du Nord de la Tunisie. Cah. OR.S.T.O.M (serie Entomologie Médicale et Parasitologie), 8,4,377-382 p.
- Blondel J., 1979. Biogéographie et écologie. Masson Ed, Paris, 173p.
- Boulunier T. et Nicolas J.D., 1998. Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. The ecological: 1018-Ecology, 73 (3).
- Boumaiza Clergue-Gazeau M., 1986. Les simulidea (*Diptera, Nématocéra*) de la Tunisie. II. Clés pour la reconnaissance des espèces actuellement recensées. Archs.Inst.Pasteur.tunisie, 3(4) : 601-631p.
- Chaoui Bendghene. et Bendioud Chafika., 2016. Caractérisation et modélisation des habitats des Simulies (*Diptera : Simulidae*) du bassin versant de la Tafna. Diplôme de doctorat, écologie animale, Université de Tlemcen, 16.

- Clergue-Gazeau. et Casagnes., 1986. Les Simulidae (Diptera : Nématocéra) de la Neste d'Aure (Pyrénées Centrales). I. Impacte des aménagements hydroélectriques dans la haute vallée.
- Clergue-Gazeau M., 1987. Influence du climat Méditerranéenne sur la faune Simulidienne (Diptera, Nématocéra), d'une rivière Pyrénéenne : la Massane. *Ecologie méditerranéa*. Tome XIII, Fasc.
- Clergue-Gazeau M. et Lek S., 1991. Les simules d'Afrique du Nord, nouvelles données sur la repartition de la faune du Maroc et biogéographie des espèces Maghrébines (Diptera: Simulidae). *Rev. Hydrobiol. Rap*, 24(1) : 47-59p.
- Clergue-Gazeau M., 1991. Clés de détermination des simules (Diptera Simulidae) des Pyrénées. *Ann. Limnol*, 27 (3) : 267-286p.
- Dajoz R., 1979. Précis d'écologie, paris, G.V : 549 p.
- Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. 5^{ème} édition, Gautier Villard, Paris, 505p.
- Decamps H., Larrouy G et Triivellatto D., 1975. Approche hydrodynamique de la microdistribution d'invertébrés benthiques en eau courante.
- Demanou M., 2004. Diptera, Simulidae en zone de foret Camerounaise. Thèse, Doc.
- Gagneur J., 1976. Répartition des simulidae (Diptera) dans le lot. *Annales de limologie* 12(3) : 287-298p.
- Gagneur J. et Clergue-Gazeau M., 1988. Les simules d'Algérie (Diptera ; Simulidae). Premières données bibliographique et écologie sur les espèces de l'Ouest Algérien. *Annals limnol*, 24(3) : 275-284p.
- Giucelli j. et Dia A., 1986. Contribution of know ledge of the black fly fauna (Diptera: Simulidae) of the Libanon, with description of a new species and ecological comments. *Aquatic insects*, 8, 3, 123-39.

- Grall J et MiLY C., 2003. Traitement des données stationnelles (Faune). Robert.FT 10(1), Doc.
- Grennier., 1953. La vie aquatique des larves et des nymphes des Simuliidae, 15-18p.
- Grennie P., 1953. Simuliidae de France et d'Afrique du Nord. (Systématique, biologie, importance médicale). En Cyclopédie Entomologique (A) 29,1-170.
- Guyot G., 1999. Climatologie de l'environnement 2eme Edition, Dunod, Paris, 525p.
- Hachmi F., 2017. Les diptères simuliidae d'Oued Chouly (Sous l'influence d'oued Tafna) : Diversité et répartition.
- Hinton H.E., 1958. The pupa of the fly simulium feeds and spins its own cocoon. Entomol. Mon. Mag, 94:14-16.
- Lavandier p., 1979. Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute altitude : L'Estargne. Thèse Doctorat Sciences naturelles, université Paul Sabatier, Toulouse, 532p.
- L Legendre L. et Legendre P., 1979. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2^{ème} Edition Masson, Paris, 206p.
- Levêque C., 1996. Ecosystèmes aquatiques. Edition Hachette, Paris, P159.
- Lounaci A., 1987. Recherches hydrobiologiques, sur les peuplements d'invertébrés du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie), Thèse, U.S.T.H.B., Alger, 33-113p.
- Lounaci-Daoudi., 1996. Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de Magistère, Université Mouloud Mammeri, 152p.
- Lounaci A., Brosse S., Thomas A. et Lek S., 2000. Abundance, diversity and community structure of macro-invertebrates in an Algerian stream. The Sebaou Wadi Annls Limnol, 36(2): 123-133p.

- Lounaci A., 2005. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou), Thèse doctorat d'état en biologie, U.M.M.T.O.,209p.
- Madani R. et Moussous L., 2016. Etude des Diptères Simuliidae de la Kabylie (Tizi-Ouzou – Algérie). UMMTO. 44P.
- Mebarki M., 2001. Etude d'hydro-biologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc national du Djurdjura, oued Sébaou et Oued Boughni) : Faunistique, écologie et biogéographie des macros-invertébrés benthique. Thèse de Magistère, U.M.M.T.O., 178p.
- Messaoudène M., loukkas A., jamin G., Tafer M., Dileur A et Gonzalez J., 2004. Propriétés physique du bois d'éclaircie des cèdres (*Cedrus atlantica* manetti), contenant du bois décompression, provenant de l'Atlas de Djurdjura (Algerie). *Annals of forest science*, Vol.61. 589-595p.
- Morina ., Mousseaut et Roffd., 1988. Effecte of microhabitat features, Seston quality, and periphyton on abundance of overionterig black fly larvae in southern Quebec, *Limnology and Oceanography*.
- Moubayed Z. etclergue-Gazeu M., 1985. Les simulies (Dipetera) de trois rivières orante, Litani et Beyrouth du Libananna. *Limnol*, 21,1,83-88.
- Nana Tomen H., 2008. La mouche noire et le comportement des populations, ingéniorat d'application de la médecine,125p.
- Philippon B. etSechany., 1978. L'Onchocercose humaine en Afrique de l'ouest : vecteurs, agent pathogène, épidémiologie, lutte. Paris, Orstan (37) : 197p.
- Pielou E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-interscience, New york, 286p.
- Ramade F., 2003. Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Dunod. Paris,190p.

Références bibliographiques

- Rivoschi L.,1978. Simuliidae, (Diptera : Nématocéra) Fauna d'Italia, vol 13, calderini (edl, Bologna, 553p.
- Rozendaal J., 1999. La lutte antivectorielle. Méthodes à usage individuel et communautaire. organisation mondiale de la santé, Genève, 449p.
- Sanon K., 2013 . Surveillance de l'onchocercose par la technique de pool screening. Mémoire master, en biologie Moléculaire et de Génétique Moléculaire Appliquée, Université de Ouagadougou ,9p.
- Séguyé.,1930. Contribution à l'étude des diptères du Maroc. Mémoire de la société des sciences Naturelles du Maroc, 14, 1-206.
- Senvet G .etQuievreux L.,1941. Les moustiques de la Martinique. Arch. Inst.Pasteur ,Alger, 19 : 248-264p.
- Wener D. et Pont A.C., 2006. Ne results on dipetera predators in the black fly. Plaque Areas Central Europe and Caucasus. Actaentomologicaserbica. Supplement, 131-140p.

Annexes

Annexe 1 : Températures mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en °C à Tizi -Ouzou, période 2008-2018 (Source ONM de Tizi-Ouzou).

| Mois | JAN | FEV | MAR | AVR | MAI | JUIN | JUIL | AOU | SEP | OCT | NOV | DEC |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T°moyenne mensuelle Maximales | 16,15 | 16,17 | 19,1 | 22,6 | 26,4 | 31,4 | 35,63 | 35,31 | 31,36 | 27,28 | 19,8 | 16,86 |
| T°moyenne mensuelle Minimales | 6,99 | 6,56 | 8,78 | 11,21 | 14,24 | 17,63 | 21,37 | 21,05 | 19,02 | 15,47 | 11,89 | 7,83 |
| T°moyenne mensuelle | 11,57 | 11,36 | 13,94 | 16,90 | 20,32 | 24,51 | 28,5 | 28,18 | 25,19 | 21,37 | 15,84 | 12,34 |

Annexe 2 : Températures de l'eau relevées dans les différentes stations.

| Station | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|--------------|----|----|------|------|----|----|
| T°Max | 14 | 16 | 16 | 28 | 27 | 27 |
| T°Min | 8 | 10 | 9 | 11 | 11 | 11 |
| T°moy | 11 | 13 | 12,5 | 19,5 | 19 | 19 |
| ΔT° | 6 | 6 | 7 | 17 | 16 | 16 |

Annexe 3 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2008-2018).

| Stations | Sept | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Total |
|------------|------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Beni yenni | 39,1 | 76 ,25 | 128,75 | 118,1 | 141,27 | 137,1 | 129 | 87 | 72,7 | 27,2 | 1,84 | 6,62 | 964,93 |
| Tizi ouzou | 39 | 75,4 | 136,4 | 119,7 | 134,6 | 126,2 | 115,6 | 75,84 | 64,6 | 18,3 | 2,1 | 4,8 | 912,54 |

Annexe 4 : Moyennes mensuelles des températures de l'air (en °C) et des précipitations (mm) à Tizi-Ouzou (période 2012-2018).

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Températures | 23,14 | 22,72 | 17,88 | 33,8 | 40,64 | 49,02 | 57 | 56,36 | 50,38 | 42,74 | 31,68 | 24,68 |
| précipitations | 134,6 | 126,2 | 115,6 | 75,84 | 64,6 | 18,3 | 2,1 | 4,8 | 39 | 75,4 | 163,6 | 119,7 |

Annexe 5 : l'abondance des stations.

| Stations | A5 | A4 | A6 | A3 | A1 | A2 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| abondance | 978 | 617 | 416 | 367 | 127 | 115 |

Annexes

Annexe 6 : Richesse spécifique des stations étudiées.

| station | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| R.S | 3 | 2 | 5 | 8 | 11 | 6 |

Annexe 7 : tableau faunistique de la campagne juin 2019.

| stations spèces | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A5 |
|---------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| <i>S velutinum</i> | | | | 15 | 40 | 13 |
| <i>S gr aureum</i> | | | | 15 | 30 | 10 |
| <i>S angustitarase</i> | | | | 25 | 18 | |
| <i>S cryophilum</i> | 78 | 63 | 48 | | | |
| <i>S vernum</i> | 34 | 52 | | | | |
| <i>S argenteostriatum</i> | | | | 26 | 43 | 19 |
| <i>S intermedium</i> | | | 116 | 82 | 200 | 234 |
| <i>S monticola</i> | 15 | | 10 | | | |
| <i>S ornatum</i> | | | | 114 | 112 | |
| <i>S gr ornatum</i> | | | 180 | 245 | 226 | |
| <i>S trifasciatum</i> | | | | | 46 | |
| <i>S variegatum</i> | | | 13 | | 35 | 15 |
| <i>S bezzii</i> | | | | | 28 | |
| <i>S pseudequinum</i> | | | | 95 | 200 | 125 |

Résumé

Des récoltes simuliidiennes ont été effectuées dans les cours d'eau d'Ath Ouacif. Une campagne de prélèvement benthique a été réalisée en juin 2019.

Six stations ont été prospectées entre 200m et 920m d'altitude. L'ensemble de la collecte se compose de 2620 individus répartis en un seul genre représenté par cinq sous genres et quatorze espèces.

Sur le plan quantitatif, les peuplements des six stations sont caractérisés par des espèces dominantes qui sont *S. gr ornatum* avec 651 individus, puis *S. (s) intermedium* avec 632 individus, et enfin *S. (w) pseudequinum* avec 420 individus. L'espèce *S. (s.) monticola* est rare et récoltée que dans deux stations.

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

L'étude des facteurs environnementaux réalisée par une analyse en composantes principales (ACP) a fait apparaître les relations existantes entre les stations et les paramètres environnementaux.

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

Mots clés : Cours d'eau, Ath Ouacifs, Diptères Simuliidae.