

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Département de Biologie Animale et Végétale



Mémoire

De fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux

Thème

*Etude des Diptères Simuliidae de la Kabylie
(Tizi-Ouzou – Algérie)*

Présenté par :

M^{lle} MADANI Rachida

&

M^{lle} MOUSSOUS Leila

Soutenu Devant le jury :

Présidente : M^{me} LOUNACI-DAOUDI D. Maître assistante à l'U.M.M.T. O

Promotrice : M^{me} HAOUCHINE S.

Maître assistante à l'U.M.M.T. O

Examinatrice : M^{me} SEKHI S.

Maître assistante à l'U.M.M.T. O

Examinatrice : M^{lle} MALLIL K.

Maître assistante à l'U.M.M.T. O

Promotion 2015/2016

REMERCIEMENTS

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

Les plus sincères reconnaissances et l'expression de notre profond respect s'adressent à **M^{me} HAOUCHINE S.**, Maître assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou de nous avoir consacré le meilleur de son temps, nous la remercions pour l'honneur qu' elle nous a fait d'accepter de nous encadrer. Nous la remercions encore de tous nos cœurs pour ses efforts et son suivi permanent durant toute la période d'encadrement.

Notre gratitude va vers **M^{me} LOUNACI-DAOUDI D.** Maître assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nos vifs remerciements s'adressent à **M^{lle} MALLIL K.** Maître assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou de nous avoir honoré en acceptant d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements vont aussi à **M^{me} SEKHI S,** Maître assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour son aide, sa sagesse et l'intérêt qu'elle a porté à cette étude.

Nous remercions aussi **Mr LAMINE S. et M^{lle} KECHHEMIR H.** du laboratoire d'hydrobiologie de nous avoir accompagnés et aidés sur le terrain et pour leur soutien moral durant tout ce travail. Nous vous sommes très reconnaissantes.

Nos remerciements s'adressent à nos camarades du Labo : **Nabila, Farida et Hocine** pour leurs accompagnements et soutien durant la réalisation de ce travail et tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin dans ce travail.

Dédicace



Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents ;

A mon chère frère Aghiles ;

A mes sœurs Sarah, Thiziri et Nassima ;

A mon future marie Louni Hocine ;

Et toute la famille Moussous ;

A mes camarades de labo Rachida, Farida, Nabila et Hocine;

A mes amies : Djidjiga, Amina et Lydia;

A tous les étudiants de ma promotion.

Leila

Dédicace

JE DÉDIE CE TRAVAIL :

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

A mes adorables frères

- ◆ *Mohamed, sa femme Razika et leurs enfants Djedjega, Idir et Ramdan*
- ◆ *A mes frères Amar, Saïd, Djamel et Brahim*

A mes chères sœurs

- *Sabrina, Mohamed son mari et leurs adorables enfants Fériale, Farah, Mariam et Issa*
- *Nadia et son mari Chérif*
- *Kahina, son mari Yousef et leur merveilleux enfants Safia et Moumoh*
- *Safia, son mari Hassan et leur ange Ania*
- *Et ma dernière sœur Ouahiba*

A toute ma famille de près ou de loin

A toute mes amies avec lesquels j'ai passée des instants mémorables surtout Souhila et Lynda

A mes camarades de labo Leila, Farida, Nabila ET Hocine.

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

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

RACHIDA

Sommaire

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I: Milieu et méthode d'étude	
I.1. Caractéristiques générales de la région d'étude	2
1.1. Position géographique	2
1.2. Cadre climatique	3
2.1. Les températures	3
2.1.1. Température de l'air	3
2.1.2. Température de l'eau	4
2.2. Les précipitations	5
1.3. Couvert végétal	6
1.4. Actions anthropiques	7
I.2. Matériel et méthodes d'étude	
2.1. Choix et répartition des stations d'étude	8
2.2. Description des cours d'eau étudiés	9
2.2.1. Oued Sébaou	9
2.2.2. Sous bassin de l'Oued Aissi	9
2.2.3. Sous bassin de L'Oued Boubhir	10
2.3. Caractéristiques environnementales des stations	12
2.4. Caractéristiques physiques des stations	13
2.4.1. Pente	13
2.4.2. Débit et vitesse du courant	13
2.4.3. Substrat	14
2.5. Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique	15
2.5.1. Techniques d'échantillonnages	15
2.5.2. Méthodes d'analyse du peuplement Simuliidien	16
2.5.2.1. Méthodes d'analyse de la structure de peuplement	16
2.5.2.1.1. Indices de diversité et de structure	16
2.5.2.2. Traitement statistique des données	18
2.5.2.3. Logiciels de calcul	18
Chapitre II : Généralité sur les Simuliidae	
II.1. Présentation des Diptères Simuliidien	
1.1. Position systématique	19
1.2. Description morphologique	19
1.2.1. Les œufs	19
1.2.2. Les larves	19
1.2.3. La nymphe	21
1.2.4. L'adulte	22

Sommaire

1.3. Le cycle de développement	23
1.4. Le rôle écologique	24
1.5. Le vecteur et la transmission de <i>l'Onchocercose</i>	25
1.5.1. Le vecteur <i>d'Onchocercose</i>	25
1.5.2. Le cycle de transmission du parasite.....	25
1.5.3. Les symptômes de la maladie	26

Chapitre III. Résultats et discussion

1. Analyse de la faune Simuliidienne.....	27
1.1. L'abondance	
1.2. Richesse spécifique	29
1.3. Abondance et Occurrence des espèces.....	31
1.4. Indice de SHANNON & WEAVER	32
1.5. Indice de Similarité de Sorensen.....	33
1.6. Structure mésologique.....	35
1.7. Structure du peuplement	39
2. Autoécologie des espèces recensées	40

Conclusion	47
-------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

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: Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.....	9
Figure 6 : Larve de Simuliidae.....	20
Figure 7 : Morphologie de la tête d'une larve de Simuliidae: (CROSSKEY, 1960).....	20
Figure 8: Nymphe vue selon son profil droit (CLERGUE-GAZEAU, 1991)	22
Figure 9 : Imago femelle (CLERGUE-GAZEAU, 1991)	23
Figure 10 : Cycle de vie de la similie.....	24
Figure 11 : Le cycle biologique d' <i>Onchocercose volvulus</i>	26
Figure 12: L'abondance des stations.....	29
Figure 13 : Richesse spécifique des Diptères Simuliidae aux stations étudiées	30
Figure 14: L'abondance et l'occurrence des espèces.....	31
Figure 15: ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux	38
Figure 16: Analyse factorielle des correspondances réalisées sur les 21 stations et les 14 paramètres environnementaux	38
Figure 17 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.....	39
Figure 18: Distribution d'affinité des espèces et des stations dans le plan factoriel F1 et F2... ..	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques environnementales des stations d'étude.....	12
Tableau 2: Altitudes et pentes des stations étudiées	13
Tableau 3 : Altitudes, largeurs du lit et vitesses du courant mesurées aux stations d'étude.....	14
Tableau 4 : Nature du substrat dans les stations étudiées	14
Tableau 5: Les symptômes de <i>l'Onchocercose</i>	26
Tableau 6 : Distribution des Diptères Simuliidae dans les stations d'études	28
Tableau 7 : Indices de SHANNON et WEAVER et d'équitabilité dans les stations étudiées ...	32
Tableau 8: L'indice de Similarité de Sorensen calculés entre les stations étudiées	34
Tableau 9 : Caractéristiques environnementales des 21 stations étudiées	35
Tableau 10 : Matrice de corrélation entre variables environnementales	36

Introduction

L'ordre des Diptère constitue l'un des groupes les plus abondants de la faune benthique des cours d'eau, notamment la famille des Simuliidae.

Les adultes de Simulies sont connus sous le nom de mouches noires, ils sont nombreux en été dans les buissons, sous les arbres et au bord des cours d'eau rapides. Les larves et les nymphes sont aquatiques et se développent dans toutes les eaux courantes, depuis les cours d'eau de plaines jusqu'aux torrents de montagne et les ruisseaux d'altitudes.

Parmi les macroinvertébrés benthiques des Oueds Algériens, les larves et les nymphes de Simuliidae sont sans doute les organismes qui ont le moins retenu l'attention des chercheurs. Mis à part le premier inventaire de Grenier (1953), les anciens travaux étaient consacrés à la description d'espèces et rarement à leur écologie (Edwards, 1923 ; Parrot, 1949 ; Vaillant, 1955). Durant ces trois dernières décennies, les seules données écologiques sont celles de GAGNEUR & CLERGUE-GAZEAU (1988), CLERGUE-GAZEAU et al. (1991), LOUNACI et al. (2000) et plus récemment celles de CHAOUI-BOUDGHANE-BENDIOUIS et al. (2012) et CHERAIRIA et al. (2014).

L'*onchocercose* humaine est une maladie parasitaire en Afrique Centrale causée par les microfilaries 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 l'étude de la diversité et l'écologie de la faune Simuliidienne des cours d'eau de la Kabylie.

La présente d'étude s'organise, d'une manière classique, en deux chapitres :

- Le chapitre 1 traite la localisation de la région d'étude et une description des cours d'eau et des stations échantillonnées, puis en second lieu, une présentation du matériel et des méthodes d'étude.
- Dans le chapitre 2, des généralités sur les Diptères Simuliidae sont données suivie par la partie résultats et discussion.

Chapitre I

Milieu et méthode d'étude

I.1. Caractéristiques générales de la région d'étude

1.1. Position géographique

La Kabylie du Djurdjura (Grande Kabylie) constitue notre région d'étude. Elle est localisée 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 du Djurdjura, principalement Thala Guilef, Tikjda, Tizi N'Kouilal et le col de Tirourda, jusqu'à la Vallée du Sébaou (Figure 1).

- **Le Djurdjura** : il fait partie des chaînes telliennes en bordure du littoral méditerranéen. Il constitue le plus grand massif de l'Atlas tellien avec des sommets dépassant fréquemment 2000 m d'altitude. Cette chaîne de largeur réduite (1 à 10 Km) s'étend selon une direction Est-Ouest sur environ 50 km. Cette disposition lui donne l'allure d'une muraille constituant ainsi une ligne de partage des eaux entre les bassins versants de la Soummam et du Sébaou.
- **La vallée du Sébaou** : c'est une dépression allongée et évasée à cause de sa structure géologique et de la nature des terrains. Elle est située dans la Wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est drainée par l'Oued Sébaou, principal cours d'eau de Grande Kabylie.

Sur l'ensemble des cours d'eau s'étendant sur une surface de 8500 Km², il nous a paru intéressant de retenir principalement les cours d'eau qui drainent les écoulements du flanc Nord de la partie Orientale et médiane du Djurdjura : Col de Tirourda, l'Oued Boubhir, Col de Tizi n'Kouilal, Assif Larbâa, Assif El Hammam et L'Oued Sébaou.



Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude

1.2. Cadre climatique

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

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

2.1. Les températures

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-Ouzou durant la période allant de 1991 à 2014 (Source ONM : Office Nationale de la Météorologie de Tizi-Ouzou).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La température moyenne enregistrée à Tizi-Ouzou est de 18,36°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 (Janvier) et des températures moyennes maximales (M) du mois le plus chaud (Août). Les minima et les maximas enregistrées à Tizi-Ouzou sont : $m = 6,30^{\circ}\text{C}$ et $M = 35,65^{\circ}\text{C}$

La lecture de la figure 2 et de l'annexe 1 met en évidence que:

- ❖ Les mois de Juillet et Août peuvent être considérés comme les plus chauds. Leurs températures moyennes enregistrées sont respectivement 27,7°C et 27,92°C, leurs maximales atteignent 35,50°C et 35,65°C.
- ❖ Les mois de Décembre, Janvier et Février sont les plus froids avec des températures moyennes respectives de 11,34°C, 10,22°C et 10,76°C et leurs minimales sont 7,44°C, 6,30°C et 6,56 °C.

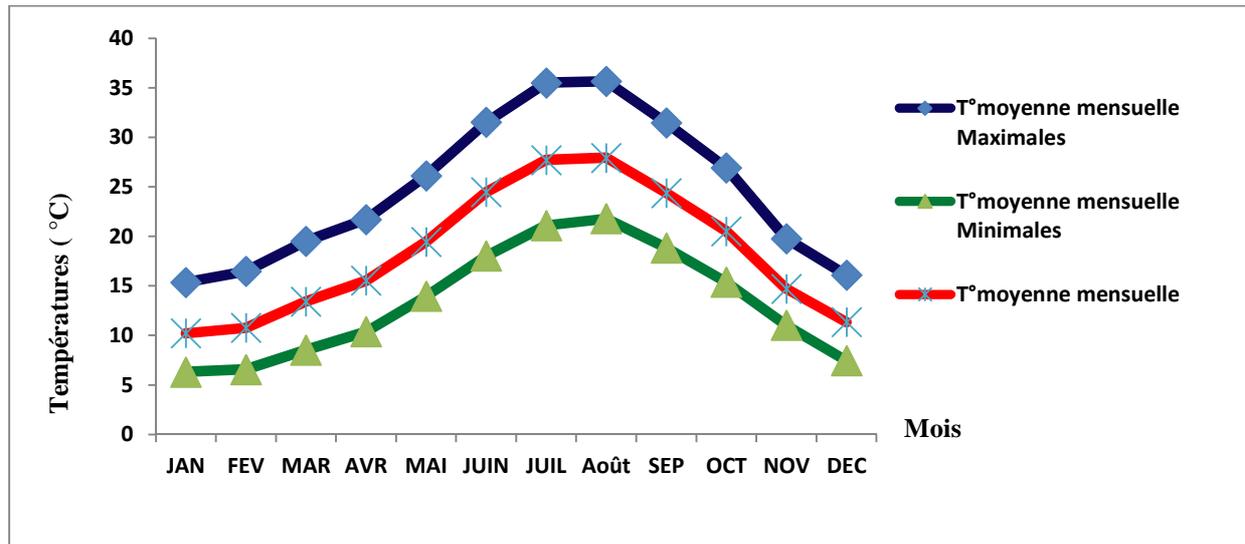


Figure 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (période 1991-2014)

2.1.2. Température de l'eau

Selon ANGELIER (2000), la température de l'eau est considérée comme un facteur primordial dans les eaux courantes. Elle varie régulièrement d'amont en aval et elle intervient dans le développement et la composition faunistique d'un cours d'eau.

Le régime thermique des stations est déterminé par une combinaison de paramètres physiques multiples : l'altitude, la température de l'eau, l'ensoleillement qui dépend de la Ripisylve et la largeur du lit du cours d'eau.

Dans ce travail, devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, nous nous sommes contentés de réaliser des relevés ponctuels dans les stations étudiées lors de l'échantillonnage à l'aide d'un thermomètre à mercure.

L'analyse des valeurs ponctuelles des températures de l'eau dans les stations étudiées nous ont permis de les scinder en deux groupes (Figure 3, Annexe 2)

✓ **Le premier groupe :** renferme les stations ; D1, AO, HB, IA, TK1, A1, TR1, TR2, TR3, AA et AI, Leurs températures moyennes se situent entre 4°C et 10°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 ; KH, B1, B2, D2, A2, A3, A4, A5, S1 et S2 avec des températures moyennes supérieures à 12°C. En effet, la forte insolation au niveau des vallées, l'absence d'ombrage le long des cours d'eau et les faibles débits d'étiage sont à l'origine de ces fortes températures.

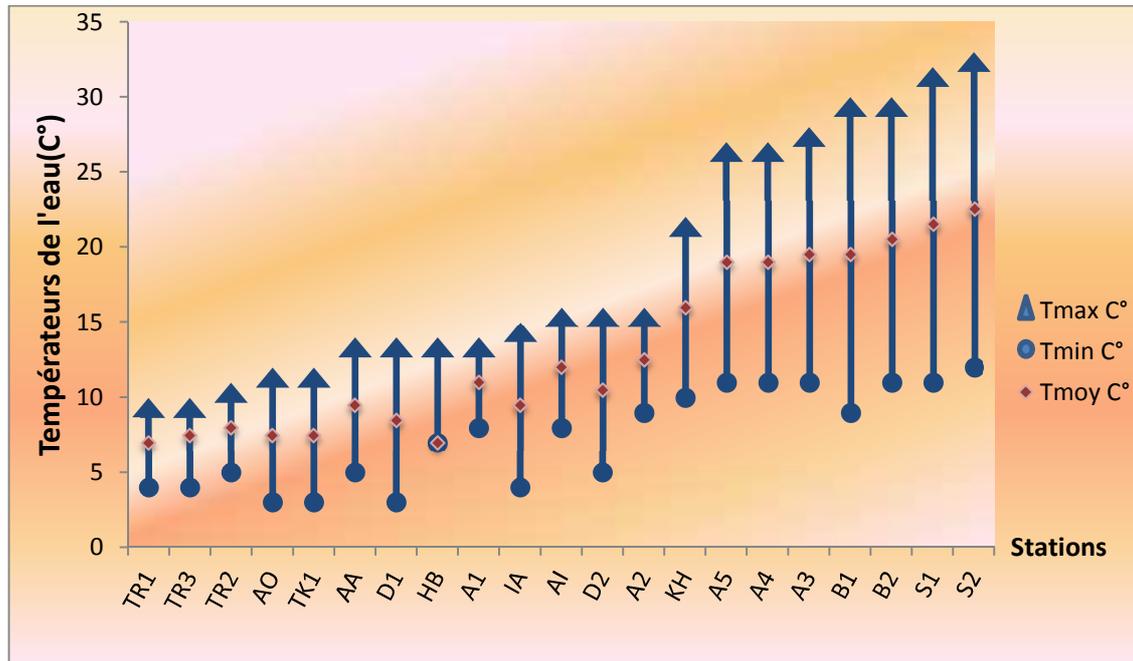


Figure 3 : Températures ponctuelles de l'eau relevées dans les différentes stations

2.2. Les précipitations

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

MEDDI & al. (2007), admettent que la pluviosité en Algérie varie sous l'influence de quatre facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, longitude et la distance à la mer.

Le massif de Djurdjura, de par sa position littorale et son altitude, joue un rôle de barrière naturelle aux vents marins humides, qui donnent naissance à des précipitations assez élevées (1500 à 1600 mm/an).

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ath Ouabane, Larbâa N'Ath Irathen, Ait Yenni, Azazga, Boubhir et Tizi Ouzou) sont portées sur la figure 4 et en annexe 3. Les données nous ont été fournies par L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques de Tizi Ouzou (A.N.R.H).

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

Les précipitations (Ath Ouabane) les plus importantes s'observent de Novembre à Avril avec un maximum en décembre (189 mm) et janvier (210,9 mm). Elles diminuent

progressivement à partir du mois de Mai pour atteindre des valeurs d'ordre de 3,1mm en Juillet et 6mm en Août et puis reprennent en septembre.

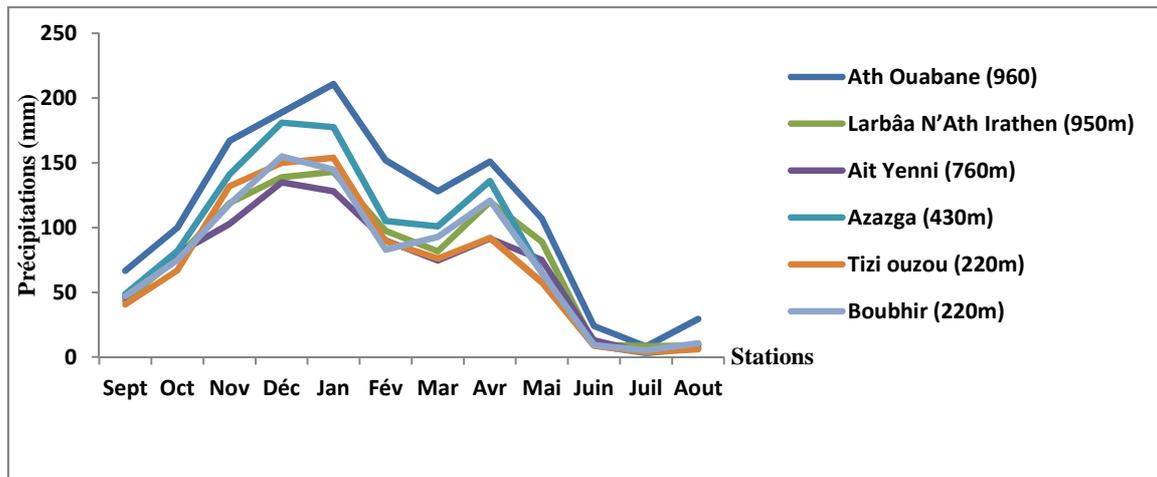


Figure 4 : Précipitations moyennes mensuelles à certaines localités de la région d'étude (période 1991-2014).

1.3. Couvert végétal

La végétation est un facteur détermination en hydrologie. Elle influence sur le ruissellement superficiel, l'évapotranspiration et la capacité de rétention.

Les végétaux constituent une importante ressource en matière organique consommable par certaines catégories d'animaux aquatiques. Ils empêchent le réchauffement excessif des eaux en été et jouent ainsi un rôle important dans la réparation de la faune benthique.

La flore de la Kabylie de Djurdjura fait partie de la flore nord-africaine qui montre généralement une affinité étroite avec celle du domaine méditerranéen.

La couverture végétale est très dense en Kabylie, l'étude de la répartition des associations végétales permet de distinguer :

- ✚ Dans les hautes altitudes (supérieure à 1100m), la végétation est constituée principalement de pelouses écorchées à xérophytes épineuses rampantes ;
- ✚ Entre 800 et 1100m d'altitude, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus sp*) et d'érable (*Acer obtusatum*) ;
- ✚ En moyenne montagne (inférieure à 800m), la végétation est représentée par le figuier (*Ficus carica*) et surtout par l'olivier (*Olea europea*),
- ✚ En plaine, c'est le domaine des vergers : pommier, oranger, vigne et surtout les cultures maraichères ;

✚ Le long des cours d'eau, on rencontre l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), l'if (*Taxus baccata*) et le houx (*Ilex aquifolium*). Parmi les espèces caducifoliées figurent aussi l'érable, le merisier (*Cerasus avium*) et le sorbier (*Sorbus torminalus*).

✚ Quant à la végétation aquatique, elle est représentée par les algues filamenteuses, les Bryophytes et les macrophytes.

1.4. Actions anthropiques

La pollution est une contamination des écosystèmes naturels par des corps étrangers, tels que des produits chimiques, des déchets industriels ou ménagers qui entraînent une dégradation de la qualité de l'eau et perturbent ainsi le milieu aquatique, Ce qui conduit à des changements profonds de la faune et de la flore benthique.

L'oued Sébaou est sans doute parmi les cours d'eau les plus dégradés en Kabylie du Djurdjura, il reçoit tous les déchets urbains, industriels et ceux provenant de l'agriculture intense.

Dans la partie amont, la pollution est d'origine domestique et les surfaces agricoles constituent les causes majeures de la dégradation.

Dans la partie aval, Les principales sources de pollution sont les rejets d'origine anthropique auxquels s'ajoutent d'autres perturbations: lavage de véhicules, pompage excessif des eaux à des fins d'irrigation, extraction anarchique de sable, effluents des huileries et des stations-services, stations de lavage graissages ainsi que les déchets hospitaliers.

L'ensemble de ces phénomènes provoque l'altération des écosystèmes aquatiques et la détérioration de la qualité des habitats lotiques.

I.2. Matériel et Méthodes d'étude

2.1. Choix et répartition des stations d'étude

Dans le cadre de ce travail, 21 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 se répartissent comme suit:

- ❖ 2 stations sont situées sur l'Oued Sébaou : S1, S2 ;

- ❖ 8 stations sont situées dans le sous-bassin de l'Oued Boubhir ;
 - 2 stations sur l'Oued Boubhir : B1 et B2 ;
 - 1 station sur Assif Illilthen : AI ;
 - 1 station sur Assif N'Ath Atsou : AA ;
 - 3 stations sur Assif Tirourda : TR1, TR2 et TR3 ;
 - 1 station sur Assif El Khemis : KH.

- ❖ 11 stations sont situées dans le sous-bassin de l'Oued Aissi
 - 2 stations sur Assif El Djemâa : D1 et D2 ;
 - 5 stations sur Assif Larbâa : A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5.
 - 1 station sur Assif Tizi N' Kouilal : TK
 - 3 stations sur Assif El Hammam : IA ; AO ; HB.

Trois campagnes de prélèvement benthique ont été réalisées entre le mois de Janvier et le mois de Mai 2016. Les stations retenues à cet effet sont indiquées par des carrés sur la figure 5.

Pour chaque station nous indiquons: (Tableau 1). Dans la page 12

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

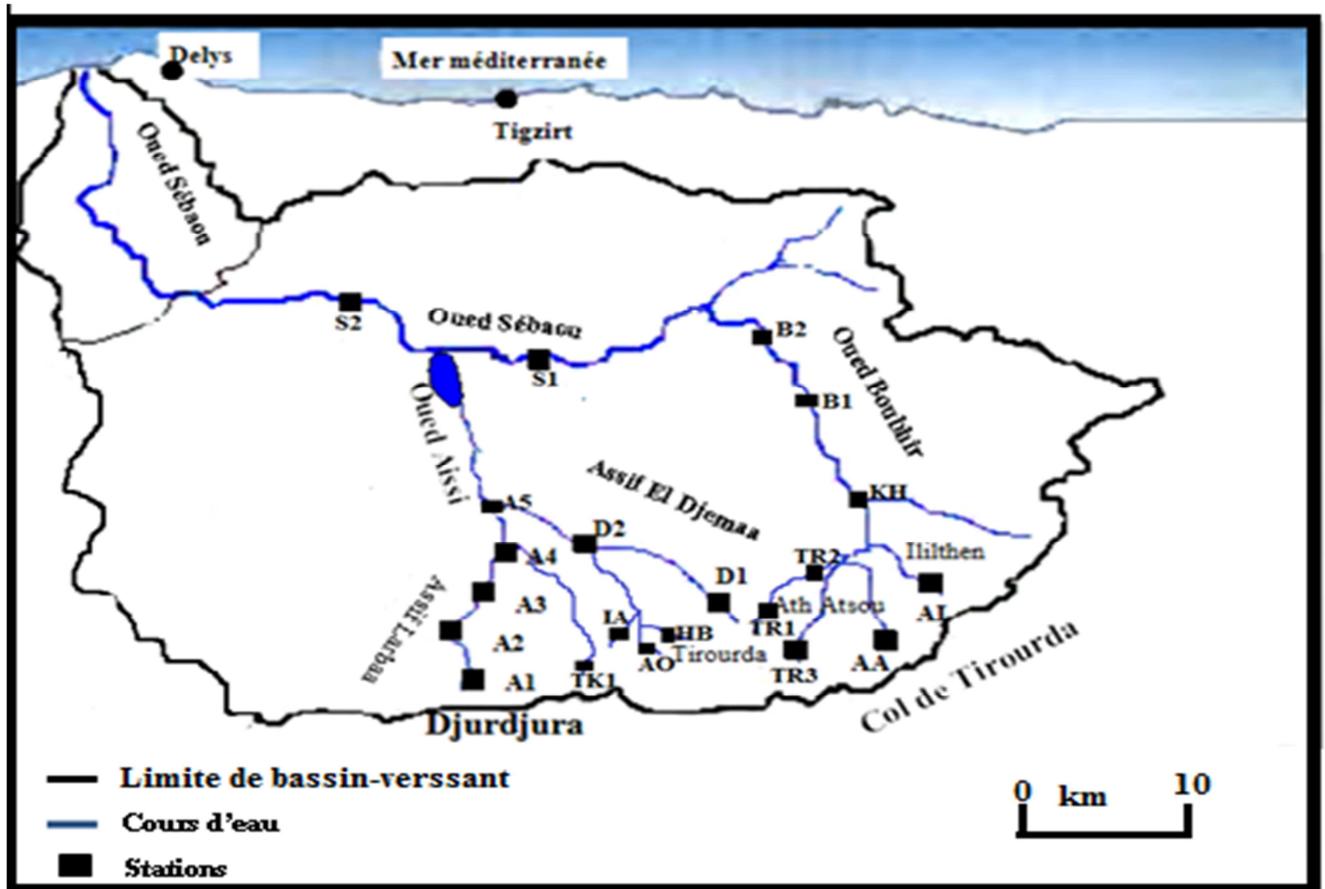


Figure 5: Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.

2.2. Description des cours d'eau

2.2.1. Oued Sébaou

L'Oued Sébaou est le principal cours d'eau de la Kabylie, s'écoulant du Sud- Nord sur une vingtaine de Kilomètres jusqu'à la mer méditerranée. Leur pente moyenne est de 0,3% et sa largeur peut atteindre 500m par endroits.

Plusieurs perturbations d'origine anthropique sont marquées, sur son parcours. Le cours d'eau reçoit les rejets urbains des villes (d'Azazga, Tamda, Fréha, Tizi-ouzou et de Draa Ben Khedda), et aussi des déchets industriels tels que : ENEL à Fréha (Entreprise Nationale des Equipements Electriques) et ORLAC à Drâa Ben Khedda (Office Régionale des Laiteries du Centre), ainsi que des extractions de sable.

Deux stations ont été retenues sur ce cours d'eau : S1 et S2.

2.2.2. Sous bassin de l'Oued Aissi

Il constitue le second affluent de l'oued Sébaou, il draine l'ensemble des écoulements du côté Nord de la partie médiane du Djurdjura depuis la main de Juif et Ath- Djemâa. Il présente quatre secteurs hydrographiques qui sont : Assif Larbâa, Assif El Djemâa, Assif Tizi N'Kouilal et Assif El Hammam.

2.2.2.1. Assif Larbâa : Il constitue le plus important affluent de l'Oued Aissi. Il collecte la totalité des écoulements du flanc Nord de la partie médiane du Djurdjura jusqu'à la main de Juif et le col de Tirourda. Sa partie amont appelée Assif n'Ath Agad et sa partie aval sous le nom d'Assif Larbâa.

- **Assif n'Ath Agad :** Cours d'eau de montagne, il prend naissance de la main de Juif, a une pente de 13%, il coule en orientation sud-nord sur une distance de 5Km, avant de se jeter dans l'Assif Larbâa.

Une station a été retenue sur ce cours d'eau : A1.

- **Assif Larbâa :** Il constitue l'allongement de l'Assif n'Ath Agad à environ 1Km en amont de la ville des Ouacifs. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,7%.

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : A2, A3 et A4.

2.2.2.2. Assif Tizi N'Kouilal : est située à environ 1km en aval du col de Tizi-N'kouilal sur un ruisseau de faible débit. Une station a été retenue sur ce cours d'eau : TK1.

2.2.2.3. Assif El Djemâa : est située dans la région sud-ouest d'Ain El Hammam. Sa fraction amont est appelée Thahemalt-Boudhrar, sa fraction aval est connue sous le nom d'Assif El Djemâa.

- **Thahemalt-Boudhrar :** Cours d'eau de montagne issu de la source « Thahemalt Boudhrar ». Il coule sur une distance de 3 Km, avant de se jeter dans Assif El Djemâa. Sa pente moyenne est de 15%. Une seule station a été retenue sur ce cours d'eau: D1.

- **Assif El Djemâa :** C'est un affluent de l'Oued Aissi, il reçoit les écoulements et les ruisseaux de haute montagne. Il coule en orientation sud-est/nord-ouest sur une distance de 40 Km avant de se jeter dans l'Oued Aissi. Doté d'une pente moyenne de 10%.

Une seule station a été retenue sur ce cours d'eau: D2.

2.2.2.4. Assif El Hammam: Il prend naissance à partir de sources localisées à Ath Ouabane, Ath Alaoua et Ighil Ali. A une pente moyenne d'ordre de 7%, il coule en orientation sud-nord sur une distance de 13,5 Km avant de se jeter dans Assif El Djemâa.

Trois stations ont été retenues sur ce parcours : AO, HB, IA.

2.2.3. Sous bassin de l'Oued Boubhir

Présente cinq secteurs hydrographiques qui sont : l'Oued Boubhir, Assif Illilthen, Assif N'Ath Atsou, Assif Tirourda et Assif El Khemis.

2.2.3.1. Oued Boubhir :L'Oued Boubhir constitue l'allongement de l'Oued Sébaou, il coule de Sud vers le Nord sur une distance de 23 Km, sa pente moyenne est de l'ordre de 1,5%. Il collecte la majorité des écoulements qui est d'origine des cours d'eaux de haute montagne qui drainent les pentes du Djurdjura à partir du col de Tirourda, les massifs d'Ain-El-Hammam et de Larbâa n'Ath-Irathen jusqu'à Fréha.

Deux stations ont été retenues sur ce cours d'eau: B1 et B2.

2.2.3.2. Assif Illilthen :C'est un cours d'eau de montagne de dimension diminuée, prend naissance à 1500 m d'altitude à partir des sources et des ruisselets alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges du col de Tirourda. Il est caractérisé par une pente moyenne d'ordre de 11%. Il coule avec une orientation sud-nord, sur une distance de 7 Km, avant de se jeter dans l'Assif Hallil.

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

2.2.3.3. Assif N'Ath Atsou :cours d'eau de haute montagne. Il prend naissance au pied du col dit " Azerou N'Thor" à partir des sources et des petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges.D'une pente moyenne de 9 %, il coule en orientation Sud- Nord sur une distance de 6 Km. Il borde le village d'Ath Atsou avant de rejoindre Assif d'Iferhounene.

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

2.2.3.4. Assif Tirourda :Cours d'eau de montagne, il prend naissance au pied du col de Tirourda, ou il collecte la majorité des ruisseaux qui sont alimentés par les eaux de fonte des neiges et aussi de nombreuses sources, a une pente moyenne de 16%. Il coule en orientation sud- nord sur une distance d'environ de 7 Km, avant de se jeter dans l'Assif Iferhounene.

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

2.2.3.5. Assif El Khemis : Cours d'eau de haute montagne, prend naissance à partir des sources alimentées par des eaux de pluies et de fonte des neiges du col de Chellata. Il suit une direction Sud/Sud- Est Nord/Nord-Ouest, avant de rejoindre Assif Sahel et Assif Ouserdoun pour former l'oued Boubhir. Une station a été retenue sur ce cours d'eau: KH.

2.3. Caractéristiques environnementales des stations (Les photos correspondantes aux stations étudiées sont données en Annexe 4).

Tableau 1: Caractéristiques environnementales des stations d'étude.

Stations	AI	TR1	TR2	TR3	AA	KH	B1	B2	D1	D2	AO	HB	IA	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2	
Altitude (m)	1010	1120	1060	1100	1080	370	200	160	900	550	940	750	800	1300	920	480	380	300	200	100	60	
Pente (%)	16	15	13	15	20	3	2,5	1,2	10	2,5	13	7,5	9,5	38	10	10	2,5	1,5	1,4	0,2	0,6	
Profondeur (cm)	20	30	10	10	15	30	20	30	20	30	20	30	15	10	20	20	30	30	30	40	40	
Vitesse du courant	R	T. R	R	R	T. R	T. R	L	L	R	R	T. R	M	R	R	R	R	R	R	R	L	L	
Largeur du lit (m)	1	1,5	0,5	0,5	1	3	8	10	1	2	1,5	5	0,5	0,5	1	1,5	4	5	8	10	10	
Substrat %	GG(80) SL(20)	GG(80) SL(20)	GG(90) SL(10)	GG(90) SL(10)	GG(80) SL(20)	GG(50) SL(40) Mo(10)	GG(50) SL(30) Mo(20)	GG(50) SL(20) Mo(30)	GG(60) SL(40)	GG(70) SL(20) Mo(10)	GG(90) SL(10)	GG(90) SL(10)	GG(50) SL(50)	GG(80) SL(20)	GG(100)	GG(90) SL(10)	GG(70) SL(30)	GG(70) SL(20) Mo(10)	GG(70) SL(20) Mo(10)	GG(30) SL(40) Mo(30)	GG(30) SL(40) Mo(30)	
Ripisylve	T. A	T. A	T. A	M	A	A	M	M	A	A	T. A	A	A	M	T. A	T. A	R	M	M	R	R	
Végétation aquatique	R	Ab	R	R	R	M	M	M	R	R	R	Ab	R	Ab	M	M	M	A	A	T. A	T. A	
Influence anthropique	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	R. D	R. D	Ab	R. D	R. D	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	R. D	R. D	R. D	R. D	R. D Ext Sab	R. D Ext Sab

- ☀ **T. R** : Vitesse très Rapide, **R** : Vitesse Rapide, **M** : Vitesse moyenne, **L** : Vitesse Lente .
- ☀ **GG** : Galet et Gravier, **SL** : Sable et Limons.
- ☀ **T. A** : Très abondante, **M** : moyenne, **A** : abondante, **R** : rare. **Ab** : absente, **R. D** : rejets domestique, **Ext** : extraction.

2.4. Caractéristiques physiques des stations

2.4.1. 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: 900 m à 1130m d'altitude ou les pentes varient de 10% à 38 % (secteur des stations A1, TR1, TR2, TR3, AA, D1, A0, AI et TK1).
- ◆ Dans les zones de piémonts et de basses altitudes, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eaux, les pentes varient entre 0,2% et 9,5% (Les stations, IA, A2, A3, A4, D2, HB et KH).
- ◆ En plaine (60 m à 200m), le profil s'approche de l'horizontal. L'eau coule sur un lit large et relativement plat, les pentes varient de 0,2% et 2,5% (stations B1, B2, A5, S1 et S2).

Tableau 2: Altitudes et pentes aux stations étudiées.

Stations	AI	TR1	TR2	TR3	AA	KH	B1	B2	D1	D2	AO	HB	IA	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2
L'altitude (m)	1010	1120	1060	1100	1080	370	200	160	900	550	940	750	800	1300	920	480	380	300	200	100	60
Pente à la station (%)	16	15	13	15	20	3	2,5	1,2	10	2,5	13	7,5	9,5	38	10	10	2,5	1,5	1,4	0,2	0,6

2.4.2. Débit et vitesse du courant

Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant qui est effectuées en surface du cours d'eau, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les relevés de la vitesse de l'eau des cours d'eau étudiés qui ne présentent que des valeurs indicatrices sont portées sur le tableau 3.

Elles fluctuent généralement de rapide à très rapide selon l'échelle de Berg :

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

Tableau 3 : Altitudes, largeurs du lit et vitesses du courant mesurées aux stations d'étude.

Stations	AI	TR1	TR2	TR3	AA	KH	B1	B2	D1	D2	AO	HB	IA	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2
Altitude (m)	1010	1120	1060	1100	1080	370	200	160	900	550	940	750	800	1300	920	480	380	300	200	100	60
Largeur du lit(m)	1	1,5	0,5	0,5	1	3	8	10	1	2	1,5	5	0,5	0,5	1	1,5	4	5	8	10	10
Vitesse du courant (m/s)	3	4	3	3	4	4	1	1	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Appréciation	R	T. R	R	R	T. R	T. R	L	L	R	R	T. R	M	R	R	R	R	R	R	R	L	L

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

2.4.3. 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	AI	TR1	TR2	TR3	AA	KH	B1	B2	D1	D2	AO	HB	IA	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2
Gal / Gra (%)	80	80	90	90	80	50	50	50	60	70	90	90	50	80	100	90	70	70	70	30	30
Sab/Lim (%)	20	20	10	10	20	40	30	20	40	20	10	10	50	20	0	10	30	20	20	40	40
M.O (%)	0	0	0	0	0	10	20	30	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	30	30
Vaqu (%)	1	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	1	0	2	2	2	3	3	4	4

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

2.5. Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique

2.5.1. Techniques d'échantillonnage

Les prélèvements des macro-invertébrés ont été réalisés en trois sorties entre Janvier et Mai 2016, dans le but d'établir un inventaire faunistique le plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau de Kabylie et de donner un aperçu sur la répartition géographique et écologique des espèces recensées.

❖ La récolte de la faune benthique

Elle a été réalisée à l'aide d'un filet de type « Surber » d'ouverture circulaire de 20cm de diamètre et de 275 μ m de vide de mailles. Ce dernier est placé sur le fond du cours d'eau dans le sens contraire du courant et l'ouverture face au courant, tout en raclant le substrat afin de prélever le maximum de faune (larves, nymphes et les adultes) dans le filet et de laver à la main les éléments grossiers (galets, cailloux...) à l'intérieur du filet. Les formes solidement fixées sont détachées à l'aide d'une pince entomologique.

In situ, la faune récoltée est mise dans des sachets en plastiques, puis fixée par le formol à 10%, on note le nom de la station, la date et le faciès pour chaque prélèvement.

❖ La chasse d'adultes

Se fait à l'aide d'un filet fauchoir. Les insectes sont capturés au vol, en bordure du cours d'eau sur la végétation et sur des arbustes exposés au courant et aussi sur les pierres. Les insectes récoltés sont recueillis dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

❖ Lavage, Tri et détermination

Au laboratoire, le contenu de chaque sachet est lavé puis rincé sur une série de tamis à mailles de taille décroissante (5mm, 1mm, 0,2 mm) afin d'éliminer le maximum de substrat fin et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...) et d'une pince. Le contenu de l'ensemble des tamis est versé dans un bac, puis transvasé et homogénéisé dans des béchers de 250cc. En déplaçant délicatement les invertébrés qui sont systématiquement triés, par des pinces fines dans des boîtes de pétri à fonds quadrillés.

Pour un travail de détermination plus précis (selon les niveaux : famille, genre et même jusqu'à la reconnaissance des différentes espèces Simuliidienne), on utilise une loupe binoculaire et un microscope photonique et aussi des clés de détermination : la clé Italienne (RIVOSECCHI, 1978), la clé analytique des simulies (CLERGUE GAZEAU & BOUMAIZA, 1986), les simulies du Maroc (BELQAT, 2002)...

2.5.2. Méthodes d'analyse du peuplement Simuliidien

2.5.2.1. Méthodes d'analyse de la structure de peuplement

2.5.2.1.1. Indices de diversité et de structure

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 l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (BARBAULT, 1995).

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).

Diversité brute ou richesse spécifique

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

Abondance des espèces

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par unité de surface ou de volume (RAMADE, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

$$P_i = n_i / N$$

n_i = nombre d'individus de l'espèce i

N = nombre total d'individus

Occurrence des espèces

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

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

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

P = nombre total de prélèvements

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

- C = 100% Espèce omniprésente
- C]100 – 75] Espèce constante
- C] 75 – 50] Espèce fréquente
- C]50 – 25] Espèce accessoire
- C] 25 – 5] Espèce accidentelle
- C < 5 % Espèce rare

 **Indice de diversité SHANNON-WEAVER (H')** (1963)

De tous les indices, la formule de **SHANNON-WEAVER** est l'indice le plus utilisé, il 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** convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

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

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

N = nombre total d'individus

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

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

 **Equitabilité** (Piélou, 1969)

L'indice d'équitabilité rend compte de l'abondance relative de chaque taxon. Il est dérivé de celui de Schannon-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

L'équitabilité est utilisée comme le rapport :

S = Richesse spécifique

log₂ = logarithme à base 2

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

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

- **Indice de Similarité de Sorensen**

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

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

Il existe plusieurs indices de similitude, celui de Sorensen permet de chercher le degré d'association de deux sites. Il se calcul 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.

2.5.2.2. Traitement statistique des données

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

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

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

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

2.5.2.3. Logiciels de calcul

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

Chapitre II

Généralité sur les Simuliidae

1. Présentation des Diptères Simuliidae

1.1. Position systématique

La Classification de la famille des Simuliidae est la suivante:

- Règne: Animal
- Sous-règne : Métazoaires
- Embranchement : Arthropodes
- Sous-embranchement: Hexapodes
- Classe: Insectes
- Sous classe : Ptérygotes
- Super ordre: Endoptérygotes
- Ordre : Diptères
- Sous-ordre : Nématocères
- Genre*: *Prosimulium*
Simulium

*Concernant les genres, nous nous sommes limitées à donner seulement ceux qui existent en Algérie.

1.2. Description morphologique

1.2.1. Les Œufs

D'après RODHAIN&PEREZ (1985) in BOUKHATEB (2013), Ils sont de forme sub-triangulaire, asymétriques, à coque lisse, blancs à la ponte, foncés après embryogenèse, de taille variable de 0,2 à 0,3 mm. La maturation est très rapide (moins de 48 heures) entre la ponte et l'éclosion des larves.

1.2.2. Les Larves

Les larves des simulies sont de type eucéphale. Elles sont de forme allongées et renflées en massue dans leur région thoracique et surtout à la partie postérieure de l'abdomen, sa taille varie selon les espèces de l'ordre de quelques millimètres à un centimètre (Figure 6).

Le corps se compose d'une tête cylindrique, bien chitinisée, de trois segments thoraciques et de huit segments abdominaux.

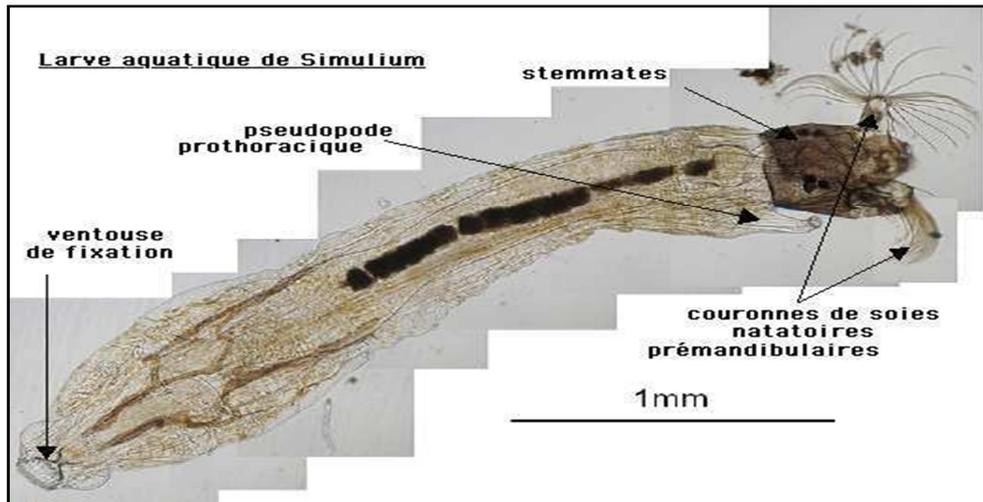


Figure 6 : Larve de Simuliidae.

➤ **La tête**

- La tête est de forme hémisphérique (figure 7), les pièces buccales sont complètes et broyeuses (labre, éventails céphaliques, mandibules, maxilles, complexe labio-hypopharyngien et hypostomium).
- Les mandibules sont bien développées ; elles portent sur leur bord interne deux ou plusieurs articulations qui fournissent de bons caractères spécifiques.
- Les antennes composées de trois à quatre segments, ces derniers peu utilisées comme critère de reconnaissance par les systématiciens.

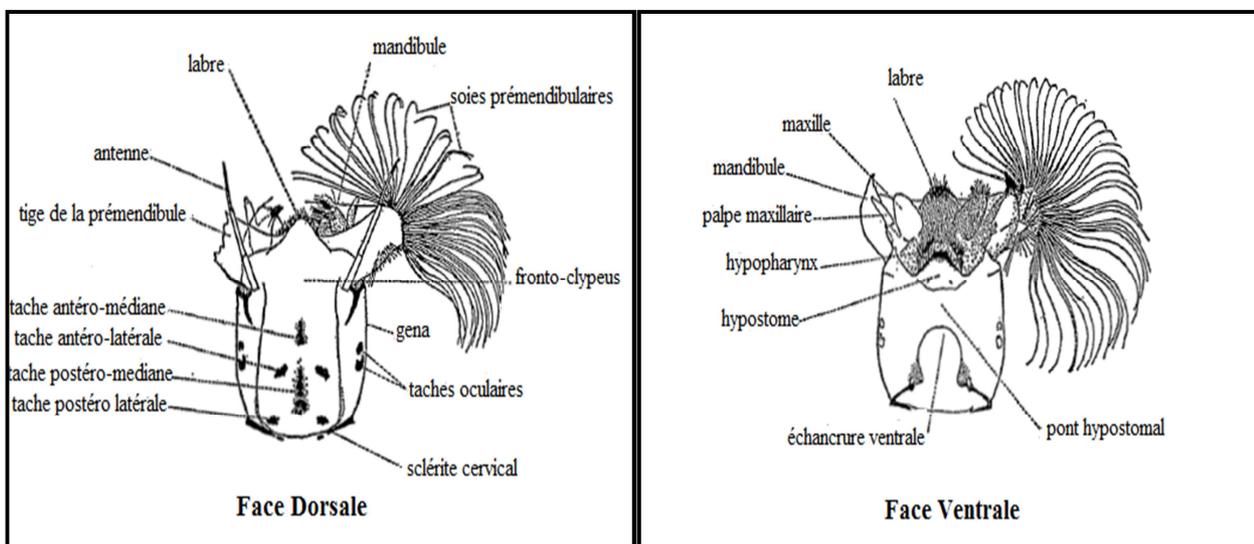


Figure 7 :morphologie de la tête d'une larve de Simuliidae: (CROSSKEY, 1960)

➤ **Le thorax**

- Dorsalement le thorax ne présente aucun organe tandis que la face ventrale porte un pseudopode.
- Latéralement, sur les larves matures on voit une structure foncée qui apparaît sous le tégument transparent. Cette tache sombre, nommée histoblaste.

- Ce dernier est présent sur chaque côté du thorax comme une tache brune ou noire caractéristique de la maturité 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 et le nombre de ces crochets par rangée varie selon les espèces. Le huitième segment peut porter une paire de papilles ventrales, dont la forme conique caractérise essentiellement les sous genre *Eusimulium*.

Dorsalement sur l'extrémité terminale, l'abdomen porte des branchies rectales de formes variées et spécifique, juste avant la couronne de crochets se trouve le sclérote anal, ou en trouve le processus rectal qui peut constituer un excellent critère de reconnaissance de certaines espèces.

La couleur larvaire peut à elle seule diagnostiquer certaines espèces sans avoir recours à des critères morphologiques, tel est le cas par exemple pour l'espèce *Simulium xanthinum* qui est reconnaissable à sa couleur aussi bien au stade larvaire qu'à l'état adulte (BELQAT & DAKKI, 2004).

1.2.3. Les Nymphes

La nymphe d'une Simulie ressemble à un imago enveloppé dans une membrane. La nymphe logée dans un cocon de soie fixé au substrat par sa face ventrale, la forme de cocon représente un caractère de différenciation entre genres de simulie. Sa couleur est claire lorsqu'elle est jeune,jaune ou gris foncée voire noire en vieillissant.

➤ La tête

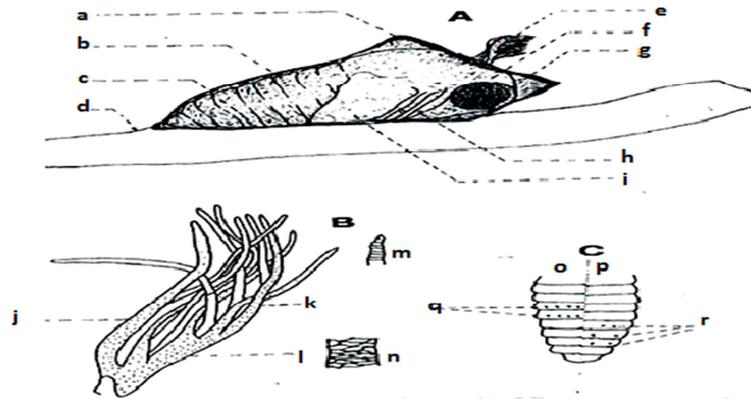
Les yeux sont visibles, dichoptiques chez les femelles et holoptiques chez les mâles, qui permet de distinguer la différence entre les nymphes femelles et les nymphes mâles. Les antennes sont également visibles mais ne sont pas encore dressées.

➤ Le thorax

Le thorax est robuste 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 caractères taxonomiques les plus importants pour l'identification des espèces de simulies.

➤ 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'ancrage. Ces derniers assurent la fixation de la nymphe au cocon. Ils sont formés de crochets dont le nombre et la forme, ainsi que leur répartition sur les segments abdominaux, constituent de bons critères taxinomiques (DECAMPS *et al* ; 1975).



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

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

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

Figure 8 : Nymphes vues selon leur profil droit (CLERGUE-GAZEAU, 1991).

1.2.4. Les Adultes

L'adulte de simulie a l'aspect d'une petite mouche bossue. Sa taille est de quelques millimètres (de 1 à 6 mm). Elles sont en général de couleur sombre.

➤ La tête

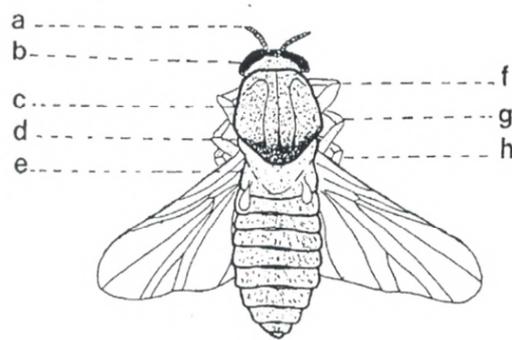
Comme chez les nymphes, le dimorphisme sexuel est évident au niveau des yeux, Les antennes sont semblables chez les deux sexes. Le nombre d'articles antennaires varie (entre 9 et 11 articles) ainsi que leur couleur et leur longueur, les mandibules (en forme de large lame serrulées à l'apex et pourvus d'un système de coaptation), et les maxilles (en forme de robustes stylets dentés).

➤ 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 est caractéristique par leur nervation, elles sont larges et claires.

➤ 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 que les sternites sont réduits à de petites plaques chez le mâle.



a : antenne ; **b** : œil ; **c** pronotum; **d** : mésonotum; **e** : scutellum ; **f** ; **g** ; **h** : Les patte droites 1;2 ; 3.

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

1.3. Le cycle de développement

Le développement de l'ensemble des stades préimaginaux des simulies est assuré dans les eaux courantes. Les œufs sont généralement pondus sur des supports immergés (herbes, racines, feuilles, branches, pierres, rochers, etc.).

Les œufs sont ovoïdes et mesurent deux mm de longueur. Ils éclosent au bout de deux à sept jours libérant une larve de premier stade (KACI MOUSSA, 2003).

La phase larvaire est strictement aquatique, les larves vivent fixées sur des supports immergés par leur couronne postérieure de crochets. Elles sont capables de se déplacer sur leur support, en encrant tour à tour dans des gouttes de soies, les crochets postérieurs de l'abdomen et ceux du pseudopode thoracique.

D'après BOUKHATEB (2013), les larves sont généralement détritophages. Elles se nourrissent passivement en captant, grâce à leurs soies pré-mandibulaires déployées en éventail, les particules véhiculées par le courant. Ces particules sont amenées à la bouche par des mouvements de repli de ces mêmes éventails.

Le développement larvaire est de 7 à 14 jours, la larve du dernier stade ou pré-nympe tisse le cocon de la future nymphe qui est fixé sur des supports, son ouverture dirigée vers l'aval.

La durée du développement nymphal est de 2 à 6 jours. La nymphe ne se nourrit pas. Comme pour les larves, la durée de vie des nymphes varie fortement en fonction de la température et des espèces (KETTELE, 1995 *in* BOUKHATEB, 2013).

Selon ROZENDAAL (1999), 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.

L'émergence de l'adulte est essentiellement diurne, l'insecte libéré gagne la surface dans une bulle d'air puis s'envole (Figure 10).

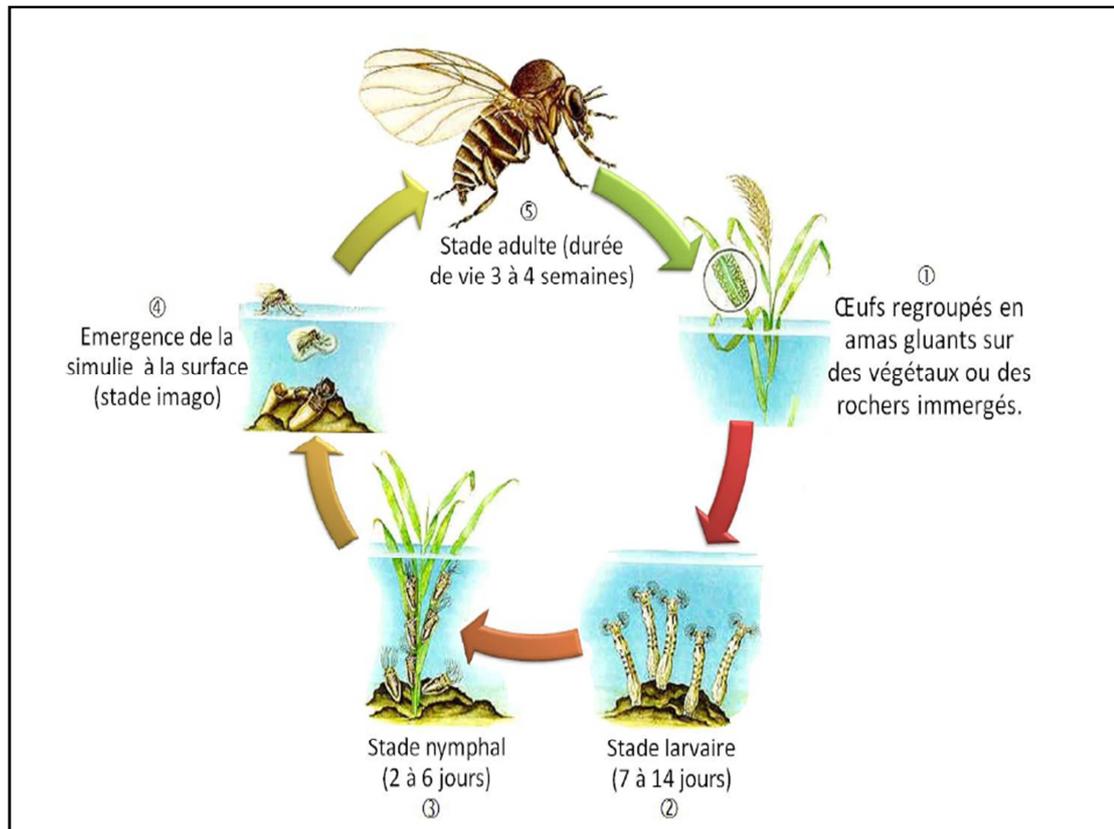


Figure 10 : Cycle de vie de la similie (NANA TOMEN,2008)

1.4. Le rôle écologique

Selon CLERGUE-GAZEAU & GASAGANES (1986), Les Simuliidae sont considérés d'excellents indicateurs biologiques.

Les mouches noires constituent une source de nourriture pour les prédateurs, et pour les stades immatures sont consommés par les insectes, les poissons...etc.

Les larves des similies se retrouvent dans les zones aquatiques où le courant est fort, elles s'alimentent de petites particules dans les eaux et les éléments en planctoniques, elles jouent aussi un rôle dans le recyclage de la matière organique.

Cette famille constitue les espèces piqueuses les plus virulentes pour l'homme que pour les animaux parce que leurs piqûres peuvent provoquer des maladies, la plus connue est appelée *l'onchocercose*, une maladie causée par un parasite entraînant la cécité. Des réactions allergiques et de la fièvre sont aussi des problèmes entraînés par les morsures de la mouche noire. Chez les animaux, les morsures de similies transmettent la leucocytozoonose, une maladie mortelle pour les dindes et les poulets. Les mouches noires adultes entraînent aussi des pertes économiques en milieu agricole et touristique. Toutefois, ils n'ont pas qu'un rôle nuisible, les adultes sont aussi des pollinisateurs.

1.5. Le vecteur et la transmission de l'Onchocercose**1.5.1. Le vecteur d'Onchocercose**

L'onchocercose est une filariose cutanéodermique due à *Onchocerca volvulus*. Les vers adultes mesurent de 2 à 3 cm de long pour le mâle, 50 cm pour la femelle ; ils vivent dans la peau, soit libres, soit emprisonnés dans des nodules fibreux. Lequel peut vivre jusqu'à quinze années dans le corps humain. Elle est grave par ses complications oculaires cécitantes et constitue un danger par la nuisance de son vecteur.

En Afrique, l'Onchocercose est transmise par les espèces *Simulium damnosum*, *Simulium neavi* et *Simulium albivirgulatum*.

1.5.2. Le cycle de transmission du parasite

Le cycle évolutif est à deux hôtes : l'homme, hôte définitif et un insecte, la simulie, hôte intermédiaire et vecteur.

- Le cycle parasitaire d'*O. volvulus* débute quand une femelle de Simulie infestée de parasites prend un repas de sang. La salive contenant des larves d'*O. Volvulus* au troisième stade passe dans le sang de l'hôte.

Ensuite, les larves migrent vers le tissu sous cutané où elles forment des nodules et deviennent matures sous la forme de vers adultes au bout de six à douze mois. Après maturation, les mâles adultes migrent à partir des nodules vers le tissu sous-cutané où ils s'accouplent avec les femelles adultes de plus grande taille, produisant entre 1000 et 3000 œufs par jour.

Les œufs subissent une maturation interne pour parvenir au stade des microfilaries, qui sont libérées du corps de la femelle un par un et restent dans le tissu sous-cutané (et plus particulièrement dans les kystes).

À la première étape, les microfilaries infectent les simulies au cours d'un repas de sang, elles poursuivent leur développement dans l'hôte intermédiaire où elles arrivent à maturité en une à trois semaines pour atteindre le troisième stade larvaire (L3), bouclant ainsi le cycle parasitaire. La durée de vie normale des microfilaries est de 1 à 2 ans (Figure 11).

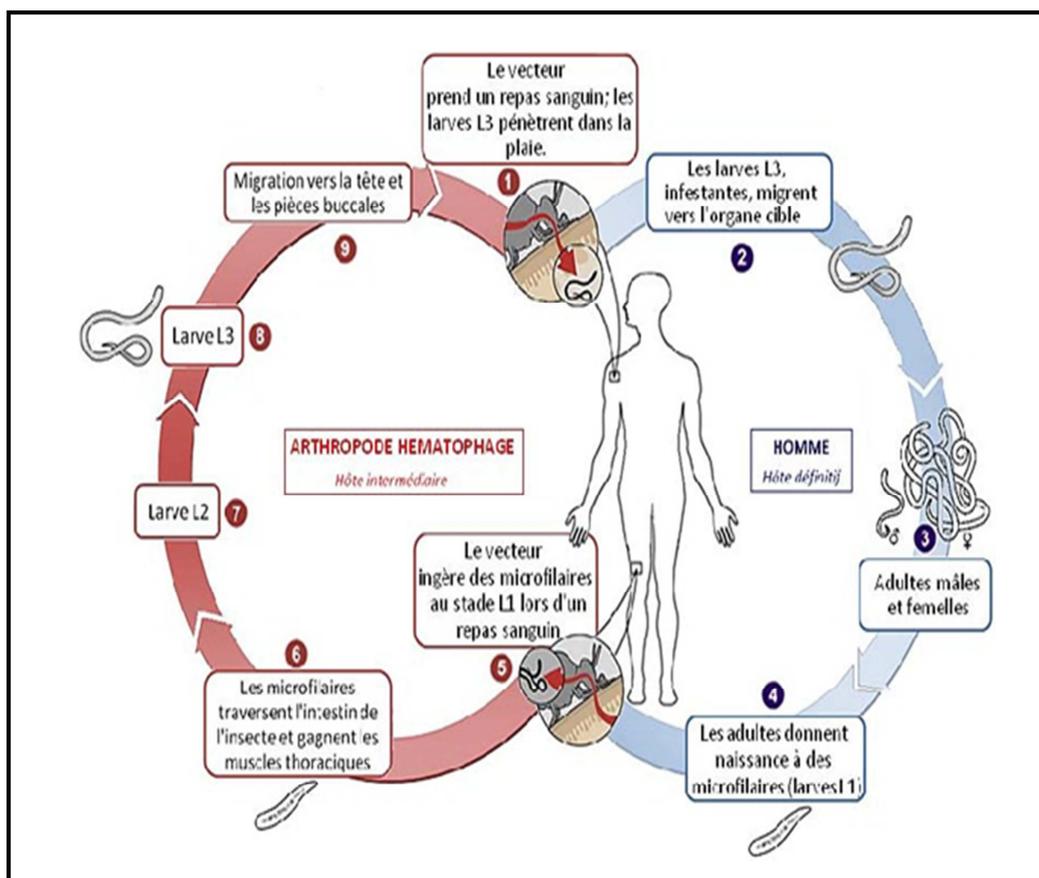


Figure 11 : Le cycle biologique d'*Onchocercose volvulus* (LEPORI, 2013)

1.5.3. Les symptômes de la maladie

Les symptômes de l'*Onchocercose* ne sont pas causés directement par le parasite mais par une réaction inflammatoire à la mort des microfaires dans la peau et les yeux. Ils sont essentiellement cutanés, lymphatiques ou oculaires.

Les symptômes de l'*Onchocercose* sont présentés dans le tableau 5 :

Tableau 5 : Les symptômes de l'*Onchocercose*

Les symptômes au niveau de la peau	Les symptômes au niveau de l'œil
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Démangeaisons intenses. ▪ Eruptions cutanées. ▪ Nodules (bosses incolores sur les hanches, la tête, ou les articulations dues à la présence des parasites adultes). ▪ Peau très sèche ou ridée, ou peau lâche. 	<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.

Chapitr III

Résultats et discussion

1. Analyse globale de la faune Simuliidienne

L'étude des Diptères Simuliidae dans les différents cours d'eau de la Grande Kabylie, nous a permis de recenser 6084 individus répartis en 16 espèces (tableau 6). L'ensemble du peuplement Simuliidien recensé dans les stations prospectées entre 60 m à 1300 m d'altitude, se présente en deux genres :

🚩 Genre *Prosimulium* : présente un seul sous genre

- ❖ Sous-genre *Prosimulium* est représenté par une seule espèce : *P (P) Rufipes* avec 976 individus.

🚩 Genre *Simulium* est représenté par cinq Sous genres:

- ❖ Sous- genre *Eusimulium* est représenté par deux espèces: *S (E) velutinum* (746 individus) et *S (E) gr aureum* (244 individus).
- ❖ Sous- genre *Nevermannia* est représenté par quatre espèces : *S (N) brevidens* (551 individus), *S (N) cryophilum* (704 individus), *S (N) vernum* (266 individus) et *S (N) angustitarse* (5 individus).
- ❖ Sous- genre *Simulium* est le plus dominant avec six espèces : *S (S) argenteostriatum* (126 individus), *S (S) Trifasciatum* (288 individus), *S (S) intermedium* (982 individus), *S (S) ornatum* (192 individus), *S (S) variegatum* (12 individus) et *S (S) monticola* (6 individus).
- ❖ Sous- genre *Tetisimulium* est représenté par une seule espèce : *S (T) bezzii* (28 individus)
- ❖ Sous- genre *Wilhelmia* est représenté par deux espèces : *S (W) pseudequinum* (949 individus) et *S (W) sergenti* (9 individus).

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

21 stations 16 Espèce			AI	TR1	TR2	TR3	AA	KH	B1	B2	D1	D2	AO	HB	IA	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2	Ab	Ab r	Oc	Ocr
			1	<i>P rufipes</i>	<i>Pruf</i>	60	220	200	130	90				180		49		17	30								976
2	<i>S velutinum</i>	<i>Svel</i>			25				200	200				14		28			15	40	3	200	21	746	0,12	10	0,47
3	<i>S gr aureum</i>	<i>Sgaur</i>			25		10				28			53		80			15	30	3			244	0,04	8	0,38
4	<i>S angustitarse</i>	<i>Sang</i>																	2	3				5	0,0008	2	0,09
5	<i>S brevidens</i>	<i>Sbre</i>	192	58	200	40	37						16		8									551	0,09	7	0,33
6	<i>S cryophilum</i>	<i>Scry</i>	113	210	120	80	45				80		24	16			8	8						704	0,11	10	0,47
7	<i>S vernum</i>	<i>Sver</i>	35	130	20	20	40									18	3							266	0,04	7	0,33
8	<i>S argenteostriatum</i>	<i>Sarg</i>		45	36				3	3			3	3		15			6	6	6			126	0,2	10	0,47
9	<i>S intermedium</i>	<i>Sint</i>			14	14	15		28	200		48		20		5		3	10	200	200	25	200	982	0,16	14	0,66
10	<i>S monticola</i>	<i>Smon</i>															3	3						6	0,0009	2	0,09
11	<i>S ornatum</i>	<i>Sorn</i>		8	19		11		24	28									14	12		36	40	192	0,031	9	0,42
12	<i>S trifasciatum</i>	<i>Stri</i>						54	20	78		16		74					46					288	0,045	6	0,28
13	<i>S variegatum</i>	<i>Svar</i>							3									3		3	3			12	0,002	4	0,19
14	<i>S bezzii</i>	<i>S bez</i>																		28				28	0,004	1	0,04
15	<i>S pseudequinum</i>	<i>S pse</i>							200	200		48							16	200	45	40	200	949	0,15	8	0,38
16	<i>S sergenti</i>	<i>S ser</i>							3														6	9	0,001	2	0,09
Ab			400	671	659	284	248	54	481	709	288	112	92	180	25	176	14	17	78	568	260	301	467	6084			
Abr			0,06	0,11	0,10	0,05	0,04	0,01	0,08	0,12	0,05	0,02	0,01	0,03	0,004	0,03	0,02	0,03	0,01	0,1	0,04	0,05	0,08				
R. S			4	6	9	5	7	1	8	6	3	3	4	6	2	6	3	4	7	10	6	4	5				

Ab : Abondance des espèces.

Oc : Occurrence.

R.S : Richesse spécifique. Abr : Abondance relative par rapport à la faune totale (%)

Ocr : Occurrence relative

1.1. L'abondance

L'abondance des Simuliidae varie d'une station à l'autre, fluctuant entre 14 et 709 individus (Figure 12, Annexe 5).

Les abondances les plus élevées sont notées au niveau des stations TR1, TR2, B2 et A4 avec un nombre d'individus supérieur à 500 individus.

L'importance des effectifs des Diptères Simuliidae au niveau des deux stations TR1 et TR2 qui sont deux cours d'eau de montagne est relatif aux formes recensées en abondance qui sont pour la plupart des espèces polluosensibles et semblent affectionner les torrents de montagne et présentent une tendance sténotherme et rhithrophiles (*P. rufipes*, *S. brevidens*, *S. cryophilum*...).

Quant aux deux autres stations B2 et A4, le nombre élevé des simules est lié aux conditions écologiques qu'offrent ces stations d'où la prolifération des espèces ubiquistes et à large valence écologique qui ont tendance à supporter les élévations de températures (*S. pseudequinum*, *S. intermedium*...)

Les autres stations abritent les faunes Simuliidienne avec de effectifs moyens pour certaines (AI, TR3, AA, B1, D1, D2, HB, TK1, A5, S1 et S2 dont les abondances > 100 individus) et moins importants pour d'autres (KH, AO, IA, A1, A2 et A3 dont les abondances < 100 individus).

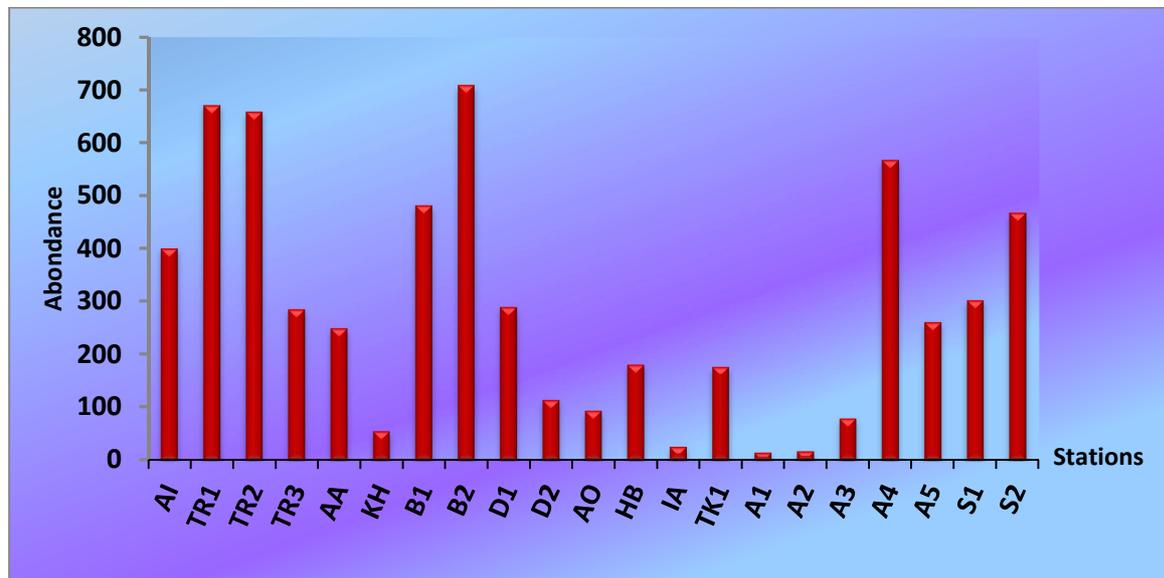


Figure 12 : Abondance des Simuliidae dans les stations

1.2. Richesse spécifique

Les cours d'eau étudiés, de par leurs reliefs et leur hydrologie, offrent une grande diversité de biotopes aquatiques.

La lecture de la figure 13 et l'annexe 6 relatifs à la richesse spécifique montre des fluctuations le long des cours d'eau. Le nombre d'espèces varie d'une station à une autre.

- La plus grande richesse spécifique est observée au niveau de la station A4 (10 espèces) située à 300 m d'altitude, cette station est caractérisée par une vitesse du courant rapide et un substrat hétérogène avec une légère présence de ripisylve et une abondance de la végétation aquatique. Toutes ces conditions favorisent l'installation d'une faune riche et diversifiée.
- Les stations TR2, B1, AA, TR1, TK1, B2, S2, TR3, A5, A3 et HB présentent, quant à elles une richesse spécifique moyenne : le nombre d'espèces varie entre 5 et 9 espèces.

Dans les stations d'altitude (TR2, AA, TR1, TK1, TR3), on trouve les espèces polluosensibles. Ces stations sont caractérisées par des parcours ombragés, une vitesse de courant rapide et un substrat grossier à dominance de galet et la présence d'un couvert végétal important empêchant l'élévation de la température de leurs eaux. En revanche les stations de basse altitude (B2, S2, A5, A3, B1, HB) abritent des espèces polluo-résistantes. Ces stations sont caractérisées par des températures de l'eau assez élevées, des impacts humains modérés et des pollutions organiques importantes.

- Les stations AI, AO, S1, D1, D2, A1, IA, A2 et KH sont les moins diversifiées, la richesse spécifique varie d'une espèce à quatre espèces. Cette pauvreté est probablement liée aux conditions écologiques différentes des stations et/ou à la période de prélèvement.

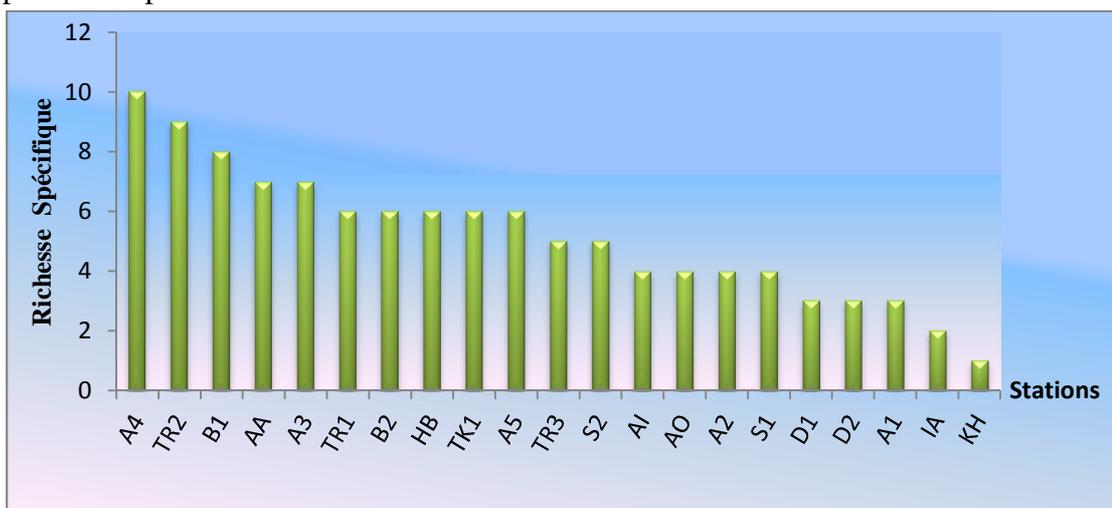


Figure 13 : Richesse spécifique des Diptères Simuliidae aux stations étudiées

1.3. L'abondance et l'occurrence des espèces

Les données de l'abondance et de l'occurrence des espèces sont visualisées graphiquement par la figure 14 et l'annexe 7. Elles peuvent être classées en 3 groupes :

🌍 Espèces dominantes par leur abondance et leur fréquence :

P. rufipes, *S. cryophilum*, *S. brevidens* et *S. vernum*, sont alticoles et sténotherme d'eau froide. Elles ont pour habitat les ruisseaux d'altitude (800 m à 1300 m). *S. velutinum*, *S. argenteostriatum*, *S. gr aureum*, *S. ornatum*, *S. intermedium*, *S. trifasciatum* et *S. pseudequinum* quant à elles ont tendance à descendre aux moyennes et basses altitudes. Elles peuvent être considérées comme des espèces thermophiles mais peuvent monter à des altitudes plus élevées (1300 m) dans les parcours ombragés.

🌍 Espèces peu abondantes, on les appelle aussi les espèces accessoires :

S. angustitarse, *S. variegatum*, *S. sergenti* et *S. monticola*. Ce sont des espèces eurhythmiques à large valence écologique qui se développent dans des biotopes de piémont et de basse altitude.

🌍 Espèces rares ou accidentelles, à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes :

S. bezzii, elle est récoltée seulement dans une station des cours d'eau de la Kabylie.

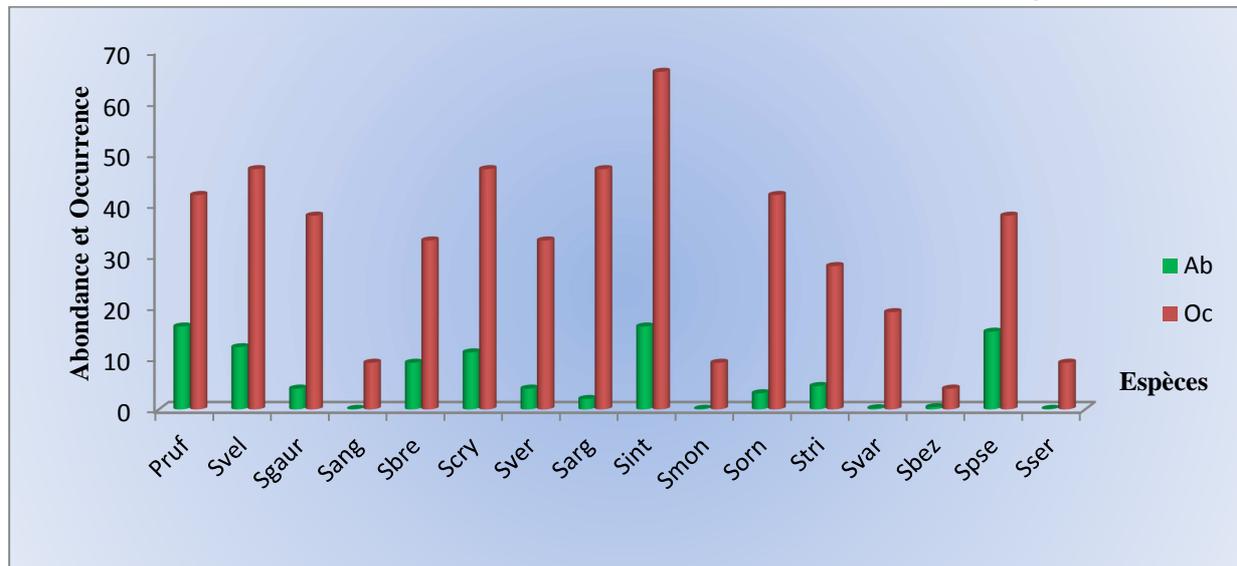


Figure 14 : Abondance et occurrence des espèces

1.4.Indice de SHANNON &WEAVER

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 l'indice de diversité de SHANNON &WEAVER varient entre 0 à 2,63 bits et pour l'indice d'équitabilité les valeurs fluctuent entre 0 et 0,94. Les cours d'eau étudiés présentent en effet dans l'ensemble une diversité spécifique importante (Tableau 7)

Les stations TR2, A3, A4, TK1, TR1, AA, TR3, B1, AI, B2, HB et A2, présentent les valeurs les plus élevées de la diversité réelle. Les valeurs de l'Ish sont comprises entre 1,74 et 2,63 et celles de l'E varient entre 0,61 et 0,94

Les espèces retrouvées dans ces stations sont soit très sensibles à la pollution organique et très exigeante en oxygène ou bien elles sont thermophiles et polluo-résistantes.

Les stations D2, S1, S2 et A5, présentent des indices moins élevés que les précédentes avec respectivement Ish= 1,45 et E= 0,91, Ish= 1,44 et E= 0,72, Ish= 1,63 et E= 0,7, Ish= 1,08 et E= 0,42. Cette diminution de la diversité peut être liée à la présence des rejets domestique ou à des perturbations d'origine anthropique et à l'élévation des températures.

L'influence des rejets sur la faune Simuliidienne se manifeste par une élimination des espèces sensibles à la pollution comme c'est le cas des espèces : *P rufipes*, *S brevidens*, *S cryophilum*, *S vernum* qui sont disparues complètement aux stations de piémont et de basse altitude et la pullulation des espèces qui tolèrent les conditions de milieux extrêmes telles que la pollution, c'est le cas des espèces : *S intermedium*, *S velutinum*, *S argenteostriatum*, *S ornatum*, *S pseudequinum* et *S variegatum* qui présentent des effectifs importants dans l'ensemble des stations.

La station KH présente des valeurs nulles, une seule espèce récoltée (*S. trifasciatum*).

Tableau 7. Indices de SHANNON et WEAVER et d'équitabilité dans les stations étudiées.

Stations	TK1	TR1	TR3	AA	TR2	AI	AO	A1	D1	IA	HB	A2	A3	KH	D2	A4	B1	A5	B2	S1	S2
H'	2,16	2,15	1,91	2,44	2,5	1,74	1,59	1,41	1,26	0,9	2,09	1,84	2,63	0	1,45	2,33	1,84	1,08	2,11	1,44	1,63
E	0,83	0,83	0,82	0,87	0,79	0,87	0,8	0,89	0,8	0,7	0,81	0,92	0,94	0	0,91	0,7	0,61	0,42	0,82	0,72	0,7

1.5. Indice de Similarité de Sorensen

L'analyse du tableau 8 permet de distribuer les Diptères Simuliidae du sous bassin de l'oued Sébaou en deux groupes faunistiques.

A l'amont, près des sources, des espèces vraisemblablement alticoles (> 800 m), sténothermes d'eau froide : *P(P) rufipes* ; *S(N) brevidens* ; *S(N) cryophilum* et *S(N) vernum*. Ces éléments peuvent être présents à des altitudes plus élevées dans d'autres régions de l'Europe méditerranéenne. En revanche, ils semblent ne 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 composé d'espèces plus eurythermes, est inféodé aux milieux de plaine ; il s'agit de *(E) velutinum*, *S(N) angustitarse* ; *S(S) variegatum* ; *S(S) trifasciatum* ; *S(T) bezzii* *S(W) sergenti* et *S(W) pseudequinum*. 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 est plus grande entre les stations de moyenne montagne et de basses altitudes HB, A2, A3, KH, D2, A4, B1, A5, B2, S1, S2 (altitude inférieure à 750 m), les indices calculés varient de 20 % à 88,89%. Ces stations sont toutes situées dans la partie moyenne et inférieures des cours d'eau étudié, 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(N) angustitarse* ; *S(S) variegatum* ; *S(S) trifasciatum* ; *S(T) bezzii* ; *S(W) sergenti* et *S(W) pseudequinum*.

Les stations de haute altitude et les ruisseaux de source TK1, TR1, TR3, AA, TR2, AI, AO, A1, D1 et IA présentent des indices de Similarités moins élevés que les stations d'aval (entre 46.15% et 83.33 %). Toutes ces 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 explique l'installation d'une faune assez proche : *P(P) rufipes*, *S(N) brevidens*, *S(N) cryophilum* et *S(N) vernum*.

L'indice de Similarité est beaucoup plus faible entre les stations d'amont (TK1, TR1, TR3, AA, TR2, AI, AO, A1, D1, IA) et les stations de piémont et d'aval (HB, A2, A3, KH, D2, A4, B1, A5, B2, S1, S2). Cela est lié à la différence des conditions du milieu entre ces stations telles que l'altitude, la pente, la vitesse du courant, le substrat, l'influence anthropique et la végétation, qui sont dissimilaires entre les stations d'amont et celles d'aval.

Il n'existe pratiquement aucune affinité entre les deux groupes faunistiques déterminés.

Les espèces *S(E) gr aureum*, *S(S) argenteostriatum*, *S(S) intermedium*, *S(S) monticola* et *S(S) ornatum*, ont une large distribution altitudinale, elles se rencontrent dans toutes les stations de 60 m à 1300 m.

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

Stations	TK1	TR1	TR3	AA	TR2	AI	AO	A1	D1	IA	HB	D2	A2	A3	KH	A4	B1	A5	B2	S1	S2
TK1	100																				
TR1	50	100																			
TR3	54,55	72,73	100																		
AA	61,54	61,54	83,33	100																	
TR2	80	80	71,43	87,5	100																
AI	40	80	88,89	72,73	61,53	100															
AO	40	80	66,67	54,54	61,54	75	100														
A1	11,11	44,44	50	40	33,33	57,14	28,57	100													
D1	44,44	44,44	50	60	46,15	57,14	57,14	33,33	100												
IA	25	50	57,14	44,44	36,36	66,67	66,67	0	40	100											
HB	66,67	33,33	36,36	46,15	66,67	10	40	22,22	44,44	0	100										
D2	22,22	0	25	20	16,67	0	0	0	0	0	44,44	100									
A2	20	20	44,44	36,36	30,77	25	25	57,14	28,57	0	40	28,57	100								
A3	61,54	30,77	16,67	42,86	37,5	0	18,18	0	20	0	61,54	40	18,18	100							
KH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,57	50	0	0	100						
A4	50	25	13,33	35,29	52,63	0	14,29	0	15,38	0	62,5	46,15	28,57	82,35	18,2	100					
B1	42,86	28,57	15,38	26,67	47,06	0	16,67	0	0	0	57,14	54,55	33,33	66,67	22,2	77,78	100				
A5	66,67	16,67	18,18	30,77	53,33	0	20	0	22,22	0	66,67	44,44	40	76,92	0	75	71,43	100			
B2	50	33,33	18,18	30,77	53,33	0	20	0	0	0	66,67	66,67	20	76,92	28,6	75	85,71	66,67	100		
S1	40	20	22,22	18,18	46,15	0	0	0	0	0	40	85,71	25	72,73	0	57,14	66,67	60	80	100	
S2	36,36	18,18	20	33,33	42,86	0	0	0	0	0	36,36	75	22,22	66,67	0	53,33	76,92	54,55	72,73	88,89	100

1.6. Structure mésologique

Dans ce travail, 14 descripteurs mésologiques sont pris en compte pour caractériser chacune des 21 stations étudiées (tableau 9)

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

Tableau 9 : Caractéristiques environnementales des 21 stations étudiées.

Stations	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vite	Tmax	Tmin	Ripi	Vaqu	GG	SL	Mato	Poll
TK1	1300	38	0,5	0,5	10	3	12	3	2	0	80	20	0	0
TR1	1120	15	0,5	1,5	30	4	10	4	4	0	80	20	0	0
TR3	1100	15	0,3	0,5	10	3	10	4	2	1	90	10	0	0
AA	1080	20	0,5	1	15	4	14	5	3	1	80	20	0	0
TR2	1060	13	1	0,5	10	3	11	5	4	1	90	10	0	0
AI	1010	16	1	1	20	3	16	4	4	1	80	20	0	0
AO	940	13	0,8	1,5	20	4	12	3	4	1	90	10	0	0
A1	920	10	0,5	1	20	3	14	8	4	2	100	0	0	0
D1	900	10	0,5	1	20	3	14	3	3	1	60	40	0	0
IA	800	9,5	1	0,5	15	3	15	4	3	1	50	50	0	0
HB	750	7,5	4	5	30	2	14	7	3	0	90	10	0	0
D2	550	2,5	8	2	30	3	16	5	3	1	70	20	10	1
A2	480	10	3	1,5	20	3	16	9	4	2	90	10	0	0
A3	380	2,5	4,5	4	30	3	28	11	0	2	70	30	0	0
KH	370	3	2	3	30	4	22	10	3	2	50	40	10	0
A4	300	1,5	11	5	30	3	27	11	2	3	70	20	10	1
B1	200	2,5	25	8	20	1	30	9	2	2	50	30	20	1
A5	200	1,4	20	8	30	3	27	11	2	3	70	20	10	1
B2	160	1,2	40	10	30	1	30	11	2	2	50	20	30	1
S1	100	0,2	45	10	40	1	32	11	0	4	30	40	30	2
S2	60	0,6	75	10	40	1	33	12	0	4	30	40	30	2

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte a montré que la plupart des variables sont inter corrélées (Tableau10)

-Altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ;

- Distance à la source, largeur du lit mineur, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), variables liées par une relation décroissante.

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

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

Tableau 10 : Matrice de corrélation entre variables environnementales

	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vite	Tmax	Tmin	Ripi	Vaqu	GG	SL	Mato	Poll
Alt	1	0,86	-0,73	-0,87	-0,76	0,63	-0,93	-0,90	0,62	-0,83	0,70	-0,41	-0,80	-0,77
Pent	0,86	1	-0,52	-0,67	-0,73	0,45	-0,71	-0,73	0,38	-0,68	0,52	-0,31	-0,60	-0,59
Diss	-0,73	-0,52	1	0,88	0,66	-0,80	0,80	0,66	-0,69	0,75	-0,75	0,39	0,92	0,90
Larg	-0,87	-0,67	0,88	1	0,74	-0,80	0,90	0,80	-0,69	0,73	-0,70	0,31	0,90	0,85
Prof	-0,76	-0,73	0,66	0,74	1	-0,42	0,71	0,71	-0,52	0,62	-0,59	0,35	0,66	0,70
Vite	0,63	0,45	-0,80	-0,80	-0,42	1	-0,69	-0,54	0,60	-0,52	0,60	-0,25	-0,79	-0,73
Tmax	-0,93	-0,71	0,80	0,90	0,71	-0,69	1	0,88	-0,77	0,84	-0,76	0,47	0,84	0,80
Tmin	-0,90	-0,73	0,66	0,80	0,71	-0,54	0,88	1	-0,61	0,84	-0,50	0,20	0,68	0,64
Ripi	0,62	0,38	-0,69	-0,69	-0,52	0,60	-0,77	-0,61	1	-0,63	0,67	-0,50	-0,64	-0,68
Vaqu	-0,83	-0,68	0,75	0,73	0,62	-0,52	0,84	0,84	-0,63	1	-0,62	0,34	0,73	0,79
GG	0,70	0,52	-0,75	-0,70	-0,59	0,60	-0,76	-0,50	0,67	-0,62	1	-0,87	-0,81	-0,73
SL	-0,41	-0,31	0,39	0,31	0,35	-0,25	0,47	0,20	-0,50	0,34	-0,87	1	0,41	0,36
Mato	-0,80	-0,60	0,92	0,90	0,66	-0,79	0,84	0,68	-0,64	0,73	-0,81	0,41	1	0,91
Poll	-0,77	-0,59	0,90	0,85	0,70	-0,73	0,80	0,64	-0,68	0,79	-0,73	0,36	0,91	1

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

L'analyse des composantes principales (ACP) réalisée (figure 15) fait apparaître clairement dans l'espace les facteurs significatifs F1 (70%) et F2 (9%), ils prennent en compte 79% de la variance totale.

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

Les variables : distance à la source, largeur du lit mineur, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), matière organique, pollution et la végétation aquatique corrélées entre elles et avec l'axe 1 (en position positive) croissent de l'amont vers l'aval.

La variable fortement corrélée avec l'axe 2, est le sable limon en position positive.

La représentation des stations d'études dans l'espace des mêmes facteurs F1 (88%) et F2 (6%) avec un totale de (94%) (Figure 16) montre une opposition entre :

- ✓ Les stations d'amont (AO, TR1, TR2, TR3, TK1, HB, IA, A1, AA, D1, AI) en position négative par rapport à l'axe F1, liée principalement aux paramètres altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier et ripisylve ;
- ✓ Les stations de piémont et de plaine (D2, A2, KH, A3, A4, B1, A5, B2, S1, S2) en position positive sur axe F1, liée aux paramètres distance à la source, largeur du lit, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), matière organique, pollution et la végétation aquatique.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des paramètres montre globalement deux groupes (figure 17) :

Groupe 1: présente les paramètres d'altitudes (altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier et ripisylve) liée principalement aux stations d'amont (AO, TR1, TR2, TR3, TK1, HB, IA, A1, AA, D1, AI)

Groupe 2 : correspond aux paramètres de piémont et de plaine (distance à la source, largeur du lit, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), matière organique, pollution et la végétation aquatique) sont des caractéristiques des stations (D2, A2, KH, A3, A4, B1, A5, B2, S1, S2).

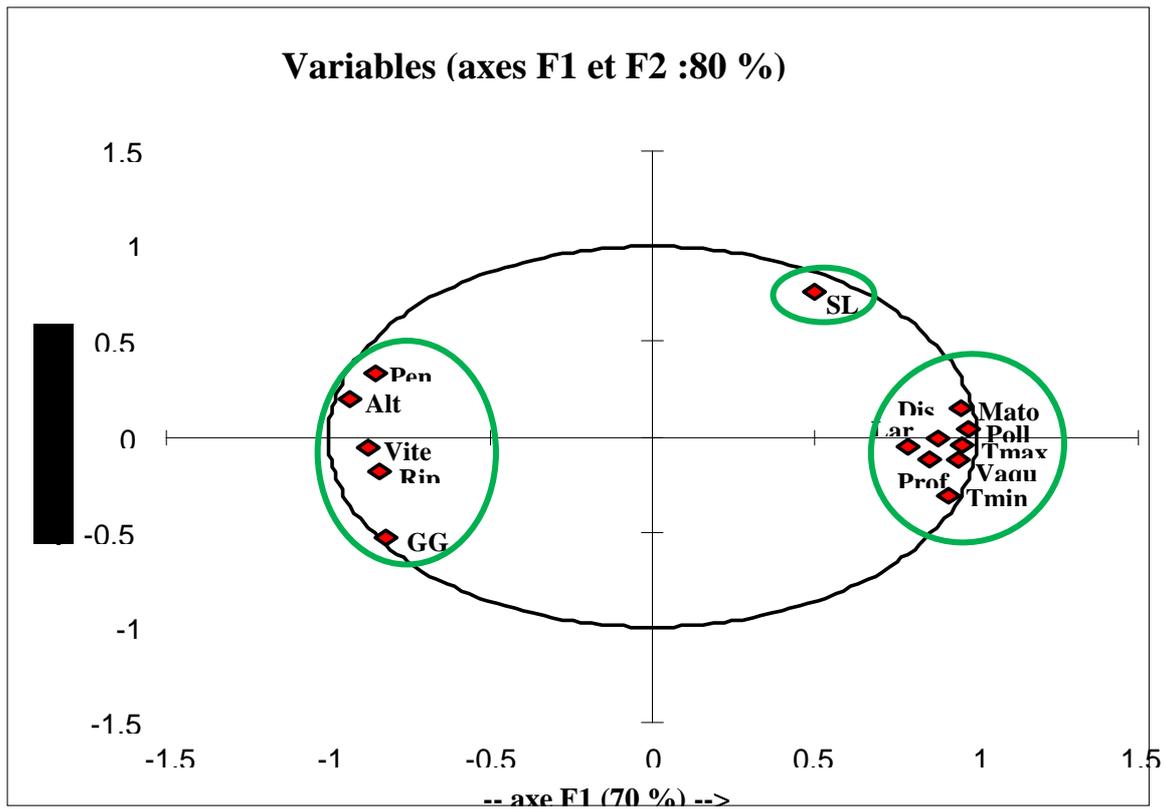


Figure 15: ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux

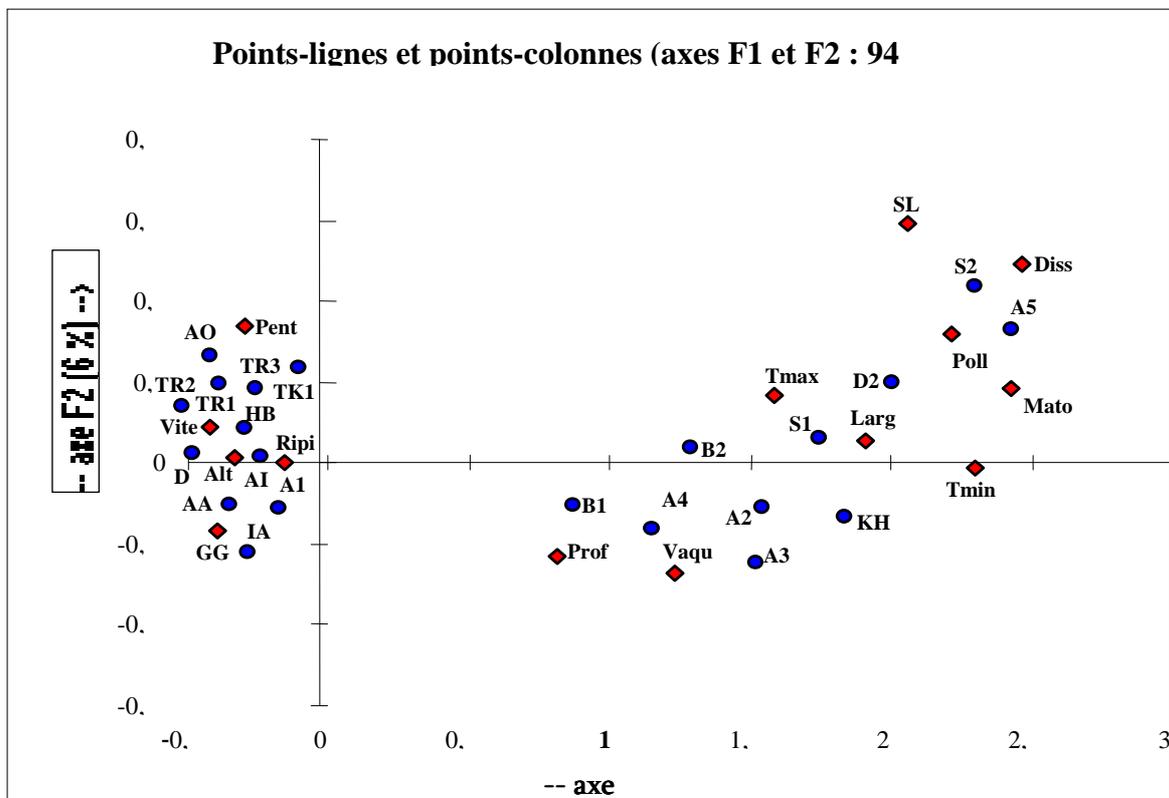


Figure 16: Analyse factorielle des correspondances réalisée sur les 21 stations et les 14 paramètres environnementaux.

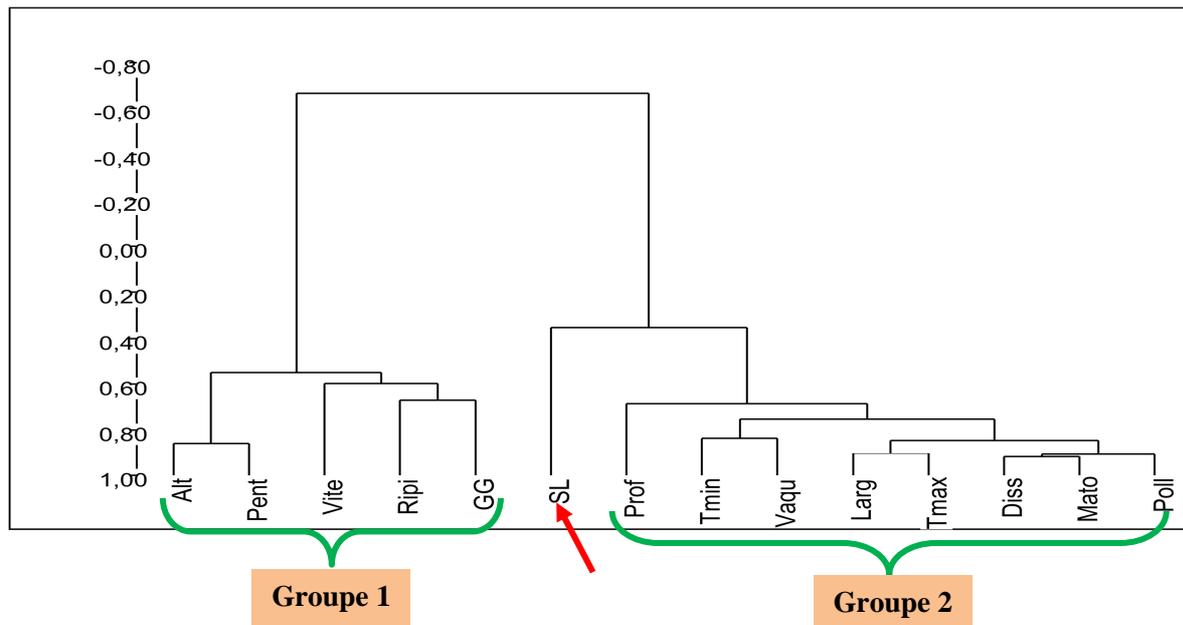


Figure 17 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.

1.7. Structure du peuplement

Cette analyse a été réalisée à partir de la matrice des abondances des 16 espèces dans les prélèvements réalisés dans les 21 stations. Les pourcentages d'inertie des axes 1 (38 %) et axe 2 (15 %) avec un total de 53 %, représentent l'essentiel de l'information faunistique (Figure 18).

La projection des points de nuage sur l'axe 1 montre que les données faunistiques sont classées en fonction de leur localisation sur les cours d'eau selon un gradient orienté progressivement amont-aval.

La lecture de la figure 18a fait apparaître sur l'axe 1 une opposition entre les stations d'altitude (TK1, TR1, TR2, TR3, AA, IA, AI, A1, AO, D1, HB) en position positive et les stations de moyenne et de basse altitude (D2, B1, B2, A2, A3, A4, A5, KH, S1, S2) en position négative sur le même axe.

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

● Noyau 1

Groupement 1 : il comprend principalement les espèces inféodées aux stations des cours d'eau d'altitude (TK1, TR1, TR2, TR3, AA, IA, AI, A1, AO, D1, HB), Il s'agit de *P (P) rufipes* ; *S (N) brevidens* ; *S (N) cryophilum* ; *S (N) vernum* ; *S (E) gr aureum* ; *S (S) argenteostriatum* et *S(S) monticola*, espèces à la fois crénophiles et rhithrophiles.

Ces éléments manifestent une affinité plus forte pour les habitats d'altitudes caractérisés par un substrat grossier à dominance de galets, graviers, vitesse de courant rapide à très rapide et une tendance nette à la rhéophilie.

Ce groupe représente bien la zone des sources et ruisseaux froids qui en sont issus, de faible amplitude thermique, ce qui est cohérent sur le plan écologique.

■ Noyau 2

Groupement 2 : il rassemble les espèces des stations de piémont et de basse altitude (D2, B1, B2, A2, A3, A4, A5, KH, S1 et S2), il s'agit de *S(S) intermedium* ; *S(S) ornatum* ; *S(E) velutinum* ; *S(N) angustitarse* ; *S(S) variegatum* ; *S(S) trifasciatum* ; *S(T) bezzii* ; *S(W) sergenti* et *S(W) pseudequinum*. Ces espèces présentent les mêmes valences écologiques ainsi que la même préférence thermophile.

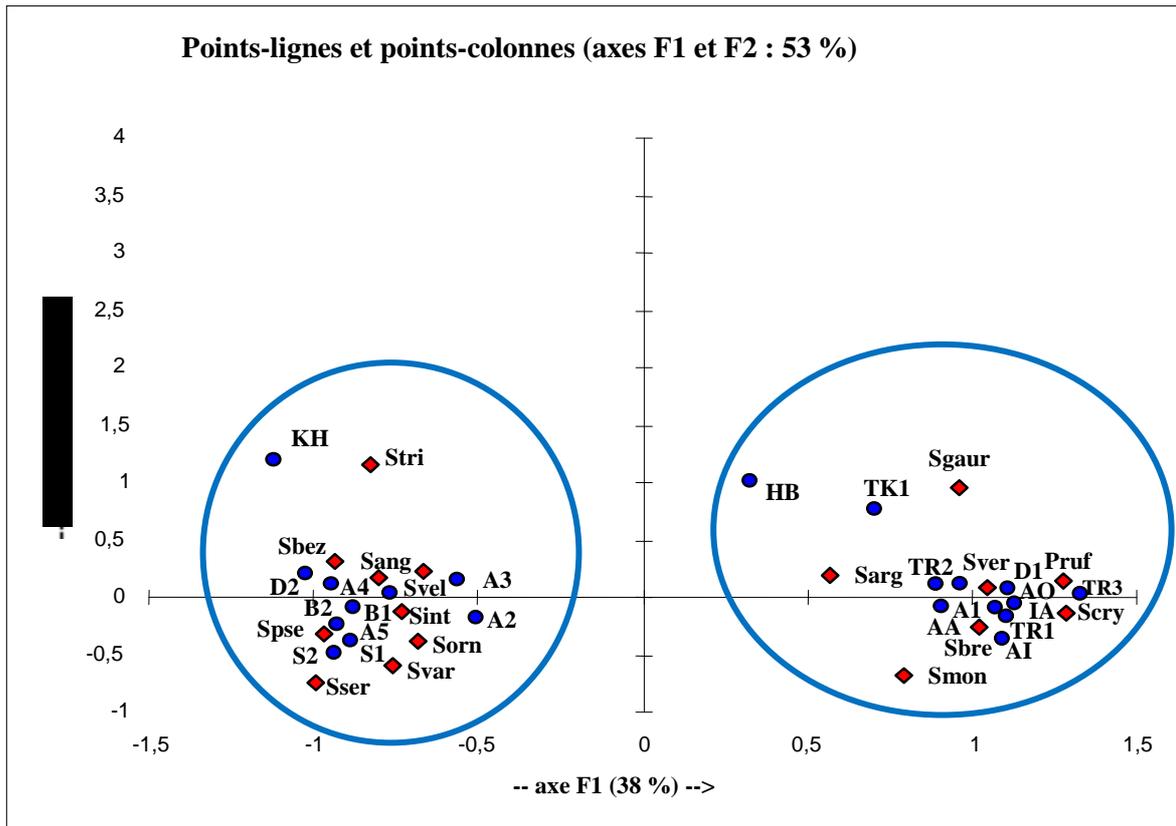


Figure 18: Distribution d'affinité des espèces et des stations dans le plans factoriel F1 et F2.

2. Autoécologie des espèces recensées

L'étude des Diptères Simuliidae dans les différents cours d'eau de la Grande Kabylie, nous a permis de recenser 6084 individus se présente en deux genres et répartis en 16 espèces.

Dans la plupart des écosystèmes lotiques, les Simuliidae constituent souvent la famille qui domine en effectif la communauté d'invertébrés.

Ces insectes présentent une large valence longitudinale, ils colonisent bien les milieux de haute altitude et aussi les milieux de piémont et de basse altitude.

➤ *Prosimulium (Prosimulium) rufipes* (MEIGEN, 1838)

Elle est connue de l'Europe centrale et méridionale et présente jusqu'à la Sicile, elle est signalée pour la première fois en Afrique du Nord par LOUNACI & al. (2000), puis découverte dans le Rif (Maroc) par BELQAT & al. (2001).

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

En Algérie cette espèce est particulièrement abondante dans un ruisseau calcaire de la Kabylie du Djurdjura (Tizi-N'kouilal) à 1300m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996).

P. (P.) rufipes est une forme rhéophile, affectionne aussi bien les rivières que les ruisselets de source, où elle se tient de préférence dans les eaux bien oxygénées, à écoulement rapide, parfois même torrentiel. Cela explique leur présence uniquement dans les stations de haute altitude et les torrents de montagne et strictement absente dans les stations de piémont et de basse altitude.

En effet Dans ce travail, cette espèce est présente dans 9 stations dont les altitudes dépassent 900 m (AI, TR1, TR2, TR3, AA, D1, AO, IA, TK1) avec un total de 976 individus.

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

L'espèce possède une vaste distribution de types paléarctique occidental. Selon JARRY (1973), c'est la simulie la plus adaptée aux contrastes du climat méditerranéen. D'ailleurs elle recouvre la région de la méditerranée Occidentale : l'Espagne, le Sud de la France, l'Italie et l'Afrique du nord (CLERGUE-GAZEAU & al. ; 1991)

Au Maroc comme en Tunisie, BOUMAIZA & CLERGUE-GAZEAU (1986) et CLERGUE-GAZEAU & al. (1987), ont souligné son degré d'Eurytopie élevé et ses densités au-dessous de 1600m d'altitude.

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

Dans ce travail, *S. (E.) velutinum* est très abondante dans les stations de basse altitudes, B1, B2, A3, A4, A5, S1, S2 avec un total de 676 individus, à l'exception cette espèce est présente dans trois stations d'amont qui sont : TR2, HB et TK1 avec un total de 67 individus.

➤ *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.

Dans cette étude, nous avons 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.

➔ ***Simulium (Nevermannia) angustitarse*** (LUNDSTRÖME, 1911)

IL s'agit d'une espèce à large distribution géographique: Europe, URSS et Afrique du Nord. Cette espèce se rencontre surtout dans les milieux du potamale et elle a des préférences pour les cours d'eau de moyenne altitude (300 m à 500m) à courant modéré et à fond vaseux renfermant une végétation phanérogamique submergée.

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.

Effectivement dans cette étude, cette espèce est représentée par 5individus seulement récoltés dans deux stations A3 et A4.

➔ ***Simulium (Nevermannia) brevidens*** (RUBTSOV, 1956)

Décrite de Russie, elle a été signalée par GIUDICELLI *et al.*(2000) dans le Haut-Atlas marocain. *S (N) brevidens* est une espèce sténotherme d'eau froide (RIVOSECCHI, 1978).

Au Maroc, elle est citée des ruisselets de sources, des ruisseaux temporaires entre 1500 et 2100m d'altitude et à des températures comprises entre 7 et 17°C (BOUZIDI, 1989in KACI MOUSSA, 2003).

En Algérie LOUNACI &*al.*(2000) et MEBARKI (2001), la qualifient d'espèce de source et des ruisseaux froids et d'haute altitude(1300-1500m). Dans ce travail, cette espèce est représentée par 551 individus, récoltés dans 7 stations AI, TR1, TR2, TR3, AA, AO, IA entre 800 m 1120 m et d'altitude.

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

Selon AÏT MOULOUD (1987)et LOUNACI (1987), cette espèce est a très vaste répartition paléarctique qui va de l'URSS à l'Angleterre. Elle se trouve en méditerranée occidentale : Italie, Sicile, Sardaigne, Corse, Tunisie, Algérie et Maroc.

Dans ses travaux sur les simules, CLERGUE- CAZEAU (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 elle est signalée pour la 1^{er} fois par BAILLY- CHOUMARA *et al.* (1970).

En Tunisie, *S(N) cryophilum* est très abondante, elle affectionne les cours d'eau à fonds pierreux et les ruisseaux à courant vif et bien oxygéné (BOUMAIZA et CLERGUE-CAZEAU, 1986).

En Algérie, cette espèce est largement présente est assez fréquente dans les cours d'eau de la grande Kabylie. LOUNACI (2005), l'a signalé dans les stations de sources entre 1200 et 1680 m d'altitude et dans un torrent de moyenne montagne (480 m-920 m) à fond pierreux, à courant rapide à moyenne et à des températures maximales ne dépassant pas 19°C.

Cette espèce est récoltée dans les 10 stations d'altitude entre 480 m et 1120 m avec un effectif assez élevé (704 individus).

➤ ***Simulium (Nevermannia) vernum*** (MACQUART, 1826)

S (N) vernum est une espèce à distribution européenne. Elle est connue d'Algérie, de Tunisie et du Maroc.

Cette espèce présente dans les ruisseaux de source à une amplitude altitudinale : 900-1800m. Elle fréquente les massifs montagneux ou les stades prés-imaginaux se rencontrent de façon générale, dans les petits cours d'eau à fond de graviers et de pierres (GRENIER, 1953).

En Algérie comme au Maroc et en Tunisie, cette espèce se cantonne dans les sources, les ruisselets de sources ou les torrents froids (LOUNACI, 1987 et CLERGUE- CAZEAU & al., 1991).

En effet cette espèce compte 266 individus, récoltés dans 7 stations qui sont : AI, TR1, TR2, TR3, AA, TK1, A1 entre 920 m et 1300 m d'altitude.

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

Espèce paléarctique, elle est connue de l'Europe centrale et méridionale, de l'URSS, d'Algérie et aussi de Tunisie. Elle est signalée dans la Kabylie du Djurdjura par LOUNACI (1987), AÏT 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.

Dans les Pyrénées, LAVANDIER (1976), VINCON & CLERGUE- GAZEAU (1988) notent que cette espèce est rare dans les différentes récoltes, alors qu'en Kabylie du Djurdjura, MEBARKI (2001), l'a qualifié d'assez abondante mais très localisée.

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).

En revanche, notre étude montre que cette espèce est présente dans les cours d'eau de haute altitude ; TR1, TR2, AO, TK1 et HB entre 750 m et 1300 m avec un total de 102 individus et aussi dans les stations de basse altitude ; B1, B2, A3, A4, A5 entre 160 m et 380 m avec un total de 24 individus.

➡ ***Simulium (Simulium) intermedium*** (ROUBAUD, 1906)

C'est une espèce à large distribution recouvrant l'Europe centrale et occidentale et la bordure méditerranéenne.

Elle est eurytherme à large répartition altitudinale (60 m -1300 m). Elle peuple divers biotopes même ceux affectés par la pollution organique et l'élévation des températures (LOUNACI, 1987 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 et MEBARKI, 2001).

Cette espèce est représentée par 982 individus récoltés dans les stations de haute altitude TR2, TR3, AA, TK1, HB et dans les stations de piémont et de basse altitude B1, B2, D2, A2, A3, A4, A5, S1 et S2.

➡ ***Simulium (Simulium) ornatum*** (MEIGEN, 1818)

Espèce à large distribution paléarctique. *S(S) Ornatum* et 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 cette étude, la récolte de cette espèce est notée dans différentes stations de montagne et de basse altitude, ce qui confirme son caractère d'ubiquiste et à large valence écologique.

➡ ***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 deux stations : on enregistré 3 individus dans la station A1 et 3 individus à la station A2.

✦ *Simulium (Simulium) trifasciatum* (Curtis, 1839)

Espèce à distribution paléarctique, elle est connue d'Espagne, de France, de Grande-Bretagne, d'Italie, d'Autriche, de Tchécoslovaquie et du Maroc.

S. (S.) trifasciatum, paraît cantonner les petits ruisseaux de faible altitude (150 m - 520m) à fond pierreux, à courant lent et à végétation abondante (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975).

Au Maroc, dans le Rif, cette espèce apparaît 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.

En Kabylie, cette espèce est représentée par 288 individus, répartis sur différentes stations allant de 160 m d'altitude à 750 m d'altitude : KH, B1, B2, D2, HB et A4.

✦ *Simulium (Simulium) variegatum* (MEIGEN, 1818)

Espèce très commune dans les cours d'eau de l'amont et de piémont de toute la zone paléarctique. Elle est assez rare en Afrique du Nord ou elle n'a été trouvée que dans le haut Atlas (BAILLY-CHOUMARA & BEAUCOURNU-SAGUEZ 1978, 1981).

S (S) variegatum se trouve en Europe, au Maghreb, d'ailleurs elle est signalée au Maroc et en Algérie.

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

Dans nos résultats, cette espèce est présente dans quatre stations de piémont B1, A2, A4 et A5 avec de faibles effectifs (12 individu) et elle est totalement absente dans les stations d'altitudes.

✦ *Simulium (Tetisimulium) bezzii* (cortis, 1914)

S (T) bezzii se présente sur tout le bassin méditerranéen, elle est signalée en France, en Italie, en Algérie, en Espagne et au Maroc.

C'est une espèce hemsténotherme, elle se trouve dans les cours d'eau d'altitude et de piémont.

D'après GRENIER(1953), les larves et les nymphes se rencontrent en courant très rapide entre 300 m et 2000m d'altitude.

Dans le bassin de la Tafna (Ouest Algérien), GRENIER et CLERGUE-GAZEAU(1988) 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 seule station A4 avec 28 individus.

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

Cette espèce se distribue largement à travers la région paléarctique. Elle est d'origine orientale, sa répartition couvre une aire continue : Nord-ouest de l'Inde, Balkans, URSS et tout le pourtour du bassin méditerranéen.

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

Nos résultats vont dans le même sens, cette espèce est notée seulement dans les stations de plaine et totalement absente dans les stations d'altitude.

➔ ***Simulium (wilhelmia) sergenti*** (EDWARDS 1923)

Espèce ibéro-maghrébin, elle a été décrite d'Algérie depuis longtemps (Alger et Biskra) par EDWARDS (1923).Sa limite du Nord se situe au Portugal et au sud de l'Espagne.

Cette espèce est eurytherme, elle se trouve dans des milieux variés de basse altitude. Son abondance paraît maximale dans les cours d'eau de piémont aux débits élevés (GAGNEUR & CLERGUE-GAZEAU ,1988).

En Kabylie, LOUNACI (1987) l'a noté entre 120 m et 450m d'altitude où les larves et les nymphes sont observées le plus souvent sur les feuilles, les herbes, les algues et sur les pierres dans des biotopes dépourvus de végétation.

LOUNACI-DAOUDI (1996), l'a qualifié d'eurytherme puisqu'elle tolère de grandes variations de températures (9-30°C).

Dans cette étude, nos observations concordent avec celle des auteurs précédents. Cette espèce est notée seulement dans deux stations de plaine (B1 et S2) et absente dans les stations d'altitude.

Discussion

La faune Simuliidienne récoltée dans les 21 stations d'études durant les 3 campagnes de prélèvement entre Janvier et Mai 2016 est composée de 16 espèces: *P (P) rufipes*, *S (E) velutinum*, *S (E) gr aureum*, *S (N) brevidens*, *S (N) cryophilum*, *S (N) vernum*, *S (N) angustitarse*, *S (S) argenteostriatum*, *S (S) trifasciatum*, *S (S) intermedium*, *S (S) ornatum*, *S (S) variegatum*, *S (S) monticola*, *S (T) bezzii*, *S (W) pseudequinum* et *S (W) sergenti*

Cette richesse spécifique est relativement faible, comparée à celle retrouvée dans d'autres travaux plus étendus dans le temps en Algérie (GAGNEUR & CLERGUE-GAZEAU, 1988 ; LOUNACI et al., 2000 ; LOUNACI- DAOUDI, 1996), au Maroc (BELQAT et al., 2008., BAILLY CHOUMARA et BEAUCOURNU SAGUEZ, 1978), en Tunisie (BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU, 1986) et en Europe (VINCON & CLERGUE-GAZEAU, 1993).

L'ensemble de la faune Simuliidienne est représentée par 22 espèce en Algérie. Cette richesse spécifique est également comparable à celle du Haut-Atlas marocain (24 espèces), de Corse (14 espèces) et de Sicile (15 espèces), mais reste toujours faible à celle de l'Europe : Pyrénées seulement (25 espèces) (VINÇON et CLERGUE-GAZEAU, 1988).

La richesse spécifique des Diptères Simuliidae est moyenne à proximité des sources (5 à 7 espèces), maximale en moyenne montagne (10 espèces) et assez faible en plaine (1 à 5 espèces).

S. intermedium, *S. ornatum* et *S. pseudequinum* sont les formes les plus communes et les plus ubiquistes d'Europe. Elles sont eurythermes, Eurytopes et polluo résistantes. Elles sont également très fréquentes dans tout le Maghreb.

P. rufipes, *S. brevidens*, *S. monticola* et *S. vernum* sont montagnardes, sténothermes d'eau froide et exclusives des ruisseaux de source. *S. cryophilum* est également sténotherme, mais ses limites altitudinales inférieures sont beaucoup plus élevées que celles des espèces précédentes

Dans les zones de piémont et de basse altitude, *S. variegatum*, *S. gr. aureum*, *S. angustitarse*, *S. trifasciatum*, *S. sergenti* et *S. argenteostriatum* sont caractéristiques, elles sont rhéophiles et à tendance thermophiles. L'espèce *S. (S.) bezzii* est rare dans nos échantillons, elle est représentée seulement dans une station (A4), c'est une espèce orophile signalée le plus souvent à haute altitude en Europe (CLERGUE-GAZEAU et CASAGNES, 1986 ; VINCON & CLERGUE-GAZEAU et al., 1988 ; CERIGHINO & LAVANDIER, 1997 et LOUNACI et al., 2000).

S. pseudequinum, *S. intermedium* et *S. velutinum* sont de loin les espèces les plus abondantes et les plus fréquentes des milieux de basses altitudes (< à 500 m).

L'analyse de la structure du peuplement du réseau hydrographique étudié a permis de montrer que les milieux de piémont et de basse altitude (60 m – 750 m) sont les plus diversifiés (Ish compris entre 1,63 et 2,63). Ils sont caractérisés par une vitesse du courant de

moyenne à modérée, des températures assez élevées, un substrat hétérogène à dominance de galets, une végétation aquatique peu abondante et une ripisylve importante.

Les stations des ruisseaux d'altitudes sont relativement peu diversifiées. Elles présentent une faune caractéristique où les formes sténothermes dominent. Leurs indices de diversité est compris entre 0,9 et 1,91 à l'exception des stations TR2, AA, TK1 et TR1, TR3 dont les Ish respectifs sont de 2,50, 2,44, 2,16, 2,15, 1,91.

La station TR2 est la plus diversifiée. Elle est caractérisée par un écoulement rapide, une ripisylve dense, un substrat grossier (à dominance de galets et de graviers) et des températures maximales d'été les plus basses. Cette station présente le plus grand nombre d'espèces de Simulies (9 espèces).

La station TR3 est, au contraire la moins diversifiée. La faible valeur de l'Ish obtenue résulte de la faible richesse spécifique observée dans cette station (5 espèces) et de la dominance de l'espèce *P. rufipes* (130 individus).

En plaine, dans les stations S1 et S2, les valeurs des Ish sont également faibles : respectivement 1,44 et 1,63. En effet, les élévations de température, l'accumulation des rejets urbains et les réductions des débits défavorisent le développement d'un grand nombre d'espèces. La faune de ces milieux est caractérisée par la disparition de la plupart des espèces des cours moyens et supérieurs et seules, se développent les espèces eurhythmes, généralement très fréquentes et très abondantes telles que *S. pseudequinum*, *S. intermedium*, *S. velutinum*.

La distribution spatiale des Diptères Simuliidae du réseau hydrographique étudié est sous la dépendance de facteurs environnementaux. Les variations observées dans la structure des communautés dépendent plus ou moins directement des modifications de ces facteurs.

La projection des variables environnementales sur le plan F1-F2 (Figure 15) met en évidence l'importance prépondérante de ces variables dans la structure des communautés. L'axe 1 décrit un gradient décroissant de l'altitude, de la vitesse du courant, de la granulométrie du substrat et de la ripisylve.

En altitude, les habitats sont caractérisés par une granulométrie formée de gros galets et de graviers et des vitesses d'écoulement moyenne à rapide. Ils sont colonisés par des espèces parfaitement adaptés : rhéophiles, alticoles et sténothermes d'eau froide. En position positive sur le même axe, les habitats sont plus diversifiés. Ils sont caractérisés par un substrat hétérogène et présence de matières organiques, des vitesses lentes. Ils sont colonisés par une faune abondante et assez diversifiée.

De tout ce qui précède, il faut signaler que les résultats obtenus proviennent de prélèvements réalisés au sein de chacune des stations dans différents faciès. Ces derniers sont choisis arbitrairement selon la nature du courant (très rapide, rapide, moyen et lent). Ceci serait sans doute à l'origine de la variabilité de la répartition de la faune analysée.



Conclusion

L'analyse du peuplement Simuliidien de 21 stations choisies de l'amont vers l'aval des deux sous bassins versant : l'Oued Aissi et l'Oued Boubhir, à des altitudes comprises entre 60 m et 1300 m, s'est avérée d'un grand intérêt sur un certain nombre de points.

Trois campagnes de prélèvement réalisées dans les 21 stations nous ont permis la récolte d'un grand nombre d'individus 6084 appartenant à 2 genres et 16 espèces.

Les espèces Simuliidiennes les mieux abondantes sont : *S (S) intermedium* (982 individus) ; *S (W) pseudequinum* (949 individus) ensuite *P (P) Rufipes* (976 individus) ; *S (E) velutinum* (746 individus) ; *S (N) cryophilum* (704 individus) et enfin *S (N) brevidens* (551 individus).

Les espèces moyennement abondantes sont : *S (S) Trifasciatum* (288 individus), *S (N) vernum* (266 individus) ; *S (S) argenteostriatum* (126 individus) ; *S (S) ornatum* (192 individus) et enfin *S (E) gr aureum* (244 individus).

Enfin, les espèces les moins abondantes sont : *S (T) bezzii*, *S (S) variegatum*, *S (W) sergenti*, *S (S) monticola* et *S (N) angustitarse* qui sont faiblement représentées avec respectivement 28, 12, 9, 6 et 5 individus.

L'analyse statistique de la répartition spatiale a mis en évidence une organisation des espèces selon leur présence et leur abondance dans les différents prélèvements réalisés. En effet la variabilité des caractéristiques physiques des habitats offerts dans chacune des stations détermine la distribution des Simuliidae.

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

Les données obtenues dans le présent travail constituent une contribution importante dans les recherches sur les Simuliidae d'Algérie. Des études plus étalées dans le temps et dans l'espace sont nécessaires pour compléter les données biologiques et écologiques des Simuliidae de la Grande Kabylie.

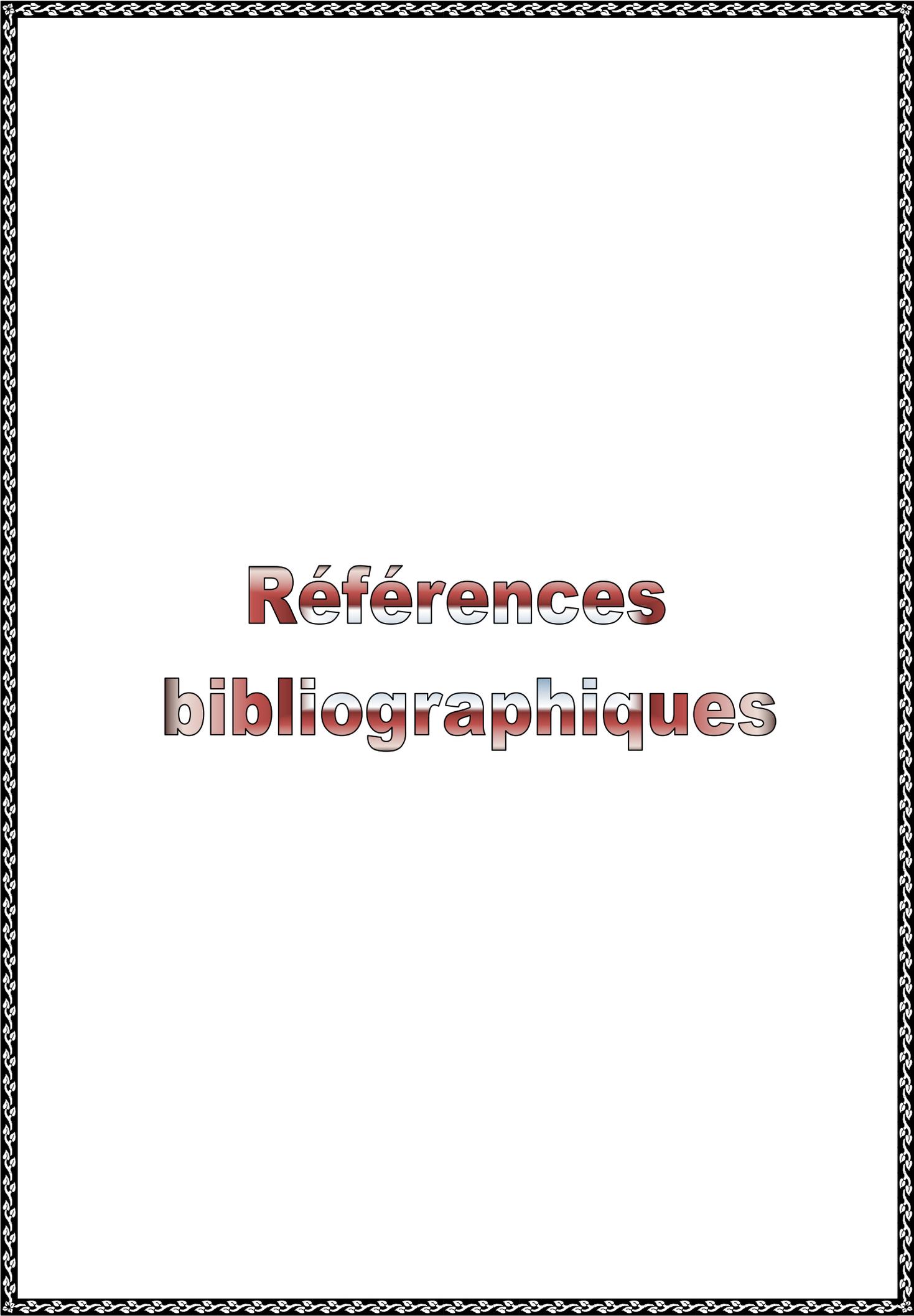
Sur la base des travaux réalisés sur les Simuliidae de la Grande Kabylie, ce peuplement peut se révéler d'un grand intérêt et à plusieurs titres :

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

- Certaines espèces définissent un type de cours d'eau ou zone écologique telles que :
 - ✓ *P (P) rufipes* affectionne aussi bien les rivières que les ruisselets de source.
 - ✓ *S (W) pseudequinum* semble être caractéristique des cours d'eau de piémont et de plaine.

D'autres espèces sont indicatrices du régime thermique des cours d'eau telles que :
S (N) vernum et *S(N) brevidens* qui apparaissent dans les milieux où les courants sont les plus forts... etc.

L'approfondissement d'une étude des bassins versants de l'Oued Sébaou, par des prélèvements réalisés sur une période plus longue et l'élargissement d'un tel recensement à d'autres bassins versants et prospector de façon plus approfondie un plus grand nombre de sources et ruisseaux reste à réaliser. Cela permettrait de compléter l'inventaire faunistique, et pourrait contribuer à une meilleure connaissance de la taxonomie et de l'écologie des Diptères Simuliidae d'Afrique du Nord.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

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

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

ABDESSELAM M ; 1995. Structure et fonctionnement d'un Karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidentale (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Comté : 233p.

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, pp : 118.

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

BAILLY- CHOUMARA H ; BERNARD M R ; GRENIER P ; LEROY- MORET M. C et MOUCHET J., 1970. Notes faunistiques sur les Simulies (Diptéra, Simuliidae) du Nord de la Tunisie .C .a. h. O.R.S.T.O.M. ser. Ent. Med. Parasitol, 8(4), pp: 377-388.

BAILLY-CHOUMARA H. & BEUCOURNU-SAGUEZ F., 1978. Contribution à l'étude des Simulies (Diptera, Simuliidae) du Maroc. 1. Le Rif. Bull. Inst. Scient. Rabat, 3 : 121-144.

BAILLY-CHUMARA H. & BEUCOURNU-SAGUEZ F., 1981. Contribution à l'étude des Simulies (Diptera, Simuliidae) du Maroc. 2. Le Haut Atlas. Bull. Inst. Scient. Rabat, 5 : 39-57.

BARBAULT R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson Ed. Paris : 208 p.

BARBAULT R., 1995. Ecologie des populations et des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2^{ème} édition-Masson. Paris-Milan-Barcelone. PP : 15-19.

BEUCOURNU SAGUEZ F., 1975. Récoltes de Simulies (Diptera, Simuliidae) dans le sud et de l'Espagne. Ann. Soc. Ent. Fr, (N.S) ,11 (1), pp : 73- 89.

BELQAT., 2002. Etude systématique, écologie des Simulie (Diptera Simuliidae) du Maroc cas particulier du Rif. Thèses Doctorat, université Abdelmalek essaadi. PP : 91-243.

BELQAT & DAKKI., 2004. Clés analytiques des Simulies (Diptera du Maroc). Zool. baetica, 15: 77-87.

BELQAT B. & ADLER P. 2001. Ecologie et Biogéographie du genre *Prosimulium* Roubaud (Diptera, Simuliidae) dans le Rif (Nord du Maroc). Zoologica baetica, 12, 119-134.

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

Références bibliographiques

BOUKHATEB Y ; 2013. Etude des Diptères Simuliidae de la haute Tafna (Nord-Ouest algérien). Mémoire master, en pathologie des écosystèmes, Université de Tlemcen : 38p.

BOULUNIER T., NICHOLAS J.D., 1998. Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. The ecological society of America: 1018. Ecology 73 (3).

BOUMAIZA CLERGUE – GAZEAU M., 1986. M., Les Simuliidae (Diptera , Nématocéra) de la Tunisie. II. Clés pour la reconnaissance des espèces actuellement recensées. Archs. Inst. Pasteur . Tunis, 3(4), pp : 601-631.

CHAOUI-BOUDGHANE BENDIOUIS C ., BELQAT B., HASSAINE-ABDELLAOUI K & YADI B., 2012. Check- List des Simulies (Diptera: Simuliidae) d'Algérie, n°50, PP:305-308.

CHERAIRIA, M ., ADLER, P.H. & SEMRAOUI, B. (2014). Biodiversity and bionomics of the black flies (Diptera: Simuliidae) of Northeastern Algeria. Zootaxa, 37 (96), 166-174.

CLERGUE- GAZEAU (M). 1987. Influence du climat Méditerranéen sur la faune Simuliidienne (Diptera, nématocéra, d'une rivière Pyrénéenne : la Massane. Ecologia méditerranéa. Tome XIII, Fasc.

CLERGUE-GAZEAU M., 1991. Clés de détermination des Simulies (Diptera, Simuliidae) des Pyrénées. Annis Limnol. 27 (3) : pp : 267-286.

CLERGUE-GAZEAU, M. & BOUMAIZA, M., 1986. Les Simulies (Diptera, Nematocera) de la Tunisie. II. Clés pour la reconnaissance des espèces actuellement recensées, Archives Institut Pasteur Tunis, 63(4) : pp : 601-631.

CLERGUE-GAZEAU et CASAGNES, 1986. Les Simuliidae (Diptera : Nematocera) de la Neste d'Aure (Pyrénées Centrales). I. Impact des aménagements hydroélectriques dans la haute vallée.

CLERGUE- GAZEAU M ; LEK S ; 1991. Les Simulies d'Afrique du nord, nouvelles données sur la répartition de la faune du Maroc et biogéographie des espèces Maghrébines (Diptera, Simuliidae). Rev. Hydrobiol. Rap 24 (1), pp: 47- 59.

CROSSKEY., 1960. A taxonomic study of the larvae of West African Simuliidae (Diptera, Nematocera) with comments on the morphology of the larval black-fly head. Bull. Brif. Mus., Nat. Hist., Ent., 10, 1 : 1-74.

EDWARDS, F.W., 1923. One some Algerian species of Simulium. British Museum.Ent. Meddeleser, (Natural history), I (4). PP: 647-653.

DAJOZ R., 1979. Précis d'écologie, paris, G.V:549 p.

DAJOZ R., 1985. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5^{ème} édition. Gauthier Villard. Paris : 505 p.

Références bibliographiques

DECAMPS H., LARROUY G. et TRIIVELLATTO D., 1975. Approche hydrodynamique de la micro-distribution d'invertébrés benthiques en eau courante.

GAGNEUR J. & CLERGUE-GAZEAU M. 1988. Les Simulies d'Algérie (Diptera ; Simuliidae). Premiers données bibliographiques et écologie sur les espèces de l'Ouest Algérien. *Annals limnol*, 24 (3). PP : 275-284.

GIUDICELLI J ; BOUZIDI A et AIT ABDELAALI N ; 2000. Contribution à l'étude faunistique et écologique des simulies (Diptera : Simuliidae) du Maroc. IV. Les simulies du Haut Atlas. Description d'une nouvelle espèce. *Annales de Limnologie*, 36. PP :57-80.

GRALL J. & HILLY C., 2003. Traitement de données stationnelles (faune). Robert. FT 10 (1). Doc.

GRENIER P ; 1953. Simuliidae de France et Afrique du Nord. P. Lechevalier. Ed. pars, PP: 139- 159.

JARRY D., 1973. Contribution à l'étude des Simulies du Languedoc- Roussillon, II de quelques espèces des Pyrénées orientales. *Annal. Parasitol. Humaine et comp.* 48 (5), pp : 703- 712.

KACI MOUSSA M ; 2003. Faunistique, écologie et biogéographie des Diptères simuliidae du Maghreb. Thèse Magister, en écologie animale et environnement, U.M.M.T.O : 47p.

LAVENDIER P. 1976. Premières données sur la répartition des Simuliidae (Diptera, nématocéra) dans la vallée d'Aure (haute Pyrénées, France). *Bull. soc. Hist. Nat. Toulouse*, 112 (1- 2), pp : 89- 95.

LEGENDRE L. & LEGENDRE P ; 1979. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2^{ème} Edition Masson, Paris : 206 p.

LEPORI A ; 2013. *L'Onchocercose : Données Actuelles et nouvel horizon thérapeutique.* Thèse doctorat d'Etat en Pharmacie, Université de LORRAINE, 106 P.

LOUNACI A., 1987. Recherches hydrobiologique sur les peuplements d'invertébrés du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse U.S.T.H.B, Alger, p: 113.

LOUNACI A., 2005. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie), Thèse doctorat d'état en Biologie, U.M.M.T.O: 209 p.

LOUNACI A, BROSSE S, THOMAS A. & LEK S. 2000. Abundance, diversity and community structure of macro-invertebrates in an Algerian stream: the Sebaou wadi *Annl's Limnol*; 36 (2). PP: 123- 133.

Références bibliographiques

LOUNACI-DAOUDI D., 1996. Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de magister. Université Mouloud Mammeri, 152p.

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

MEBARKI M ; 2001. Etude hydro-biologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : Faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthique. Thèse de Magistère U.M.M.T.O, p : 178.

MEDDI M., MEDDI H., MAHR N & HUMBERT J., 2007. Quantification des précipitations : application au Nord-Ouest de l'Algérie, la méthode Pluvia. Géographia Technica, 1 : 44-62.

MEDDOUR R ; 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Thèse doctorat d'état en sciences agronomiques, Foresterie, U.M.M.T.O : 461p.

NANA TOMEN H ; 2008. La mouche noire et le comportement des populations : (Cas du bassin Nyong- Sanaga au Cameroun) : Mémoire d'Ingénieur d'Application de la Statistique, Université Cameroun, 50P.

PARROT L., 1949. Quelques notes sur les simuliés d'Algérie. Arch. Inst. Pasteur. Algérie. 27 (3) .pp: 273-275.

PIELOU E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New- York: 286 p.

RAMADE F ; 2003. Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Dunod. Paris: 190 p.

RIVOSECCHI L; 1978. Simuliidae : Diptera. Nematocera. Fauna D'Italia 13. Ed.Calderini. Bolonia, 533 p.

ROZENDAAL J., 1999. La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire, Organisation mondiale de la Santé, Genève. 449 p.

VAILLANT F. 1955. Recherches sur la faune mandicole de France, de corse et d'Afrique du Nord. Thèse Doctorat, Université du Paris : 258p, 6 pls.

VINÇON G & CLERGUE- GAZEAU M ; 1988. Etudes hydrobiologique de la vallée d'Essau (Pyrénées atlantique. France). Simuliidae (Diptéra, nématocera) : leur originalité biographique et écologique. Annals. Limnols. 24 (1), PP : 67- 81.

Annexes

Annexes

Annexe 1: Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 1991-2014, (Source : O.N.M de Tizi-Ouzou).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T°moyenne mensuelle Maximales	15,36	16,47	19,51	21,70	26,13	31,52	35,50	35,65	31,45	26,92	19,78	16,09
T°moyenne mensuelle Minimales	6,30	6,56	8,53	10,38	13,95	18,01	21,09	21,78	18,84	15,38	11,03	7,44
T°moyenne mensuelle	10,22	10,76	13,42	15,53	19,45	24,46	27,7	27,92	24,39	20,51	14,72	11,34

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

Stations	TR1	TR3	TR2	AO	TK1	AA	D1	HB	A1	IA	AI	D2	A2	KH	A5	A4	A3	B1	B2	S1	S2
Tmax C°	10	10	11	12	12	14	14	14	14	15	16	16	16	22	27	27	28	30	30	32	33
Tmin C°	4	4	5	3	3	5	3	7	8	4	8	5	9	10	11	11	11	9	11	11	12
Tmoy C°	7	7,5	8	7,5	7,5	9,5	8,5	7	11	9,5	12	10,5	12,5	16	19	19	19,5	19,5	20,5	21,5	22,5

Annexe 3 : Précipitations moyennes mensuelles et totaux pluviométriques en (mm) dans certaines localités de la région d'étude (période 1991- 2014).

Stations	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Ath Ouabane (960m)	66,7	100	167	189	210,9	152	128	151	107	24	8,3	29,4	1234
Larbâa N'Ath Irathen (950m)	43,4	77	119	139	143,1	97,5	81,6	120	89	9,7	8,5	9	937
Ait Yani (760m)	46,2	80	103	135	128	90,2	74,5	91,6	75	13	3,3	9,9	850
Azazga (430m)	48,7	82	141	181	177,7	105	101	136	65,3	9,2	3,1	7	1057
Tizi ouzou (220m)	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	877
Boubhir (220m)	47	75	118,2	155	144,9	83	92,7	121	65,3	9,1	5,2	10,7	928

Annexe 4 : Les photos des stations d'étude



Photo 1: Station S1



Photo 2: Station S2

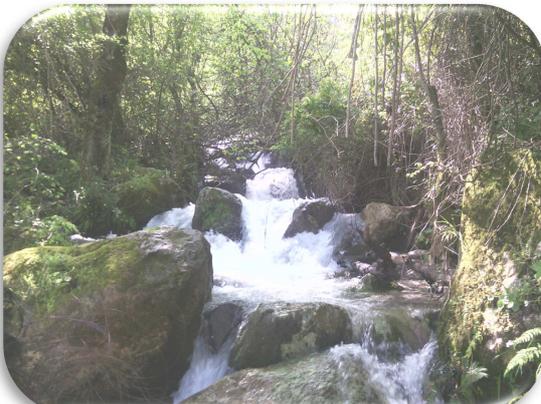


Photo 3: Station A1



Photo 4: Station A2



Photo 5: Station A3

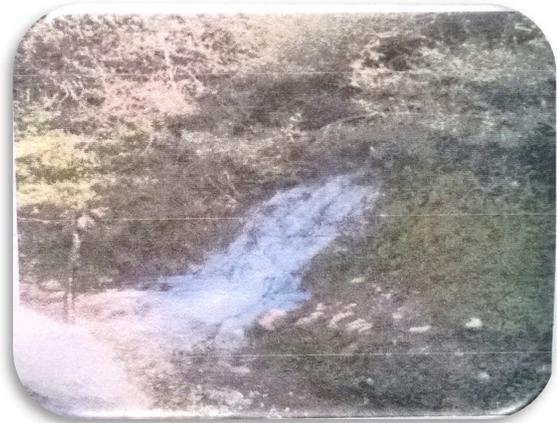


Photo 6: Station A4

Annexes



Photo 7: Station A5



Photos 8: Station TK1



Photo 9: Station D1



Photo 10: Station D2



Photo 11: Station B1



Photo 12: Station B2

Annexes



Photo 13: Station KH



Photo 14: Station AI



Photo 15: Station AA



Photo 16: Station TR1



Photo 17: Station TR2



Photo 18: Station TR3

Annexes



Photo 19: Station AO



Photo 20: Station HB



Photo 21: Station IA

Annexe 5 : L'abondance des stations.

Stations	AI	TR1	TR2	TR3	AA	KH	B1	B2	D1	D2	AO	HB	IA	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2
Abondance	400	671	659	284	248	54	481	709	288	112	92	180	25	176	14	17	78	568	260	301	467

Annexe 6 : Richesse spécifique des stations étudiées.

Station	A4	TR2	B1	AA	A3	TR1	B2	HB	TK1	A5	TR3	S2	AI	AO	A2	S1	D1	D2	A1	IA	KH
R.S	10	9	8	7	7	6	6	6	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	2	1

Annexe 7 : L'abondance et l'occurrence des espèces.

Espèces	Pruf	Svel	Sgaur	Sang	Sbre	Scry	Sver	Sarg	Sint	Smon	Sorn	Stri	Svar	Sbez	Spse	Sser
Ab	16	12	4	0,08	9	11	4	2	16	0,09	3,1	4,5	0,2	0,4	15	0,1
Oc	42	47	38	9	33	47	33	47	66	9	42	28	19	4	38	9

La faune Simuliidienne des sous bassin versants de l'Oued Aissi et de l'oued Boubhir a été étudiée à partir de trois campagnes de prélèvements réalisées dans 21 stations entre 60 et 1300 m d'altitude.

La faune Simuliidienne recensée dans ce travail se compose de 6084 individus correspondant à 2 genres, 6 sous genres et 16 espèces qui sont :

S (S) intermedium, *S (E) velutinum*, *S (N) cryophilum*, *S (S) argenteostriatum*, *P (P) rufipes*, *S (S) ornatum*, *S (E) gr aureum*, *S (W) pseudequinum*, *S (N) brevidens*, *S (N) vernum*, *S (S) trifasciatum*, *S (N) angustitarse*, *S (S) variegatum*, *S (S) monticola*, *S (T) bezzii* et *S (W) sergenti*.

L'effectif du peuplement Simuliidien a montré que les espèces *S(S) intermedium*, *P (P) rufipes* et *S (W) pseudequinum* sont les plus dominantes. Elles représentent respectivement 16% du total des Simuliidae (982 individus), 16% (976 individus) et 15% (949individus). Quant aux autres espèces sont moyennement ou faiblement abondantes.

Les différents indicateurs utilisés, tels que : la richesse spécifique, l'occurrence, l'indice de diversité, l'indice d'équitabilité et l'indice de Similarité ont permis de montrer que les zones de haute montagne présentent des espèces caractéristiques qui sont dans l'ensemble polluosensibles. A l'inverse, dans les zones de piémont et de basse altitude, la faune est plutôt ubiquiste et polluorésistante, ce qui est forcément relatif avec les différentes activités humaines.

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

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

Mots clés : Algérie, Kabylie, Diptères Simuliidae, faunistique, diversité, écologie.