



République Algérienne démocratique et populaire



Ministère de L'enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE MOLICULAIRE ET CELLULAIRE

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Biologie Animale

Filière : Science biologique

Option : Biologie et contrôle des populations d'insectes

Thème

**Essai de capture des guibets (*Nématocères :
Cératopogonidae*) dans la wilaya de Khenchela**

Présenté par :

- BOUYALA Loubna
- BENZAIM Soltana

Soutenu le 18 /06/2018

Devant le jury composé de :

Président :	M. ABAIDIA Abd elghafour	MAA	Université de Khenchela
Encadreuse :	Mme. MERZEKANI Zhira	MAA	Université de Khenchela
Examinatrice :	Mlle NADJI Hamida	MAA	Université Khenchela

Année Universitaire : 2017/2018



REMERCIEMENTS



Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier nître encadreur Madame MERZEKANI ZHIRA ; pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury le président Monsieur ABAIDIA et l'examinatrice Mlle NADJI HAMID Ad'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examination.

Mes remerciements également vers toute l'équipe du laboratoire : de Laboratoire pédologique de l'université Abbes Laghrour Khenchela.

Nous tenonsaussi à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Nous souhaitant adresser nos remerciements vers les responsables du département de Biologie de l'université Abbes Laghrour, Khenchela - pour tous les efforts qu'ils ont fourni.

Merci...

DEDICACES

*Avant tout, je remercie mon dieu, qu' 'il ma donnée la force
et le courage pour terminé se modeste travail*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien
moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours
sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la
flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que
j'adore.*

*A mes soeurs : Marwa ; Hadjer et à mes frère : Imadé ;
Saber ; Khalid ; Ayoub et Sif en leurs souhaitant le bonheur,
la santé et toute la réussite dans la vie.*

*A mes chers oncles, tantes, cousins et cousines. Et tout ma
grande Famille « Bouyala »*

*A mes meilleurs amies : Chahrazed , Dafel , Nassima ,
Leïla et Abba et qui ont toujours été là pour moi, pour leur
amitié, leur soutien inconditionnel et leur encouragement.*

*A mon binôme : Soltana qui m'a aidé à compléter ce
mémoire et toute sa famille .*

*A mes collègues d'étude et à tous ce qui m'ont enseigné tous
au long de ma vie scolaire.*

*A tous les professeurs qui ont fait de leurs mieux afin de
nous offre de bonnes étude et qui se montés très
compréhensifs a notre égard et spécialement a notre
encadreur : madame MERZEKANI ZHIRA*

Loubna 

DEDICACES

Je dédie cet travail à :

*À la plus belle créature que Dieu a créée sur
terre....*

*À cet source de tendresse, de patience et de
générosité,,*

À ma mère !

*A mon cher père Hassen qui sans lui je n'aurais
pas atteint cette phase de ma vie*

À toutes mes chères sœurs : Meriem , Chourouk

À tous mes frères : Mouhamed habibe , Abd erraouf

À mon directrice de travail : Mm Merzkaní

*À mon binome Loubna qui m'a aidé à compléter
ce travail et toute sa famille*

À tous les étudiants de la promotion 2017/2018

*À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force
de continuer*

Soltana 

Table de matière

Remerciements

Liste des figures.....I

Liste des tableaux..... IV

Liste des abréviations.....V

Liste des annexesVI

Introduction générale.....1

1ere Partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les culicoides

I. Généralité sur les *Culicoides*.....4

I.1. Taxonomie4

I.2. Répartition géographique des *Culicoides*.....5

I.3. Description morphologique.....5

I.3.1. Morphologie des stades immatures.....6

I.3.1.1. Les Œufs.....6

I.3.1.2. Les larves7

I.3.1.3. Nymphes7

I.3.2. Morphologie des stades matures.....8

I. 3.2.1. Les adultes8

II. 3.2.1.1. La Tête..... 9

II. 3.2.1.1.1. Les antennes.....10

II. 3.2.1.1.2. Les pièces buccales.....10

II. 3.2.1.2. Le Thorax..... 11

II. 3.2.1.2. 1. Les ailes.....12

II. 3.2..3. L'Abdomen.....13

II. 3.2.1.3.1. Les pattes13

II.4. Bio écologie des *Culicoides* 14

II.4.1. Ecologie des *Culicoides*.....14

II.4.2. Cycle évolutif.....15

II.4.3. Dispersion.....	16
II.4.4. Les gîtes larvaires des <i>Culicoides</i>	17
II.5. Sensibilité aux paramètres météorologiques et implications épidémiologiques .	17
II.5.1. Vol actif.....	18
II.5.2. Effet du vent	18
II.5.3. La température	18
II.5.4. L'humidité.....	19
II.6. Comportement et préférences trophique.....	20
II.7. Activité circadienne.....	21
I. 8. Intérêt médicale et vétérinaire des <i>Culicoides</i>	21
I.8.1. Notion de capacité vectorielle.....	21
I.8.2. Pathogènes transmis par les <i>Culicoides</i>	22
I.8.2.1. La fièvre catarrhale ovine (FCO) « Bluetongue ».....	23
I.8.2.1.1. Historique et distribution.....	23
I.8.2.1.2. Pathologie et clinique.....	24
I.8.2.1.3. L'agent pathogène : le virus.....	24
I.8.2.1.4. Transmission du BTV.....	24
I.8.2.2. La peste équine africaine.....	25
I.8.2.2.1. Historique et répartition géographique.....	25

Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude

II.1. Présentation générale et localisation de la Wilaya de Khenchela.....	26
II.1.2. Situation démographique.....	27
II.1.2.1. La Population.....	27
II.1.2.2. Le milieu physique.....	27
II.1.2.2.1. Le relief.....	27
II.1.2.3. La climatologie.....	28
II.1.2.3.1. La température	28
II.1.2.3.2. Les précipitations	31
II.1.2.3.3. L'humidité relative.....	31
II.1.2.3.4. Le vent.....	32
II.1.3. Synthèse climatique de la région de Khenchela.....	33

II.1. 3.1. Diagramme Ombrothermique.....	33
II.1. 3.2. Climagramme d'EMBERGER.....	34
II .2. Présentation de site d'étude.....	36
II.2.1.Situation géographique	36
II.2.2.Caractéristiques générales	36
Chapitre III : Matériel et méthodes	
III. Matériel et méthodes.....	37
III .1. Matériel de piégeage.....	37
III.1.1. Méthode d'échantillonnage	38
III.1.2. Technique de piégeage.....	39
III.1. 3. Tri et identification.....	41
III.2. Méthodes d'exploitation et d'analyse des résultats.....	42
III. 2.1. Méthodes d'analyse statistique des résultats.....	42
III. 2.1.1. Evolution qualitative de la faune Ceratopogonidienne.....	42
III. 2.1.1.1. Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage.....	42
III. 2.1.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	43
III. 2.1.2.1. Indices de composition (analyse des peuplements).....	43
a- Richesse totale (spécifique) et moyenne.....	43
b : L'abondance relative.....	44
III. 3.1.2.2. - Indices écologiques de structure.....	44
a - Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	44
b : Indice d'équirépartition.....	45
Chapitre IV : Résultats	
IV. Résultats	46
IV.1. Liste des espèces capturées dans la région d'étude.....	46
IV.1.2. Répartition temporelle des effectifs des espèces capturées.....	47
IV.2. Analyse des espèces récoltées.....	48
IV.3. Exploitation des résultats par des indices écologiques	48

IV.3.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition...	48
IV.3.1.1. Richesses spécifiques et richesse moyenne des espèces capturées.....	48
IV.3.1.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces capturées	49
IV.3 .1.2.1 .Abondances relatives des espèces récoltées dans la région d'étude.....	49
A. Composition de la faune récoltée.....	49
IV.3. 2. Indices écologiques de structure.....	51
IV.3.2.1.Analyse des résultats par l'indice de Shannon- Weaver et l'indice d'équitabilité.....	51
Chapitre V : Discussion	
VI. Discussion.....	53
V.1. Composition globale de la faune récoltée.....	53
V.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques compositionnelles et structurelles.....	54
.	
V.2.1. Abondances relatives.....	54
V.2.2. Richesse spécifique.....	54
V.2.3. Indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité.....	55
Conclusion générale.....	56
Références bibliographiques.....	58
Annexes	
Résumé	
Abstract	

Liste des figures

Figure 1 : Zones de répartition des principaux vecteurs de la fièvre catarrhale dans le monde (Purse *et al.*, 2005).....2

Figure 2 : *Culicoides pulicaris* femelle (Seguy Et Grasse, 1951).....3

Figure 3 : Œufs e t larves de *Culicoides nubeculosus* en élevage Clichés J.-B. Ferré (EIDMéditerranée2009)..... 3

Figure 4: larves de *Culicoides nubeculosus* en élevage Clichés J.-B. Ferré (EID-Méditerranée2009).....4

Figure 5 : Représentation d’un *Culicoides* au stade nymphal (Delecolle *et al.*, 2000)4

Figure 6 : Nymphes de *Culicoides nubeculosus* en élevage Cliche j.-b. ferre (Balenghien *et al.*, 2009).....5

Figure 7 : Femelles de *Culicoides* (*C. nubeculosus* gorgé à gauche et *C. imicola* pare à droite) (Balenghien *et al.*, 2009).....6

Figure 8 : Dessin d’une tête de *Culicoides* femelle (à gauche) et de *Culicoides* mâle (à droite) (Delecolle J-C. , 1985).....6

Figure 9 : Photo d’une antenne de *Culicoides* femelle (Cliché Umr15-Cirad).....7

Figure 10 : Les 5 types de sensilles antennaires chez les *Culicoides* (Delecolle, 1985).....7

Figure 11 : Antennes et palpes maxillaires d’un *Culicoides* mâle (Delecolle *et al.*,2002) 11 : Coté droit de la tête d’un *Culicoides* ; 13 : Palpe maxillaire ; 12 : Antenne8

Figure 12 : Dessin des différents types d'ornementation de scutum et de scutellum du thorax de *Culicoides* (Delecolle , 1985.)8

Figure 13 : Aile typique d'un *Culicoides* (Delecolle *et al.*, 2002).....9

Figure 14 : Exemples des différents types d'ailes. A) *C. quinquelineatus*, aile sombre à tâches claires ; B) *C. pseudopallidipennis*, aile claire à tâches sombres ; C) *C. nigeriae*, aile sans tâch (Cliché : Moussa Fall 2012).....9

Figure 15 : Dessin d'un appareil génital de *Culicoides* (femelle à droite et mâle à gauche (Delecolle, 1985)10

Figure 16: Représentation schématique des pattes de *Culicoides* (Delecolle *et al.*, 2002).....10

Figure 17 : Repas sanguin de *Culicoïdes imicola* (Baldet, Mathieu *et al.*, 2003).....12

Figure 18 : Cycle biologique des *Culicoides* (Purse *et al.*, 2005 in Walzer, 2009).....13

Figure 29 : Capacité vectorielle d'un *Culicoides* (Wittman *et al.*, 2000)..... 18

Figure 20 : Représentation schématique de la distribution mondiale du virus de la Fièvre catarrhale et des cas cliniques (Gibbs Et Greiner, 1994).....20

Figure 21: Des signes cliniques modérés (à droite) et sévères (à gauche) de la fièvre catarrhale ovine (Wilson, 2008)......21

Figure 22: Répartition géographique de la peste équine (Zientara, 2008).....22

Figure 23 : Situation géographique de la Wilaya de Khenchela23

- Figure 24 :** Le relief de la wilaya de Khenchela (ANDI *et al.* , 2013).....25
- Figure 25 :** Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017 et celle de L’année 2016 dans la région de Khenchela.....26
- Figure 26 :** Précipitations moyennes durant la période 2008 – 2017et celles de l’année 2017 dans la région de Khenchela.....28
- Figure 27 :** Les moyennes mensuelles de l’humidité relative de l’air (%) de la décade (2008– 2017) et celles de l’année 2017 dans la région de Khenchela.....29
- Figure 28 :** Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade 2008 – 2017 et celles de L’année 2017 dans la région de Khenchela.....30
- Figure 29 :** Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Khenchela Pour la période 2008 – 2017.....31
- Figure 30 :** Localisation de la région de khenchela sur Climagramme d’EMBERGER.....32
- Figure 31 :** Localisation de la commune Babar dans la wilaya de Khenchela33
- Figure 32 :** Photographie qui représente le modèle original de piège lumineux (Cliché personnel, 2018).....35
- Figure 33 :** Photographie du piège lumineux « montage personnel »(Cliché personnel, 2018).....35
- Figure 34 :** Photographie de différentes étapes de piégeage et la récolte des *Ceratopogonidés* stations d’étude (Cliché personnel, 2018).....37

Liste des figures

Figure 35 : Les différentes étapes de l'identification des <i>Ceratopogonidés</i> et <i>Culicoides</i> : le pré-tri consiste à séparer les <i>Ceratopogonidés</i> et <i>Culicoides</i> des autres insectes et le tri consiste à identifier les <i>Ceratopogonidés</i> <i>Culicoides</i> à l'espèce à la loupe binoculaire	39
Figure 36 : Histogramme représentant la totalité d'espèces récoltées	44
Figure 37 : Fluctuations des espèces collectées	45
Figure 38 : la richesse spécifique spatio-temporelle des espèces récoltées	46
Figure 39 : Abondances relatives des espèces collectées	47
Figure40 ; Variations spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité dans la région d'étude.....	49

Liste des tableaux

- Tableau 01 :** Températures moyennes, (°C) durant la décade (2008-2017) et de l'année 2017 dans la région de Khenchela.....26
- Tableau 02 :** Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant la période (2008-2017) (Station météorologique d'El-Hamma 2018).....27
- Tableau 3 :** L'humidité moyenne mensuelle (Durant la période 2014 à 2017 (Station météorologique d'El-Hamma 2018).....29
- Tableau 04 :** Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade (2008-2017) et celles de l'année 2017 dans la région de Khenchela..... 30
- Tableau 05:** La précipitation et la température moyenne mensuelle (2008-2017).....
.....31
- Tableau 6 :** Liste globale des espèces récoltées dans la région d'étude.....43
- Tableau 7 :** Répartition temporelle des espèces récoltées pendant la période d'étude.....44
- Tableau 8:** Evolution spatio-temporelle de la richesse spécifique et la richesse moyenne des espèces récoltées.....46
- Tableau 9:** Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces récoltés dans la région d'étude.....47
- Tableau 10:**
Valeurs de l'indice de diversité de Shannon- Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale (H' max) et l'indice d'équitabilité des espèces capturés.48

Liste des abréviations

% :	Pourcentage
°C :	Degré Celsius
ARC	(Agricultural Research Council - Onderstepoort Veterinary Institute)
BTV :	Blue Tongue Virus
DPAT :	Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
FAO :	Food and agriculture organisation of the United Nations : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FCO :	Fièvre catarrhale ovine
Km :	Kilomètre
M :	mètre.
Mm :	millimètre.
OIE :	Organisation mondiale de la santé animale, anciennement Office international des épizooties
OVI :	Onderstepoort Veterinary Institute
P :	Précipitation
PEA :	Peste équine africain
T :	Température.
ARC-OVI	(Agricultural Research Council - Onderstepoort Veterinary Institute) en Afrique du Sud.

Liste des annexes

- Annexe 1** Figure représente une espèce des Culicoides (**Déllecole ,1985**)
- Annexe 2** Pièges lumineux utilisés pour la capture des Culicoides (à droite :
piège original, à gauche : piège personnel confectionné)
- Annexe 3** Photos de la région d'étude (Sahra Namemcha)
- Annexe 4 :** Photos personnelles de quelques espèces récoltées (sous la loupe
binoculaire)

Introduction

Les insectes constituent actuellement une des formes de vie animale la plus importantes sur terre, avec un million d'espèces. Chez ce groupe, les phénomènes biologiques sont complexes et des stratégies d'interaction avec leur biosphère existent allant du commensalisme au réel parasitisme (**Waage, 1979 in Viennet, 2011**). Ils représentent la classe la plus importante du règne animal et présentent un régime alimentaire très varié (végétariens, carnivores ou omnivores). Ils jouent un rôle essentiel dans l'équilibre de la nature. Ils sont aussi utilisés en médecine légale. A côté de ces rôles cruciaux, certains insectes constituent une nuisance depuis toujours pour les populations humaines et animales de par leur nombre et/ou piquûre mais aussi par leur rôle vecteur d'agent pathogène. Depuis la découverte de l'implication d'un arthropode dans le cycle parasitaire et de la dissémination d'une maladie (**Rodhain & Perez, 1985**), parmi ces insectes nuisibles pour les vertébrés, les insectes hématophages occupent une place particulière du fait des maladies vectorielles qui en découlent (**Rodhain et Perez, 1985**). Ils sont répartis dans diverses familles telles que les Tabanidae (les taons), les Psychodidae (les phlébotomes) et les Cératopogonidae (les culicoides) (**Mullen & Durden, 2002**).

Les Cératopogonides (ordre des Diptères) sont considérés comme des mouches de médecine générale et vétérinaire importantes. Les moucherons mordeurs sont nuisibles aux humains et peuvent avoir un impact négatif sur la croissance économique des économies locales (principalement le tourisme) à travers leurs attaques acérées (**Cilek et Kline, 2002; Mands et al., 2004**). Malgré cet intérêt, ils ont été très peu étudiés, Les rares études biologiques faites en Afrique ne concernent que le seul genre *Culicoides*, à cause de son pouvoir pathogène ; malheureusement les espèces étudiées se révèlent aujourd'hui être des groupes d'espèces occupant chacune une niche écologique particulière. À l'heure actuelle les recherches reprennent en raison de leur rôle en pathologie vétérinaire, mais elles n'intéressent guère que le genre *Culicoides*.

Le genre *Culicoides* appartient à la sous-famille des *Ceratopogoninae* et la tribu des *Culicoidini*. La tribu des *Culicoidini* est composée également, de deux autres genres : *Paradasyhelea*, et *Washingtonhelea*. Les liens entre ces trois genres restent à l'heure actuelle non résolus. Le genre *Culicoides* fait partie des 125 genres qui composent la famille des *Ceratopogonidae* (**Venter , 2014**). Entre 1758 et 2009, 1634 espèces ont été décrites mais grâce au développement des techniques de la biologie moléculaire et grâce à l'évolution des outils d'observations microscopiques et morphométriques, environ 324 sont depuis révisées et

tombées en synonymie. A ce jour, il existe un peu plus de 1400 espèces valides, auxquelles s'ajoutent 42 espèces fossiles toutes datées du Crétacé supérieur (environ entre 65 et 100 Ma). Actuellement, 31 sous-genres sont reconnus dans le genre *Culicoides* (**Borkent ,2011**) . Au-delà des sous-genres, plusieurs auteurs utilisent les « groupes d'espèces » dont les caractères d'inclusion sont parfois discutables (**Root , 1937**).

Les *Culicoides* sont particulièrement connus pour leur nuisance liée à leur hématophagie et surtout à la piqûre douloureuse et prurigineuse qu'ils provoquent. L'importance sanitaire des *Culicoides* tient surtout à leur rôle en tant que vecteur de virus et de parasites aux hommes et aux animaux. Les principaux pathogènes transmis à l'homme sont le virus d'Oropouche et les filaires du genre *Mansonella* (**Mullen, 2002**). Mais, du fait de la faible pathogénicité des virus transmis à l'homme (**Linley et al., 1983**), l'importance sanitaire des *Culicoides* s'exprime surtout dans le domaine vétérinaire. Les plus importantes maladies animales transmises par les *Culicoides* sont virales. Outre les virus de la peste équine (African horse sickness virus, AHSV) et de la FCO (Bluetongue virus, BTV). La connaissance de la bio-écologie de *Culicoides* est importante car elle permet de mettre en place les systèmes de surveillance pour avoir les données sur la distribution et la dynamique de population des espèces de *Culicoides* (**Torina et al., 2004; Purse et al., 2005; Takken et al., 2008 in Viennet, 2011**). En outre, la distribution du virus est liée à la présence de vecteurs compétents, d'hôtes susceptibles et d'environnement approprié (**Viennet, 2011**).

Beaucoup de travaux ont été réalisés dans le monde sur la biosystématique et la bioécologie des espèces de la famille de *Ceratopogonidae* en général et les *Culicoides* en particulier, entre autre ceux de **Kettle (1962); Délecolle (1985,1999) ; Kremer et al (1979) ; Ninio (2011) ; Zimmer (2008, 2009) ; Baldet et al (2004) ; Mathieu (2011) ; Guis (2011) ; Viennet (2011) ; Schulz (2012)**. En Algérie, cette thématique de recherche sur les *Culicoides* est peu développée, ou menée de manière fragmentaire; citons les travaux de **Szadsweski (1984), Djerbal et Délecolle (2003, 2009) et Metallaoui (2009)**.

Dans la région Est, aucune étude n'a été effectuée sur la biodiversité et la systématique des *Culicoides*. Ce sont ces lacunes qui nous ont poussées à développer ce thème.

L'objectif de notre travail est de contribuer à l'étude des guibets (*Nématocères : Ceratopogonidés*), cela par l'essai de capture de ces diptères au niveau de la région de Khenchela. Aussi, le présent travail s'intéresse aux *Culicoides*, présents dans cette région.

Ce mémoire s'articule autour de cinq chapitres. Le premier est une synthèse bibliographique qui englobe des généralités sur le genre *Culicoides* (aperçu sur la répartition, la systématique, la bioécologie). Le deuxième chapitre retrace la présentation de la région d'étude. Le chapitre trois présente le matériel et les méthodes utilisés pour nos investigations entomologiques, suivi par la technique d'échantillonnage des *Culicoides*. Dans le chapitre quatre, sont présentés les résultats obtenus et leurs analyses. Dans le chapitre cinq, une discussion est élaborée en référence à des travaux réalisés par d'autres auteurs.

Notre mémoire se termine par une conclusion accompagnée de perspectives.

I. Généralité sur les *Culicoides***I.1. Taxonomie**

Certaines caractéristiques des *Culicoides* ont permis de les classer comme suit (Capinera, 2004 ; Gillott, 1995) :

- Règne des animales ;
- l'Embranchement des Arthropodes ;
- la Super-Classe des Hexapodes ;
- la Classe des Insectes ;
- la sous-Classe des Ptérigotes ;
- la Division des Oligoneoptères ;
- l'Ordre des Diptères.

Le nom Diptère provient de deux mots grecs "di" et "pteron" signifiant respectivement "deux" et "aile" (Capinera, 2003 ; Wall *et al.*, 1997).

Les *Culicoides* sont des Diptères Nématocères de la famille des Cératopogonidés, laquelle comprend près de 60 genres répartis entre 4 sous-familles et environ 4000 espèces. Seules les femelles sont hématophages, les mâles se nourrissant de nectar.

Les quatre sous-familles des Cératopogonidés sont les *Leptoconopinae*, les *Forcipomyiinae*, les *Dasyheleinae* et les *Ceratopogoninae*, cette dernière comprenant le genre *Culicoides* (Kettle, 1984).

Les invertébrés appartenant à l'Ordre des Diptères sont communément classifiés selon certains critères en deux sous-Ordres, à savoir d'une part les Nématocères dont font partie les *Culicoides* et d'autre part les Brachycères. En effet, les adultes Nématocères possèdent des antennes fines, longues et constituées de nombreux segments. Alors que les Brachycères ont les antennes courtes, trapues et constituées de peu d'articles, 3 en général. Les adultes Nématocères ont en outre des palpes maxillaires constituées de 3 à 5 pièces alors que celles des Brachycères sont constituées de 1 ou 2 articles. Les larves Nématocères ont également certaines caractéristiques : une tête large avec des mandibules pouvant être mobilisées latéralement (Gullon *et al.*, 2005). Ils se situent dans :

- le sous-Ordre des Culimorphes ;
- la Famille des *Ceratopogonidae* (Gullon *et al.*, 2005).

I.2. Répartition géographique des *Culicoides*

Les *Culicoides* peuvent être retrouvés dans la majorité des écosystèmes, d'ailleurs la grande diversité d'espèces explique que certaines sont capable de s'adapter à un environnement particulier (Kettle, 1984 ; Perie *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010). Les espèces des *Culicoides* sont fréquentes dans tous les continents de la planète (Perie *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010 ; Mellor *et al.*, 2000 In Ninio, 2011). Notons que, seules certaines d'entre elles ont une réelle capacité vectorielle (Perie *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010). Une synthèse réalisée par Purse *et al.*, (2005) montre la répartition géographique des principales espèces responsables de la fièvre catarrhale (figure 1).

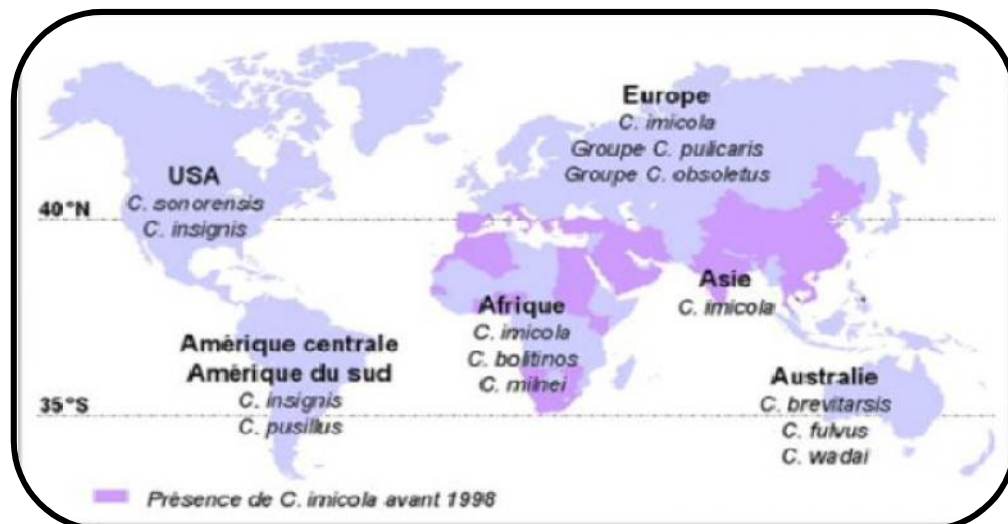


Figure 1 : Zones de répartition des principaux vecteurs de la fièvre catarrhale dans le monde (Purse *et al.*, 2005)

I.3. Description morphologique

Le genre *Culicoides* est caractérisé au niveau alaire par la présence de deux cellules radiales subégales (sauf dans le sous-genre *Trithechoides*). La costa n'atteint jamais le tiers postérieur de l'aile. Une nervure transverse r-m est toujours présente et la nervure médiane (M2) est pédonculée. Au niveau des pattes postérieures, l'empodium, porté par le dernier segment du tarse, est rudimentaire (Kremer *et al.*, 1987)

L'abdomen où l'on trouve les fonctions reproductrices et viscérales mais pas d'appendice. Ce sont des diptères, ils portent donc une seule paire d'ailes membraneuses et des Nématocères, leurs antennes sont longues (**Battle Fv & Turner E ,1971**) (**Figure 2**).

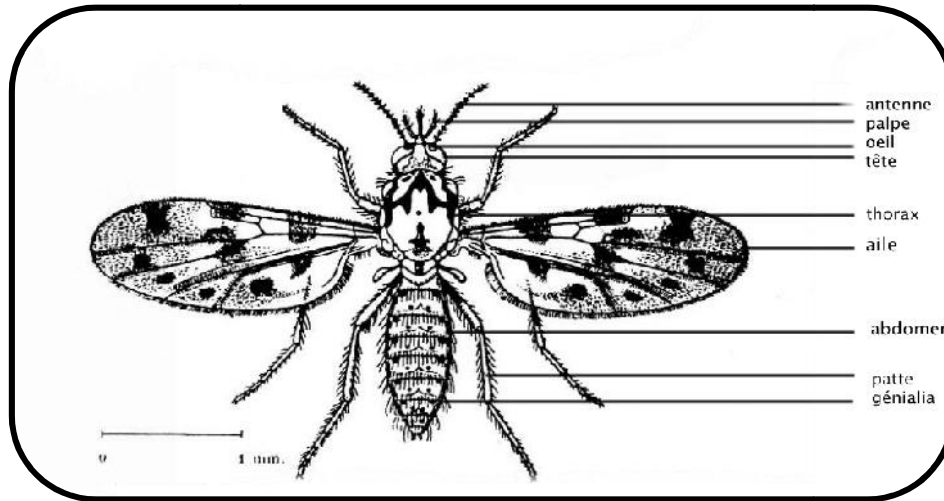


Figure 2 : *Culicoides pulicaris* femelle (Seguy et Grasse, 1951).

I.3.1. Morphologie des stades immatures

I.3.1.1. Les Œufs

Les œufs sont petits, sombres et effilés. Ils mesurent entre 350 et 500 μ m de longueur et 65 à 80 μ m de diamètre. Ils sont recouverts de petites projections qui permettent, en maintenant un film d'air au contact de l'œuf, de faciliter la diffusion d'oxygène pour la respiration lorsque l'œuf est immergé (**Wall et al., 1997 ; Kettle. 1984**) (**figure 3**) .



Figure 3 : Œufs et larves de *Culicoides nubeculosus* en élevage - Clichés **J.-B. Ferré** (**EID-Méditerranée 2009**)

I.3.1.2. Les larves

La larve qui émerge de l'œuf est typique de nématocère avec une tête sclérifiée, un corps composé de 11 segments et aucun appendice, apneustiques et eucéphales (Wall *et al.*, 1997 ; Kettle. 1984) (Figure 4).



Figure 4: larves de *Culicoides nubeculosus* en élevage *Clichés J.-B. Ferré (EID-Méditerranée 2009)* .

Les soies sont discrètes et peu abondantes (Delecolle *et al.*, 2003; Perie *et al.*, 2005 In Walzer, 2009; Anonyme, 2007) . La taxonomie des larves n'a été que peu étudiée et les données dans ce domaine sont encore très fragmentaires (Chaker, 1985 In Anonyme, 2007).

I.3.1.3. Nymphes

La taille des Nymphes varie entre 1 et 3 millimètres et on différencie morphologiquement un céphalothorax et un abdomen (Figure 5).

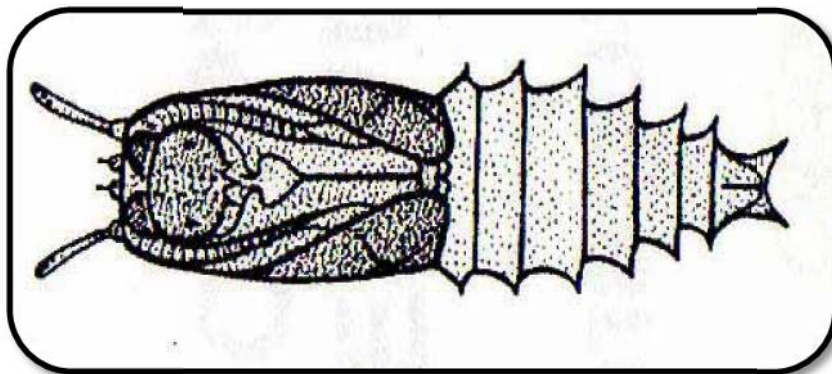


Figure 5 : Représentation d'un *Culicoides* au stade nymphal (Delecolle *et al.*, 2000)

Le céphalothorax ou prothorax : un peu plus long que large, est orné sur sa partie antérieure (opercule) et sa partie dorsale, de plusieurs tubercules plus ou moins épineux. Il porte de chaque côté, une trompette respiratoire munie à l'apex d'un certain nombre de stigmates (Kremer, 1965 In Ninio, 2011) (figure 6) .



Figure 6 : Nymphes de *Culicoides nubeculosus* en élevage. (*Cliche j.-b. ferre Balenghien et al., 2009*)

L'abdomen est composé de 9 segments. Des tubercules sont présents sur les bords latéraux de chaque segment avec une taille et un nombre plus important au niveau des 5 premiers segments. Le dernier segment se prolonge par des cornes divergentes. Un renflement triangulaire sur la face ventrale du dernier segment abdominal permet de différencier les futurs mâles des futures femelles (Balenghien *et al.*, 2009) .

I.3.2. Morphologie des stades matures

I. 3.2.1. Les adultes

Les adultes ou imago ont une taille variant de 1 à 4 mm de long, ce qui fait d'eux les plus petits diptères hématophages et sont qualifiés de « moucherons » (Figure 7). La tête porte de volumineux yeux composés. Les pièces buccales sont du type piqueur, formant une trompe courte vulnérante. Les mandibules et les maxilles sont munies de petites dents. Les palpes maxillaires sont formés de 5 articles, dont le troisième, souvent renflé, porte une ou plusieurs fossettes sensorielles. Les pattes sont relativement courtes, faiblement pubescentes. Les ailes, repliées sur le dos au repos, sont dépourvues d'écailles

et, en général, ornées de zones plus ou moins sombres. L'abdomen se compose de 10 segments, les derniers portant les structures génitales males ou femelles qui constituent des éléments taxinomiques importants (Balenghien *et al.*, 2009).



Figure 7 : Femelles de *Culicoides* (*C. nubeculosus* gorgé à gauche et *C. imicola* à droite) (Balenghien *et al.*, 2009)

I. 3.2.1.1. La Tête

Elle de forme arrondie légèrement aplatie, porte des antennes assez longues pourvues, chez le mâle de longues soies couchées (Perrin, 2007). La majorité des faces latérales et frontales sont occupées par des yeux composés, il n'existe pas d'ocelles. En avant des yeux, s'insèrent les antennes composées en général de 15 articles (Delecolle, 1985).

Les yeux peuvent être soudés entre eux ou non, pubescents ou non, ces caractères peuvent être un critère de diagnose au niveau de l'espèce (Figure 8).

En effet, la séparation entre le front et le sommet formé par la soudure des yeux au niveau sus orbital constitue un critère qui est absent chez d'autres espèces (Exemple : sous genre *Avaritia*) (Battle & Turner, 1971).

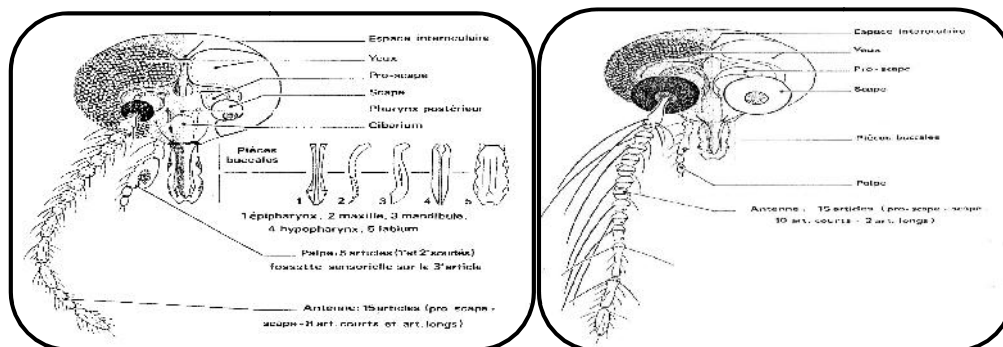


Figure 8 : Dessin d'une tête de *Culicoides* femelle (à gauche) et de *Culicoides* mâle (à droite) (Delecolle, 1985).

I. 3.2.1.1.1. Les antennes

Les antennes s'insèrent en avant des yeux, chez les *Culicoides*, elles peuvent donner des informations taxonomiques, phylogénétiques et écologiques très importantes. Dans le genre *Culicoides*, les antennes soulignent le dimorphisme sexuel, en effet, elles sont composées de quinze articles fortement poilues chez les mâles que chez les femelles, (Wirth & Rowley 1971 ; Wirth 1977) (figure 9).



Figure 9 : Schéma d'une antenne de *Culicoides* mâle (Meiswinkel, 1989)

Des sensilles présentes sur les articles des antennes, jouent un rôle sensoriel, et sont plumeuses chez le mâle (Ninio, 2011). Les antennes de *Culicoides* en portent cinq types : sensilles chaetiformes, sensilles trichoïdes, sensilles basiconiques, sensilles ampullacea et sensilles coeloconiques, on les retrouve chez les deux sexes (Chu-Wang et Axtell *et al.*, 1975; Felipe-Bauer *et al.*, 1989) (Figure 10).

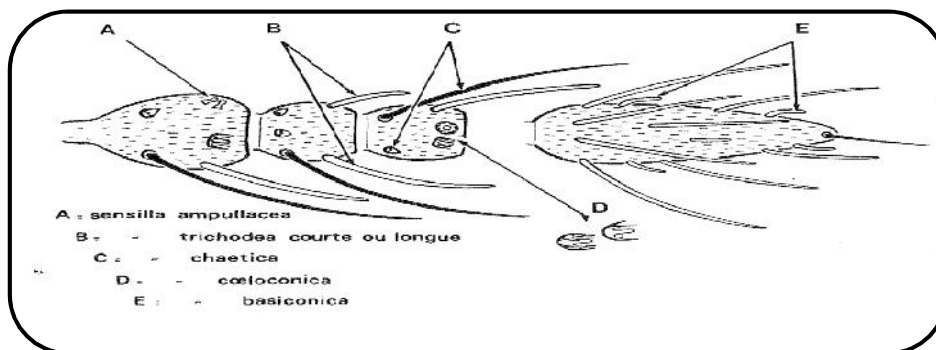


Figure 10 : Les 5 types de sensilles antennaires chez les *Culicoides* (Delecolle, 1985).

I. 3.2.1.1.2. Les pièces buccales

Les pièces buccales sont de type piqueur avec la présence de petites dents sur les mandibules et les maxilles (Delecolle *et al.*, 2002) . Les palpes maxillaires des *Culicoides*

se composent de 5 articles et portent sur leur 3ème article une ou plusieurs fossettes sensorielles (Ninio, 2011) (Figure 11).

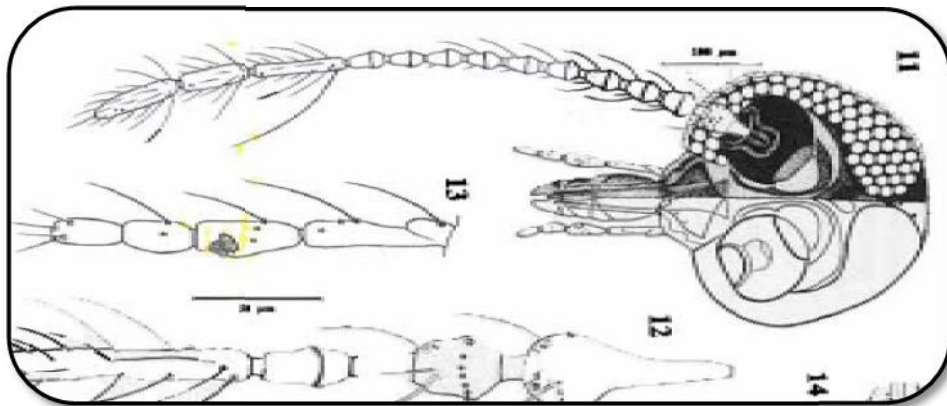


Figure 11 : Antennes et palpes maxillaires d'un *Culicoides* mâle (Delecolle *et al.*, 2002)

11 : Coté droit de la tête d'un *Culicoides* ; 13 : Palpe maxillaire ; 12 : Antenne

I. 3.2.1.2. Le Thorax

Le thorax est formé de trois segments : le prothorax, le métathorax et le mésothorax, lui-même se subdivise en pré-scutum (non visible dorsalement), un scutum et un scutellum (Figure 12). L'ornementation du scutum et du scutellum peut être caractéristique d'une espèce (Delecolle, 1985), ce critère est très peu utilisé dans la taxonomie des *Culicoides* mais la fosse pré-scutale est considérée comme un critère de diagnose du genre (Downes et Wirth, 1981).

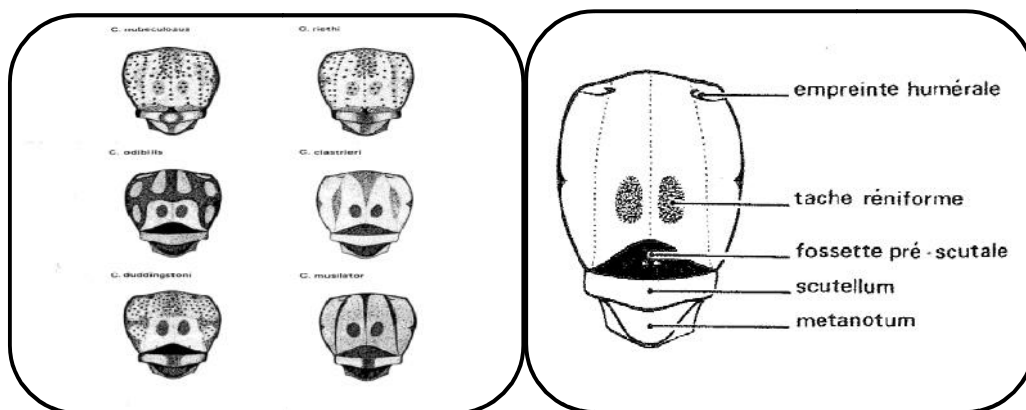


Figure 12 : Dessin des différents types d'ornementation de scutum et de scutellum du thorax de *Culicoides* (Delecolle, 1985.)

I. 3.2.1.2. 1. Les ailes

Une seule paire d'ailes portée par le second des 3 segments thoraciques, sont pourvues de microtriches et de macrotriches, ayant des extensions variables, même si elles sont moins abondantes chez les mâles. (Perie *et al.*, 2005).

Les ailes présentent des structures creuses en forme de tiges appelées veines. Celles-ci vont former des dessins complexes qui vont intervenir dans la classification et la diagnose de l'espèce. On a 6 veines primaires (costa C, subcosta Sc, radius R, media M, cubitus C et anal A). A celles-ci se raccordent des veines transverses qui vont délimiter des zones appelées cellules (Figure 13) (Perie *et al.*, 2005).

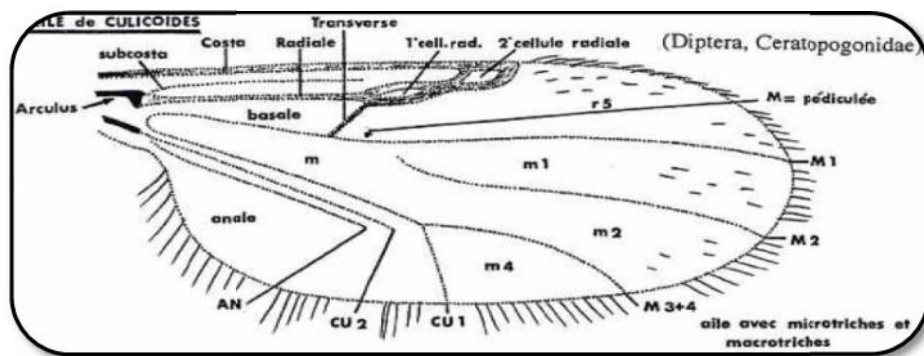


Figure 13 : Aile typique d'un *Culicoides* (Delecolle *et al.*, 2002)

L'identification des espèces du genre *Culicoides* repose en premier lieu sur le dessin de l'aile (Figure 14). La forme et la disposition (voire l'absence) des taches alaires apportent des informations majeures sur l'identification de l'espèce.

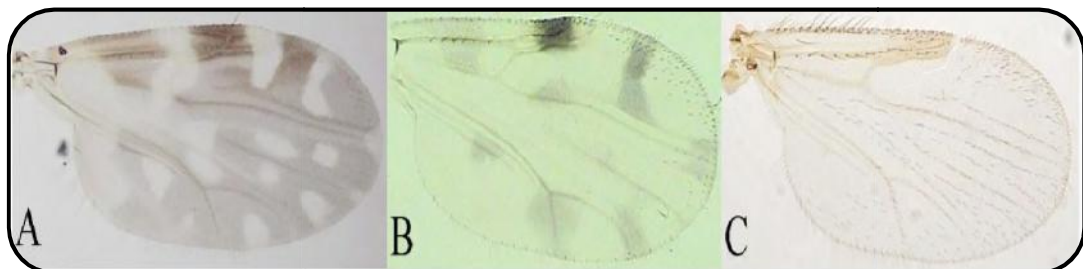


Figure 14 : Exemples des différents types d'ailes. A) *C. quinquelineatus*, aile sombre à taches claires ; B) *C. pseudopallidipennis*, aile claire à taches sombres ; C) *C. nigeriae*, aile sans taches (Cliché : Moussa Fall 2012).

I. 3.2.1.3. L'Abdomen

Il est composé de 10 segments, les derniers portent les structures génitales mâle et femelle (Anonyme, 2007; Walzer, 2009). Le dernier segment est réduit à des cerques. L'élément principal de diagnose d'espèce est l'hypopygium situé à l'extrémité distale de l'abdomen chez les mâles (Perie et al., 2005 In Walzer, 2009), et les spermathèques chez les femelles (Perie et al., 2005) (Figure 15).

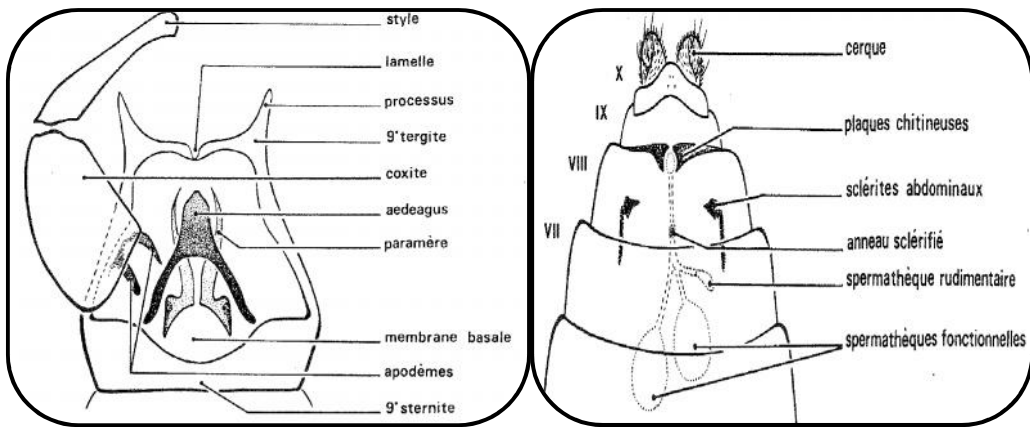


Figure 15 : Dessin d'un appareil génital de *Culicoides* (femelle à droite et mâle à gauche (Delecolle, 1985).

I. 3.2.1.3.3. Les pattes

Les pattes, plutôt courtes, sont constituées de 5 segments (Figure 16) qui sont la coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse. Le tarse est constitué de tarsomères dont le dernier porte une paire de griffes. La taille de l'épine (ou empodium) sur le dernier segment du tarse entre les deux griffes est rudimentaire, ce qui est une autre caractéristique du genre *Culicoides*. La paire de pattes postérieures possède un peigne tibial distal comportant de nombreuses épines (Perie et al., 2005).

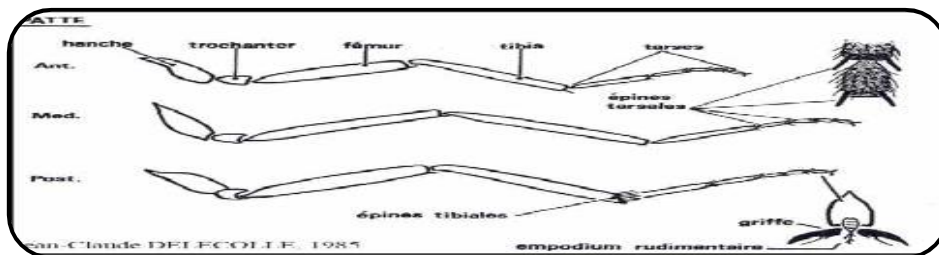


Figure 16: Représentation schématique des pattes de *Culicoides* (Delecolle et al., 2002)

I.4. Bio écologie des *Culicoides***I.4.1. Ecologie des *Culicoides***

La connaissance de la bio-écologie de ces arthropodes est limitée, ce qui rend la détermination de nombreux paramètres de son cycle comme par exemple la fertilité, la reproduction, la localisation des gîtes larvaires et de repos, l'habitat,... impossible. Donc, la connaissance de sa bio-écologie est importante car cela permet de mieux appréhender l'épidémiologie et la répartition de la FCO (Guis, 2007).

Les *Culicoides* adultes vivent généralement dans des endroits humides. Les mâles se nourrissent de sucs de végétaux tout au long de leur vie (Goetghebuer, 1952) et fréquentent préférentiellement le sommet des arbres (Rieb, 1982). Les femelles sont hématophages mais peuvent également se nourrir de jus sucré. Elles prennent un repas sanguin tous les 3 à 5 jours, période nécessaire pour compléter leur cycle trophogonique (Holmes & Birley, 1987; Braverman, 1988). Ces repas sanguins sont nécessaires pour la maturation des œufs. A la suite d'une prise de repas sanguin, les femelles se reposent pour la maturation des œufs. La ponte a lieu, dans des conditions optimales de température (environ 28 °C), 2 jours après le repas (Balenghien & Delecolle, 2009) (figure 17).

En effet, le développement larvaire est optimal dans les milieux semi aquatiques, principalement représentés par les substrats humides, chauds et riches en matières organiques (résidus d'ensilage, excréments, prairies humides, chemins boueux, vase en bord des rivières,...) (Goetghebuer, 1952 ; Zimmer, 2007 ; Zimmer *et al.*, 2008).

Les larves se nourrissent de débris organiques divers, mais sont considérées également comme prédatrice de nématodes, bactéries, protozoaires, et même de leurs propres congénères (Chaker, 1983). Comme il a été démontré par Délecolle et Schaffner (2003) in Guis (2007), la biologie et l'écologie des *Culicoides* jouent un rôle important dans le développement de la maladie. Leur activité est notamment, réduite suite à une baisse significative de température (Biteau, 2007), mais leur survie en période hivernale est assurée par l'hibernation des larves (Chatry, 2012). L'aire de répartition de la maladie tend à s'élargir avec les changements climatiques actuels auxquels le vecteur est sensible.



Figure 17 : Repas sanguin de *Culicoïdes imicola* (Baldet, Mathieu *et al.*, 2003)

I.4.2. Cycle évolutif

Les *Culicoides* ont un développement holométabole, c'est-à-dire que larves et nymphes ne ressemblent pas à l'adulte. L'accouplement a lieu le plus souvent dans de grands espaces et est précédé d'un vol nuptial. L'accouplement effectué, la femelle, agressive, ingère un repas sanguin puis se repose en permettant ainsi la maturation des œufs (2 à 4 jours selon les espèces, plus long en région froide). (Wittmann *et al.*, 2000 ; Harwood *et al.*, 1979).

Le cycle biologique comprend plusieurs stades de développement (**figure 20**): œufs, 4 stades larvaires, stade nymphal et stade adulte. La durée des 4 stades larvaires varie de plusieurs semaines à plusieurs mois selon l'espèce et les conditions du milieu (Mellor *et al.*, 2000 ; Balenghien *et al.*, 2009). La majorité des espèces présentent en moyenne deux générations par an. En outre, il existe deux diapause larvaires: une diapause d'hiver et une estivo-hibernation (Rieb, 1982 ; Walzer, 2009).

Le nombre d'œufs pondus varie selon l'espèce et au sein d'une même espèce on peut avoir un nombre variable qui peut aller de 10 à 675 (Delecolle *et al.*, 2003) ou 25 à 300 (Wall *et al.*, 1997). L'éclosion des œufs a lieu en moyenne entre 2 à 8 jours après la ponte selon les conditions plus ou moins favorables du milieu (Braverman, 1994).

La larve passe par 4 stades successifs au cours de son développement pour aboutir à la nymphe. Concernant l'habitat, les gîtes larvaires de *Culicoides* sont primordiaux, les immatures assurent leur développement si le taux d'humidité et celui de la matière organique sont suffisants. Ces gîtes sont extrêmement variables selon les espèces comme par exemple, des ruisseaux, des végétations, le sable, un sol humide ou boueux, des

marécages, un trou d'arbre, des excréments d'animaux et fumiers, des fruits pourris... (Mellor *et al.*, 2000 In Guis, 2007).

Les nymphes ne se nourrissent pas. Elles sont très peu actives, on les trouve en général à la surface du milieu dans lequel elles se sont développées ou sur un support solide. La durée de ce stade est fonction de la température et de l'espèce de *Culicoides* mais elle est en général courte, en moyenne de 2 à 10 jours, parfois jusqu'à 3 à 4 semaines (Delecolle *et al.*, 2003 ; Mellor *et al.*, 2000).

Les *Culicoides* adultes étant de nature crépusculaire ou nocturne, sont au repos durant la journée. Par ailleurs, on peut les retrouver dans des endroits ombragés tel que la face inférieure des feuilles ou des herbes (Zimmer, 2007 In Zimmer *et al.*, 2008) et leur activité est étroitement influencée par la température (Sellers, 1981 In Perrin, 2007). Les adultes préfèrent les lieux avoisinants les exploitations de bétail, à proximité de substrat humide ou d'eaux stagnantes. De ce fait, ils ne s'éloignent guère, de façon active, de l'endroit où la ponte a eu lieu (Mellor *et al.*, 2000 In Zimmer *et al.*, 2008). (Figure 18).

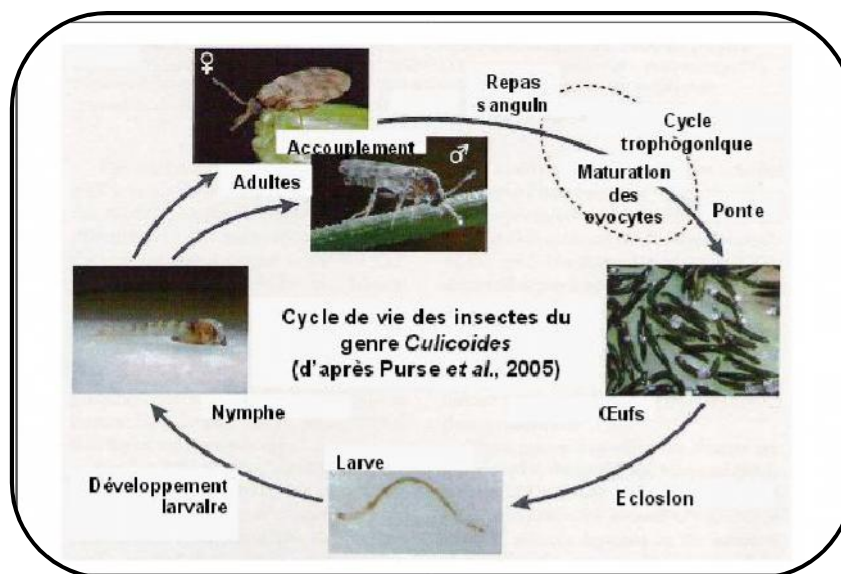


Figure 18 : Cycle biologique des *Culicoides* (Purse *et al.*, 2005 in Walzer, 2009)

I.4.3. Dispersion

La dispersion de ces moucheron se fait pour la plupart par vol actif et peut atteindre jusqu'à 3 km du gîte d'émergence (Lillie *et al.*, 1985). Ces déplacements sont principalement effectués pour la recherche de l'hôte pour prendre un repas sanguin. Par ailleurs, plusieurs facteurs ont une influence sur la capacité de vol des *Culicoides* tel que

l'intensité lumineuse, le cycle lunaire, l'humidité relative... Or, la direction et la force du vent jouent également, un rôle important dans la dispersion passive de *Culicoides* (**Koche et Axtell, 1979**). Ainsi, la dispersion passive par le vent, sous forme de « plancton aérien », peut atteindre plusieurs centaines de km.

Cette forme de dispersion, partie intégrante de la biologie des *Culicoides* (**Murray, 1987**), a des répercussions majeures sur l'épidémiologie de la FCO puisque ce phénomène pourrait expliquer la diffusion de la maladie vers de nombreux pays (**Alba et al., 2004 ; Braverman & Chechik, 1996 ; De Liberato et al., 2003 ; Ducheyne et al., 2007 (Soumis) ; Sellers, 1975 ; Sellers et al., 1978 ; Sellers et al., 1979 ; Sellers & Pedgley, 1985 ; Sellers & Maarouf, 1989, 1991**).

I.4.4. Les gîtes larvaires des *Culicoides*

Les gîtes larvaires sont généralement des endroits humides et riches en matières organiques en décomposition (végétaux, excréments d'animaux), ils sont plus ou moins variés selon les espèces : les gîtes larvaires de l'espèce *imicola* sont probablement des excréments d'animaux. (**Balenghien et al., 2009**).

D'autre part, il s'ajoute à ces boues, des gites plus spécifiques d'une espèce ou d'un groupe d'espèces liés à l'élevage, comme les composts de fumier (**Jones, 1961**), les bouses de vaches (**Kettle, 1977**), les résidus d'ensilages de maïs (**Zimmer et al. 2008**). Le substrat qui constitue l'habitat de ces larves est riche en matières organiques, et moins humides que les boues décrites précédemment. (**Blackwell et al., 1997**).

I.5. Sensibilité aux paramètres météorologiques et implications épidémiologiques

Les paramètres météorologiques et climatiques ont une très forte influence sur la population des vecteurs. Le climat influence l'étendue géographique des maladies (**Epstein, 2004 In De La Roque, 2008**). Les changements de facteurs climatiques ont donc en théorie le potentiel d'affecter la distribution en latitude, en longitude ou en altitude des vecteurs; le changement climatique est régulièrement incriminé dans l'extension récente de maladies ou des vecteurs. Ainsi, la survie, l'activité et la dispersion de ces insectes vecteurs sont fortement influencées par les variables météorologique telle que la température, l'humidité, l'agitation de l'air, la phase lunaire... La température serait

l'élément majeur influençant leur comportement et leur survie (**Braverman Et Chechik, 1996 In Zimmer et al., 2008 ; Zimmer et al., 2009**).

I.5.1. Vol actif

Dans la plupart des cas, les déplacements des *Culicoides* se font par vol actif et n'excèdent pas 500 mètres autour de leur lieu de vie principal. Ils sont effectués pour trouver les hôtes qui leur serviront de repas sanguin, pour leur accouplement ou pour s'occuper de leur progéniture. Mais le vol actif ne représente qu'un type de déplacement. Par contre le vent peut être responsable d'une diffusion beaucoup plus large : ils peuvent parcourir des distances allant de 1 à 700 kilomètres pour des vents allant de 10 à 45 kilomètres par heure et des températures situées entre 12 et 35 degrés (**Mellor et al., 2000**).

I.5.2. Effet du vent

Le vent agit sur les *Culicoides* en augmentant la mortalité des adultes et en diminuant leur activité. L'activité de *Culicoides imicola* selon une étude réalisée au Kenya (**Mellor et al., 2000**) est totalement arrêtée avec des vents supérieurs à vingt kilomètres par heure mais l'expérimentation s'est déroulée lors de températures très élevées. Le vent est considéré comme un inhibiteur ou un facteur limitant de la dispersion active des adultes. Une vitesse de 10 à 45 Km / h sous une température de 12 à 35 C° favorise la dispersion passive sur plusieurs centaines de km (**Sellers, 1992 in Guis, 2007**).

I.5.3. La température

La température est aussi un facteur important. En effet, si elle est abaissée, les durées des différents stades du développement sont allongées et la réplication virale ne peut avoir lieu dans l'insecte. (**Kettle, 1984**). Si la température diminue, la durée des stades de développement s'allonge entraînant un arrêt de la réplication virale d'où l'interruption de la transmission (**Mullens et al., 1995 In Guis, 2007**). Par ailleurs, dans le cas où les températures sont trop basses, l'insecte devient totalement inactif (**Perie et al., 2005**), autrement dit, le développement du virus de la FCO s'arrête, car cette basse température agirait sur l'activité d'enzyme virales telle l'ARN transcriptase (**Paweska et al ; Mullens et al ; Van Dijk Et Huismans, In Perie et al., 2005 Et Toussaint et al., 2006 In Savelli, 2003**).

Une augmentation de la température accélère le métabolisme : le nombre de repas sanguins augmente ainsi que le taux de piqûres. En effet, la durée des différents stades de développement est allongée lorsque les températures augmentent fortement. Si les températures sont trop basses, ils deviennent totalement inactifs (**Perie P. et al., 2005**).

I.5.4. L'humidité

C'est l'humidité relative de l'air est nécessaire car elle participe à la formation des sites d'alimentation via les précipitations (**Ward, 1994**), sous toutes formes : l'humidité, la présence de rivières, système d'irrigation ou de puits (**Ward, 1944a In Geoffroy, 2010**). Quand elle est trop faible, elle diminue l'activité et la survie des adultes. Par ailleurs, des faible taux de précipitation diminuent le nombre d'habitats disponibles pour les larves semi-aquatiques (**Venter et al., 1997 In Geoffroy, 2010**). L'humidité du sol est une variable déterminante de l'habitat larvaire (**Meiswinkel, 1997**). Les œufs ne résistent pas à la sécheresse, alors que les nymphes qui ne flottent pas meurent si leur habitat est inondé (phénomène de lessivages des gîtes). Si les précipitations sont trop importantes, l'activité de certains espèces peut être arrêté et les larves et nymphes meurent où leur habitat est inondé ou trop humide (**Mellor, Boorman Et Baylis, 2000 ; Geoffroy, 2010 ; Guis, 2007 ; Perie, 2005 ; Savelli, 2003**).

I.6. Comportement et préférences trophique

Les femelles ont des préférences trophiques variables selon les espèces; elles sont mamophilles ou ornithophiles rarement animaux à sang-froid. La plupart des espèces piquent le matin à l'aube, et le soir avant le coucher du soleil. D'autres espèces préfèrent piquer en plein jour et en plein soleil (**Balenghien et al.,2009**).

On distingue 2 modes préférentiels de nourritures à travers les piqûres de ces insectes :

- L'endophagie : qui est la capacité des insectes à pénétrer dans les bâtiments pour piquer leurs hôtes. Elle peut être considérée comme une adaptation pour atteindre les hôtes préférentiels. Ce comportement trophique des *Culicoides* a des conséquences importantes pour la prévention et le contrôle des risques de transmission des pathogènes. (**Viennet, 2011**).

- L'exophagie : c'est le cas dont les insectes se nourrissent à l'extérieur des bâtiments d'élevage. La relation entre le succès de trouver un hôte par un insecte hématophage, la disponibilité et l'accessibilité de l'hôte est étroitement dépendante. Ce qui oblige les insectes hématophages à localiser leur hôte et faire face à diverses contraintes environnementales (vent, pluie, luminosité...), comportementales (mouvement de défense de l'hôte) ou physique (bâtiments, courant d'air) (**Viennet, 2011**).

I.7. Activité circadienne

Chez toutes les espèces animales, des organismes unicellulaires jusqu'à l'homme, une synchronisation de nombreuses fonctions internes aux cycles externes de l'environnement est assurée par les rythmes circadien. Chez les insectes, cela peut se manifester par des changements de comportement (activité de déplacement) ou des variations de sensibilité aux stimuli visuels ou olfactifs (**Corbet, 1966**). Le système circadien est composé de trois constituants :

- L'horloge interne, qui génère une rythmicité proche de 24 heures,
- Les photorécepteurs nécessaires à la synchronisation des rythmes endogènes sur les variations cycliques de l'environnement
- Les systèmes effecteurs de l'horloge qui aboutissent à la régulation temporelle des rythmes physiologiques et comportementaux

La synchronisation avec le cycle environnemental est régulée essentiellement par le cycle jour/nuit (luminosité/obscurité), et secondairement par la température (**Tomioka et al., 2006**). D'autres facteurs météorologiques, comme le vent ou l'humidité relative, peuvent inhiber l'activité de vol et agir comme des facteurs perturbateurs de ces cycles. Bien que très peu d'études ont décrit avec rigueur le cycle circadien des *Culicoides*, il est quand même admis que les *Culicoides* sont principalement crépusculaires (**Mellor et al., 2000**). Si certains travaux soutiennent que l'activité de vol de *Culicoides imicola* est limitée à l'heure du crépuscule, au Kenya les données basées sur une année entière sont tout à fait différentes, car *Culicoides imicola* était actif toute la nuit (**Walker, 1977**)

I. 8. Intérêt médicale et vétérinaire des *Culicoides*

I.8.1. Notion de capacité vectorielle

Ainsi **Wittmann** et **Baylis (2000)** ont mis au point une formule qui permet d'estimer la capacité d'un *Culicoides* présent dans une zone à transmettre le virus à un vertébré (v. encadré). Cette formule est notamment utilisée en Angleterre pour anticiper une apparition de fièvre catarrhale sur son territoire (**figur19**).

La capacité vectorielle représente la sommation de plusieurs phénomènes successifs : aptitude du vecteur à s'infecter, aptitude à assurer le développement du parasite, aptitude à le transmettre et de tous les facteurs intrinsèques et extrinsèques susceptible de conditionner chacun de ces trois phénomènes. La capacité vectorielle exprime à la fois le degré de coadaptation (ou compatibilité) entre le parasite et le vecteur et le fonctionnement du système ainsi formé dans un environnement donné. Les principaux facteurs de détermination de la capacité vectorielle sont : (La réceptivité du vecteur au parasite, Les préférences trophiques, La fréquence des repas et longévité du vecteur, La durée de l'incubation extrinsèque, La densité de la population vectorielle, La dispersion du vecteur, La résistance éventuelle du vecteur aux mesures de lutte (insecticides) etc. En ce qui concerne *Culicoides imicola*, **Mellor**, repris par **Hendrikx. (2003)**, a pu modéliser les zones qui semblaient les plus favorables à la survie hivernale de cet insecte.

$$C = ma^2Vp^n / (-\ln(p))$$

Avec :

- C : nombre de nouvelles infections par jour à partir d'un foyer d'infection qui correspond à la capacité vectorielle de l'insecte
- m : nombre de vecteurs sur nombre d'hôtes
- a : nombre de repas sanguins pris par un vecteur sur l'hôte par jour
- V : compétence du vecteur, données obtenu à partir de données de laboratoire
- P : taux journalier de survie des insectes
- n : durée de la période d'incubation en jours

Figure 19 : Capacité vectorielle d'un *Culicoides* (**Wittman et al., 2000**)

I.8.2. Pathogènes transmis par les *Culicoides*

Les *Culicoides* transmettent des virus et des parasites aux hommes et aux animaux. Plus de 50 espèces d'arbovirus ont été isolés de représentants du genre *Culicoides*, la plupart appartiennent aux familles des *Bunyaviridae*, des *Reoviridae* ou des *Rhabdoviridae*. Les principaux pathogènes transmis à l'homme sont le virus d'Oropouche et les filaires du genre *Mansonella* (Mullen, 2002). Mais, du fait de la faible pathogénicité de ces agents (Linley *et al.*, 1983), l'importance sanitaire des *Culicoides* s'exprime surtout dans le domaine vétérinaire. Les plus importantes maladies animales transmises sont virales. (Meiswinkel *et al.*, 1994 ; Mellor *et al.*, 2000).

Parmi les virus transmis par les *Culicoides*, deux *Orbivirus* (*Reoviridae*) sont particulièrement dévastateurs sur le cheptel : le virus de la peste équine africaine (PEA) et le virus de la fièvre catarrhale ovine (FCO) qui affectent respectivement les équidés et les ruminants (Mellor *et al.*, 2000). Le virus Oropouche (*Bunyaviridae*, genre *Orthobunyavirus*) est le seul virus transmis à l'homme. C'est une encéphalite virale endémique en Amérique centrale et en Amérique du Sud et transmise par *Culicoides paraensis* ; Les *Culicoides* sont également responsables de la transmission de parasites : des protozoaires sanguins (*Eucoccida*, *Kinetoplastida*) notamment chez les oiseaux (Linley, 1985 ; Meiswinkel *et al.*, 1994) et des nématodes notamment chez les chevaux (onchocercoses du ligament suspenseur du boulet et du ligament cervical) (Mullen, 2002).

A côté de la PEA et de la FCO, d'autres virus transmis par les *Culicoides* sont aussi d'importance majeure en santé animale. C'est entre autre,

- le virus de la maladie hémorragique des cervidés (EHDV) (troisième virus transmis aux animaux par les *Culicoides* le plus important après la PEA et la FCO),
- le virus de l'encéphalite équine,
- le virus de la fièvre éphémérale bovine,
- le virus Palyam et le virus Akabane (Mellor, 2000).

Les *Culicoides* sont également responsables de la transmission de parasites : des protozoaires sanguins (*Eucoccida*, *Kinetoplastida*) notamment chez les oiseaux (Linley, 1985 ; Meiswinkel *et al.*, 1994) et des nématodes notamment chez les chevaux (onchocercoses du ligament suspenseur du boulet et du ligament cervical) (Mullen, 2002). Enfin, les piqûres de *Culicoides* peuvent constituer des nuisances importantes (*C. furens* aux Antilles, *C. impunctatus* en Europe du Nord) et entraîner des réactions allergiques

cutanées (hypersensibilité) chez les ovins, bovins et chevaux (Connan & Lloyd, 1988 ; Yeruham *et al.*, 1993) comme les dermatites estivales équine (Hellberg *et al.*, 2006).

I.8 .2.1. La fièvre catarrhale ovine (FCO) « Bluetongue »

I.2.1. 1. Historique et distribution

La fièvre catarrhale ovine (FCO) est une maladie des ruminants causée par le virus de la fièvre catarrhale (BTV pour le virus de BlueTongue ou de la langue bleue), c'est une arbovirose non contagieuse à transmission vectorielle. La clinique de cette pathologie fut publiée pour la première fois par Spreull (1905) (Spreull, 1905). Elle a été décrite pour la première fois au début du 20e siècle sous le nom de fièvre catarrhe palustre, chez des moutons mérinos introduits dans la colonie du Cap en Afrique du Sud. (Curasson, 1925).

Gibbs et Greiner (1994) ont dessiné une carte du monde qui même très schématique, permet une bonne visualisation de la répartition de la fièvre catarrhale (figure 20)

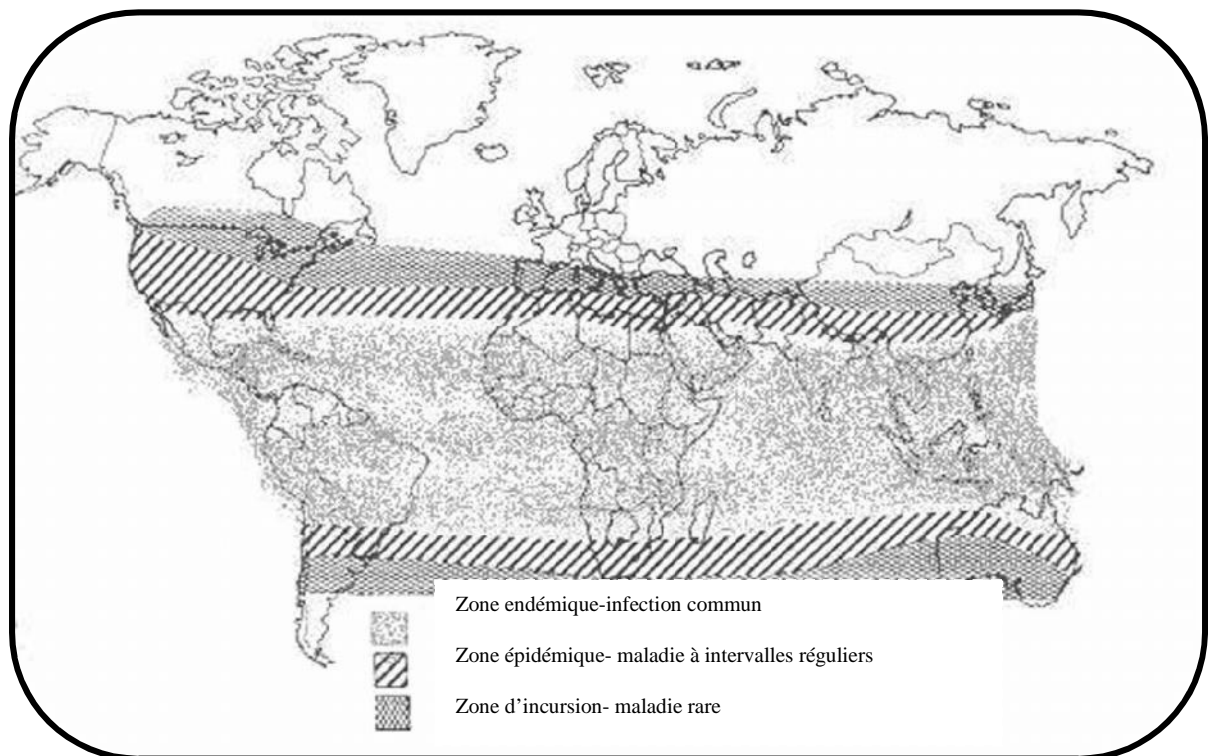


Figure 20 : Représentation schématique de la distribution mondiale du virus de la Fièvre catarrhale et des cas cliniques (Gibbs et Greiner, 1994).

I. 2.1. 2. Pathologie et clinique**I.2.1.2.1. L'agent pathogène : le virus**

Le virus responsable de cette pathologie appartient au genre *Orbivirus* de la famille de « *Reoviridae* » (Verwoerd *et al.*, 1972 In Biteau, 2006). Les premiers sérotypes évalués à 24 et identifiés à travers le monde (Gorman, 1990), présentent des relations antigénique plus ou moins étroite entre eux (Lefevre, 1988 ; Mellor, 2001). Actuellement, il en a été détecté deux (02) autres ramenant le nombre à 26 par le monde. La connaissance de ces différents sérotypes responsables des cas cliniques, demeurent nécessaire pour une protection vaccinale efficace. Par ailleurs, ces sérotypes ont un effet pathogène plus ou moins marqué pour les moutons. (Mullens *et al.*, 1995).

I.2.1.2.2. Transmission du BTV

Le virus de la fièvre catarrhale ovine est transmis par des espèces du genre *Culicoides*. Seuls les ruminants sont sensibles à l'infection notamment les bovins, les ovins, les cervidés, les caprins et les camélidés. Généralement, les signes cliniques de la maladie sont très peu visibles (Wilson et Mellor , 2009) (Figure 21), Le symptôme de la « langue bleue » dont la maladie doit son nom, ne se voit que rarement et dans les cas cliniques les plus graves. La race peut aussi jouer un rôle important dans la gravité des symptômes, en effet, des signes cliniques graves sont souvent observés dans les races améliorées de moutons. Les animaux survivants, peuvent également présenter un certain nombre de séquelles, telles que la baisse de la production laitière et l'état d'embonpoint, mauvaise qualité de laine et une infertilité transitoire (Darpel *et al.*, 2006).



Figure 21 : Des signes cliniques modérés (à droite) et sévères (à gauche) de la fièvre catarrhale ovine (Wilson, 2008).

I. 2.2. La peste équine africaine

Inscrite sur la liste A des maladies transmissibles de l'organisation internationale de l'épizootie (OIE), La peste équine est une maladie infectieuse due à un *Orbivirus* transmis par des arthropodes hématophages du genre *Culicoides*, et qui affecte les équidés. Cette maladie saisonnière, se caractérise par une évolution grave, le plus souvent mortelle, de troubles fébriles intenses associés à des atteintes sévères des fonctions cardiaques et respiratoires (Lefevre *et al.*, 2003).

I. 2.2.1. Historique et répartition géographique

La peste équine est enzootique sur le continent africain au sud d'une ligne allant du Sénégal et de la Gambie à l'ouest, à l'Ethiopie à l'est, jusqu'en Afrique du sud et occasionnellement à l'Afrique du Nord (**figure 22**). La maladie a tendance à se répandre hors de ses zones d'enzooties habituelles et à provoquer, dans les régions où elle apparaît, des flambées épizootiques meurtrières. C'est ainsi que quelques foyers ont été rapportés hors d'Afrique tel qu'au Proche et Moyen-Orient (1959-1963), en Espagne (1966, 1987-1990) et au Portugal (1989) (Lefevre *et al.*, 2003).

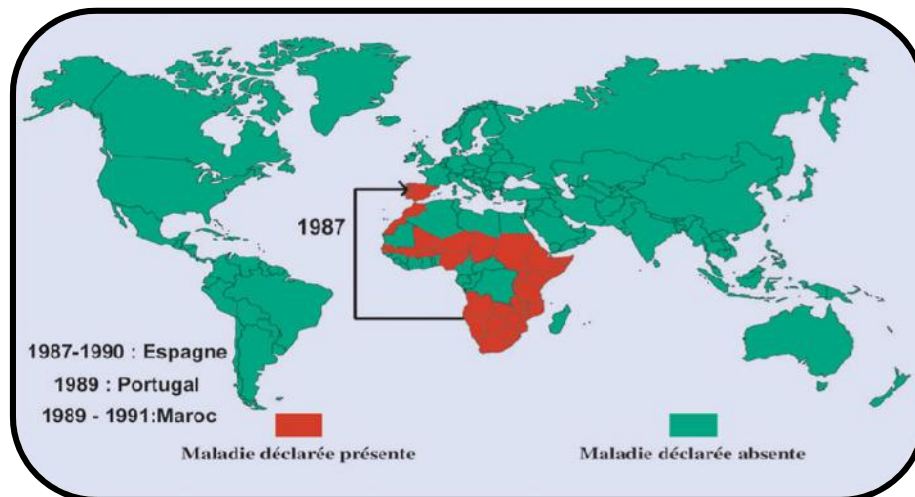


Figure 22 : Répartition géographique de la peste équine (Zientara, 2008)

II.1. Présentation générale et localisation de la Wilaya de Khenchela

La wilaya de Khenchela est située à l'Est de l'Algérie, au Sud-est du bassin versant Constantinois ; et au contrefort du mont des Aurès entre 34°06'36" et 35°4'21" latitudes Nord ; et entre 06°34'12" et 07°35'56" de longitudes Est, la Wilaya de Khenchela s'étend sur une superficie de 9.715 Km².

Elle limitée géographiquement au :

- ❖ **Nord** : par la Wilaya d'Oum El Bouaghi ;
- ❖ **Sud** : par la wilaya d'El Oued ;
- ❖ **Est** : par la wilaya de Tébessa ;
- ❖ **Ouest** : par la wilaya de Batna. (Khabtane, 1996)

Sur le plan administratif et structural la Wilaya de khenchela est composé de 21 communes regroupées en huit (08) Daïras (dont 05 Daïras créés en 1990) : Khenchela, El-Hamma, N'sigha, Tamza, Baghai, Ain-Touila, M'touss, Bouhmama, Chélia, M'sara, Yabous, Babar, Chechar, Djelal, Khirein, Ouldja, O.Rachache, Mahmel, Kais, Taouziant, Remila. (Dhwk., 2012), (figure 23).

La population totale de la Wilaya est estimée à 414.550 habitants au 31/12/2011 (Andi., 2013).

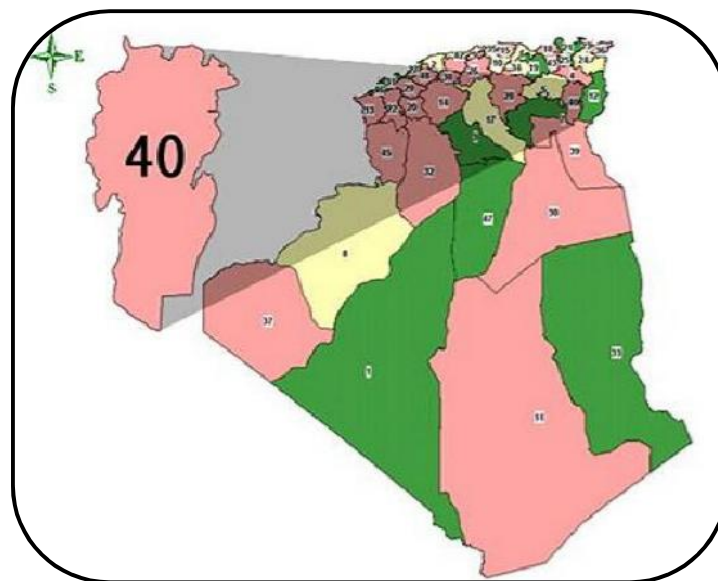


Figure 23 : Situation géographique de la wilaya de Khenchela (Dpat, 2010).

II.1.2. Situation démographique :**II.1.2. 1. La Population :**

La population totale de la Wilaya est estimée à 414.550 habitants au 31/12/2011 (Andi, 2013).

II.1.2. 2. Le milieu physique:**II.1.2. 2. 1. Le relief:**

Le relief est la résultante de la combinaison entre deux facteurs: l'altitude et la Pente. Cette dernière, par ses effets handicapants, constitue l'un des facteurs les plus Contraignants pour l'aménagement du territoire en général et la mise en valeur Agricole en particulier.

Les terrains forestiers de la wilaya de Khenchela se caractérisent par des pentes comprises entre 10 et 55%. Ce facteur favorise l'érosion, surtout en bordure de forêt où la dégradation du couvert végétal est très marquée. De ce fait l'installation d'une régénération devient plus difficile (Boualich et Berkani, 2015). Le relief de la Wilaya de Khenchela est composé de quatre (04) grands ensembles géographiques (Dpat, 2012).

➤ Les montagnes:

Ces reliefs on les retrouve au Nord-Ouest sur le massif des Aurès représentés par : **Djebel -Aidel** (2092 m), **Djebel -Chentgomma** (2115 m), **Djebel -Bezez** (2141 m) et à l'Est dans les massifs de Nememcha représentés par **Djebel -Bouzendag** (1390 m), **Djebel -Sguiguine** (1453 m), **Djebel -Tedliste** (1507 m). On retrouve les massifs de **Djebel -Djahfa** (1707 m) (Gaagai, 2009).

➤ Les plateaux.

Ils sont situés au Nord /Est (plateau de O. Rechache) et s'étendent sur les communes de Mahmel et de Ouled Rechache (Andi ,2014).

➤ **Les plaines:** Situées au Nord et Nord-Ouest de la Wilaya, elles comprennent Remila, Bouhmama et M'toussa. Il a est noté que ces deux derniers ensembles sont parfois appelés les hautes plaines (Bouali et Berkeni, 2015).

➤ Les parcours steppiques et les dépressions.

Ils sont situés dans la partie méridionale de la wilaya. Ils se caractérisent par des terres

Sablonneuses et par la présence de chotts .Ces derniers constituent ainsi le point de convergence exutoire des oueds drainant le Sud de la wilaya (**Bouali et Berkeni, 2015**)(figure 24).

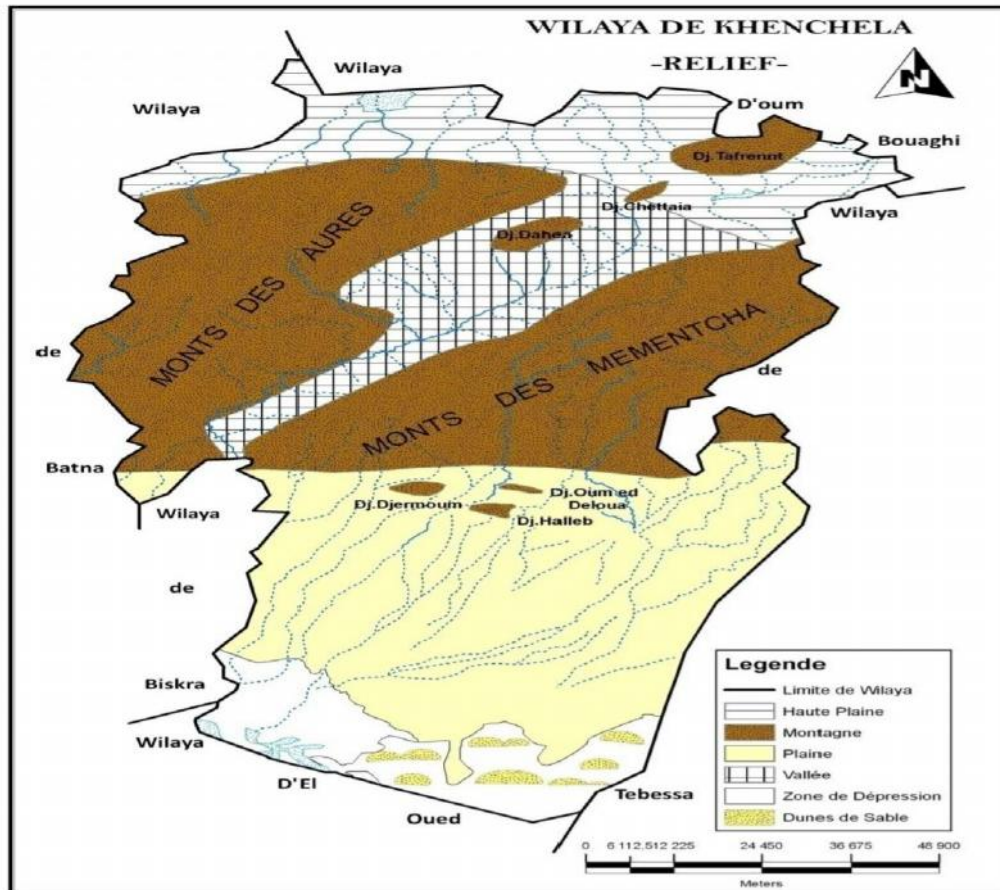


Figure 24 : Le relief de la wilaya de Khenchela (**Andi et al ., 2013**).

II.1.2. 3. La climatologie

II.1.2. 3.1. La température

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat (**Ramade, 1984**). En effet la température joue un rôle important dans la répartition des êtres vivants, leurs aires des répartitions sont souvent déterminées par ce paramètre qu'est considéré comme facteur limitant (**Dajoz, 1985**).).

Tableau 01 : Températures moyennes, (°C) durant la décade (2008-2017) et de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

MoisPériodes		Jan	Fiv	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moys
		2008	T.moy	7,6	8	10,73	9,61	18,39	23,4	26,9	26,41	20,75	16,71	11,17
-	Tmoy. max	12,8	12,43	16,47	11,62	25,08	30,9	34,9	34,22	26,4	21,53	16,04	11,5	21,15
2016	Tmoy. min	2,4	3,4	5	7,6	11,7	15,9	18,95	18,6	15,01	11,9	6,30	3,33	10
2017	T .moy	4,28	8,93	11,49	13,03	20,18	24,75	27,84	27,51	21,07	66,14	9,76	5,96	20,07

(Station météorologique El-Hamma, 2018)

D'après le tableau 01, la région de Khenchela se caractérise par une faible température (la moyenne annuelle des températures enregistrée durant la décade 2008 à 2017 est 16,20 °C) ; la température maximale du mois le plus chaud (Juillet) est de 34,9 °C ; par contre la température minimale du mois le plus froid (Janvier) est de 2,4 °C

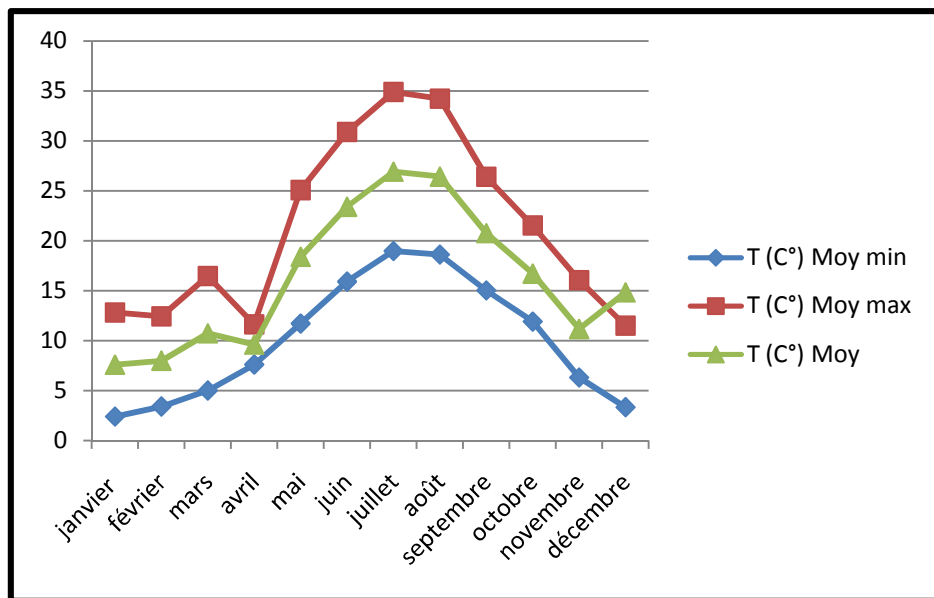


Figure 25 : Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017 et celle de L'année 2017 dans la région de Khenchela.

II.1.2. 3.2. Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale dans l'alternance de la saison des pluies et la saison sèche qui joue le rôle régulateur des activités biologique (**Ramade, 1984**).

Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant la période (2008-2017) (Station météorologique d'El-Hamma 2018).

	Mois Périodes	Janv	Fivr	Mars	Avri	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
		2008 - 2017	28	21,66	26,66	69	28	15,5	7	18,66	16	43	29,5	20,5
Précipitation moyennes	2017	28	12	7	54	28	29	8	8	4	52	24	22	23

(Station météorologique d'El-Hamma 2018).

Le tableau ci-dessus qui représente les précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Khenchela (2008-2017) met en évidence que le mois de Novembre est le plus arrosé avec une moyenne 29,5 mm par contre le mois le plus sec est juillet avec une moyenne 7 mm. En 2017 le mois d'Avril est le plus arrosé avec une moyenne de 54 mm, par contre septembre étant le mois le plus sec avec une moyenne de 4 mm.

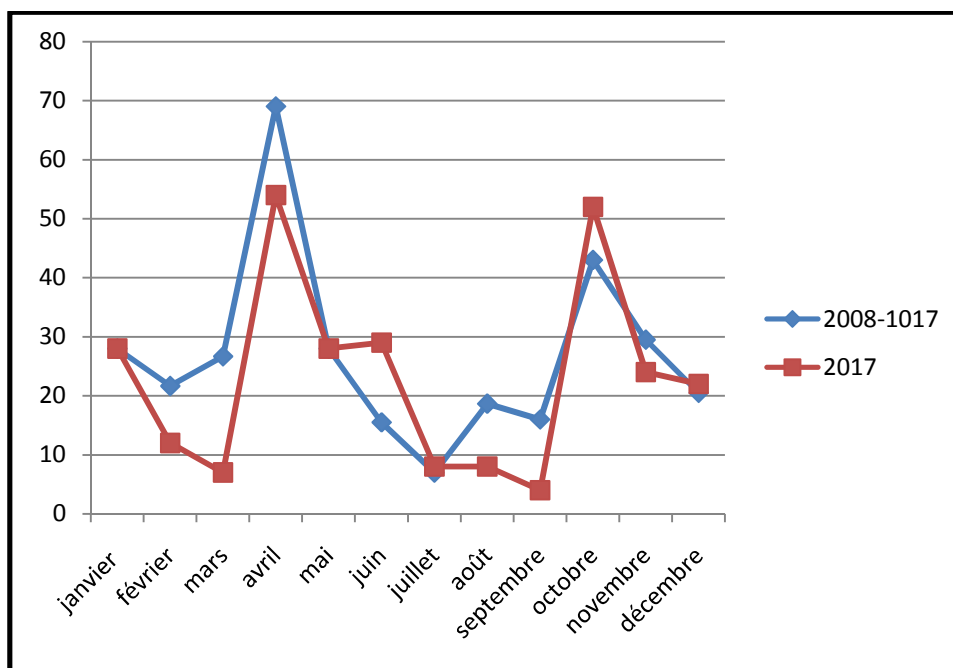


Figure 26 : Précipitations moyennes durant la période 2008 – 2017 et celles de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

II.1.2. 3.3. L'humidité relative

L'humidité relative est la quantité d'eau présente dans une particule d'air sur la quantité d'eau que peut contenir la particule d'air. Notions souvent utilisées en météorologie, est le rapport de la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère à la teneur en vapeur d'eau de l'air saturé à température égale (**Arlelry., 1973**).

Selon le tableau aux dessous on remarque que les valeurs d'humidité relative de l'air la plus élevées sont enregistrées la période hivernal et la période printanière et la période automnale entre 60% à 70%, Par contre les valeurs les plus faibles sont enregistrées en été entre 30% à 40.

Tableau 3 : L'humidité moyennes mensuelle (Durant la période 2008 à 2017. (Station météorologique d'El-Hamma 2018)

Mois / Périodes	Janv	Fivr	Mars	Avri	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
	Humidité moyenne	70,10	67,26	63,53	60,07	55,78	47,79	40,60	42,41	56,77	56,21	63 ,73	70,3
2017	75,28	63,27	53,7	59,07	48,63	44,35	34,06	35,86	46,89	14,77	63,27	73,58	51,06

(Station météorologique d'El-Hamma 2018).

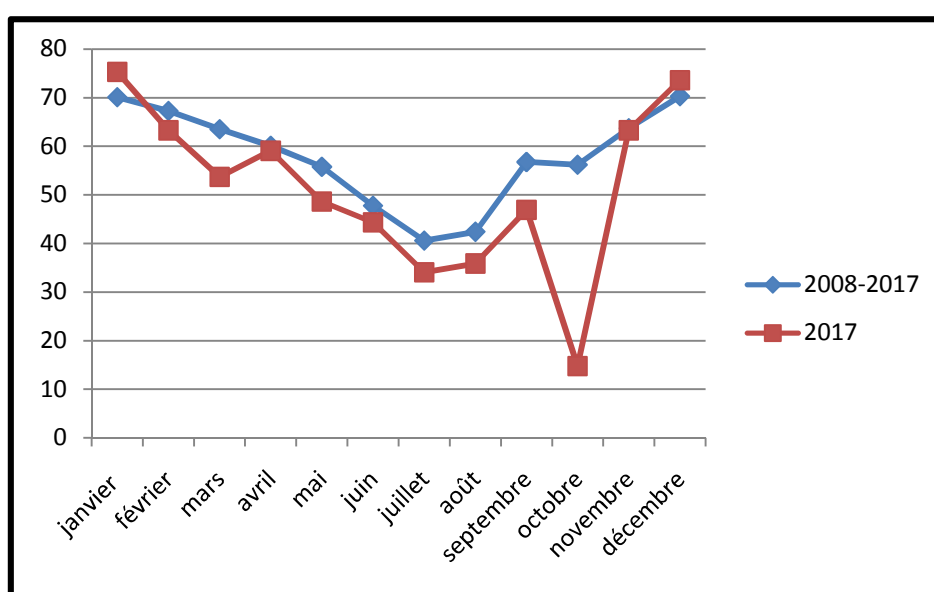


Figure 27 : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la décade (2008– 2017) et celles de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

II.1.2. 3.4. Le vent

Vent est un facteur météorologique non négligeable, qui se caractérise par sa fréquence, son intensité et sa direction dominante (Marir et al.). La vitesse du vent dans la wilaya de Khenchela est très variable selon les saisons les années ainsi que les mois elle fluctue entre 2 et 31 m/s.

Tableau 04 : Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade (2008-2017) et celles de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

Périodes	Mois	Janv	Fivr	Mars	Avri	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
	Vitesse moyenne de vent	2008-2017	24,8	24,5	31	26,6	25,2	26	26	20,8	24	23,2	25,33	24,33
	2017	4,29	3,97	4,23	3,34	3,27	3,04	3,43	3,04	3,31	2,79	3,75	3,61	3,05

(Station météorologique d'El-Hamma 2018).

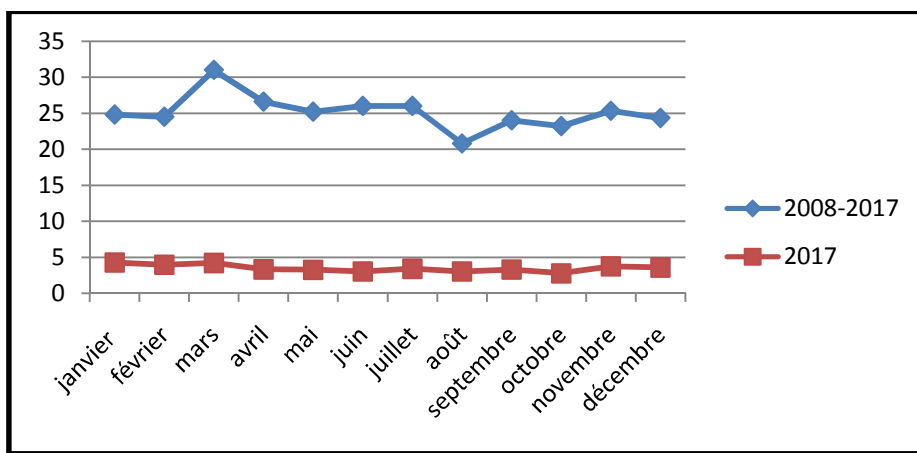


Figure 28 : Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade 2008 – 2017 et celles de L'année 2017 dans la région de Khenchela.

II.1. 3. Synthèse climatique de la région de Khenchela

II.1. 3.1. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique permet de caractériser le climat d'une région donnée pendant une période donnée. Il tient compte la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle. Il permet également de définir la période sèche (**Mutin, 1977**). Selon **Bagnouls & Gaussen (1953)**, un mois sec est un mois où les précipitations, exprimées en millimètre, sont inférieures à deux fois la température moyenne mensuelle, exprime en degré Celsius ($P < 2T$). L'intersection de la courbe thermique avec la courbe ombrique détermine la durée de la période sèche (**Gaussen et al ; 1957**).

Tableau 05: La précipitation et la température moyenne mensuelle (2008-2017)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	28	21,66	26,66	69	28	15,5	7	18,66	16	43	29,5	20,5
T(°C)	7,6	8	10,73	9,61	18,39	23,4	26,9	26,41	20,75	16,71	11,17	14,83

(Station météorologique d'El-Hamma 2018).

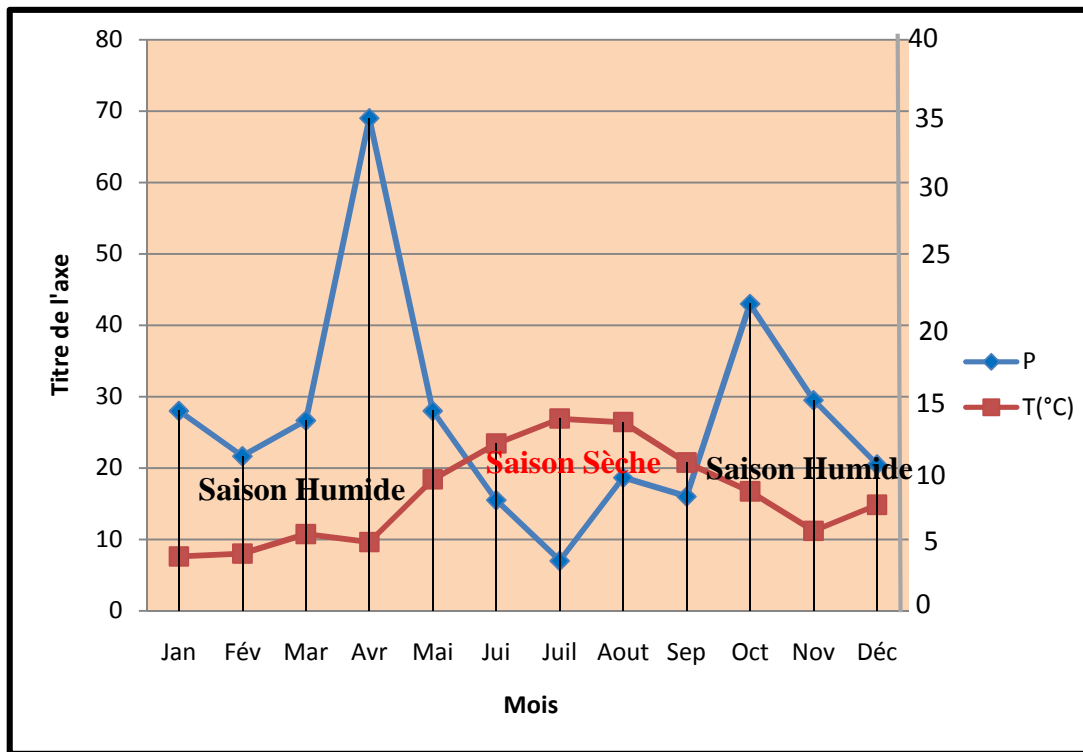


Figure 29 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Khenchela Pour la période 2008 – 2017

II.1. 3.2. Climagramme d'EMBERGER

Le climagramme d'EMBERGER permet la classification des différents types de climats méditerranéens (Dajoz, 1971). Pour caractériser le climat d'une région d'étude et de le classer dans l'étage bioclimatique qui lui correspond, il est nécessaire de calculer le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q). Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide (Dajoz, 1985).

Pour l'Algérie, la valeur du quotient pluviométrique est calculée selon la formule de Stewart (1969) :

$$Q2 = 3.43x P / (M-m)$$

Q: Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : est la somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

T max : est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en °C.

T min : est la moyenne des températures minima du mois le plus froid en °C.

Selon **Ben Salah (2009)**, **Emberger (1955, 1971)** a proposé l'établissement d'un « Climagramme » comportant **m** en abscisse et **Q2** en ordonnée. Celui-ci est subdivisé en zones correspondant à divers étages bioclimatiques méditerranéens selon un gradient d'aridité.

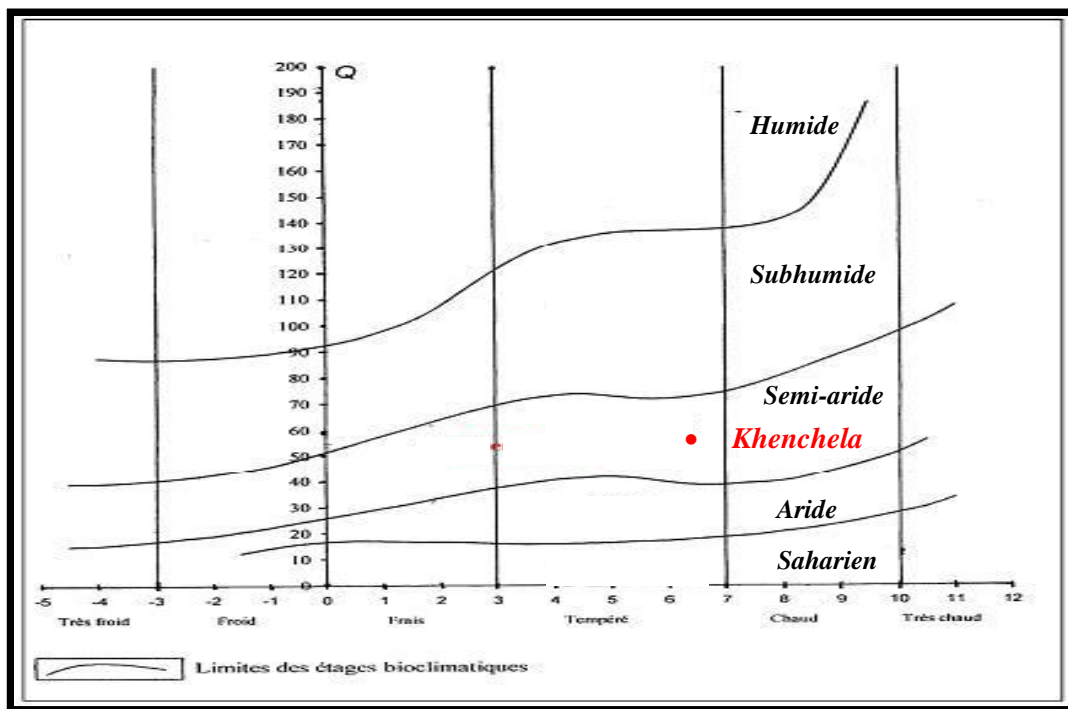


Figure 30 : Localisation de la région de Khenchela sur Climagramme d'EMBERGER.

II .2. Présentation de site d'étude:**II.2.1.Situation géographique**

La daïra de Babar Créé par le décret présidentiel en 1991, s'étend sur une superficie de 3935 km², avec les coordonnées géographiques suivantes : latitude "35° 10' 9" Nord et longitude "7° 6' 5" Est. Elle comprend une seule commune c'est la commune de Babar (**Dpat, 2015**). La commune de Babar est située à 30 km au Sud du chef lieu de la wilaya de Khenchela, elle est limitée par deux wilayas avoisinantes (**Dpat, 2015**) : Est : Tébessa et le Sud: El-Oued ; et les communes voisines ;

- Nord : Nsigha ;
- Est : Mahmel et Oulade Rachache ;
- Ouest : Tamza, Khirane.

II.2.2.Caractéristiques générales

La daïra de Babar se caractérise par ses terres à espaces vastes. Elle est divisée en deux parties, Sud et Nord à cause de leur climat, et leur effet sur la couverture végétale (**Cfb, 2015**). La daïra englobe une importante ressource en eau qui est le Barrage de Babar, sa taille estimée de 41 millions/m³, est utilisée pour l'irrigation agricole.

Un processus de programmation a été achevé pour créer une station de filtration d'eau de barrage et installer des canaux pour la distribution d'eau potable entre la daïra de Babar et les communes de la daïra de Chechar et la commune de Tamza (**Cfb, 2015**).



Figure 31 : Localisation de la commune Babar dans la wilaya de Khenchela (**Dpat, 2010**).

III. Matériel et méthodes**III .1. Matériel de piégeage**

Il s'agit de l'unité entomologique qu'est le piège ainsi que les éléments nécessaires pour la récolte des *Culicoides*. Plusieurs méthodes sont destinées à la capture des Culicoides. La méthode qui donne le meilleur rendement est la capture au piège lumineux, soit avec une ampoule de faible intensité (piège CDC.), soit avec un tube à ultra-violet (Cornet, 1971; Viennet, 2012 ; Zimmer, 2009 ; Biteau, 2007).

Pour nos prospections, nous avons utilisés des pièges lumineux. Ces pièges ont la particularité de capturer les insectes qui ont une activité nocturne et crépusculaire (Viennet, 2011; Biteau, 2007). Ils sont fréquemment appelés « piège de type OVI » car fabriqués par ARC-OVI (Agricultural Research Council - Onderstepoort Veterinary Institute) en Afrique du Sud.

Les pièges lumineux utilisés ont été confectionnés en prenant soin qu'ils soient conforme à ceux mentionnés dans la littérature (Delécolle, 1985 ; Zimmer, 2009 ; Dusom, 2011 ; Viennet, 2011 ; Biteau, 2007) (photo 1,2). Le piège se compose de :

- Une petite lampe similaire à la lumière du circuit électrique de 10 volts
- Tube accroché sous un « chapeau » métallique noir. La lumière permet d'attirer les insectes la nuit. Un tissu de type moustiquaire à larges mailles permet de ne piéger que les petits insectes (les gros insectes tels que les papillons sont bloqués par les mailles);
- un ventilateur électrique (14cm x 14cm) permettant d'aspirer les insectes qui virevoltent autour du piège attirés par sa lumière;
- un cône en tissu de type moustiquaire (à mailles très fines) guidant les insectes ;
- le ventilateur propulsant les insectes vers le pot en plastique contenant de l'eau savonneuse dans lequel ils se noient;
- un pot en plastique rempli au 1/3 d'eau savonneuse ou bien la solution EDTA (Délecolle *et al.*,2009) permettant de recueillir les insectes ;dans notre travail onutilisé seulement des boites remplies d'eau savonneuse
- une batterie de véhicule de 12 volts permet d'avoir une autonomie suffisante pour les 3 jours successifs de capture.

Dans notre travail nous avons remplacé la batterie de véhicule par l'alimentation électrique ordinaire soit par secteur.



Figure 32 : Photographie qui représente le modèle original de piège lumineux (Cliché personnel, 2018)

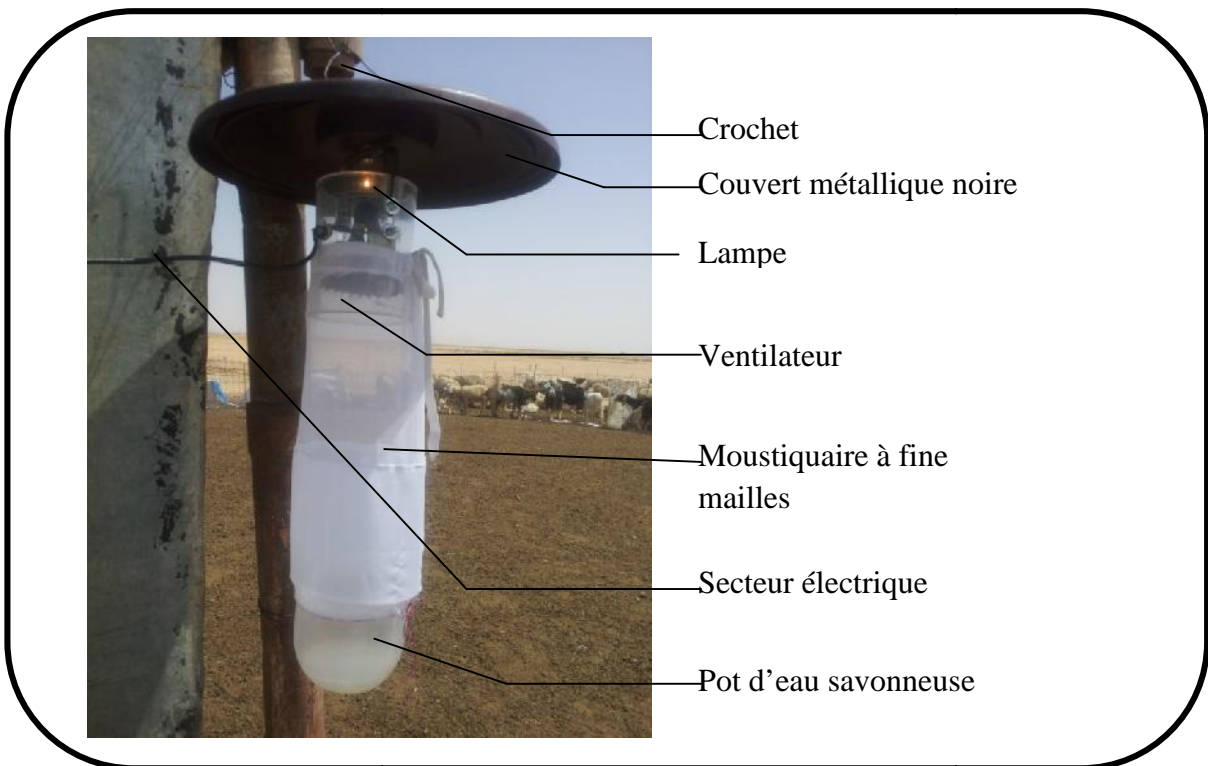


Figure 33 : Photographie du piège lumineux « montage personnel » (Cliché personnel, 2018)

III.1.1. Méthode d'échantillonnage

Notre étude consiste à capturer la faune Ceratopogonidienne entre autre la faune Culicoidienne aussi afin de mieux connaître leur abondance et leur diversité dans notre région

d'étude. Les prélèvements se sont effectués durant la période printanière pendant le mois d'Avril 2018 (1 semaine :25 avril jusqu'à 1er mai).

Nous avons installées le piège de capture de type lumineux au niveau de la station étudiée. Ce piège est placé chaque jour et ce durant toute la période d'étude. Il est mis le soir avant le coucher du soleil (vers 17h30 ou 18h) et récupérés à l'aube avant le lever du soleil (vers 6h- 7h).

Le rythme de piégeage est quotidien durant la semaine d'essai et ce dans le site. Cependant, des pannes techniques de pièges sont parfois signalées.

Dans le site de piégeage, les captures se sont déroulées selon le même protocole et tous les renseignements sur le site, les heures de pose et de relevé ont été notées sur des fiches.

Le piège lumineux est placé respectivement près des animaux pour le piège dit « intérieur ».

III.1.2. Technique de piégeage

La pose des pièges lumineux s'est faite en tenant compte des directives du protocole établi par **Délecolle et al.**, (2009) et suivi par plusieurs auteurs entre autres **Zimmer et al.**,(2008, 2009), **Dusom** (2012), **Viennet** et **Guis** (2011).

Pendant la posée des pièges lumineux, nous avons suivi la procédure :

- accrocher le piège à son support habituel (le piège est à hauteur d'homme et si possible visible à 360 degrés) ;
- remplir 1/3 du pot avec de l'eau et mettre 1-2 gouttes de savon dans le pot (Ne pas mettre trop de savon pour ne pas abîmer les insectes) le détergent jouant le rôle d'un agent mouillant qui empêche les insectes de remonter le long des parois (**Benia, 2010 ; Dusom, 2012**)
- attacher le pot au piège (au besoin renforcer l'attache avec l'élastique) ;
- brancher le piège à la batterie ;
- vérifier le bon fonctionnement (ventilation et lampe allumés) ;
- placer et ajuster au mieux le tissu à maille lâche autour du ventilateur.

Quant au relevé du piège, on procède de la sorte :

- vérifier que le piège fonctionne toujours (ventilation et lampe allumées) ;
- préparer une petite étiquette en papier cartonné (4cm x 6cm) en renseignant au crayon gris la date de la nuit de piégeage ;
- détacher le pot du piège ;
- débrancher le piège de sa source d'alimentation ;

- verser l'eau savonneuse contenant les insectes capturés dans le filtre ;
- vérifier que tous les insectes soient tombés du pot dans le filtre (sinon mettre un peu d'alcool dans le pot pour rincer et les verser dans le filtre, renouveler à plusieurs reprises si nécessaire)
- retourner le filtre en l'ajustant dans la boîte ;
- verser l'alcool sur le filtre en exerçant une pression sur la pissette pour faire glisser les insectes dans la boîte ;
- mettre la petite étiquette de renseignement sur la boîte ;
- fermer la boîte sans trop forcer pour ne pas fendre le plastique (sinon l'alcool s'évapore et les insectes s'abîment) ;
- abaisser le tissu à maille lâche autour du ventilateur (pour éviter qu'il se déchire) ;
- nettoyer l'intérieur du piège ;
- nettoyer le pot qui s'adapte au piège.

Les étapes de l'échantillonnage sont présentées dans la (Figure34).



Figure 34 : Photographie de différentes étapes de piégeage et la récolte des *Ceratopogonidés* stations d'étude (Cliché personnel, 2018).

III.1. 3. Tri et identification

La détermination des *Culicoides* nécessite une connaissance de la morphologie de ces minuscules insectes. La description de la structure de l'hypopygium chez le mâle par exemple n'est pas suffisante. Il est donc indispensable de prendre en considération d'autres caractères afin d'établir une meilleure identification (**Délecolle, 1983, 1985**).

Nos spécimens capturés par les pièges lumineux sont conservés dans de l'alcool à 90° afin de faciliter le pré- tri (**Délecolle et al., 2009, Djerbal et al., 2009, Viennet, 2011**).

Les échantillons ramenés au laboratoire sont pré-triés puis identifiés (photo 4). Les insectes ont été examinés sous la loupe binoculaire pour procéder à leur identification. Le pré tri, première étape, consiste à séparer les *Ceratopogonidés* des autres insectes grâce à leur morphologie générale (notamment la taille inférieure à 5mm et les pièces buccales plus petites que la tête). Les *Culicoides* sont différenciés des autres Ceratopogonidae grâce à la forme générale du corps, la disposition des nervures alaires (notamment la présence de deux cellules radiales ayant approximativement la même taille et la nervure médiane M2 qui ne touche pas la M1).

L'identification, deuxième étape délicate et fastidieuse, L'identification morphologique des différentes espèces de *Ceratopogonidés* et *Culicoides* est basée sur l'examen à la loupe binoculaire, à un faible grossissement, des dessins alaires. les clés d'identification utilisées sont ceux de **Borkent et Spinelli, 2007**.

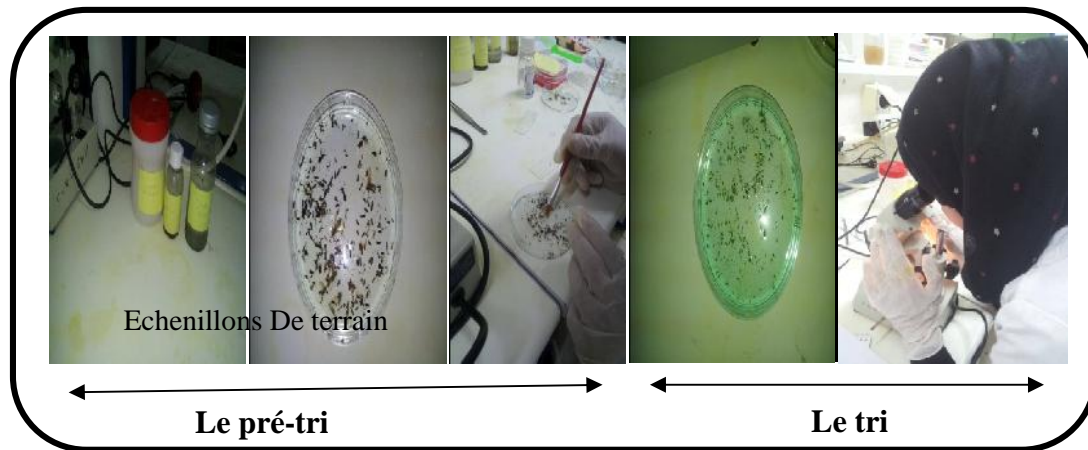


Figure 35 : Les différentes étapes de l'identification des *Ceratopogonidés* et *Culicoides* : le pré-tri consiste à séparer les *Ceratopogonidés* et *Culicoides* des autres insectes et le tri consiste à identifier les *Ceratopogonidés* *Culicoides* à l'espèce à la loupe binoculaire

III.2. Méthodes d'exploitation et d'analyse des résultats

Toute investigation scientifique passe par collecte des données et leur interprétation. Dans le présent travail, les résultats obtenus sont exploités grâce à l'examen de la qualité d'échantillonnage, aux indices écologiques de composition et de structure .

III. 2.1. Méthodes d'analyse statistique des résultats

Une expérience biologique est, peut on dire, une action au moins partiellement contrôlée, sur tout ou partie d'un matériel vivant, dont le résultat, décrit en terme quantitatifs ou numériques, fait l'objet d'une interprétation (**Lallouche et Lazar, 1974**).

III. 2.1.1. Evolution qualitative de la faune Ceratopogonidienne

III. 2.1.1.1. Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces contactées une seule fois (a) au nombre total de relevés (Nr) (**Blondel, 1979**). Cela permet d'avoir une précision sur la qualité de l'échantillonnage. Plus le rapport a / Nr est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande (**Blondel, 1979; Ramade, 1984**). Ce quotient est donné selon la formule suivante :

$$\text{Qualité de l'échantillonnage} = a / \text{Nr}$$

a : est le nombre des espèces d'insectes vues une seule fois en un seul exemplaire durant toute la période des observations dans tous les relevés.

Nr : est le nombre total de relevés.

III. 2.1.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Il est question de traiter les résultats grâce à l'emploi d'indices écologiques de composition et de structure.

III. 2.1.2.1. Indices de composition (analyse des peuplements)

Le peuplement est un ensemble d'individus appartenant à des espèces différentes mais qui vivent au sein d'un même espace.

Il est singularisé par conséquent, par certaines caractéristiques:

a- Richesse totale (spécifique) et moyenne

Elle représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (**Ramade, 2003**). La richesse totale d'un peuplement est le nombre d'espèces (**S**) rencontrées au moins une fois au terme de **N** relevés (**Blondel., 1975**). Dans la région d'étude, tandis que la richesse moyenne (**S'**) est le quotient du nombre total d'individu (**ki**) pour chacune des espèces sur le nombre total de relevés (**N**) effectués, c'est - à- dire :

$$S_m = S_i / N_r$$

S_m : est la richesse moyenne d'un peuplement donné.

S_i : est le nombre des espèces présent à chaque relevé.

N_r : est le nombre de relevés.

La valeur de la richesse moyenne permet de mettre en évidence l'homogénéité du peuplement. Donc, plus la variance de la richesse moyenne est élevée, plus l'hétérogénéité sera forte. Par contre, si la variance est nulle l'homogénéité est maximale, ce qui signifie que toutes les espèces sont présentes dans chaque relevé (**Blondel, 1975**).

b : L'abondance relative

L'abondance relative correspond à la participation d'une espèce en terme d'individus N_i par rapport au total des individus N (**Dajoz, 1971**).

Il est calculé selon la formule suivante :

$$N_i = (n_i \cdot 100) / N \text{ (Faurie et al, 1980)}$$

n_i : le nombre d'individus de l'espèce prise en considération.

N : le nombre total d'individus.

- **Espèce commune**: présente dans plus de 50% de relevés.
- **Espèce rare**: présente dans 25 à 50% de relevés.
- **Espèce très rare**: présente dans moins de 25% de relevés (**Dajoz, 1971**).

III. 3.1.2.2. - Indices écologiques de structure

Nous avons utilisé l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice de l'équitabilité (équirépartition) qui sont décrits comme suit :

a - Indice de diversité de Shannon-Weaver

Est la quantité d'information apportée par un échantillon sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces (**Daget, 1976**). Il se calcule comme suit :

$$H' = - \sum_{i=1}^k q_i \log_2 q_i ; \text{ Avec } q_i = n_i / N$$

H' : Diversité spécifique.

n_i : Effectif de l'espèce i

q_i : Est la fréquence relative d'abondance de l'espèce prise en considération

N : Effectif total du peuplement

Cet indice H' sert à l'étude comparative des peuplements; car il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (**Ramade, 2003**). Ainsi, il varie de 0 lorsqu'une seule

espèce est présente, à $\log S$ lorsque toutes les espèces ont la même abondance où S est la richesse totale d'espèces (**Dajoz, 2008**).

b : Indice d'équirépartition

C'est le rapport entre la diversité observée ou réelle H' et la diversité maximale H'_{\max} . (**Daget, 1976 ; Dajoz, 2008**). Il permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité ne révèle pas. Il se définit selon la formule suivante :

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

E : est l'équitabilité ou indice d'équirépartition.

H' : est l'indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits.

H' max : est la diversité maximale exprimée en bits.

H' max = Log 2 S

S : est la richesse totale.

L'équirépartition varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des individus appartenant à la même espèce du peuplement, et elle se rapproche de 1 si toutes les espèces ont la même abondance (**Dajoz, 2008**), il traduit alors un peuplement équilibré (**Legendre et Legendre, 1979**).

IV. Résultats :

IV.1. Liste des espèces capturées dans la région d'étude

L'essai de piégeage des *Culicoides* (Cératopogonédae) , dans notre région d'étude (Khenchela : Sahrat Nemamecha) , s'est déroulé en avril 2018 durant une semaine(25 avril jusqu'à le 1^{er} mai). Il a permis de récolter un total, de 165 individus. Nous avons dénombré 7 espèces appartenant à 6 genres. La liste des espèces récoltées est présentée dans le (tableau 6).

Tableau 6 : Liste globale des espèces récoltées dans la région d'étude.

Famille	Sous famille	Tribu	Genre	espèce
Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	Culicoidini	Culicoides	<i>Culicoides copiosus</i> <i>Culicoides insignis</i>
		Ceratopogonini	Echinohelea	<i>Echinohelea lanei</i>
			Parabazzia	<i>Parabazzia petiolata</i>
		Heteromyiini	Clinohelea	<i>Clinohelea bimaculata</i>
		Palpomyiini	Palpomyia	<i>Palpomyia plebeja</i>
	Dasyheleinae	/	Dasyhelea	<i>Dasyhelea pseudoincisurata</i>
	?	?		Deux individus non identifié

Notre recensement a permis de mettre en évidence 7 espèces appartenant à l'ordre de *Diptera*, la famille de *Ceratopogonidae*, a 2 sous – famille (*Ceratopogoninae*, *Dasyheleinae*) a 4 Tribu des (*Culicoidini*, *Ceratopogonini*, *Heteromyiini*, *Palpomyiini*) ;les 6 genres (*Culicoides*, *Echinohelea*, *Parabazzia*, *Clinohelea*, *Palpomyia*, *Dasyhelea*.) (Tableau 6) ainsi que d'autres familles telles : *Culicidae* (*Culex sp*) et *Psychodidae* (*Phlebotomus sp*).

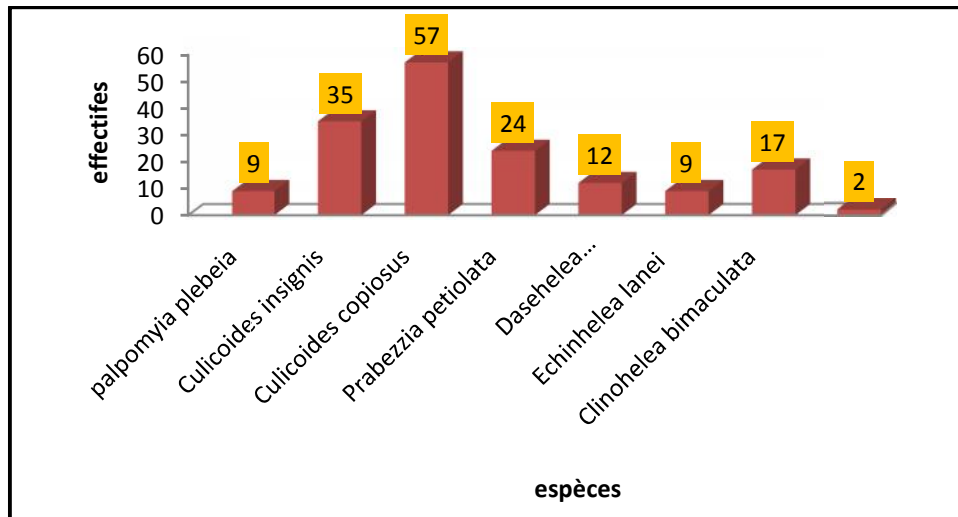


Figure 36 : Histogramme représentant la totalité d'espèces récoltées

La (figure 36) révèle les différentes espèces récoltées lors de notre échantillonnage dans la région de capture. En termes de nombre, il est important de noter que l'espèce la plus répandue, est *Culicoides copiosus* avec 57 individus, suivit par *Culicoides insignis* avec 35 individus et *Parabezzia petiolata* avec 24 individus. Les espèces *Clinohalela bimaculata*, *Dasehelea pseudoincisurata*, sont respectivement présentes par 17, et 12 individus, les espèces *Echinohalela bimaculata* et *Palpomyia plebeja* avec 9 individus chacune et enfin une espèce non identifiée avec 2 individus.

V.1.2. Répartition temporelle des effectifs des espèces capturées

L'étude de l'évolution temporelle des espèces, toutes espèces est consignée dans le (tableau 7).

Tableau 7 : Répartition temporelle des espèces récoltées pendant la période d'étude

Jours	Semaine 1						
	S	D	L	M	Me	J	V
Nombre d'individus	15	20	34	27	30	22	17
Total	165						

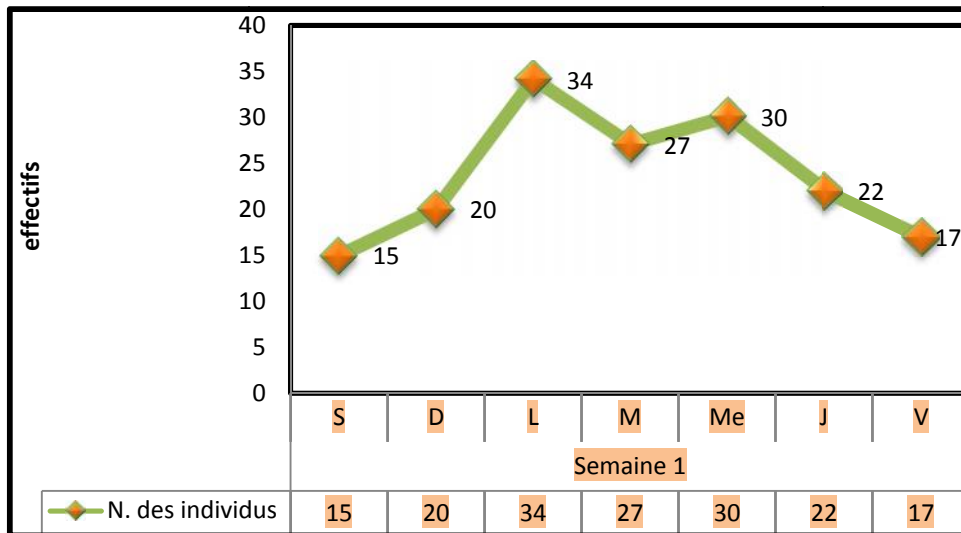


Figure 37 : Fluctuations des espèces collectées

Les résultats représentés par la (figure 37) mettent en évidence la répartition hebdomadaire dans le temps des espèces récoltées dans la région d'étude. On constate nettement une perturbation des effectifs d'espèces durant la semaines d'étude, allant de 15 individus au début de la semaine à 34 individus au milieu de la semaine ; puis une légère diminution est perçue a la fin de la semaine avec 17 individus

IV.2. Analyse des espèces récoltées.

IV.3. Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les résultats concernant l'essai de captures des *Ceratopogonidés* et des *Culicoides* sont exploités par des indices écologiques de composition puis par des indices de structure.

IV.3.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

L'exploitation des résultats par des indices écologiques compositionnels fait intervenir la richesse totale et moyenne et les fréquences centésimales en fonction de la région d'étude , des espèces capturées pendant la période d'étude.

IV.3.1.1. Richesses spécifiques et richesse moyenne des espèces capturées

Ce paramètre correspond au nombre total d'espèces recensées dans la région d'étude. Les valeurs des richesses spécifiques et la richesse moyenne obtenues dans la région d'étude sont rapportés dans le (tableau8.)

Tableau 8: Evolution spatio-temporelle de la richesse spécifique et la richesse moyenne des espèces récoltées.

Périodes	Semaine1							Nombre des espèces
	S	D	L	M	Me	J	V	
Richesse spécifique (Rs)	2	6	5	3	4	4	3	7
Richesse moyenne (s)	23,57							

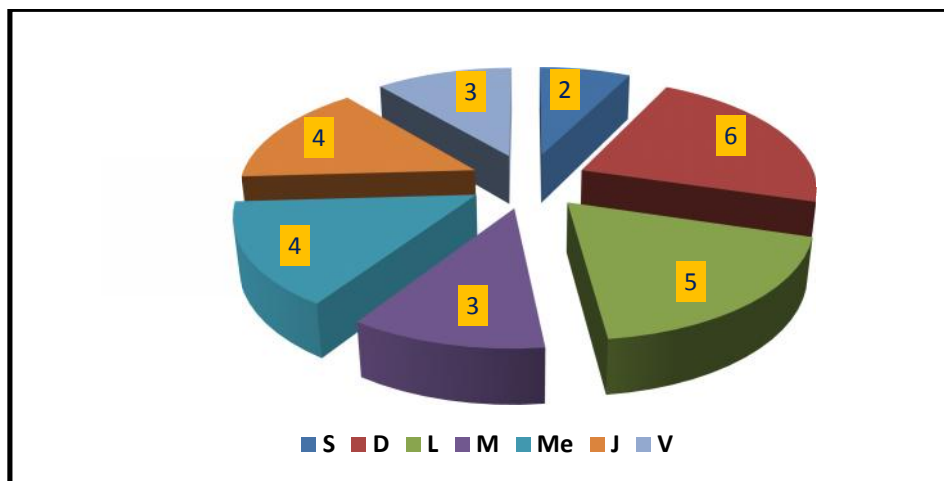


Figure 38 : la richesse spécifique spatio-temporelle des espèces récoltées

IV.3.1.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces capturées

IV.3 .1.2.1. Abondances relatives des espèces récoltées dans la région d'étude

A. Composition de la faune récoltée

La composition de la faune récoltées est récapitulée dans le (tableau 9) et la (figure 39). Pour chaque espèce nous avons reporté la fréquence absolue (n ind) et la fréquence relative en pourcentage (N% ind) qui est le rapport de la fréquence absolue au nombre total (Ni) des individus observés multiplié par 100. Ces pourcentages expriment l'abondance relative de chaque espèce par rapport à l'ensemble de la faune. Au bout de 7 sorties sur

terrain durant une semaine de façon régulière, nous avons récolté un total de 165 individus.

Tableau 9: Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces récoltés dans la région d'étude.

Espèces	(n ind)	(N% ind)
<i>Culicoides copiosus</i>	57	34,54
<i>Clinohelea bimaculata</i>	17	10,30
<i>Culicoides insignis</i>	35	21,21
<i>Parabezzia petiolata</i>	24	14,54
<i>Palpomyia plebeja</i>	9	5,45
Deux individus non identifiés	2	1,25
<i>Dasehelea pseudoincisurata</i>	12	7,27
<i>Echinohelea lanei</i>	9	5,45
Totale	165	100

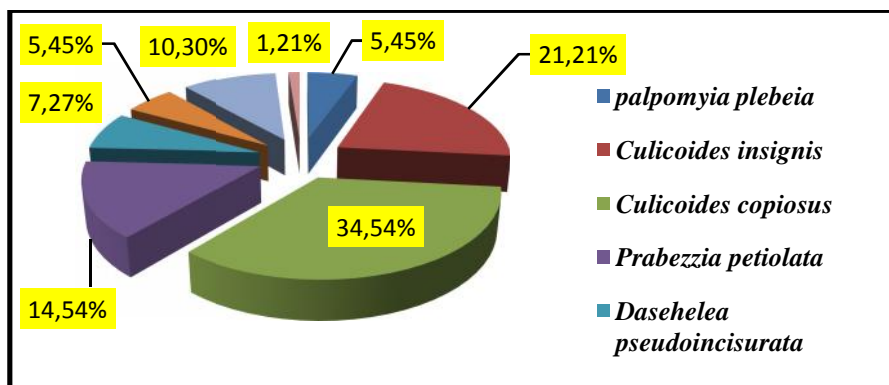


Figure 39 : Abondances relatives des espèces collectées

Nous avons recensé 7 espèces l'espèce *Culicoides copiosus* c'est révéle la plus représentative dans la région d'étude avec 57 individus et une fréquence de 34,54% elle

est suivie par *Culicoides insignis* avec 35 individus et une fréquence de 21,21%, ensuite *Parabezzia petiolata* par 24 individus et une fréquence de 14,54% . Ces espèces semblent les plus dominantes dans notre région d'étude (**Figure 39**)

Notre analyse de l'abondance montre que les espèces : *Clinohelea bimaculata*, *Palpomya Plebeia*, *Dasehelea lanei*, *Echinohelea lanei* sont relativement peu abondantes.

IV.3. 2. Indices écologiques de structure

Les résultats de notre échantillonnage sont exploités par les indices écologiques de structure tels que l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équirépartition.

IV.3.2.1. Analyse des résultats par l'indice de Shannon- Weaver et l'indice d'équitabilité

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), la diversité maximale (H' max) et l'indice d'équitabilité (E) appliqués aux espèces récoltées dans la région d'étude sont calculés et rapportés dans le (**tableau 10**).

Tableau 10: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon- Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale (H' max) et l'indice d'équitabilité des espèces capturés.

H' : indice de diversité de Shannon-Weaver,
E : équitabilité
H' max : l'indice de la diversité maximale

Périodes / Indices	Semaine 1
H' (bits)	0,05
H max (bits)	2,10
E (%)	0,02
Effectifs	165

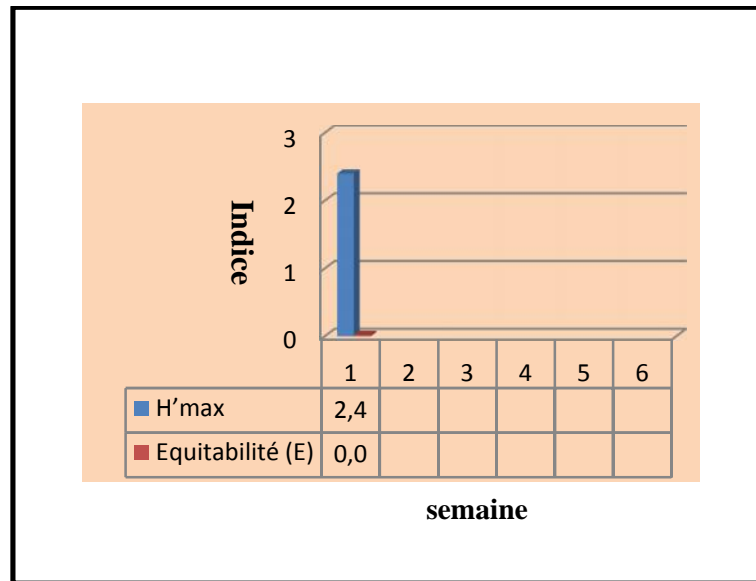


Figure 40: Variations spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité dans la région d'étude

Les résultats portés dans le (tableau 10) et (figure 40) suggèrent que la valeur de l'indice de diversité de Shannon est noté avec 0,05 bits durant la période d'étude. En effet La valeur des espèces mentionnée au niveau de la semaine est 7 espèces

L'indice d'équitabilité permet de comparer les peuplements et d'en déduire l'équilibre existant (Himmi, 2007). Il est intéressant de noter que le taux d'équitabilité signalé durant toute la période d'étude est plus faible avec 0,02.

V. Discussion

Il s'agit de la deuxième étude sur la biodiversité *des Culicoides* dans la région Est algérien, la première c'est été dans la région de Oum El Bouaghi et la deuxième c'est notre travail au niveau de la région de Khenchela (sud Babar : Sahrat Nememcha). Outre que jamais répertorié auparavant les espèces des *Culicoides* à cette région, les informations et publications sont cruellement absentes, sauf les travaux de Szadziwski (1984) et **Djrbal et al.**, (2009) en Algérie.

Dans ce chapitre, nous allons tenter de discuter les résultats de notre travail entomologique de la faune récoltés dans la région de sud Babar (Sahrat Nememcha)

La prospection du foyer de Sahrat Nememcha a été menée au niveau d'une seule station représentée par une étable des ovins. Nos prospections se sont déroulées sur une période de 7 jours dans le moi d'avril (de 25 avril jusqu'à 1^{er} mai).

V.1. Composition globale de la faune récoltée

L'analyse des résultats de la composition du peuplement récolté nous a permis de mettre en évidence un total de 165 individus. Nous avons identifié 7 espèces selon les caractères décrits dans les clés d'identification Borror, Triplehorn et Johnson et ; Borkent A. et Spinelli G.R. (2007) cératopogonédae neotropicales (diptera :insecta) .Ed.pensoft.vol 4.200 p .

Les espèces identifiées appartiennent à la famille des *Ceratopogonidae*, au 2 sous/famille (*Ceratopogoninae*, *Dasyheleinae*) ; a 4 Tribu (*Culicoidini*, *Ceratopogonini*, *Heteromyiini*, *Palpomyiini*) ;et a 6 genres (*Culicoides*, *Echinohelea*, *Parabezzia*, *Clinohelea*, *Palpomyia*, *Dasyhelea*) . Parmi la faune associée à celle des *Culicoides*, on peut signaler la présence d'autres familles de diptères telles les *Culicidae* (*Culex sp*) et *Psychodidae* (*Phlebotomus sp*).

Notre faune récoltée et composée de 7 espèces représente un taux de (4,84%) . Du point de vue spécifique, *Culicoides copiosus* domine avec 34,54 % (57 individus), puis *Culicoides insignis* avec 21,21% (35 individus). *Parabezzia petiolata* avec 14,54%(24 individus) de l'ensemble des captures. Les autres espèces, sont faiblement représentées à savoir *Clinohelea bimaculata* avec 10,30 % (17 individus), suivi par *Dasehelea pseudoincisurata* avec 7,27% (12 individus), *Palpomyia plebeja* et *Echinohelea lanei*

avec le taux 5,45 % (9 individus), et enfin deux individus non identifiés avec 1,25 % (2 individus).

En ce qui concerne le genre, il apparaît d'après nos résultats, d'une semaine, qu'il y a une prédominance des espèces du genre *Culicoides* avec 1,21% par rapport aux autres espèces des genres (*Parabrezza*, *Clinohalea*, *Echinohelea*, *Palpomyia*, *Dasehelea*) avec un taux très faible 0,60 % du total des récoltes. Concernant le reste des espèces, quatre n'ont aucune affiliation sous générique et représentent ainsi 2,42 %.

V.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques compositionnelles et structurelles

Les résultats obtenus exploités par différents indices écologiques de composition et de structure sont discutés dans les paragraphes suivants.

V.2.1. Abondances relatives

La région de notre étude appartient à l'étage climatique semi-aride en générale, il a la particularité d'être secoué par des vents secs et chauds, et riche en écuries pour les herbivores c'est-à-dire les ovins et les bovins qui sont considérés comme la principale source de nourriture pour les femelles (le repas sanguin). L'analyse des fréquences centésimales calculées dans la région d'étude font ressortir les espèces les plus représentatives. On remarque que les espèces de genre *Culicoides* (*Culicoides insignis* et *Culicoides copiosus*) Ces espèces sont représentées avec un taux global de 55,75 % supérieures de 50% des relevés. Les espèces des autres genres (*Clinohalea bimaculata*, *Dasehelea pseudoinscurata*, *Echinohelea lanei*), ont été capturées au niveau de la région de Sahra Nmamcha (sud Babar) avec une fréquence centésimale 44,26% moins de 50%.

V.2.2. Richesse spécifique

En termes de richesse, la semaine s'est révélée être moins riche en espèces (7 espèces). La pauvreté en espèces s'explique par le fait qu'au cours de la semaine de piégeage, les facteurs abiotiques (à savoir une basse humidité, fortes températures, vents violents...) ont favorisé la diminution ou l'absence d'espèces, ou bien au mal placement des pièges lors des captures. En ce qui concerne la richesse moyenne, la valeur est estimée par (23,57 espèces).

V.2.3. Indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité

La valeur de l'indice de diversité de Shannon est estimée à (0,05 bits) où il a été recensé 7 espèces.

La valeur élevée indique que le peuplement est équilibré et diversifié, les espèces sont nombreuses et aucune espèce n'est dominante (**Blondel, 1979**). Par ailleurs, un indice faible témoigne de la pauvreté en espèces de la station étudiée, et la dominance est notée par une ou plusieurs espèces (**Arthur, 1965**). Selon **Thieneman** (1932), l'indice de diversité est élevé lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables ; de nombreuses espèces sont alors observées et chacune d'elle est représentée par un petit nombre d'individus. En revanche, lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est trouvé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible. Dans notre cas nous avons observé que la valeur de l'indice de diversité est ($H' = 0,05$) à partir de cette valeur on signifie que la diversité est faible et donc le peuplement pauvre en espèces.

La valeur de l'équitabilité est (0,02) alors que les différentes populations ne sont pas en équilibre entre elles ; la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, donc le peuplement présente la dominance d'une seule espèce qui est *Culicoides copiosus* avec un nombre 57 individus.

Conclusion

Le genre *Culicoides* dans la région de Khenchela n'ayant jamais été étudié tant sur le plan entomologique que sur le plan épidémiologique, ce modeste travail devrait constituer une porte ouverte pour d'autres investigations.

A travers ce travail, la région d'étude de Khenchela qui a fait l'objet d'un échantillonnage dans une station, certes de courte durée, présente une faune non diversifiée.

Par notre essai de capture, nous avons prospecté le mois d'avril 2018 et pendant une semaine (25 avril jusqu'à le 1^{er} mai) dans une étable des ovins, au niveau de la région Sahra Nememcha (sud Babar) qui se situe dans l'est algérien, appartient à l'étage bioclimatique semi-aride (Q2=56,59), nous a permis de capturer et d'identifier le genre *Culicoides* et d'autres genres des Cératopogonidae.

165 individus ont été récoltés, 7 espèces sont mises en évidence et identifier réparties sur 6 genres (*C. copiosus*, *C. insignis*, *Parabezzia petiolata*, *Clinohelea bimaculata*, *Echinohelea lanei*, *Palpomyia plebeja*, *Dasehelea pseudoincisurata*) et deux individus non identifiés. L'identification est basée sur les caractères morphologiques des adultes.

A titre d'abondances relatives. Il est intéressant de noter qu'il y a une prédominance de l'espèce de *C. copiosus* dans la semaine d'échantillonnage avec un taux de 34,54 % (57 individus) du total de captures, suivie par l'espèce *C. insignis* avec un taux 21,21 % (35 individus) et *Parabezzia petiolata* avec 14,54 % et *Clinohelea bimaculata* avec 10,30 %. Nous n'avons constaté que *C. copiosus* est une espèce ubiquiste, c'est à dire tolérante en ce qui concerne la nature et la qualité de son habitat, mais également vis-à-vis des changements de température, elle colonise très rapidement les sites de captures et elle s'y installe. Par contre, les autres espèces sont apparues d'une façon minoritaire entre 1,25 % et 7,27 %. Cela s'explique que ces espèces ne semblent donc trouver des conditions favorables à son développement dans cette région d'étude.

En ce qui concerne la diversité calculée par l'indice de Shannon-Weaver. Ces indices de diversité nous conduisent de dire que Les peuplements de la semaine sont non diversifiés ($H' = 0,05$ bits) et largement déséquilibré E est 0,02 donc les espèces sont en déséquilibre entre eux au sein du peuplement.

La répartition des espèces recensés et leur diversité est conditionnée par certain nombre des facteurs (vent, température, humidité, pluie, altitude, végétation), qui agissent sur la reproduction, le développement et la durée de survie des adultes, mais aussi sur la taille de la population des adultes. Nous avons constaté, que des températures estivales élevées avaient un effet négatif sur la longévité de l'espèce (**Wittermann et Baylis, 2000**).

Au terme de ce travail, bien que cette étude soit limitée à une seule région de Khenchela, a permis de mettre en évidence une première liste des espèces des *Cératopogonidae* existant dans cette région.

L'étude de la biodiversité des espèces de *Cératopogonidae* qui est un sujet encore peu développé en Algérie et en particulier dans notre région est à envisager et doit se poursuivre dans un cadre plus large voire national. En effet,

Les résultats exposés sont préliminaires et partiels, il serait alors intéressant de prospecter d'autres régions et différents biotopes.

Références bibliographique

1. **Andi., 2013** : Agence Nationale De Développement De L'investissement 2013 Pages06.
2. **Andi., 2014** - La Wilaya De Khenchela. Ed. Agence Nationale De Développement De De L'investissement De La Wilaya De Khenchela .20 P
3. **Baldet T., Delecolle J C., Mathieu, B., De La Rocque, S; Roger, F., 2004.** Entomological Surveillance Of Bluetongue In France In 2002. *Veterinaria Italiana* 40 (3) , 226-231
4. **Balenghien, T. & Delécolle, J. C. 2009** Les *Culicoides* Mouchérons Vecteurs Du Virus De La Fièvre Catarrhale Ovine. *Insectes*, 154, 25-30. .
5. **Battle Fv, Turner E. A** Systematic Review Of Genus *Culicoides* (Diptera: *Ceratopogonidae*) Of Virginia, With A Geographic Catalog Of The Species Occurring In The Eastern United States North Of Florida. *Insecte Va.* 1971; 44(3):120.
6. **Ben Salah M.K., 2009** – Etude De Quelques Aspects Bioécologiques Du Criquet Pèlerin *Schistocerca Gregaria (Forskal, 1775) (Orthoptera, Acrididae)* Durant L'invasion 2004- 2005 Dans La Région De Biskra. Mémoire Magister. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 149 P.
7. **Benia F., 2010.** Étude De La Faune Entomologique Associée Au Chêne Vert (*Quercus Ilex L.*) Dans La Forêt De Tafat (Sétif, Nord-Est D'algerie) Et Bio-Ecologie Des Espèces Les Plus Représentatives. Thèse De Doctorat D'état Es-Sciences Option : Biologie Animale. Université Ferhat Abbas- Faculté Des Sciences- Département De Biologie –Sétif. Pp : 229.
8. **Biteau Fc., 2006.** Surveillance Et Evaluation Du Risque De Transmission Des Maladies Vectorielles Emergentes: Apport De La Capacité Vectorielle. Exemple De La Fièvre Catarrhale Du Mouton. Thèse De Doctorat, *Discipline : Épidémiologie Formation Doctorale: Biologie Et Santé Ecole Doctorale: Sciences Chimiques Et Biologiques. Université Montpellier Ii Sciences Et Techniques Du Languedoc.* Pp : 238.
9. **Blondel J., 1979.** Biogéographie Et Ecologie. *Ed. Masson, Paris, 173 P.*
10. **Blondel J., Ferry C., Frochot B., 1973.** Avifaune Et Végétation, Essai D'analyse De La Diversité. *Alauda, Vol. 10, (1 - 2) : 63 - 84.*

11. **Boorman, J. & Dipeolu, O. O. 1979** A Taxonomic Study Of Adult Nigerian *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) Species. *Occasional Publications Of The Entomological Society Of Nigeria*, **22**, 1-121.
12. **Boualilh., Berkane W., 2015** - Contribution A L'étude Hydro Chimique Ces Eaux
13. **Braverman Y ., Chechik F .,** Air Streams And The Introduction Of Animal Diseases Borne On *Culicoides* (Diptera ,Ceratopogonidae) Into Insrael , Rev. Tech. (1996)15: 1037-1052.
14. **Braverman Y., 1994**, Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae And Culicidae) And Control Methods: *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 13(4): 1175-1199.
15. **Braverman, Y. 1988** Preferred Landing Sites Of *Culicoides* Species (Diptera: Ceratopogonidae) On A Horse In Israel And Its Relevance To Summer Seasonal Recurrent Dermatitis (Sweet Itch). *Equine Veterinary Journal* 20, 426-429
16. **Capinera JI., 2003**, Encyclopedia Of Entomology. - Dordrecht : Springer.-4346 P.
17. **Chaker E., 1983.** Contribution A L'étude De La Morphologie Et De La Diagnose Des Larves De *Culicoides* (Diptera, *Ceratopogonidae*). The 3 Cycle : Sciences Pharmaceutiques, Strasbourg.
18. **Chatry A ., 2012.** Epizootie De Fièvre Catarrhale Ovine Sérotype 8 En Europe Du Nord En 2006 : Points De Vue Et Divergences En France. Thèse Pour Le Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort. Faculté De Médecine De Créteil. Pp : 198.
19. **Chu-Wang I., Axtell R., Kline D.** Antennal And Palpal Sensilla Of The Sand Fly *Culicoides Furens* (Poey) (Diptera: *Ceratopogonidae*). *Int J Insect Morphol Amp Embryol - Int J Insect Morphol Embryol.* 1975; 4(2):131-49.
20. **Connan R.M. & Lloyd S. 1988** Seasonal Allergic Dermatitis In Sheep. *Vet Rec* 123 (13): 335-7.
21. **Corbet P.S., 1966**, The Role Of Rhythms In Insect Behavior: *Royal Entomological Society Of London*, 3: 13-28.
22. **Cornet, M. & Chateau, R. 1970** Les *Culicoides* De L'ouest Africain (2° Note) Espèces Apparentées A *C. Similis* Carter, Ingrain Et Macfie, 1920 (Diptera: Ceratopogonidae). *Cahiers Orstom Serie Entomologie Medicale Et Parasitologie*, **8**, 141-173.
23. **Cornet, M. Et Chateau R.. 1971.** Les *Culicoides* De L'ouest Africain (2e Note) Espèces Apparentées A *C. Similis* Carter, Ingram Et Macfie, 1920 (Diptera,

- Ceratopogonidae). Cahiers Orstom, Série Entomologie Médicale Et Parasitologie 8:141-173 (1970).
24. **Cornet, M., Nevill, E. M. & Walker, A. R. 1974** Notes Sur Les *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), Du Groupe De *C. Milnei* Auten, 1909, En Afrique Orientale Et Australe. *Cahiers Orstom Serie Entomologie Medicale Et Parasitologie*, 12, 231-243.
 25. **Curasson, G. (1925)** Introduction De La Bluetongue En Afrique Occidentale Française. *Bulletins De La Société De Pathologie Exotique Et De Sa Filiale De L'ouest Africain*, 18, 235-238.
 26. **Daget P., 1976-** Les Modèles Mathématiques En Ecologie. (Ed). Masson, Paris, 172p.
 27. **Dajoz R., (1985)**. Précis D'écologie. Éd. Dounod, Paris, 505 P.
 28. **Dajoz R., 1971-**Précis D'écologie. (Ed.) Dunod, Paris, 434p.
 29. **Dajoz R., 2008**. La Biodiversité L'avenir De La Planète Et De L'homme. Pp : 49-95 (269). *Edition Ellipses*. Paris.
 30. **Darpel Ke, Batten Ca, Veronesi E, Shaw Ae, Anthony S, Bachanek-Bankowska K, et al.** Clinical Signs And Pathology Shown By British Sheep And Cattle Infected With Bluetongue Virus Serotype 8 Derived From The 2006 Outbreak In Northern Europe. *Vet Rec.* 25 Août 2007; 161(8):253-61.
 31. **De La Roque S., Rioux J.A., 2008**. Influence Des Changements Climatiques Sur L'épidémiologie Des Maladies Transmissibles. Conférences Du Centenaire De La Spe. *Bull Soc Pathol Exot* : 213-219.
 32. **Délecolle J C., 2009**. Entomological Survey In Algeria. Medreonet, Third Annual Meeting, Lisbon 2nd -4th December 2009.
 33. **Délecolle J C., Schaffner F. Vecteurs Des Arboviroses. In Lefèvre Pc., Blancou J., Chermette R., 2003**. Principales Maladies Infectieuses Et Parasitaires Du Bétail : Europe Et Régions Chaudes. *Tec & Doc Lavoisier*. Paris. Pp : 123-128.
 34. **Delecolle J.C Et Zingg S., 2000**, Contribution A L'étude Des Cératopogonidés De Côte D'ivoire. Redescription De La Larve, De La Nymphe Et De L'imago De *Forcipomyia Castanea* (Walker, 1848) (Diptera, Nematocera). – *Bulletin De La Société Entomologique De France*, T 105, Fasc. 3, P. 241-251.
 35. **Delecolle J.C. Et La Rocque S., 2002**, Contribution A L'étude Des *Culicoides* De Corse. Liste Des Espèces Recensées En 2000/2001 Et Redescription Du Principal Vecteur De La Fièvre Catarrhale Ovine : *C. Imicola* 12(3) :562-2
 36. **Downes J., Wirth W. Chapter 28. Ceratopogonidae.** Manual Of Nearctic Diptera. Agriculture Canada Monograph. Agriculture Canada, Ottawa.: Mcalpine, B. V.

- Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth, And D. M. Wood; 1981. P. 393-421.
37. **Dpat** : *Direction De Planification Et D'aménagement Des Territoires* Avril, 2012
Service Des
38. **Dpat.,2015**-Direction De La Planification Et De l'Aménagement Du Territoire (Données,2015 De Service Des Statistiques Monographique De La Wilaya De Khenchela).
39. **Dusom M.A., 2012.** Identification Et Ecologie Des *Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae)* Vecteurs De La Peste Equine Et De La Fièvre Catarrhale Ovine Au Sénégal. Thèse De Doctorat En Médecine Vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop De Dakar. Ecole Inter - Etats Des Sciences Et Médecine Vétérinaire (E.I.S.M.V.). Faculté De Médecine, De Pharmacie Et D'odontostomatologie De Dakar. Pp : 115.
40. **Emberger L., 1971**-Travaux De Botanique Et Ecologie. Ed. Masson Et Cie, Paris,520p.
41. **Felippe-Bauer Ml, Bauer Pg, Silva Filho Fc.** Scanning Electron Microscopy Of The Antennal Sensilla In Female *Culicoides Paraensis* (Diptera: *Ceratopogonidae*). Mem Inst Oswaldo Cruz. Déc 1989 ; 84(4):463-9.
42. **Gausson H Et Bagnols F., 1957** – Les Climats Biologiques Et Leurs Signification. Ann. Géogr, Volume 395, 193-220 P..
43. **Geoffroy E.I.D ., 2010.** Fièvre Catarrhale Ovine : Etude Epidémiologique De L'épizootie A Sérotype 8 Dans Le Nord De L'europe En 2006. Thèse De Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort . Faculté De Médecine De Créteil. Pp : 125.
44. **Gibbs Pj, Greiner Ec 1994** The Epidemiology Of Bluetongue. *Comparative Immunology And Microbiology Of Infectious Diseases*, 17, 207-220.
45. **Gillott C., 1995**, Entomology. - 2nd Edition.- New York And London: Plenum Press. -782 P.
46. **Goetghebuer, M. 1952** Le Genre *Culicoides* (Diptères, Cératopogonidés) Et Ses Représentants En Belgique. *Biologisch Jaarboek*, 19, 185-191.
47. **Guis H., 2007.** Géomatique Et Epidémiologie: Caractérisation Des Paysages A *Culicoides Imicola*, Vecteur De La Fièvre Catarrhale Ovine En Corse. Thèse Pour Docteur De L'université De Franche - Comté, Spécialité : Sciences De La Vie Et De La Santé, Ecole Doctorale << Homme, Environnement, Santé >>.Université De Franche-Comté Faculté De Médecine Et De Pharmacie. Pp : 392.

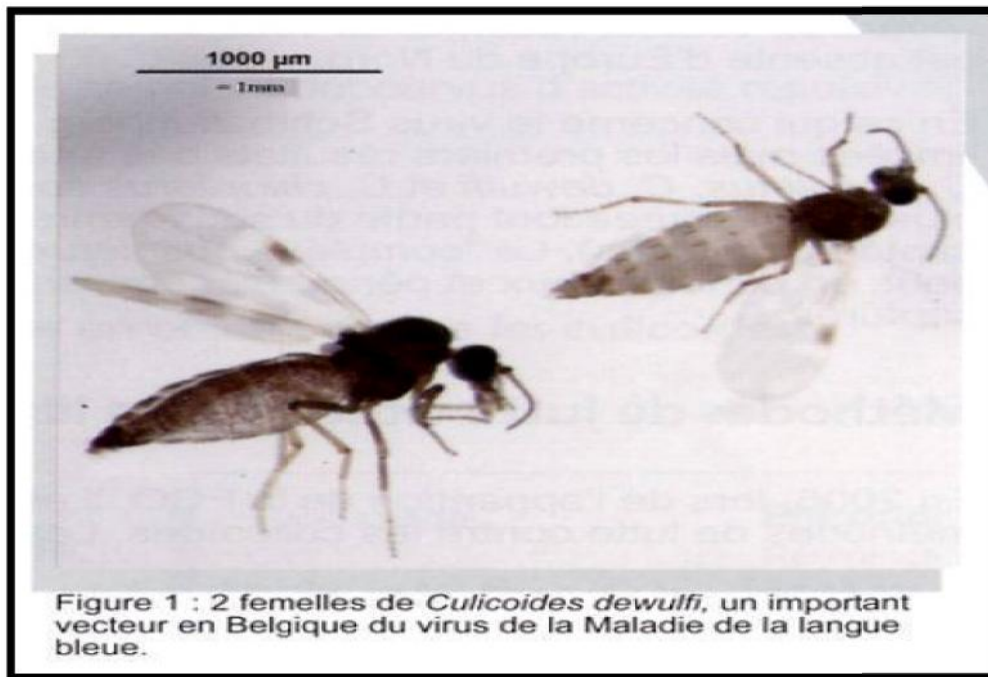
48. **Gullon Pj, Cranston Ps., 2005**, The Insects: An Outline Of Entomology. - 3rd Edition. - London: Blackwell Publishing. - 505p.
49. **Hellberg W., Wilson A.D., Mellor P., Doherr M.G., Torsteinsdottir S., Zurbriggen A., Jungi T. & Marti E. 2006** Equine Insect Bite Hypersensitivity: Immunoblot Analysis Of Ige And Igg Subclass Responses To *Culicoides Nubeculosus* Salivary Gland Extract. *Vet Immunol Immunopathol* 113 (1-2): 99-112.
50. **Holmes, P. R. & Birley, M. H. 1987** An Improved Method For Survival Rate Analysis From Time Series Of Haematophagous Dipteran Populations. *Journal Of Animal Ecology*, 56, 427-440.
51. **Jones R H., 1961**. Observations On The Larval Habitas Of Some North American Species Of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Ann Entomol Soc Am*; 54 (5): 702-710.
52. **Kettle D S., 1984**. *Ceratopogonidae* In : Medical And Veterinary Entomology, Bristol, Leaper And Gard Ltd, 159p.
53. **Kettle D S.,1977**. Biology And Bionomics Of Bloodsucking Ceratopogonids. *Ann Rev Entomol*; 22: 33-51.
54. **Khabtane. A. H., 1996**, Etude Climatique Et Bioclimatique De L'extrême Nord-Est Algérien De Skikda Aux Frontières Algero-Tunisiennes, Mémoire D'ingénieur En Ecologie, Université De Constantine, 115 P.
55. **Koch, H. G. & Axtell, R. C. 1979** Attraction Of *Culicoides Furens* And *C. Hollensis* (Diptera: Ceratopogonidae) To Animal Hosts In A Salt Marsh Habitat. *Journal Of Medical Entomology* 15, 494-499.
56. **Kremer M, Waller J, Messadeq N., 1987**. Quelques Aspects Nouveaux De L'éthologie, L'écologie, La Physiologie Et La Systématique Biochimique Des Culicoides. *Bull. Séanc.Acad.R. Scien.Outre-Mer* ; 33 (1987-3) : 391-410 (1988). [Www.Meded.Zitt.K.Acad.Overzeese.Wet](http://www.Meded.Zitt.K.Acad.Overzeese.Wet).
57. **Kremer M., 1965**. Contribution A L'étude Du Genre Culicoides Latreille Particulièrement En France. *Encyclopédie Entomologique*. Pp :300, 479 Fig. *Edi.Paul Lechevalier. Paris*.
58. **Lefevre P. C. ; Blancou J. Et Chermette R., 2003** Principales Maladies Infectieuses Et Parasitaires Du Bétail Europe Et Régions Chaudes. Paris : Tome Premier : Edition Tec Et Doc/ Em International.- 764p.
59. **Lefevre, P. C. & Desoutter, D. (1988)** La Fièvre Catarrhale Du Mouton (Bluetongue). 117 Pp.

60. **Legendre L., Legendre P., 1984a.** Ecologie Numérique, La Structure Des Données Ecologiques. *Ed. Masson, Paris, Presse Univ. Québec, T. 2, 335 P.*
61. **Lillie, T. H., Kline, D. L. & Hall, D. W. (1985)** The Dispersal Of *Culicoides Mississippiensis* (Diptera: Ceratopogonidae) In A Salt Marsh Near Yankeetown, Florida. *Journal Of The American Mosquito Control Association, 1, 465-468.*
62. **Linley J. R., Hoch A. L. And Pinhero F. P. 1983.** "Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae) And Human Health." *J Med Entomol 20(4): 347-364.*
63. **Linley J.R. (1985)** Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae) As Vectors Of Nonviral Animal Pathogens. *J Med Entomol 22 (6): 589-99.*
64. **Meiswinkel, R. & Dyce, A. L. 1989** Afrotropical *Culicoides: Synhelea* Kieffer, 1925, Resurrected As Subgenus To Embrace 10 Species (Diptera: Ceratopogonidae). *Onderstepoort Journal Of Veterinary Research, 56, 147-163.*
65. **Meiswinkel, R. 1991** Afrotropical *Culicoides: C. (Avaritia) Miombo* Sp. Nov., A Widespread Species Closely Allied To *C. (Avaritia) Imicola* Kieffer, 1913 (Diptera: Ceratopogonidae). *Onderstepoort Journal Of Veterinary Research, 58, 155-170.*
66. **Mellor P.S. 2001** Bluetongue Virus. *In The Encyclopedia Of Arthropod-Transmitted Infections Of Man And Domesticated Animals. Service M.W. Eds. Wallingford, Cabi Publishing, Uk: 78-83.*
67. **Mellor P.S. Et Leake C.J., 2000,** Climatic And Geographic Influences On Arboviral Infections And Vectors: *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 19(1): 41-54.*
68. **Mullen G. 2002** Biting Midges (*Ceratopogonidae*). *In Medical And Veterinary Entomology. Mullen G.R. And Durden L. Eds. San Diego, Usa, Academic Press: 163-83*
69. **Mullens Ba., Tabachnik Wj., Hobrook Fr Et Thompson Lh., 1995.** Effets Of Temperature On Virogenesis Of Bluetongue Virus Serotype 11 In *Culicoides Variipenis Sonorensis*. *Medical And Veterinary Entomology, 71-76.*
70. **Murray M.D. 1987** Local Dispersal Of The Biting Midge *Culicoides Brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae) In South-Eastern Australia. *Aust J Zool 35: 559-73.*
71. **Mutin L., 1977** – La Mitidja, Décolonisation Et Espace Géographique. *Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 607 P.*
72. **Ninio C., Augot D., Dufour B., Depaquit J., 2011.** Emergences Massives De *Culicoides Obsoletus* (Diptera : *Ceratopogonidae*) A Partir De Prélèvements Réalisés

- A L'intérieur D'étables Et Dans Les Pâtures, Dans Le Nord De La France. Congrès Sfm, Sfp, Gplf. Faculté De Medecine De Strasbourg. Pp: 75.
73. **Périe P., Chermette R., Millemann Y., Zientara S., 2005.** Les *Culicoides*, Diptères Hématophages Vecteurs De La Fièvre Catarrhale Du Mouton. *Bull.Acad.Vet. France* – 2005- Tome 158-N° 3. Mémoire : 213- 224.
74. **Perrin A., 2007.** Contribution Au Développement De Vaccins Capripoxviraux Recombinants Contre La Fièvre Catarrhale Ovine. Thèse De Doctorat De L'université Montpellier Ii, Discipline : Virologie, Formation Doctorale : Parasitologie. Université De Montpellier Ii, Sciences Et Techniques Du Languedoc. Pp: 213.
75. **Perrin A., 2007.** Contribution Au Développement De Vaccins Capripoxviraux Recombinants Contre La Fièvre Catarrhale Ovine. Thèse De Doctorat De L'université Montpellier Ii, Discipline : Virologie, Formation Doctorale : Parasitologie. Université De Montpellier Ii, Sciences Et Techniques Du Languedoc. Pp: 213.
76. **Purse., Bethan V., Mellor P., Philip S., Rogers Et Al., 2005.** Opinion: Climate Change And The Recent Emergence Of Bluetongue In Europe. *Academic Journal. Nature Reviews Microbiology*; Feb, Vol. 3 (2), P: 171.
77. **Ramande F., 1984** -Eléments D'écologie. Ecologie Fondamentale. Ed. Mac. Graw Hill, Paris, 397p.
78. **Ramande F., 2003**-Eléments D'écologie, Ecologie Fondamentale .Ed. Dunod, Paris, 690 P.
79. **Rieb J P., 1982.** Contribution A La Connaissance De L'écologie Et De La Biologie Des Cératopogonidés (Diptera, Nematocera). Thèse 3 Cycle: Sciences Naturelles: Strasbourg:.
80. **Savelli A., 2003.** Epidémiologie De La Fièvre Catarrhale Maligne En Europe .Thèse D'exercice - Ecole Nationale Vétérinaire De Toulouse 3-Entv. Pp : 88.
81. **Sellers R.F., Pedgley D.E.,Tucker M.R.,** Possible Windborne Spread Of Bluetongue To Portugal, June-July 1956, *J. Hyg . (Lond)* 1978 , 81: 189-196.
82. **Sellers, R. F. & Mellor, P. S. 1993** Temperature And The Persistence Of Virus In *Culicoides* Spp. During Adverse Conditions. *Revue Scientifique Et Technique De L'office International Des Epizooties*, 12, 733-755.
83. **Spreull J.** Malarial Catarrhal Fever (Bluetongue) Of Sheep In South Africa. *J Comp Pathol Ther.* 1905; 18:321-37.
84. **Stewart P., 1969-** Quotient Pluviométrique Et Dégradation Biosphérique. *Bull. Soc. Hist.Nat. Agro*, 24 -25p.

85. **Tomioka K. Et Sakamoto T., 2006**, History Dependence Of Insect Circadian Rhythms: *Formosan Entomologist*, 26: 87-97.
86. **Toussaint J F., Kerkhofs P., De Clercq K., 2006**. Influence Des Changements Climatiques Globaux Sur La Progression Des Arboviroses, *Annales De Médecine Vétérinaire*. 150 : 56-63.
87. **Viennet E., 2011**. Insectes Et Maladies Emergentes : Contacts Hôte /Culicoides En Région Paléarctique Et Leurs Implications Dans La Transmission De La Fièvre Catarrhale Ovine. Thèse De Doctorat, Université De Montpellier Ii De Sciences Et Techniques Du Languedoc. Pp : 160.
88. **Walker A.R., 1977**, Seasonal Fluctuations Of *Culicoides* Species (Diptera: Ceratopogonidae) In Kenya: *Bulletin Of Entomological Research*, 67 (2): 217- 233
89. **Wall R, Shearer D., 1997**, Veterinary Entomology. - London: Chapman & Hall. – 456 P.
90. **Walzer B.G.W., 2009**. Les Insectes Du Genre *Culicoides* Vecteurs De Maladies Animales. Thèse De Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort. Faculté De Médecine De Créteil. Pp : 215.
91. **Ward Mp., 1994a**. Climatic Factors Associated With The Prevalence Of Bluetongue Virus Infection Of Cattle Herd In Queensland. Australia, *The Veterinary Record*, Pp: 410.
92. **Wilson, Mellor**. Bluetongue In Europe: Past, Present And Future. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 27 Sept 2009; 364(1530):2669-81.
93. **Wirth Ww, Rowley Wa**. Revision Of The Palmerae Group Of The Genus *Culicoides*. *Kans Entomol Soc J* [Internet]. 1971 [Cité 2 Oct 2014]; Disponible Sur: [Http://Agris.Fao.Org/Agris-Search/Search.Do?Recordid=Us201301129168](http://Agris.Fao.Org/Agris-Search/Search.Do?Recordid=Us201301129168)
94. **Wirth Ww**. A New *Culicoides* Biting Midge From California (Diptera: *Ceratopogonidae*). *Pan-Pac Entomol*. Janv 1977;
95. **Wittmann E.J. Et Baylis M., 2000**, Climate Change : Effects On *Culicoides*-Transmitted Viruses And Implications For The Uk. : *The Veterinary Journal*, 160: 107-117.
96. **Zimmer J Y., Losson B., Saegerman C., Haubruge E., 2009**. Ecologie Et Distribution Des Espèces Des *Culicoides Latreille 1809 (Diptera : Ceratopogonidae)* A Proximité D'une Exploitation Bovine En Belgique.*Ann.Soc.Entomol.Fr* (N,S.), 45(3) : 393-400

97. **Zimmer J.Y., 2007**, Contribution A L'étude Ecologique Des Larves Du Genre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae), Comprenant Les Espèces Vectrices De La Fièvre Catarrhale Ovine (Bluetongue).-Travail De Fin D'études (Option Nature, Eaux Et Forêts) : Faculté Universitaire Des Sciences Agronomiques De Gembloux.-75 P.
98. **Zimmer J.Y., Haubruge E., Francis F Et Al., 2008**, Breeding Sites Of Bluetongue Vectors In Northern Europe: *Veterinary Record*, 162(4): 131.



Annexe 1 : Figure représente une espèce des Culicoides (Délécole ,1985)



Annexe 2 : Pièges lumineux utilisés pour la capture des Culicoides (à droite : piège original, à gauche : piège personnel confectionné)



Annexe3 :Photos de la région d'étude (Sahra Namemcha)



Annexe 4 : Photos personnelles de quelques espèces récoltées (sous la loupe binoculaire)

Résumé

Résumé

Dans le but d'étudier la diversité de la faune des (*Culicoides*) *Cératopogonédae*, un échantillonnage de population de *Culicoides* (*Cératopogonédae*) a été mené dans la région de Khenchela pendant une période d'étude de 7 jours du mois d'Avril 2018. La collecte s'est déroulée dans le sud – Babar (Sahrat Nememcha) localisées sur le territoire de la wilaya de Khenchela, où il a été utilisé le pièges à lumière dans le site de capture (étable des ovins). L'identification des individus récoltés s'est basée sur les clés d'identification établis par : Borror, Triplehorn et Johnson; Borkent et Spinelli 2007. Le travail est achevé au niveau de Laboratoires pédagogiques affiliés à l'Université Abbas laghror Khenchela

Un total de 165 individus est capturé. On y dénombre 7 espèces ont été identifiées. En terme d'abondance, *C. copiosus* est l'espèce la plus abondante, avec 34,54 % suivie par *C. insignis* avec un taux égal à 21,21%, puis *Parabezzia petiolata* avec 14,54 % et *Clinohelea bimaculata* avec 10,30 %. Les autres espèces fluctuent entre 1,25 % et 7,27 %. Les résultats obtenus sont traités par des indices écologiques.

Mots clés : *Culicoides*, piège à lumière, identification, Khenchela, indice écologique.

Abstract:

In order to study the faunal diversity of (*Culicoides*) *Ceratopogonédae*, a population sampling of *Culicoides* (*Ceratopogonédae*) was conducted in the Khenchela area during a study period of 7 days in April 2018. The collection took place in the south - Babar (Sahrat Nememcha) localized on the territory of the wilaya of Khenchela, where it was used the light traps in the capture site (stable of the sheep). The identification of harvested individuals was based on identification key (Borror, Triplehorn and Johnson and; Borkent and Spinelli 2007 at Pedagogical Laboratories Affiliated with the University Abbas Laghror Khenchela

A total of 165 individuals are captured. There are 7 species identified. In terms of abundance, *C. copiosus* is the most abundant species, with 34.54% followed by *C. insignis* with a rate equal to 21.21%, then *Parabezzia petiolata* with 14.54% and *Clinohelea bimaculata* with 10.5%. ,30 %. Other species fluctuate between 1.25% and 7.27%. The results obtained are treated by ecological indices

Key words: *Culicoides*, light traps, identification, Khenchela, ecological indices.

Résumé

1ère Partie : étude bibliographique



Introduction

Chapitre I:

Généralité sur les Cuticoïdes

Chapitre II:

Présentation de la région d'étude

2ème partie : études expérimentales

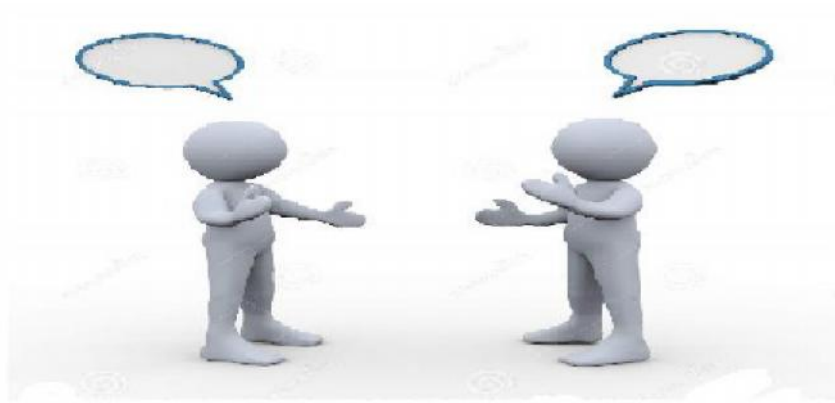
Chapitre III :

Matériel et méthodes

Chapitre IV :



Chapitre V: Discussion



Conclusion

Références

Bibliographiques

Annexes