



République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

*Université Abbes Laghrou Khenchela*

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biologie moléculaire et cellulaire

MEMOIRE

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

Physiologie Animale

Filière : Science biologique

Option : Biologie et contrôle des populations d'insectes

*Thème*

**Contribution à l'étude des *Ceratopogonidae*  
et essai de piégeage dans la wilaya de  
Khenchela et Biskra**

Présenté par :

- LAICHE Kamelia
- TOUATOUA Nour El houda

Soutenu publiquement le : 13/06/2018

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme. GAGUI Fatima	MAA	Université de Khenchela
Encadreuse : Mme. MERZEKANI Z'hira	MAA	Université de Khenchela
Examineur : M. ABBA Abderrahmane	MAA	Université de Khenchela

Année Universitaire : 2017/2018



### *Remerciement*

*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.*

*A nous parents pour m'avoir encouragé et permis d'entreprendre la formation (biologie). Sans eux je, n'en serais pas là.*

*Nous remercions notre directeur de recherche (Mme MERZEKANI Z'hira) pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période de travail.*

*Aussi les membres de jury, Monsieur ABBA Abderrahmane, qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance. Sans oublier plus son aide, et ses précieux conseils scientifiques, et Mme GAGUI Fatima, qui a en la bienveillance d'accepter de juger ce travail, aussi n'oublier pas son aide tout le temps.*

*Nous exprimons également notre profond remerciement et notre vive gratitude à nos enseignants du département de science de la nature et de la vie -Khenchela-*

*Particulièrement Mme KELLIL et Monsieur ABBA qu'ils ont participé pour réussir ce travail.*

*Mes remerciements également vers toute l'équipe du laboratoire de Laboratoire de biologie de l'université Abbes Lagrou Khenchela. A notre promotion de biologie et contrôle des populations d'insectes (2017-2018).*

*Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce 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, que dieu te garde mon père.*

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

*A l'autre partie de mon cœur, ma belle-sœur Zina qui n'ont toujours soutenu et en courages par leurs invocations et son mari et leurs enfants(saba, jalilo, noussa).*

*A ma soutien à la vie, mes chers frères :Houssem et sa femme et son petite filles MARAM, Yacine, Taha, Tamer(leur petite filles Rnime),Lakhdar et leurs enfants.*

*A la lumière de ma vie : ma Professeur''A''.*

*A mes oncles, mes tantes et leurs enfants.*

*A tous ma famille TOUATOUA.*

*A ma très chère binome : laiche kamilia.*

*A mes chères amies :Habiba, Kawthar, Yosra , Hanane, Imane,Lamia,Nawel ,Chayma, Loubna, Nissa, Zineb,Bessma .*

*Aux personnes qui ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes cotés, à tout mes amis.*

*Nour Elhouda*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux être les plus chères de mon coeur, à mes parents  
pour toute leur tendresse et les sacrifices consentis  
pour mon éducation.*

*A ma soutien à la vie, ma cher frère : Bilel*

*A tous ma famille LAICHE*

*A tous mes oncles et mes tantes et leurs enfants*

*Aux personnes qui ont toujours aidé et encouragé, qui  
étaient toujours à mes cotés, à tout mes amis  
particulièrement: Mona ,Marwa, Habiba, ghazala ,  
soad, hakima, amel, fatiha, naziha.*

*A ma très chère binome: Touatoua nour elhouda.*

*Enfin à tous qui m'aiment.*

*Kamelia*

Liste des Figures

<b>Figure 01</b>	Ailes de Ceratopogonidae .	05
<b>Figure 02</b>	Antennes des Ceratopogonidae .	06
<b>Figure 03</b>	Morphologie générale du Ceratopogonidae .	08
<b>Figure 04</b>	Morphologie du Ceratopogonidae .	10
<b>Figure 05</b>	Représentation dorsale d'une larve de <i>Culicoides impactatus</i> .	13
<b>Figure 06</b>	Représentation d'un Culicoides au stade nymphal.	14
<b>Figure 07</b>	Nymphes de <i>Culicoides nubeculosus</i> en élevage.	14
<b>Figure 08</b>	Femelles de Culicoides ( <i>C. nubeculosus</i> gorgé à gauche et <i>C. imicola</i> pare à droite).	15
<b>Figure 09</b>	Dessin d'une tête de Culicoides femelle (à gauche) et de Culicoides mâle (à droite).	15
<b>Figure 10</b>	Photo d'une antenne de Culicoides femelle.	16
<b>Figure 11</b>	Schéma d'une antenne de Culicoides mâle.	16
<b>Figure 12</b>	Aile typique d'un Culicoides.	18
<b>Figure 13</b>	Représentation d'aile de <i>Culicoides imicola</i> .	18
<b>Figure 14</b>	Appareil reproducteur femelle .	19
<b>Figure 15</b>	Appareil reproducteur male .	19
<b>Figure 16</b>	Représentation schématique des pattes de Culicoides.	19
<b>Figure 17</b>	Accouplement de <i>Culicoides nubeculosus</i> : mâle à gauche, et femelle à droite.	21
<b>Figure 18</b>	Cycle biologique des Culicoides.	23
<b>Figure 19</b>	Limites et situation géographique de la wilaya de Biskra.	32
<b>Figure 20</b>	Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.	35
<b>Figure 21</b>	Précipitations moyennes mensuelles de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.	37
<b>Figure 22</b>	Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.	38
<b>Figure 23</b>	Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'aire(%) de la	39

**Liste des Figures**

	période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.	
<b>Figure 24</b>	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Biskra pour la période 2008-2017.	40
<b>Figure 25</b>	Situation de la région de Biskra sur le climagramme d'EMBERGER.	41
<b>Figure 26</b>	Situation géographique de la Wilaya de Khenchela.	42
<b>Figure 27</b>	Les reliefs de la wilaya de Khenchela.	43
<b>Figure 28</b>	Zone naturelle de la Wilaya de Khenchela.	44
<b>Figure 29</b>	Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.	46
<b>Figure 30</b>	Précipitations moyennes mensuelles de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.	47
<b>Figure 31</b>	Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'aire(%) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.	48
<b>Figure 32</b>	Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.	48
<b>Figure 33</b>	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Khenchela pour la période 2008-2017.	49
<b>Figure 34</b>	Situation de la région de Khenchela sur le climagramme d'EMBERGER.	50
<b>Figure 35</b>	Localisation de la région de piégeage (Zeribet El oued).	52
<b>Figure 36</b>	Palm Oasis de Zeribet El oued.	52
<b>Figure 37</b>	Photographie de piège LUV posé dans le site 1.	53
<b>Figure 38</b>	Localisation de M'Toussa dans la wilaya de Khenchela.	54
<b>Figure 39</b>	Champ de site de M'toussa.	55
<b>Figure 40</b>	Photographie représente les milieux préférés par les ceratopogonidae.	55
<b>Figure 41</b>	Photographie de piège LUV posé dans le site 2.	56

**Liste des Figures**

<b>Figure 42</b>	Photographie du piège lumineux ultraviolet «montage personnel»	57
<b>Figure 43</b>	Photographie de différentes étapes de piégeage et la récolte des ceratopogonidae dans les 2 stations d'étude.	58
<b>Figure 44</b>	Le tri des échantillons à la loupe binoculaire (Laboratoire de l'Institut de biologie de Khenchela).	59
<b>Figure 45</b>	Les étapes de l'identification des ceratopogonidae à la loupe binoculaire. Laboratoire de faculté de biologie Khenchela.	60
<b>Figure 46</b>	Les fluctuations quotidiennes des espèces collectées dans la région de Zribet L'oued.	65
<b>Figure 47</b>	Les fluctuations quotidiennes des espèces collectées dans la région de M'toussa.	65
<b>Figure 48</b>	Variations de la richesse moyenne des espèces collectées.	67
<b>Figure 49</b>	Abondance relative des espèces capturés dans la région de zeribet El oued.	67
<b>Figure 50</b>	Abondance relative des espèces capturés dans la région de M'toussa.	68

Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b>	Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Biskra durant la Période 2008 à 2017.	35
<b>Tableau 02</b>	Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant la période 2008- 2017 dans la wilaya de Biskra.	36
<b>Tableau 03</b>	Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade 2008-2017 dans la région de Biskra.	38
<b>Tableau 04</b>	Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la décade (2008-2017) dans la région de Biskra.	39
<b>Tableau 05</b>	Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Khenchela durant la Période 2008 à 2017 et de l'année 2017.	45
<b>Tableau 06</b>	Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant la période 2008- 2017 dans la wilaya de Khenchela.	47
<b>Tableau 07</b>	Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la décade (2008-2017) dans la région de Khenchela.	47
<b>Tableau 08</b>	Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade 2008-2017 dans la région de Khenchela.	48
<b>Tableau 09</b>	les résultats du quotient pluviothermique d'Emberger de la décade 2008-2017 dans la région de Khenchela.	50
<b>Tableau 10</b>	Présentation la géographie de Zeribet El Oued.	51
<b>Tableau 11</b>	Les espèces de ceratopogonidae capturé dans la région de Zeribet El oued.	63
<b>Tableau 12</b>	Les espèces de ceratopogonidaecapturé dans la deux région de M'toussa.	64
<b>Tableau 13</b>	Répartition temporelle des espèces récoltées pendant la période d'étude dans les deux régions (Zribet l'oued et M'toussa).	64
<b>Tableau 14</b>	La richesse spécifique (S) de la région de Zribet l'oued et M'etoussa.	66
<b>Tableau 15</b>	La richesse moyenne dans les deux régions.	66
<b>Tableau 16</b>	Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces dans la région de Zeribet l'oued.	67
<b>Tableau 17</b>	Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces dans la région de M'toussa.	67



**Liste des tableaux**

<b>Tableau 18</b>	L'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et Equitabilité dans la région de Zribet l'oued.	69
<b>Tableau 19</b>	L'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et Equitabilité dans la région de M'toussa.	69

## *Liste des Abréviation*

---

### **Liste des abréviations**

**BTV** : BlueTongue virus.

**C** : *Culicoides*.

**COI** : Cytochrome oxydase subunit 1.

**FCO** : La fièvre catarrhale ovine.

**FLI** : Friedrich Loeffler Institute.

**ITS** : Internal transcribed spacer.

**MHC** : la maladie hémorragique des cervidés.

**MIR**: Minimal Infectious Rate.

**OIE**: Office International des Epizooties.

**OVI**: Onderstepoort veterinary institute in South Africa.

**PE** : la peste équine.

**PMD** : p-menthane-3,8diol.

**SBV** : Virus de Schmallerberg.

---



---

**Sommaire**
**Remerciement****Dédicace****Liste des figures****Liste des tableaux****Liste des abréviations**

<b>Partie théorique</b>	
<b>Introduction</b>	01
<b>Chapitre 1 : Généralité sur les Ceratopogonidae</b>	
1. Systématique	03
2. morphologie de Ceratopogonidae	06
2.1 Les adultes	06
2.2 Stades préimaginaux	08
3. Ethologie et biologie	10
3.1. Les stades préimaginaux	10
3.2. Les adultes	10
<b>Chapitre 2 : Donnée bibliographique sur les Culicoides</b>	
1. Taxonomie	12
2. Répartition géographique des Culicoides	12
3. Description morphologique	12
3.1. Œufs	12
3.2. Larves	13
3.3. Nymphes	13
3.4. Les adultes	14
3.4.1. Tête	15
3.4.1.1. Les antennes	16
3.4.1.2. Les pièces buccales	16
3.4.2. Thorax	17
3.4.3. Abdomen	18

3.4.4. Les pattes	19
4. Bio-écologie des Culicoides	20
4.1. Cycle biologique des Culicoides	20
4.2. Les gîtes de repos	23
4.3. Les gîtes larvaires	23
4.3.1. Descriptions des principaux gîtes larvaires connus	23
4.3.2. Caractérisation des gîtes larvaires	24
4.4. Phénologie	24
4.5. Cycle nycthéral, dispersion, longévité, nutrition, parasitisme	24
4.5.1. Cycle nycthéral	24
4.5.2. Dispersion	24
4.5.3. Longévité	25
4.5.4. Nutrition	25
4.5.5. Parasitisme	25
5. Sensibilité aux paramètres météorologiques et implications épidémiologiques	26
5.1. Effet du vent	26
5.2. La température	26
5.3. L'humidité	27
5.4. La précipitation	27
6. Importance médicale et vétérinaire	28
6. 1. Nuisances	28
6. 2. Transmission d'agents pathogènes	28
6.2.1. Rôle dans la transmission	28
6.2.2. Des virus qui transmettent par les Culicoides	29
6.2.2.1. Oropouche virus	29
6.2.2.2. Virus de la peste équine	30

6.2.2.3. Virus de la maladie hémorragique épizootique	30
6.2.2.4. Virus de Schmallenberg (SBV)	30
6.2.2.5. Cas de la fièvre catarrhale ovine	31
<b>Partie pratique</b>	
<b>Chapitre 1 : Présentation des régions d'étude</b>	
La wilaya de Biskra	32
1. Situation géographique et administratif	32
2. Le relief	32
3. Le sol	33
4. Hydrologie et hydrogéologie	33
5. Couverture Végétale	34
6. Climatologie	34
6.1. La température	34
6.2. La précipitation	36
6.3. Le Vent	37
6.4. L'humidité	39
6.5. Synthèse climatiques	40
6.5.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	40
6.5.2 Climagramme d'EMBERGER	40
La wilaya de Khenchela	42
1. Situation géographique	42
2. Situation administrative	42
3. La géographie de la région de Khenchela	43
3.1. Les reliefs	43
3.1.1. Les montagnes	43
3.1.2 .Les plateaux	43
3.1. 3. Les plaines	43
3.1.4. La zone steppique et saharienne	43

4. La végétation	44
5. Le sol	44
6. Réseau hydrographique	44
7. Les facteurs climatiques de la région de Khenchela	45
7.1. La température	45
7.2. Précipitations	46
7.3. Humidité de l'aire	47
7.4. Vents	48
7.5. Synthèse climatiques	49
7.5.1. Digramme ombrothermique de Gaussen	49
7.5.2. Climagramme d'Emberger	49
<b>Chapitre 2 : Matériel et méthodes</b>	
1. Présentation des régions d'étude	51
1.1. Choix de région	51
1.1.1. Site 1 : Zeribet El Oued	51
1.1.2. Site 2 : M'toussa	53
2. Au terrain	56
2.1. La période de capture	56
2.2. Matériel de piégeage	56
2.3. technique de piégeage	57
3. Au laboratoire	59
3.1. Matériels utilisés	59
3.2. Méthodes de travail	59
3.2.1. Le pré tri et le tri	59
3.2.2. Identification	60
4. Méthodes d'exploitation et d'analyse des résultats	60
4.1. Indices écologiques	60

4.1.1. Indices de composition (analyse des peuplements)	60
4.1.2. Indices de structure	61
<b>Chapitre 3 : Résultat et Discussion</b>	
<b>I. Résultat</b>	63
I.1. Espèces des ceratopogonidés de la région de Zribet l'oued et M'toussa	63
I.2. Répartition temporelle des effectifs des espèces des ceratopogonidae capturées	64
I.3. Analyse des Résultats par les Indices écologiques	66
I.3.1. Les Indices écologiques de composition	66
I.3.1.1. La richesse spécifique	66
I.3.1.2. La Richesse moyenne (S')	66
I.3.1.3. Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces capturées	67
I.3.2. Les indices écologiques de structure	68
I.3.2.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver) et Equitabilité	68
<b>II. Discussion</b>	70
II.1. Etude systématique la captures des ceratopogonidae	70
II.1.1. La récolte de ceratopogonidae	70
II.2. Etude écologique	71
II.2.1. Richesse spécifique	71
II.2.2. La fréquence centésimale	71
II.2.3. Indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité	72
Conclusion	73
Les références bibliographie	74

**Les annexes**

**Résumé**

# Introduction





### Introduction

Le nom Diptère provient de deux mots grecs "di" et "pteron" signifiant respectivement "deux" et "aile" (**Capinera, 2003 ; Wall et al., 1997**). Les animaux 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 (**Gullon et al., 2005**).

La famille des *Ceratopogonidés*, petits Diptères Nématocères, regroupe environ 125 genres, et 5500 espèces dont la plupart sont floricoles et interviennent dans la pollinisation. D'autres sont entomophages (se nourrissent de l'hémolymphe d'insectes plus gros), et enfin, certaines espèces, appartenant à 4 genres, sont hématophages (**Baldet et al., 2003**). Les genres *Austroconops* (limité à la région australienne), *Leptoconops* (largement réparti dans les régions chaudes tropicales et tempérées) et *Forcipomyia* (sous genre *Lasiohelea* principalement en milieu tropical) comportent des espèces mammophiles pouvant provoquer des nuisances importantes : *Leptoconops irritans* est l'arabi sévissant en Camargue pendant les mois printaniers (**Baldet et al., 2003**).

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 (**Kremer, 1965**).

Les *Culicoides* sont des moucherons piqueurs dont la taille est comprise entre 1 et 4 mm, appartenant à la famille des *Ceratopogonidae* et au genre *Culicoides* (**Du Toit, 1944**).

Les *Culicoides* ont une distribution très large dans le monde à l'exception de quelques régions dont la Nouvelle Zélande, la Patagonie, l'Antarctique, leur distribution altitudinale se situe entre le niveau de la mer et à plus de 4 000 m (**Mellor et al., 2000**).

Les femelles de la plupart des espèces (96 % des 1 300) sont hématophages (**Meiswinkel et Braack, 1994**) et leur piqûre est généralement douloureuse. Les hôtes privilégiés peuvent être des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des amphibiens et même d'autres insectes selon les espèces (**Meiswinkel et Braack, 1994**).

La plupart des espèces de *Culicoides* ont une activité crépusculaire, piquant préférentiellement le matin à l'aube et le soir avant le coucher du soleil, mais, certaines espèces paléarctiques peuvent aussi piquer pendant la journée comme *Culicoides nubeculosus*, *Culicoides newsteadi* Austen et *Culicoides vexans* Stager (**logan et al., 2010**).

L'espèce *Culicoides imicola* est le principal vecteur de la FCO en Afrique et en Europe. Cette maladie vectorielle est mortelle chez les ovins, et présente des signes moins importants chez les bovins et caprins (**Du Toit, 1944**).

Beaucoup des travaux ont été réalisés dans le monde sur la bio systématique et la bio-écologie des espèces de la famille de *Ceratopogonidae* en général et les *Culicoides* en particulier, mais en Algérie on remarque l'absence d'études dans ce domaine surtout dans la wilaya de Khenchela et Biskra. Ce qui nous a poussées à développer ce thème.

Notre mémoire est scindé en deux grandes parties : la première sera consacrée à la synthèse théorique qui comprend trois chapitres : le premier concerne certaines généralités sur les *Ceratopogonidae*, le deuxième est une petite synthèse bibliographique sur les *Culicoides* et le troisième se rapporte à l'intérêt médico-vétérinaire des *Culicoides*.

Tandis dit que la deuxième partie va se concentrer sur la description de l'expérimentation effectué dans les deux régions d'étude (Khenchela et Biskra), le matériels et les méthodes utilisés, les résultats obtenus et la discussion et enfin une conclusion .

# Partie Théorique



*Chapitre 1*  
*Généralité sur les*  
*Ceratopogonidae*

## 1. Systématique

La famille des *Ceratopogonidae* est actuellement divisée en quatre sous-familles: *Leptoconopinae*, *Forcipomyinae*, *Dasyheleinae* et *Ceratopogoninae*.

### ➤ *Leptoconopinae* (Noé, 1907)

- Larves : sans capsule céphalique sclérifiée, ni pseudopodes, ni soies anales ; les pièces buccales sont très réduites.
- Nymphes : avec des trompettes respiratoires courtes en forme de tonnelet.
- Adultes : cette sous-famille est très différenciée par la nervation alaire (pas de transverse radio-médiane) (fig 1 : 19) et les antennes qui n'ont que 12 à 14 articles dont le dernier est seul allongé (fig 2 : 30).

Cette sous-famille n'est représentée que par un seul genre : *Leptoconops* (Skuse, 1889), divisé en 5 sous-genres dont 2 seulement sont connus dans la zone soudanienne (Noé, 1907).

### ➤ *Forcipomyinae* (Lenz, 1934)

- Larves : présentant deux pseudopodes ventraux, un antérieur et un postérieur, armés de crochets ; le corps porte souvent des soies très modifiées.
- Nymphes : avec des trompettes respiratoires courtes, en forme de bouton.
- Adultes : caractérisés par un empodium tarsal très développé, au moins chez les femelles (fig 2 : 32) ; les ailes sont très souvent velues (fig 1 : 20).

Sous-famille comprenant 2 genres : *Forcipomyia* (Meigen, 1818) et *Atrichopogon* (Kieffer, 1906), tous deux divisés en nombreux sous-genres (Lenz, 1934).

### ➤ *Dasyheleinae* (Lenz, 1934)

- Larves : avec, un seul pseudopode, le postérieur, qui est muni de crochet. Un seul genre *Dasyhelea* (Kieffer, 1911).
- Nymphes : portant une soie sur chacun des prolongements apicaux.
- Adultes : les articles antennaires sont sculptés (fig 2 : 31), présentant des arêtes vives. Sur l'aile, la costa se termine au milieu du bord antérieur par un épaissement à angles vifs (fig 1 : 21) ; les yeux sont en général pubescents (Lenz, 1934).

➤ ***Ceratopogoninae* (Newman, 1834)**

Sous-famille nombreuse, divisée en 7 tribus différenciables au stade adulte ; les stades préimaginaux correspondent à la description donnée pour le genre *Culicoides*. Elle renferme certainement en Afrique de nombreux genres non encore décrits (Newman, 1834).

▪ ***Culicoidini* (Kieffer, 1911)**

Petites espèces à ailes souvent tachées, à griffes petites et égales et empodium petit (fig 2 : 33) ; fossettes humérales du scutum bien marquées ; médiane pétiolée, c'est-à-dire bifurquée au-delà de *rm*. Un seul genre *Culicoides* (Latreille, 1809), divisé en nombreux sous-genres (Kieffer, 1911).

▪ ***Ceratopogonini* (Newman, 1834)**

Griffes grandes et parfois inégales chez la femelle ; ailes claires, laiteuses ou avec des taches foncées ; médiane pétiolée ; souvent une des deux cellules radiales oblitérée (Newman, 1834). Cinq genres : *Alluaudomyia* Kieffer, 1913, *Brachypogon* Kieffer, 1899, *Ceratopogon* (Meigen, 1803), *Fanthamia* de (Meillon, 1939) et *Isohelea* (Kieffer, 1917).

▪ ***Stilobezziini* (Wirth, 1952)**

Comme les précédents, mais avec la 2<sup>e</sup> cellule radiale toujours bien plus longue que la 1<sup>ère</sup> ; ailes hyalines ou tachées (Wirth, 1952).

Six genres : *Afrohelea* (Wirth, 1965), *Echinohelea* (Macfie, 1940), *Luciamyia* de (Meillon, 1937), *Monohelea* (Kieffer, 1917), *Serromyia* (Meigen, 1818) et *Stilobezzia* (Kieffer, 1911).

▪ ***Heteromiini* (Wirth, 1962)**

Médiane sessile, c'est-à-dire bifurquée au niveau ou en deçà de *rm* ; cinquième tarsomère inerme ou armé de longues épines pointues ; griffes femelles inégales (Wirth, 1962).

Quatre genres : *Ceratobezzia* (Kieffer, 1917), *Clinohelea* (Kieffer, 1917), *Pellucidomyia* (Macfie, 1939) et *Tetrabezzia* (Kieffer, 1917).

▪ ***Sphaerormiini* (Newman, 1834)**

Médiane sessile ; cinquième tarsomère armé à sa face ventrale de bâtonnets épais et mousses (Newman, 1834).

Neuf genres : *Dibezzia* (Kieffer, 1911), *Homohoelea* (Kieffer, 1917), *Jenkins-helea* (Macfie, 1913), *Johannsenomyia* (Malloch, 1915), *Macropeza* (Meigen, 1818), *Mallochoheleu* (Wirth, 1962), *Nilobezzia* (Kieffer, 1921), *Sphaeromyias* (Curtis, 1829) et *Xenohoelea* (Kieffer, 1917).

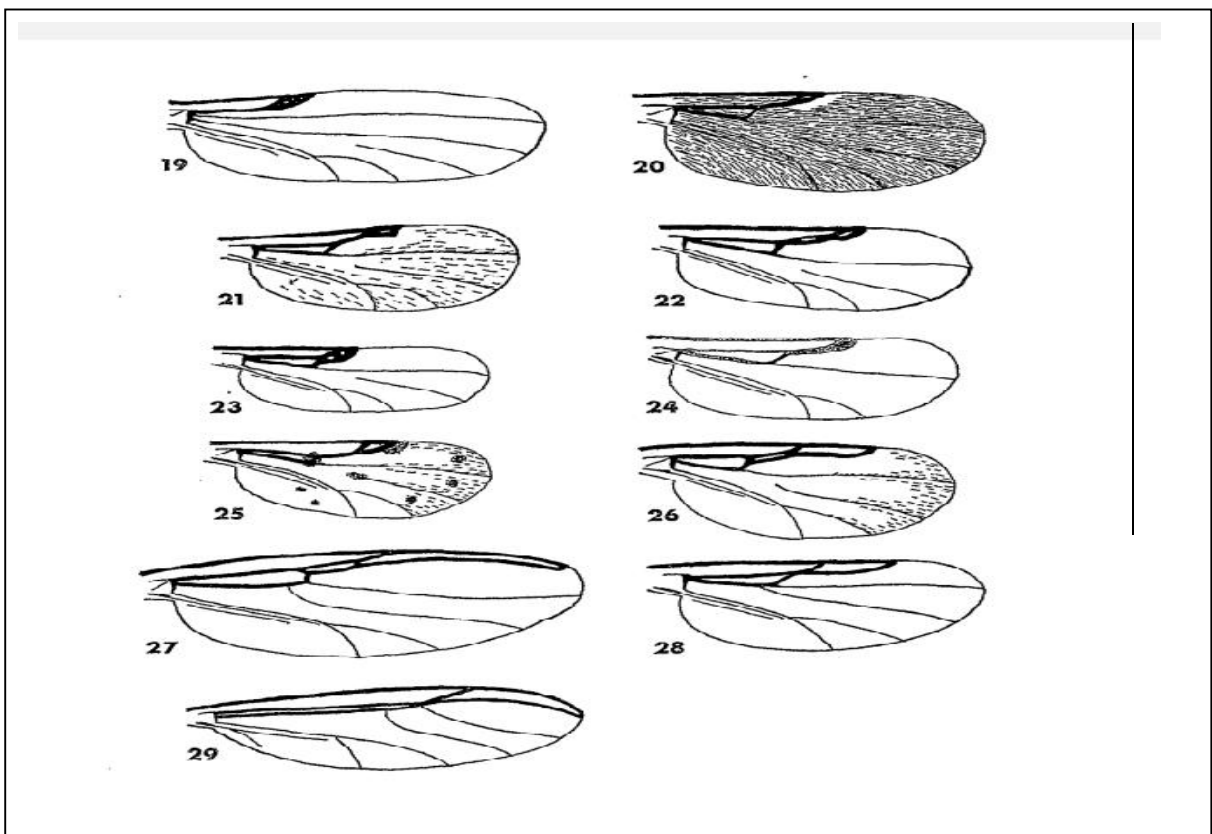
▪ ***Palpomyini* (Enderlein, 1936)**

Médiane sessile ; cinquième tarsomère inerme (sauf chez *Phaenobezzia*) ; griffes femelles petites et égales ; abdomen présentant des glandes sclérifiées internes (fig 2 : 38).

Trois genres : *Bezzia* (Kieffer, 1899), *Palpomyia* (Meigen, 1818) et *Phaenobezzia* (Haeselbarth, 1965).

▪ ***Stenoxenini* (Coquillett, 1899)**

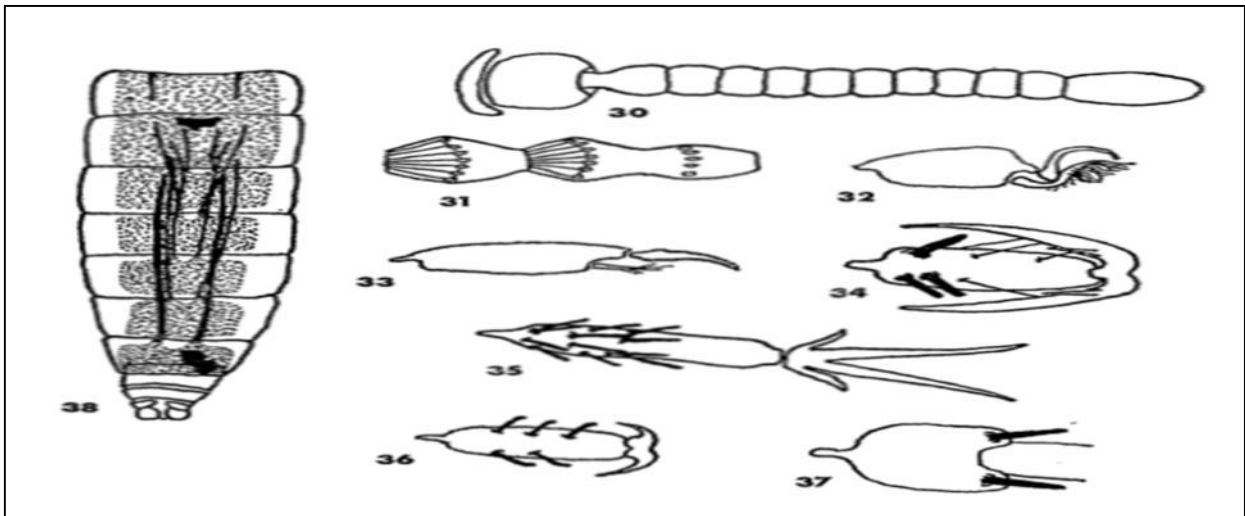
Corps effilé et aplati dorso-ventralement ; aile très caractéristique (fig 1 : 29) ; Un seul genre : *Stenoxenus* Coquillett, 1899 (Coquillett, 1899).



**Figure 01** : Ailes de Caratopogonidae.(Cornet, 1974) .

**19** : *Leptoconops*. **20**: *Forcipomyia*. **21**: *Dasyhelea*. **22**: *Ceratopogon*. **23**: *Isohelea*

**24**: *Braehypogon*. **25**: *Alluaudomyia*. **26**: *Stilobezzia*. **26**: *Homohoelea*. **28**: *Bezzia*. **29**: *Stenoxenus*.



**Figure 2 :** Antennes des ceratopogonidae (Carter *et al.*, 1920).

Antenne de Leptoconops. **31** : Antenne de Dasyhelea (article X et XI). **32** : 5e tarsomère de Forcipomyia. **33** : 5e tarsomère de Culicoides. **34** : 5e tarsomère d'Homohelia : **35** : 5e tarsomère de Nilobezzia. **36** : 5e tarsomère de Phaenobezzia. **37** : 4e tarsomère postérieur de Clinohelia. **38** : Abdomen de Phaenobezzia, vue dorsale.

## 2. morphologie de *Ceratopogonidae*

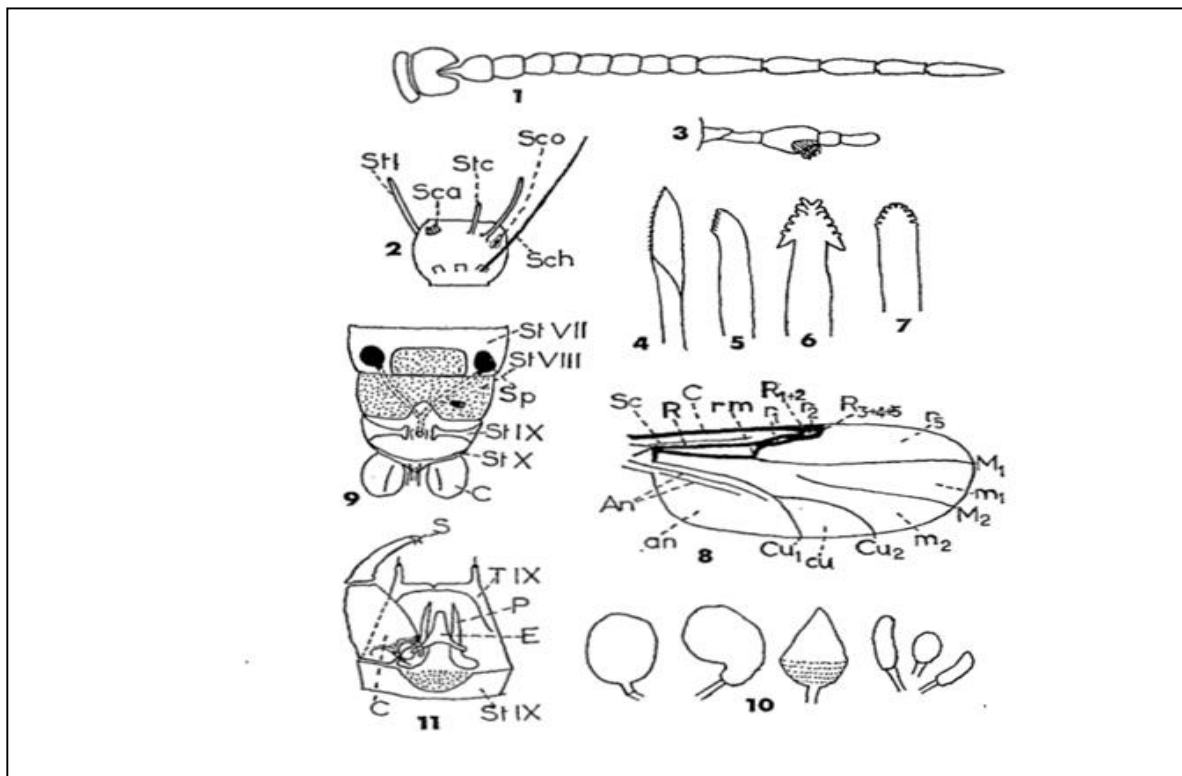
### 2.1. Les adultes

La famille des *Ceratopogonidae* est caractérisée par ses antennes de type nématocère, l'absence de sillons sur le scutum et la nervation alaire (Cornet, 1974).

- **La tête:** présente deux yeux volumineux, contigus ou non, pouvant porter entre les ommatidies une courte pubescence. Les antennes sont formées de nombreux articles en chapelet (en général 15). Les derniers segments sont le plus souvent allongés (fig 3 :1); chaque article porte des organes sensoriels variés très utiles à l'identification (Cornet, 1974) (fig 3 : 2).
- **Les pièces buccales :** sont du type piqueur et comprennent un labium formant gaine à la trompe, et 6 stylets perforants denticulés à leur extrémité : 2 maxilles (fig 3 : 4), 2 mandibules (fig 3 : 5), 1 hypopharynx (fig 3 : 6) et 1 labré-épi-pharynx (fig 3 : 7). La trompe est encadrée par les deux palpes maxillaires. de 3 à 5 articles, dont l'un porte un organe sensoriel d'aspect variable (fig 3 : 3), Le cibarium peut présenter une armature formée de petites dents chez certaines espèces hématophages (Callot *et al.*, 1972).



- **Le thorax** : le prothorax est très réduit, non visible de dessus. Le métathorax est également réduit, visible sur la face dorsale en arrière du scutellum. Le mésothorax par contre est très développé ; sa partie dorsale ne présente aucun sillon, ni transversal, ni longitudinal, mais parfois deux petites fossettes humérales ; il est en général couvert d'une pruinosité dont la coloration varie avec l'angle d'éclairement ; il se termine en arrière par le scutellum trilobé qui le sépare du métathorax. Il existe deux stigmates respiratoires sur les pleures, un prothoracique et un métathoracique (**Carter et al., 1920**).
- **Les pattes** : sont souvent ornées d'anneaux clairs ou foncés ; elles peuvent porter sur différents segments (fémurs, tarse) des épines qui interviennent souvent dans la classification générique. Les griffes sont longues ou courtes, égales ou inégales, parfois réduites à une seule ; l'empodium n'est bien développé que dans la sous-famille des *Forcipomyinae* (**Callot et al., 1972**).
- **Les ailes** : présentent une nervation caractéristique de la famille (fig 3 : 8) : la costa ne fait pas le tour de l'aile ; les nervures radiales sont souvent épaissies et dessinent au bord antérieur de l'aile deux petites cellules caractéristiques ; les nervures médianes et cubitales sont bifurquées ; les troncs des nervures radiale et médiane sont réunies par une transverse radio-médiane, délimitant ainsi une cellule basale ; les nervures anales sont atrophiées. La surface de l'aile porte trois sortes de phanères : des soies cantonnées aux nervures antérieures, des microtriches disséminés sur toute la surface de l'aile et des macrotriches à distribution plus réduite (**Tylliard, 1926**).
- **L'abdomen** : il comprend 10 segments chez la femelle ; l'orifice génital s'ouvre au milieu du 8<sup>ème</sup> sternite souvent divisé en deux languettes (fig 3 : 9) ; le 7<sup>ème</sup> sternite porte fréquemment des soies génitales et parfois des plaques sclérifiées ; le 9<sup>ème</sup> segment porte deux cerques), Les spermathèques sont au nombre de 1 à 4 et d'aspect varié (fig 3 : 10) (**Carter et al., 1920**).
- ✓ **Chez le mâle** l'armature génitale est très importante pour l'identification ; elle est formée par le 9<sup>ème</sup> segment et ses appendices : le 9<sup>ème</sup> sternite est en général étroit et souvent profondément encoché ; le 9<sup>ème</sup> tergite est au contraire développé et protège dorsalement les pièces génitales ; de chaque côté un coxite, terminé par un style articulé ou non ; en position ventrale, la pièce copulatrice ou édéage, réunie au 9<sup>ème</sup> sternite par une membrane souvent spiculée ; en position dorsale le ou les paramères (fig 3 : 11) (**Carter et al., 1920**).



**Figure 3 :** Morphologie générale du *Ceratopogonidae* (Carter *et al.*, 1920).

**1 :** antenne femelle. **2 :** 4e article de l'antenne d'une femelle : Sca : sensilla campaniforma; Sch : sensilla ehaetia; SCO : sensilla eoelonica ; STc : sensilla irichodea court ; ST1 : sensillafrichodea long **3:** Palpe d'une femelle. **4 :** Apex d'une maxille femelle. **5 :** Apex d'une mandibule femelle. **6 :** Apex de l'hypopharynx femelle. **7:** Apex du labre-épipharynx femelle. **8 :** Nervation alaire : Nervures : C = costa; Sc = sous-costale; R = radiale ; M = mediane; Cu = cubitale ; An = anale ; rm = transverse radio-médiane. Cellules : r1 = Ire radiale ; r2 = 2e radiale ; r5 = 5e radiale ; m1 = Ire mediane ; m2 = 2e mediane ; CU = cubitale : an = anale. **9 :** Armature génitale femelle : St VII = 7e sternite ; St VIII = 8e sternite ; St IX = 9e sternite ; St X = 10e sternite ; C = cerque ; Sp = spermathèque. **10 :** différents types de spermathèques. **11 :** armature génitale male : C = coxite ; E = édeage ; p = parambre ; S = style ; St IX = 9e sternite ; TIX = 9e tergite.

## 2.2 Stades préimaginaux

La nymphe (fig 4 : 12,13) est du type rencontré chez les *Ceratopogonidae* ; avec un céphalothorax antérieur et un abdomen postérieur (Carter *et al.*, 1920).

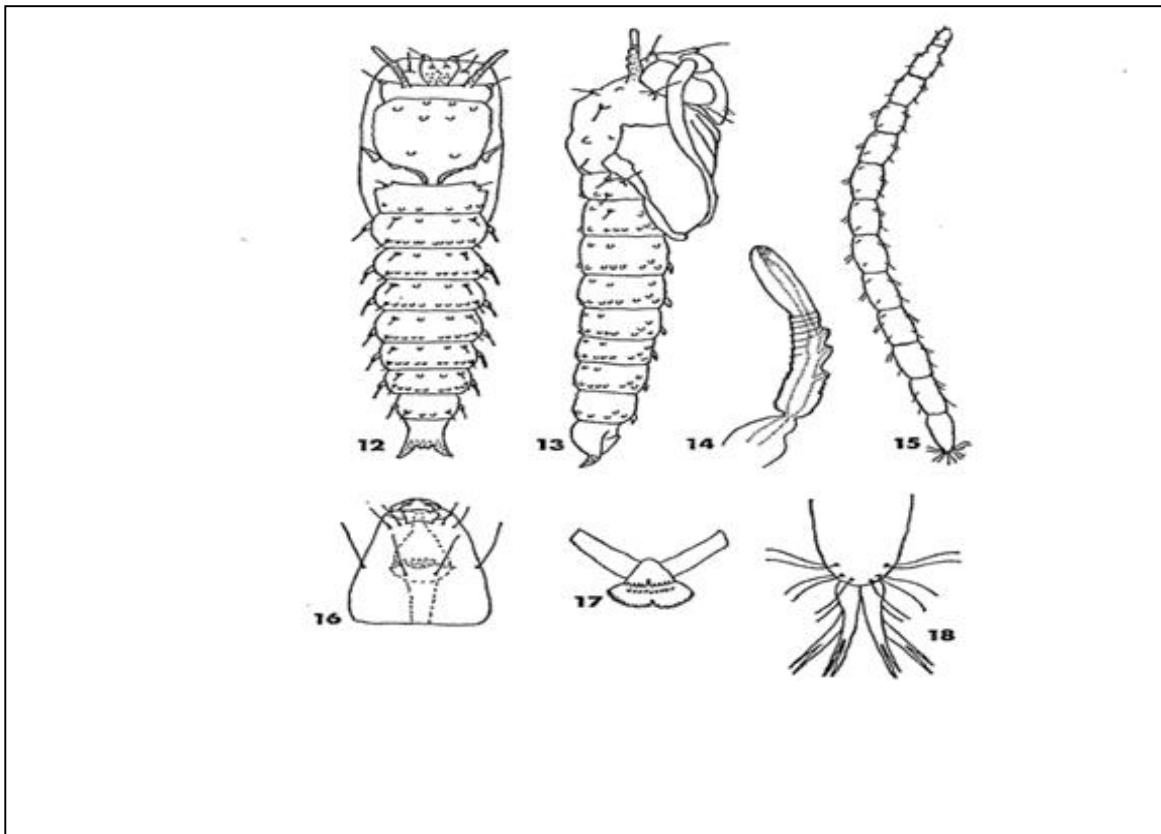
Le céphalothorax est divisé par un sillon dorsal en une partie céphalique et une partie thoracique. La portion céphalique présente à sa face dorsale un sclérite, le fronto-clypeus, qui, en se détachant sur ses bords latéraux et postérieur laisse libre l'orifice d'éclosion ; il est

également nommé opercule. La portion thoracique comprend le prothorax et le mésothorax fusionnés ; le métathorax n'est représenté que par deux petits sclérites latéraux ; dans sa partie antérieure le thorax porte les deux trompettes respiratoires, à orifices multiples (fig 4 :14)(**Carter et al.,1920**).

L'abdomen se compose de neuf segments dont le dernier se termine par deux forts tubercules coniques. Tous les segments portent des tubercules et des soies utilisés en taxonomie et dont la nomenclature complexe a été fixée par Carter, Ingram et Macfie (1920) (**Callot et al., 1972**).

La larve (fig 4 : 15) est vermiforme et comporte 13 segments : un segment céphalique, bien chitinisé, de couleur variée ; il présente deux paires de taches oculaires de contour caractéristique (fig 3 : 16) ; les antennes sont rudimentaires ; la forme et la taille des mandibules sont utilisées en taxonomie ; le squelette pharyngé est un des caractères morphologiques le plus employé en systématique ; il se compose d'un hypopharynx ventral et d'un épipharynx dorsal qui portent chacun des peignes caractéristiques (fig 4 :17)(**Carter et al., 1921**).

Trois segments thoraciques : le prothorax est subdivisé en avant pour former un cou qui l'unit à la tête ; il porte souvent, chez la larve du premier stade seulement un pseudopode ventral.  
- Neuf segments abdominaux dont le dernier porte deux paires de papilles anales bifides (fig 3 : 18). Tous les segments portent des tubercules et des soies répertoriés par (**Carter et al., 1920**).



**Figure 04 :** Morphologie du *Ceratopogonidae* (Carter *et al.*, 1920).

**12 :** Nymphe, vue dorsale. **13 :** Nymphe, vue latérale. **14 :** Nymphe : trompette respiratoire. **15 :** Larve, vue ventrale. **16 :** Larve : tête. **17 :** Larve : hypopharynx. **18 :** Larve : extrémité postérieure.

### 3. Ethologie et biologie

#### 3.1. Les stades préimaginaux

Les gîtes larvaires sont très variés, mais sont tous riches en matières organiques et en eau. Dans le genre *Culicoides* les larves vivent dans l'eau stagnante, douce ou saumâtre ou dans les boues très mouillées, les trous d'arbre. Les larves nagent activement, mais se tiennent habituellement au fond des collections d'eau, la tête seule émergeant de la boue. La durée du stade larvaire est très variable, de quelques jours à plusieurs mois (DuToit, 1944).

La nymphe est habituellement en position verticale à la surface de l'eau et éclot après 3 à 10 jours. Il existe probablement des formes de résistance à la sécheresse permettant la survie de l'espèce durant la longue saison sèche. Les *Dasyhelea* ne sont pas aquatiques (DuToit, 1944).

#### 3.2. Les adultes

Les adultes mènent une vie active, le plus souvent crépusculaire ou nocturne ; la plupart ont un phototropisme positif qui rend leur capture aisée au moyen de pièges lumineux. De nombreuses espèces se rencontrent dans la végétation basse des zones boisées ou marécageuses (Callot *et al.*, 1972).

La fécondation intervient souvent au milieu d'essaims de mâles ; certaines femelles dévorent leur mâle pendant l'accouplement et il n'est pas rare de trouver le terminalia mâle fixé à l'orifice génital de la femelle (*Sphaeromiini*). L'activité trophique des imagos est très variée : la plupart des espèces sont phytophages, se nourrissant soit du nectar des fleurs, soit par piqûre des végétaux (*Sfilobezzia*). C'est ainsi que les *Cératopogonides* peuvent intervenir dans la pollinisation du cacaoyer et de l'Hevea (**Callot et al., 1972**).

D'autres espèces sont entomophages, principalement dans les genres *Atrichopogon* et *Porcipomyia* ; elles se nourrissent sur des insectes variés (Coléoptères, Diptères, Odonates, etc.). Les *Heteromiini* et les *Sphaeromiini* sont souvent prédateurs. Certaines espèces du genre *Culicoides* peuvent obtenir leur repas de sang à partir de l'estomac d'autres diptères hématophages gorgés. Les espèces hématophages se rencontrent dans le genre *Culicoides*, le genre *Leptoconops* et le sous-genre *Lasioheleu* du genre *Porcipomyia*. Les hôtes sont très variés, depuis les mammifères aux batraciens et même aux lombrics. C'est parmi ces espèces que l'on rencontre les vecteurs de maladies humaines ou animales (**carter et al., 1920**).

**Chapitre 2**  
**Données bibliographique**  
**sur les Culicoïdes**

## 1. Taxonomie

Certaines caractéristiques des *Culicoides* ont permis de les classer comme suit (**Capinera, 2003 ; Gillott, 1995**) :

- l'Embranchement : Arthropodes
- la Super-classe : Hexapodes
- la Classe : Insectes
- la Sous-classe : Ptérigotes
- la Division : Oligoneoptères
- l'Ordre : Diptères.
- le Sous-ordre : *Culimorphes*
- la Famille : *Ceratopogonidae*.

Les Ceratopogonidés se divisent en 4 Sous-familles : *Leptoconopinae*, *Forcipomyiinae*, *Dasyheleinae* et les *Ceratopogoninae*. Les *Leptoconopinae* ne contiennent qu'un seul genre : *Leptoconops* (**Kettle, 1984**).

## 2. Répartition géographique des *Culicoides*

Il existe plus de 1400 espèces de *Culicoides* dont la répartition géographique est quasiment mondiale. Ils sont présents sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique, depuis les tropiques à la toundra, et jusqu'à 4000 m d'altitude (**Mellor et al., 2000**).

## 3. Description morphologique

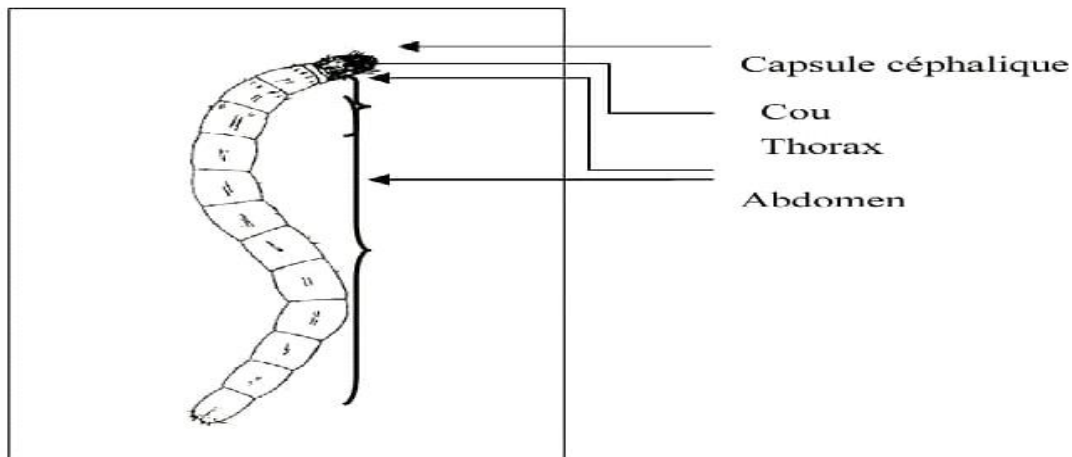
La première description de *Culicoides* dans la littérature a été réalisée en 1713. Celle-ci évoquait les circonstances de piqûres par ces moucheron ainsi que leur cycle de développement (**Mellor et al., 2000**).

### 3.1. Œufs

Les œufs sont petits, sombres et effilés. Ils mesurent entre 350 et 500µm de longueur et 65 à 80 µm 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 (**Mellor et al., 2000**).

### 3.2. Larves

La larve qui émerge de l'œuf est typique de *Culicoides* avec une tête sclérifiée, un corps composé de 11 segments et aucun appendice, apneustiques et eucéphales (**Wall et Shearer, 1997 ; Kettle, 1984**) (Fig : 05).



**Figure 05:** Représentation dorsale d'une larve de *Culicoides impactatus* (**Kettle, 1984**).

On distingue trois parties sur une larve :

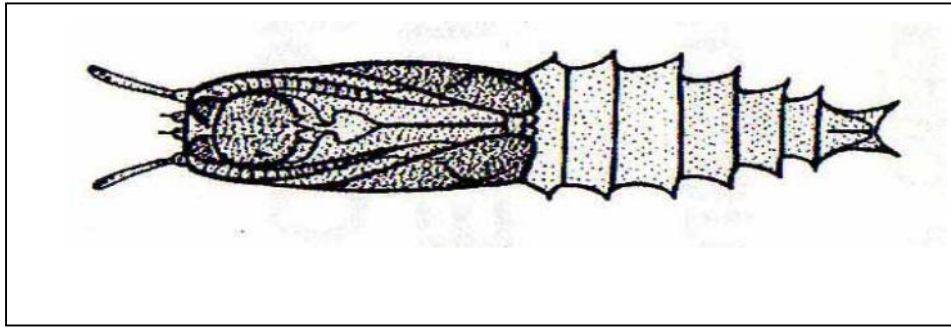
- Pièce buccale de type broyeur ou suceur. Celle-ci est de couleur brunâtre.
- Le thorax qui est composé de 3 segments dont la pigmentation est variable.
- L'abdomen, blanchâtre, est composé de 9 segments (**Kettle, 1984**).

### 3.3. Nymphes

La taille des Nymphes varie entre 1 et 3 millimètres et on différencie morphologiquement un céphalothorax et un abdomen (Fig : 06, 07). (**Delecolle et Zingg, 2000**).

La tête et le thorax sont fusionnés et portent une paire de cornes tubulaires prothoraciques utilisées pour la respiration atmosphérique par l'intermédiaire de nombreuses ouvertures (**Delecolle et Zingg, 2000**).





**Figure 06 :** Représentation d'un *Culicoides* au stade nymphal (Delecolle et Zingg, 2000).

Le céphalothorax est plus large que long, sa partie antérieure et dorsale présente des tubercules plus ou moins épineux (Delecolle et Zingg, 2000).



**Figure 07 :** Nymphes de *Culicoides nubeculosus* en élevage (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 (Delecolle et Zingg, 2000).

### 3.4. Les adultes

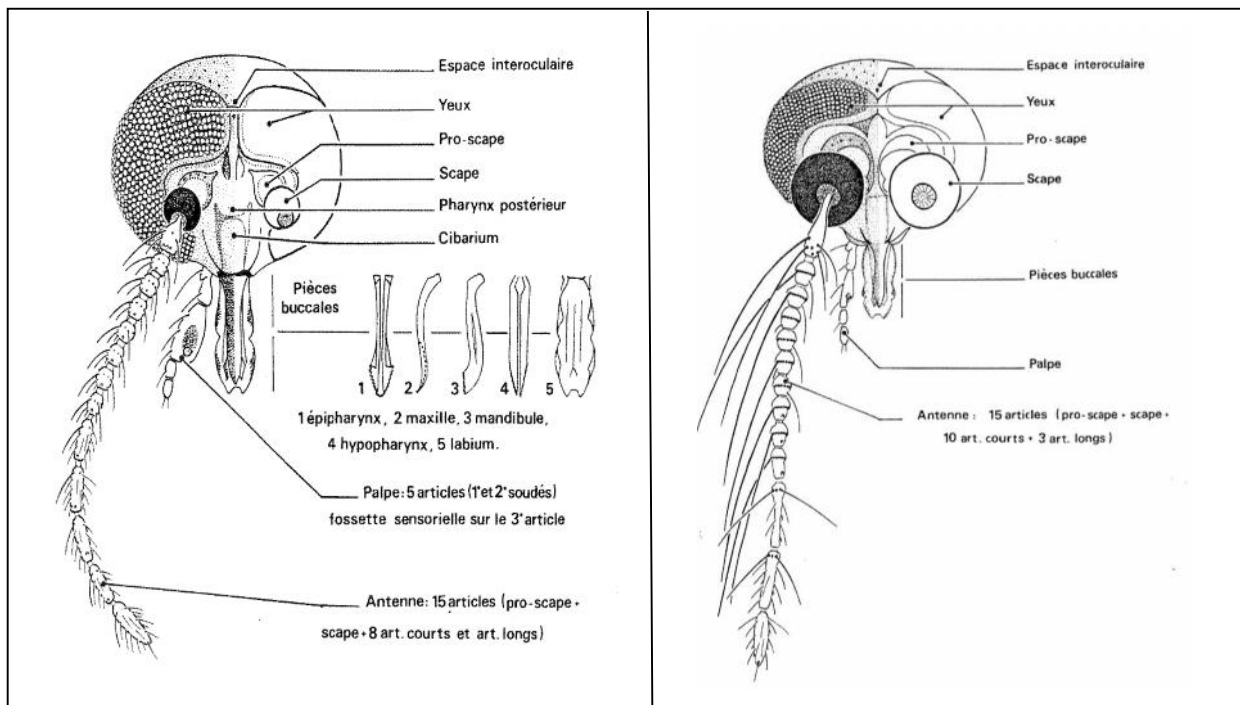
Les adultes ou imago ont une taille variant de 1 à 4 mm de long, ce qui fait d'eux les plus petits diptères hématophages et sont qualifiés de « moucherons » (Balenghien *et al.*, 2009).



**Figure 08:** Femelles de *Culicoides* (*C. nubeculosus* gorgé à gauche et *C. imicola* pare à droite) (Balenghien *et al.*, 2009).

### 3.4.1. Tête

La tête de *Culicoides* est arrondie et légèrement aplatie. Les deux yeux sont proéminents et composés d'ommatidies. 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 (Fig : 09). 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 et Turner, 1971).



**Figure 09 :** Dessin d'une tête de *Culicoides* femelle (à gauche) et de *Culicoides* mâle (à droite) (Delecolle, 1985).

### 3.4.1.1. Les antennes

S'insèrent en avant des yeux, chez les *Culicoides*, elles peuvent donner des informations taxonomiques, phylogénétiques et écologiques très importantes. Les deux premiers articles sont nommés «proscap» et «scape». Les treize suivants forment le flagelle antennaire avec cinq longs articles pour les femelles et trois pour les mâles. 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, mais il existe des espèces comme *C. leechi* (Wirth, 1977), et *C. utahensis* (Fox, 1946), où les antennes des mâles sont dépourvues de plumes et ressemblent ainsi aux celles des femelles (Wirth et Rowley, 1971 ; Wirth, 1977).

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 al.*, 1975 ; Felipe-Bauer, 1989).



Figure 10: Photo d'une antenne de *Culicoides* femelle (Cliché UMR15-CIRAD, 2012)

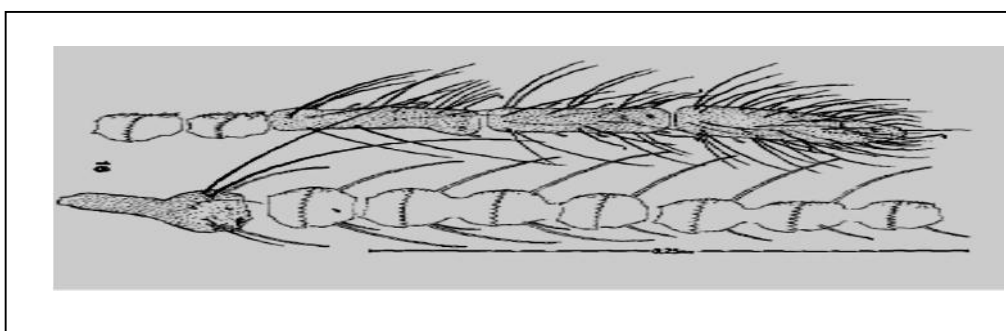


Figure 11 : Schéma d'une antenne de *Culicoides* mâle (Meiswinkel, 1989).

### 3.4.1.2. Les pièces buccales

Les pièces buccales : des *Culicoides* sont de type « piqueur » constituées d'une trompe vulnérante elle-même composée de deux mandibules denticulées en dents de scie, elles supportent le labre épipharynx et les deux maxilles qui sont munies de petites dents, la trompe

est composée également d'un hypopharynx présentant une fente étroite, le canal salivaire, le tout est entouré d'une sorte de gaine: le labium (**Delecolle, 1985**).

La présence d'une ornementation sous forme d'épines ou de tubercules sur le cibarium ou le pharynx possède un intérêt capital en systématique. Elle permet de séparer certaines espèces voisines (**Callot, 1972**).

De chaque côté de la trompe se trouvent les palpes maxillaires, ils sont constitués de cinq articles dont le troisième plus bombé que les autres porte quelques fossettes sensorielles. Le labium forme une gaine autour de ces pièces buccales. La forme de la fossette a une grande importance en systématique, en effet, en fonction des espèces, les fossettes peuvent être de forme circulaire, semi-circulaire ou présentant de multiples dépressions. Elles peuvent avoir un contour régulier ou être éparpillés sur le tiers distal de l'article (**Delecolle, 1985**).

D'une manière générale, en plus de l'intérêt de l'appareil buccal en systématique, ce dernier pourrait également nous apporter des informations précieuses sur l'écologie des espèces. En effet, des espèces de type non piqueur, ont tendance à être dépourvues de dents au niveau labial, maxillaire, mandibulaire... (**Borkent, 1995**). En outre, la forme des dents est un bon indicateur des préférences trophiques (**Wirth et Hubert, 1989 ; Laird, 1946**).

### 3.4.2. Thorax

Le thorax est constitué de 3 segments (prothorax, mésothorax et métathorax) avec des pattes courtes et des ailes qui sont dépourvues d'écailles et repliées sur le dos au repos. Les adultes ne possèdent en réalité qu'une seule paire d'ailes étroites, membraneuses, la seconde paire est vestigiale et forme des balanciers ou haltères (**Gillott, 1995 ; Gullon et Craston, 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, subcostaSc, radius R, media M, cubitus C et anal A). A celles-ci se raccordent des veines transverses qui vont délimiter des zones appelées cellules (Fig : 12) (**Gillott, 1995 ; Gullon et Craston, 2005**).

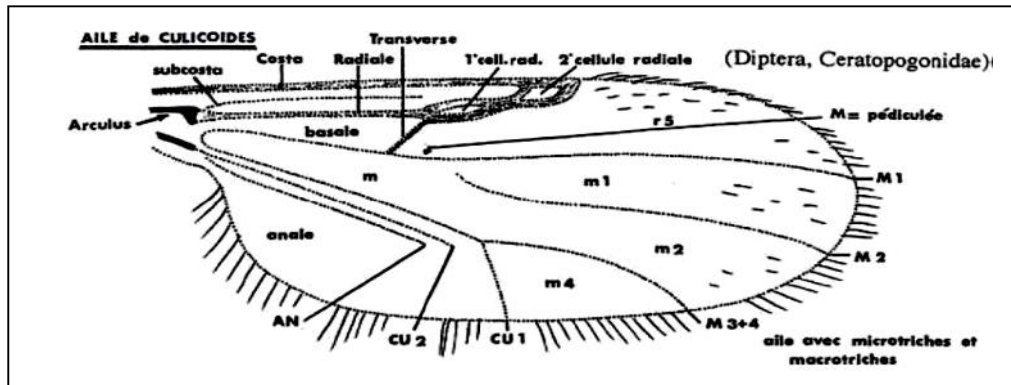


Figure 12 : Aile typique d'un *Culicoides* (Delecolle et Rocque, 2002).

Ces ailes sont pourvues de cellules noires et de cellules blanches constituées de pigments. On note en outre la présence de 2 cellules radiales de même taille (R1 et R2), la nervure médiane M2 ne touche pas la M1 et est toujours pédiculée. Les macrotriches (poils attachés au moyen d'un anneau articulaire dans une petite dépression appelée fossette ou alvéole) sont moins abondants chez le mâle alors qu'ils sont souvent visibles chez les femelles (Fig : 13) (Delecolle et Rocque, 2002).

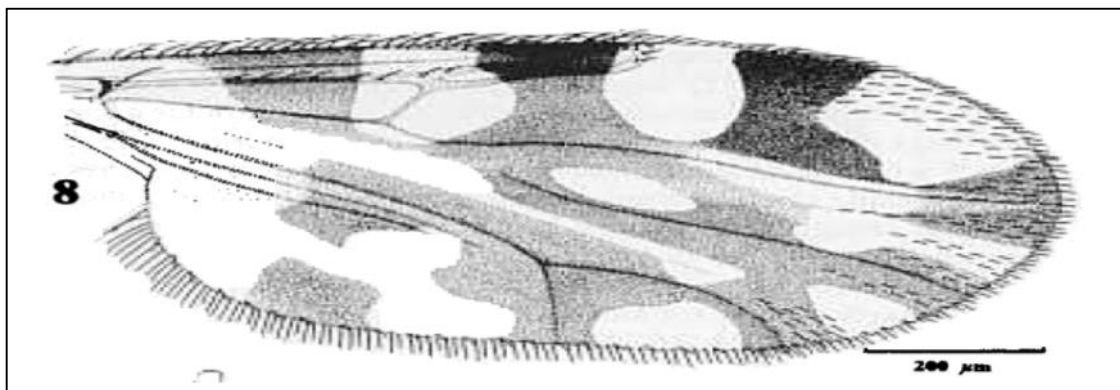


Figure 13 : Représentation d'aile de *Culicoidesimicola* (Delecolle et Rocque, 2002).

### 3.4.3. Abdomen

L'abdomen est constitué de 10 segments dont les derniers portent les structures dédiées à la reproduction. Le dernier segment abdominal est réduit à des cerques chez les femelles (Fig : 14) et l'hypopygium (Fig : 15) est présent à l'extrémité distale de l'abdomen chez les mâles uniquement (Perie *et al.*, 2005).

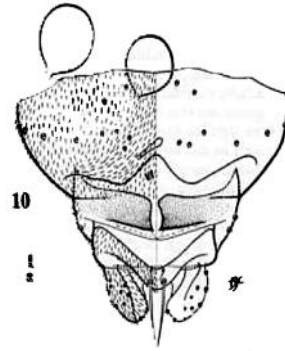


Figure 14 : Appareil reproducteur femelle  
(Delecolle et Rocque, 2002).

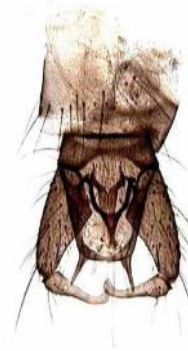


Figure 15 : Appareil reproducteur male  
(Cliché : UMR15- CIRAD, 2012).

### 3.4.4. Les pattes

Les pattes, plutôt courtes, sont constituées de 5 segments (Fig : 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)

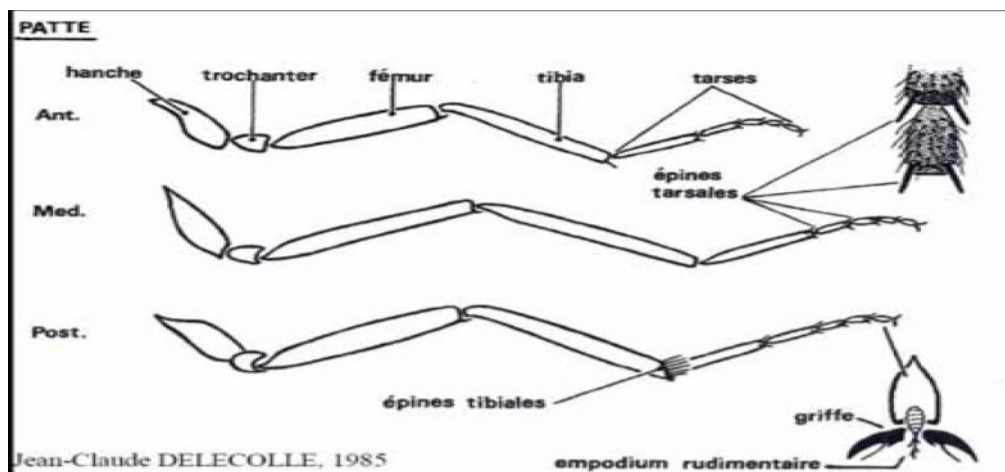


Figure 16 : Représentation schématique des pattes de *Culicoides* (Delecolle et Rocque, 2002)

#### 4. Bio écologie des *Culicoides*

La connaissance du bio-écologie reste très limitée. En effet, la difficulté de les élever en laboratoire et leur petite taille sont un frein à la détermination de nombreux paramètres de son cycle : fertilité, reproduction, localisation de gîtes larvaires et de repos, habitat...etc (Goetghebuer, 1952 ; Zimmer, 2007 ; Zimmer *et al.*, 2008).

Les *Culicoides* vivent en général dans des zones humides, en frontière d'un habitat terrestre et aquatique, ou dans des zones contenant de nombreux végétaux pourrissants, cela pour leur permettre d'accomplir l'ensemble de leur développement : de l'œuf, en passant par la larve, jusqu'à l'adulte. 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).

En Afrique de l'Ouest, Hopkins (1952) a trouvé des larves de *Culicoides* dans les échantillons d'eau, la boue, la banane plantain en décomposition et les tiges et autres matières végétales recueillies à partir des bords d'eau, la pourriture des trous dans les arbres, vieux canots et les trous de crabe. Leur quantité diminue largement dès que les pluies s'intensifient notamment dans les forêts tropicales. Il a aussi été montré qu'elles étaient capables de survivre dans les zones du littoral où les sols sont sableux et l'humidité est rapidement absorbée. Ainsi dans les zones en parfaite adéquation avec leur biologie, *Culicoides imicola* peut représenter presque 99% des *Culicoides* présents dans ces régions (Meiswinkel et Baylis, 1998a).

Chaque habitat larvaire renferme généralement une association d'espèces (Zimmer, 2007). Les adultes ne s'éloignent guère, de façon active, de l'endroit où ils sont nés (Mellor *et al.*, 2000). Certains facteurs tels que la présence d'animaux, la proximité d'un cours d'eau, influencent leur abondance (Zimmer *et al.*, 2008) et suggèrent par exemple que les *Culicoides* peuvent être beaucoup plus abondants à l'intérieur qu'à l'extérieur lorsque les animaux sont présents dans l'étable (Zimmer *et al.*, 2008).

##### 4.1. Cycle biologique des *Culicoides*

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 Baylis, 2000 ; Harwood et James, 1979).



**Figure 17** : Accouplement de *Culicoides nubeculosus*: mâle à gauche, et femelle à droite  
(photos prises par J. B. Ferré, EID Méditerranée, 2012).

Le repas sanguin est une nécessité pour certaines femelles pour réaliser un cycle trophogonique ou gonotrophique entier (càd : repas de sang-maturation des œufs-ponte-repas de sang) (Wittmann et Baylis, 2000 ; Harwood et James, 1979).

L'autogenèse qui est la capacité des femelles à assurer la maturation des œufs sans repas préalable riche en protéines a été observée dans une quinzaine d'espèces, on peut citer :

- *Culicoides obsoletus*, *Culicoides riethi*, *Culicoides circumscriptus*, *Culicoides salinarius*, *Culicoides impactatus*, et *Culicoides dendrophilus* présents en Europe ;
- *Culicoides austenien* Afrique ;
- *Culicoides melleus*, *Culicoides furens*, *Culicoides bermudensis* et *Culicoides sanguisuga* en Amérique du Nord ;
- *Culicoides bambusicola* en Amérique du Sud ;
- *Culicoides waringi*, *Culicoides mackerrasi* et *Culicoides marmoratus* en Australie.

Les autres espèces sont anautogènes : les femelles ont besoin d'un apport de protéine au cours de leur repas afin d'assurer la production et la maturation des œufs pondus. La parthénogenèse n'est pas présente chez les *Culicoides* (Wittmann et Baylis, 2000 ; Harwood et James, 1979).

En général, la ponte a lieu 2 jours après le repas de la femelle, et l'éclosion des œufs 3 à 5 jours après la ponte (Delecolle et Schaffner, 2003).

Le cycle comprend plusieurs stades de développement :

- Œuf
- 4 Stades larvaires



- Nymphe
- Adulte

La durée moyenne entre le développement de l'œuf et l'émergence de l'adulte est variable selon les localisations géographiques et les conditions climatiques. Une étude a montré que la durée moyenne du cycle de *Culicoides peregrinus* et de *Culicoides schultzei* est respectivement de 15-17 jours et 19-83 jours en Inde (**Narladkar et al., 2006**). La durée de cycle, fonction de la température, peut aller de 7 jours dans les régions des Tropiques à 7 mois dans les régions tempérées en raison de la diapause hivernale (**Mellor et al., 2000 ; Wittmann et Baylis, 2000**).

Les œufs sont pondus les uns après les autres en formant soit une ligne sinueuse soit un amas. 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 Schaffner, 2003**) ou 25 à 300 (**Wall et Shearer, 1997**).

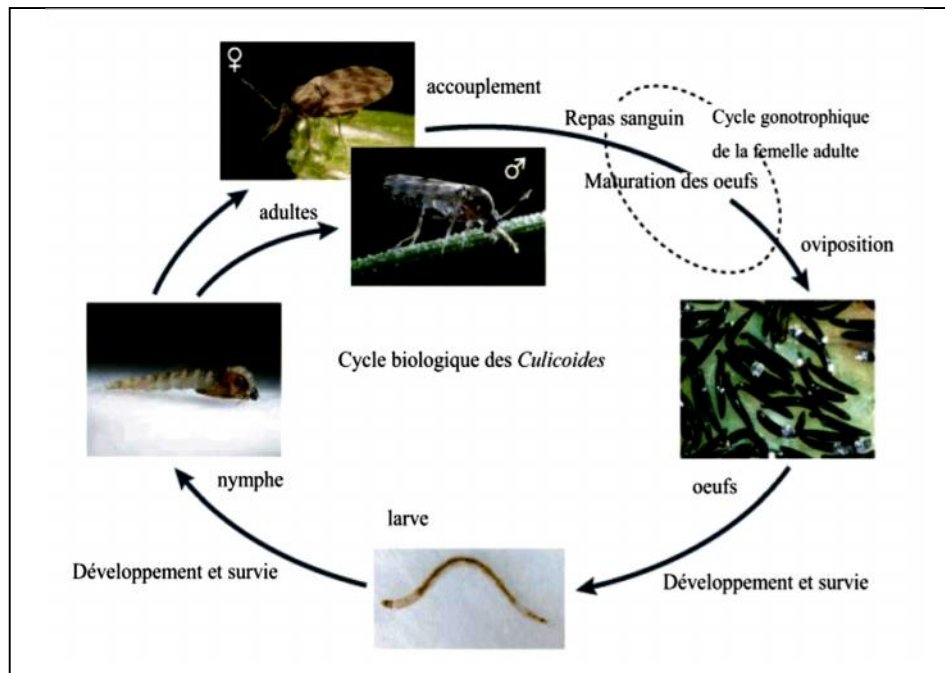
L'éclosion des œufs a lieu en moyenne entre 2 à 8 jours après la ponte selon les conditions plus ou moins favorables du milieu, elle se réalise par une déchirure longitudinale. Ces œufs ne sont pas résistants à la dessiccation (**Wall et Shearer, 1997**).

La larve passe par 4 stades successifs au cours de son développement qui durent 14 à 25 jours dans les régions chaudes : par exemple les larves de *C.imicola* en été se développent en 2 semaines environ. Dans les régions tempérées, les larves de nombreuses espèces peuvent passer l'hiver et rester larves pendant 7 mois (**Braverman, 1994**).

Le dernier stade avant l'adulte est la nymphe qui dure 2 à 10 jours (2 jours en été pour *C.imicola*) (**Braverman, 1994**).

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 Schaffner, 2003 ; Mellor et al., 2000**).

L'ouverture de l'opercule est complétée par une fente dorsale longitudinale (caractéristique des Orthorrhaphes) (**Delecolle et Schaffner, 2003**).



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

## 4.2. Les gîtes de repos

Peu d'études existent sur les gîtes de repos des *Culicoides*. Cependant, (Muradov, 1965) a récolté plusieurs espèces de *Culicoides* en balayant au filet des étendues d'herbe, des champs de luzerne, les feuillages d'arbustes et d'arbres. Les travaux de Bidlingmayer sur *C. furens* en Floride (1961) ont montré que les mâles étaient retrouvés en majorité dans les zones arborées, en hauteur (2,4 m à 4,2m de haut), plutôt que sur le sol, même à proximité de leurs gîtes larvaires dans les marais salants. Par ailleurs, les femelles ont été collectées sur le sol ou dans la végétation mais plus bas que les mâles (majoritairement à moins de 2,4 m) (Muradov, 1965).

## 4.3. Les gîtes larvaires

### 4.3.1. Descriptions des principaux gîtes larvaires connus

Beaucoup des gîtes larvaires de *Culicoides* ont été décrits sur les différents continents. Mais il est difficile d'établir une classification de ces gîtes. Cela est d'autant plus délicat qu'il existe des gîtes larvaires temporaires, ce sont par exemple des flaques, des ornières ou autre zones temporairement humides et des gîtes permanents, dans lesquels les larves de *Culicoides* passent l'hiver dans les régions tempérées. Une grande partie des gîtes décrits sont situés au niveau des écotones entre milieu aquatique et milieu terrestre. Ils possèdent des caractéristiques communes : ce sont des boues humides, partiellement immergées, à teneur plus ou moins forte en matière organique (Jones, 1961 ; Kettle, 1977).

Au sein des élevages, on retrouve ce type de gîtes au niveau des zones piétinées par le bétail autour des abreuvoirs, les bords des mares ou d'étangs, les berges de ruisseaux, etc... (Foxi et Delrio, 2010). A ces boues s'ajoutent des gîtes plus spécifiques d'une espèce ou d'un groupe

d'espèces et très liés à l'élevage, comme les composts de fumier (**Jones, 1961**), les bouses de vaches (**Kettle, 1977**), les résidus d'ensilages de maïs. Le substrat qui constitue l'habitat de ces larves est riche en matières organiques, et moins humides que les boues décrites précédemment (**Zimmer et al., 2008**).

#### 4.3.2. Caractérisation des gîtes larvaires

Différentes études ont été menées sur les caractéristiques physico-chimiques des gîtes larvaires. Elles ont consisté à mesurer le pourcentage d'humidité, la granulométrie, le PH, le pourcentage de matière organique, la salinité, la conductivité électrique, les constituants minéraux, l'ensoleillement, etc. (**Rieb, 1982 ; Uslu et Dik, 2010**). Ces données permettent d'établir une classification des types de gîte d'un point de vue physico-chimique et de voir quelle est la répartition des stades immatures des espèces au sein de ces catégories de gîtes (**Battle et Turner, 1972 ; Uslu et Dik, 2010**).

#### 4.4. Phénologie

Dans les régions tropicales, Les adultes sont présents toute l'année, tandis que leur apparition est saisonnière dans les régions tempérées. Ainsi, sous nos latitudes, la plupart des espèces hibernent au stade larvaire (**Kettle, 1977**). Quelques espèces ne sont représentées que par une génération par an, elles sont univoltines, mais la plupart des espèces sont multivoltines (plusieurs générations par an). Pour chaque espèce on observe un ou deux pics d'abondance dans l'année, dont le premier a souvent lieu, dans les régions tempérées, au printemps ou au début de l'été (**Mullen, 2009**).

#### 4.5. Cycle nycthéral, dispersion, longévité, nutrition, parasitisme

##### 4.5.1. Cycle nycthéral

Globalement, la plupart des espèces de *Culicoides* a une activité en fin d'après-midi ou crépusculaire, avec un pic d'activité au coucher du soleil souvent important, suivi parfois d'un pic au moment du lever du soleil (**Service, 1971 ; Bidlingmayer, 1961**). Quelques espèces nocturnes ont une activité continue tout au long de la nuit (**Kettle, 1977**). Par ailleurs d'autres espèces ont une activité diurne et sont particulièrement actives dans la matinée, comme *Culicoides hollensis* aux Etats-Unis (**Koch et Axtell, 1979**), ou en plein soleil, comme *C. heliophilus*, *C. vexans*, *C. comosioculatus* dans la région paléarctique (Delécolle, communication personnelle) (**Kettle, 1977**).

##### 4.5.2. Dispersion

Les expériences de marquage-recaptures de *Culicoides variipennis* montrent que les *Culicoides* peuvent se déplacer activement sur quelques kilomètres (**Lillie et al., 1981**). Or, de

nombreux facteurs peuvent influencer la capacité de vol de *Culicoides*, tels que l'intensité lumineuse, le cycle lunaire, l'humidité relative, etc. La direction et la force du vent semblent jouer un rôle prépondérant dans la dispersion active et passive de *Culicoides* (**Koch et Axtell, 1979**). D'une part, les *Culicoides* ne volent pas de façon active si la vitesse du vent est supérieure à 9km/h voire 17km/h (**Lillie et al., 1988**). D'autre part, les *Culicoides* peuvent être transportés passivement par les vents sur des centaines de kilomètres (**Sellers et al., 1978, 1979**).

#### 4.5.3. Longévité

La longévité de *Culicoides* serait d'une vingtaine de jour environ, mais elle pourrait atteindre dans certains cas jusqu'à 90 jours. Température et taux d'humidité ambiante affectent le taux de survie de *Culicoides* (**Mellor et al., 2000**).

#### 4.5.4. Nutrition

Les imagos se nourrissent de nectar de fleurs qui leur procure de l'énergie pour le vol (**Mullen, 2009**). Au laboratoire, les *Culicoides* d'élevages sont souvent nourris avec des cotons imbibés de solutions sucrées. Jamnback (1961) a montré expérimentalement que cette nourriture permettait d'accroître l'espérance de vie de *Culicoides obsoletus* (**Jamnback, 1961**).

En revanche, seules les femelles, pour les espèces hématophages, prennent un repas de sang sur un hôte. Ce repas est nécessaire au développement des œufs. Elles recherchent donc activement un hôte, puis elles dilacèrent grâce à leurs mandibules et maxilles denticulées les tissus de l'hôte jusqu'à atteindre les capillaires sous-jacent ; le sang est libéré dans l'espace dilacéré avant d'être pompé dans l'intestin moyen. Ce mode de ponction du sang est la telmophagie. Les hôtes possibles pour les *Culicoides* sont variés : ce sont des mammifères, des oiseaux (**Bennett, 1960**), voire des reptiles ou des amphibiens. Certaines espèces de *Culicoides* manifestent des préférences trophiques assez spécifiques tandis que d'autres ont un comportement opportuniste (**Kettle, 1977 ; Mullen, 2009**).

#### 4.5.5. Parasitisme

Il est à noter que le parasitisme de *Culicoides* n'est pas rare, ce sont des ciliés, des acariens ou des nématodes de la famille des Mermithidae. Certains auteurs signalent que chez les individus parasités par des larves de Mermithidae, on peut parfois observer un gynandromorphisme de degré varié (**Smith, 1966 ; McKeever et al., 1997**).

## 5. Sensibilité aux paramètres météorologiques et implications épidémiologiques

Les paramètres météorologiques et climatiques ont une très forte influence sur la population des vecteurs. Leur dynamique saisonnière et donc l'apparition de foyers en sont sans doute les manifestations les plus visibles. Les conditions optimales de développement sont atteintes lorsque les conditions favorables de température, d'humidité, de vent... sont réunies (**Mellor et al., 2000**).

### 5.1. 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 a également un effet inhibiteur sur la dispersion active des adultes pour la recherche des proies, de gîtes larvaires et de repos. Les piégeages effectués les nuits de fort vent récoltent peu ou pas d'insectes. Ainsi, au Kenya, l'activité de *C. imicola* est fortement réduite lorsque le vent atteint 10km/h (**Walker, 1977**).

En revanche, des vents d'une altitude allant jusqu'à 2km, d'une vitesse de 10 à 40km/h permette la dispersion passive de *Culicoides* sur plusieurs centaines de kilomètres (**Sellers, 1992**). Comme il a été montré qu'une seule pique de *C. varripennis* suffisait pour transmettre la FCO, il est possible que l'arrivée d'un seul moucheron infecté suffise à introduire la maladie dans un territoire indemne (**Foster et al., 1968**).

### 5.2. La température

La température est un paramètre clef qui influe sur la transmission de la maladie via son influence sur la biologie de *Culicoides* (répartition, abondance, activité, dispersion. Développement larvaire, durée de vie...) et sur le développement de l'agent pathogène. Une augmentation de la température accélère le métabolisme : le nombre de repas sanguins augmente ainsi que le taux de piqûres. Ceci a pour conséquence une augmentation de la production d'œufs et une augmentation de la taille de la population (**Mullens et al., 1995**).

Une étude de Hendrikx (2003) a montré que l'intervalle de température optimale pour *Culicoides imicola* est de 13°C à 35°C avec un idéal de 24°C. Les températures trop élevées jouent un rôle néfaste en diminuant la durée de vie des adultes et si elles surviennent pendant le développement larvaire, on observe une diminution de la fécondité des futures femelles adultes et une augmentation du taux d'infection des mouchérons par le virus et raccourcit la période

d'incubation extrinsèque. En revanche en dessous de 15°C, le virus ne se réplique plus dans l'insecte et la transmission est interrompue (**Mullens *et al.*, 1995**).

La température est l'un des facteurs déterminants pour expliquer le maintien de la circulation virale d'une année à l'autre (overwintering) sans nouvelle introduction d'animaux ou de vecteurs infectés (**Guis, 2007**).

### 5.3. L'humidité

Un fort taux d'humidité a tendance à prolonger la survie de ces insectes alors qu'un taux faible aura comme conséquence une diminution du taux de survie journalier en raison de leur déshydratation. Cependant, dans ce dernier cas, il est possible d'avoir une augmentation du nombre de repas sanguins dans le but de compenser les pertes en eau (**Wittmann et Baylis, 2000**).

### 5.4. La précipitation

Elles influent aussi sur la biologie des *Culicoides*. La plus grande concentration de *Culicoides imicola* est souvent retrouvée dans les trois mois qui suivent celui de la plus grande pluviosité, et les concentrations annuelles les plus importantes correspondaient aux années les plus humides (**Wittmann et Baylis, 2000**). Mais si les précipitations deviennent trop importantes, l'activité de certains *Culicoides* peut être totalement arrêtée et les larves, qui se retrouvent dans des milieux trop humides, finissent par mourir (**Mellor *et al.*, 2000**).

## 6. Importance médicale et vétérinaire

### 6.1. Nuisances

Les *Culicoides* possèdent de nombreuses dénominations vernaculaires, telles que « punkies », « no-see-ums » dans les pays anglophones ou encore « brulôts » au Canada francophone, qui témoignent des nuisances qu'ils occasionnent (Mullen, 2009 ; Kremer, 1965). La piqûre des femelles hématophages de *Culicoides* est douloureuse et prurigineuse, elle cause généralement une sensation de brûlure et l'apparition d'une nodosité rosée (Kremer, 1965).

Leur agressivité et leur nombre font des *Culicoides* de véritables fléaux dans certaines régions, surtout pour les personnes travaillant en plein air, et pour le tourisme. En Ecosse, *Culicoides impunctatus* est très abondant en été (Hendry et Godwin, 1988), aux Etats-Unis, *Culicoides furens*, *C. hollensis* et *C. melleus* sont de véritables nuisances dans la région néotropicale, tandis que *C. paraensis* sévit en région néotropicale et néartique (Delécolle, communication personnelle) (Hendry et Godwin, 1988).

De plus, certains chevaux font une réaction allergique à la piqûre de *Culicoides*, connue sous le nom de dermatite allergique ou dermatite estivale (récidivante). Elle apparaît en été ; les chevaux sensibles développent une intense réaction inflammatoire locale et du prurit (Mullen, 2009). Des réactions allergiques similaires ont également été observées chez des ovins et des bovins (Connan et Lloyd, 1988). En plus des nuisances occasionnées par la piqûre, les *Culicoides*, peuvent transmettre à l'hôte vertébré des virus, des protozoaires et des nématodes (Mullen, 2009).

### 6.2. Transmission d'agents pathogènes

Les *Culicoides* sont impliqués, à ce jour, dans la transmission, de façon certaine ou de façon suspectée, de 65 virus, de 15 espèces de protozoaires et de 25 espèces de filaires. (Borkent, 2005).

#### 6.2.1. Rôle dans la transmission

En santé publique, certaines espèces de *Culicoides* transmettent deux filaires bénignes pour l'homme *Dipetalonema perstans* en Afrique et Amérique tropicale et *D. streptocerca* en Afrique (Golvan, 1983).

En santé animale, *Onchocerca cervicalis* et *O. gutturosa*, deux filaires à distribution mondiale, provoquent des pathologies discrètes chez les chevaux et les bovins respectivement (Linley, 1985).

La principale implication des *Culicoides* dans la transmission de protozoaires concerne la

transmission d'hémosporidies aux oiseaux. Récemment, une étude a montré des relations spécifiques et généralistes entre les hémosporidies du genre *Haemoproteus* et les *Culicoides*, ainsi qu'une coévolution entre certains *haplotypes* et *C. feshlipennis* et *C. kibunensis* (Linley, 1985).

L'implication des *Culicoides* dans la transmission de virus reste de loin la plus importante par le nombre de virus transmis et par l'impact économique et sanitaire engendré. En santé publique, le virus *Oropouche* (*Bunyaviridae*, genre *Orthobunyavirus*) est une encéphalite transmise par *C. paraensis* (Linley, 1985).

En santé animale, trois maladies sont d'importance majeure : la FCO, la PE et la maladie hémorragique des cervidés (MHC). Les agents pathogènes de ces trois maladies sont des virus du genre *Orbivirus* (*Reoviridae*). Ces trois pathologies figurent sur la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'Organisation mondiale de la santé animale (Office International des Epizooties, OIE) (Mellor *et al.*, 1990).

### 6.2.2. Des virus transmis par les *Culicoides*

Les différents virus à travers le monde, plus de 50 virus ont été isolés à partir des *Culicoides* : une vingtaine de virus de la famille des *Bunyaviridae*, 19 appartenant aux *Reoviridae* (comme le virus de la fièvre catarrhale) et 11 de la famille des *Rhabdoviridae*. Nous présenterons les principales maladies transmises par une piqûre de *Culicoides* (Mellor *et al.*, 2000).

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), mais dans certains cas et en fonction de l'espèce animale affectée, les signes peuvent inclure : hyperthermie, abattement, boiterie, oedèmes des lèvres, de la langue et de la tête, conjonctivite, salivation excessive, l'écoulement nasal, douleur au niveau des jonctions cutanéomuqueuses telles que la gencive et de la vulve, avortement chez les femelles gestantes et enfin dans de rares cas, la mort (Darpe *et al.*, 2007).

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 (Darpe *et al.*, 2007).

#### 6.2.2.1. Oropouche virus

Il est le seul virus réellement pathogène pour l'homme, transmis par les *Culicoides*. Il fait partie du genre *Bunyavirus* et est l'agent d'une arbovirose très importante en Amérique. Près



d'un demi-million de personnes ont été infectées par ce virus depuis les années soixante, rien qu'au Brésil (Mellor *et al.*, 2000).

Les symptômes classiques sont la fièvre, des frissons, des douleurs articulaires, musculaires, une anorexie, des vomissements, une photophobie, des vertiges. Des méningites ont aussi été rapportées. *Culicoides paraensis* est le principal vecteur de ce virus. Il est retrouvé dans toutes les régions à densité importante de population au cours des épidémies, aussi bien dans le milieu extérieur qu'à l'intérieur des maisons (Mellor *et al.*, 2000).

#### 6.2.2.2. Virus de la peste équine

D'importantes épizooties ont été rapportées en Afrique du Sud, au Pakistan, en Espagne, au Portugal, au Maroc et en Inde où plus de 300 000 chevaux sont morts pendant la grande épizootie de 1959 à 1961. Le virus de sérotype 4 fut importé de Namibie en Espagne en 1987 (Zientara, 1996).

Ensuite, la maladie se propagea jusqu'en 1989, en Andalousie, au Portugal et au Maroc mais grâce à des campagnes de vaccination, la maladie fut enfin éradiquée. *Culicoides imicola* est l'unique vecteur prouvé de la peste équine. Mais d'autres espèces sont suspectées (Zientara, 1996).

#### 6.2.2.3. Virus de la maladie hémorragique épizootique

Le vecteur principal de cette maladie est *Culicoides variipennis*. Cependant, d'autres espèces, comme *Culicoides lahillei* ou *Culicoides schultzei*, peuvent devenir des vecteurs dans certaines régions d'où *Culicoides variipennis* est absent (Mellor *et al.*, 2000).

Virus de l'encéphalose équine .Ce virus a été isolé en Afrique du Sud et au Botswana. Il a été retrouvé dans des pools échantillons de *Culicoides* dont plus de 95 % étaient des *Culicoides imicola* (Mellor *et al.*, 2000).

#### 6.2.2.4. Virus de Schmallenberg (SBV)

Le SBV est transmis par les *Culicoides*. Il a été mis en évidence chez des ovins, des caprins et des bovins en Allemagne, aux Pays-Bas, en Belgique, au Royaume-Uni et en France, chez une chèvre en Italie, chez des agneaux et des veaux au Grande- Duché de Luxembourg et chez un agneau en Espagne. ((Martinelle *et al.*, 2012 ; Balenghien *et al.*, 2014).

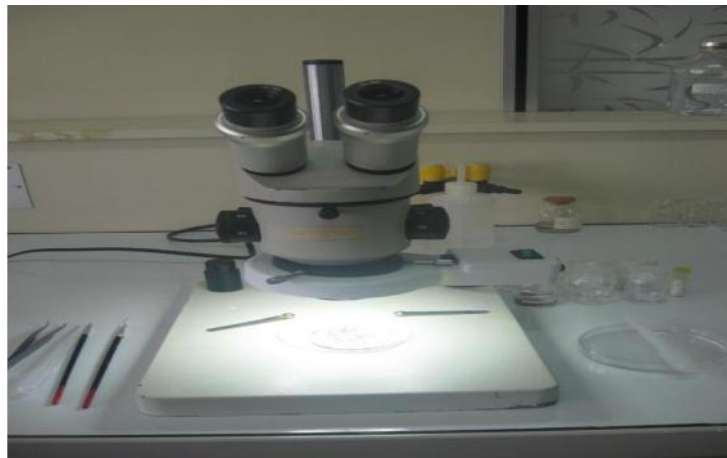
Les manifestations cliniques chez les bovins adultes se caractérisent principalement par une baisse de la production laitière, fièvre, diarrhées et parfois avortement. Chez les agneaux, les veaux et les chevreaux, des malformations congénitales ont été rapportées, ces malformations sont le plus souvent de type arthrogrypose/hydranencéphalie (Martinelle *et al.*, 2012).

**6.2.2.5. La fièvre catarrhale ovine**

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**), mais dans certains cas et en fonction de l'espèce animale affectée, les signes peuvent inclure : hyperthermie, abattement, boiterie, oedèmes des lèvres, de la langue et de la tête, conjonctivite, salivation excessive, l'écoulement nasal, douleur au niveau des jonctions cutanéomuqueuses telles que la gencive et de la vulve, avortement chez les femelles gestantes et enfin dans de rares cas, la mort (**Darpe et al., 2007**).

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 (**Darpe et al., 2007**).

# ***Partie Pratique***



**Chapitre 1**  
**Présentation**  
**des régions**  
**d'étude**

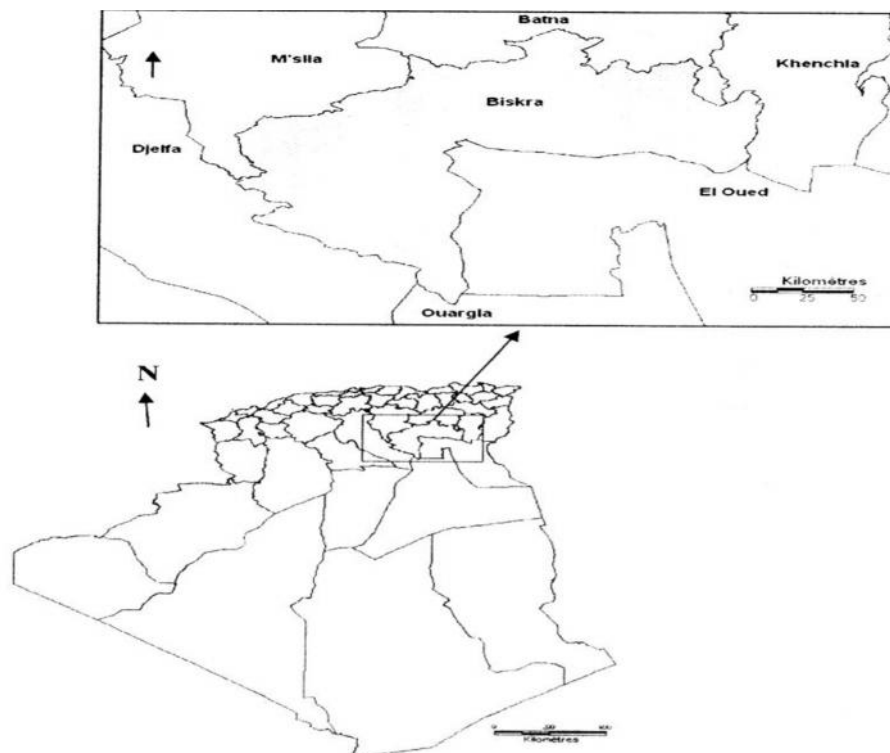
## Présentation des régions d'étude

### ➤ La wilaya de Biskra

#### 1. Situation géographique et administratif

La wilaya de Biskra se trouve dans le Nord-est du Sahara algérien, elle s'étend au Sud-est jusqu'à la zone du Chott Melghir et au Sud-ouest jusqu'au commencement du grand Erg oriental, avec une altitude de 124m. Sa latitude est de 34.48 nord et sa longitude est de 05.44 est et elle s'étend sur une Superficie de 216712 km<sup>2</sup> (DPAT, 2009).

Elle est limitée par : la wilaya de Batna au Nord, la wilaya de Msila au Nord-ouest, la wilaya de Khenchela au Nord-est, la wilaya de Djelfa au Sud-ouest, la wilaya d'Eloued au Sud-est et la wilaya de Ouargla au Sud. Elle se compose de trente trois (33) communes et de douze (12) dairas. La population de la wilaya de Biskra est de 722.274 habitants en 2008 (DPAT, 2009).



**Figure 19** : Limites et situation géographique de la wilaya de Biskra (Anonyme, 2005).

#### 2. Le relief

La wilaya de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara au Sud (DPAT, 2009) :

Au Nord se découpent plusieurs chaînes atlasiques dont l'altitude maximale peut aller jusqu'à 1500m et dont la moyenne est de l'ordre de 300m. Cette zone montagneuse qui représente 13% de la superficie totale de la wilaya est caractérisée par l'alternance de végétation forestière et arboricole. Ce qui lui confère un caractère agro-sylvo-pastorale ;

Vers le Sud, la plaine saharienne, du point de vue morphologique se présente en général comme un piémont sans relief marqué, qui relie par une pente douce les chaînes atlasiques aux étendues sahariennes au sud. En surface, les dépôts grossiers que l'on trouve au pied des montagnes passent à des dépôts fins argilo-sableux vers le Sud. Cette plaine est à vocation agricole par excellence et occupe 28% de la superficie totale de la wilaya ;

À l'Est, le relief est caractérisé par le développement d'une vaste plaine découpée par des lits d'oueds qui s'écoulent des monts de l'Atlas Saharien et disparaissent dans la grande dépression fermée du chott Melghir. La principale vocation de cette zone dont la superficie ne dépasse pas 9 % de la superficie totale de la wilaya, est l'élevage camelin ;

À l'ouest, ce sont les plateaux qui représentent 50% de la superficie totale de la wilaya. Cette zone est à vocation pastorale (**DPAT, 2009**).

### **3. Le sol**

La wilaya de Biskra est constituée d'une plaine d'accumulation d'alluvions sableuses à limono-sableux. Ses potentialités ne sont pas négligeables, sur le plan pratique une grande partie de ces potentialités n'est pas encore exploitée.

Des études pédologiques ont été réalisées par **I'A.N.A.T, (2003)** dans la wilaya de Biskra et ont décelé les caractéristiques générales suivantes du sol :

- Une faible profondeur ;
- Une très forte salinité ;
- Une charge caillouteuse ;
- Une faible teneur en matières organiques ;
- Une présence de cailloux en surface ;
- Les apports évolués ;
- Les remontées capillaires ;
- Les apports alluvionnaires et colluvionnaires.

### **4. Hydrologie et hydrogéologie**

Le territoire de la wilaya de Biskra est drainé par un réseau hydrographique assez dense. La majorité des oueds qui drainent ce territoire sont endoréiques et sont de type intermittent en grande partie (**A.N.A.T, 2003**).

Parmi les plus importants oueds qui coulent dans la wilaya, il ya (**A.N.A.T, 2003**):

- Oued Djeddi, qui prend source du côté de Laghouat et se jette dans le chott Melghir.
- Oued Biskra, qui prend source au versant Sud-ouest des Aurès, traverse la wilaya du Nord au Sud pour se déverser dans le chott Melghir.
- Oued El Arab prend source des monts qui constituent la partie orientale des Aurès et se jette dans la zone dépressionnaire du chott Melghir.

La wilaya de Biskra se distingue par des ressources en eaux souterraines, relativement importantes par rapport aux régions du Nord, de même que celles du Sud du pays. En effet, par sa position géographique, elle fait la transition entre le Tell et l'Atlas saharien. La région de Biskra présente plusieurs aquifères, du renouvelables au fossile. La profondeur de ces formations varie de deux à trois dizaines de mètres pour la nappe phréatique et à quelques centaines de mètres pour la nappe du Sénonien (Sud de Tolga) et du Potien (Zribet El Oued) (**A.N.A.T, 2003**).

### **5. Couverture Végétale**

La surface couverte ne dépasse pas les 5 % de la surface totale, ce qui fait augmenter le taux d'évaporation qui atteint parfois 2600 mm (moyenne annuelle) (**RAP, 1987**).

### **6. Climatologie**

#### **6.1. La température**

La température est une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid mesurée à l'aide d'un thermomètre. En climatologie, l'enjeu est toujours d'optimiser le nombre de mesure on utilise classiquement deux valeurs quotidiennes :

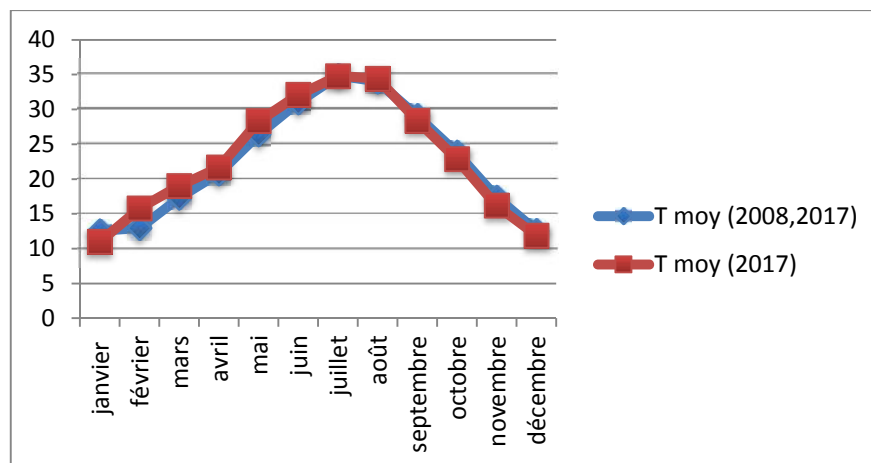
- la température maximale, en général elle est atteinte au début de l'après-midi.
- la température minimale observée le plus souvent au lever du jour.

Les températures extrêmes minimales et maximales ainsi que les moyennes enregistrées dans notre région d'étude au cours de la période (2008- 2017) sont rapportées dans le tableau 01.

**Tableau 01** : Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Biskra durant la Période 2008 à 2017.

	T (C°) Moy min	T (C°) Moy max	T (C°) Moy
janvier	12,54	17,80	7,17
février	12,98	18,66	9,80
mars	17,31	23,23	12,02
avril	20,82	27,75	15,91
mai	26,40	32,92	21,14
juin	31,03	37,56	25,26
juillet	34,83	41,41	28,26
août	34,01	40,08	27,1
septembre	29,06	35,10	22,94
octobre	23,83	29,44	21,77
novembre	17,36	22,79	13,44
décembre	12,57	18,1	9,20

Source : **Office nationale de la météorologie (2008-2017).**



**Figure 20** : Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.

La température est relativement élevée durant les 05 Mois à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre qui atteint une moyenne maximale de 22, 94°, Par contre l'hiver se caractérise par une température basse dont la moyenne atteint les 7°.



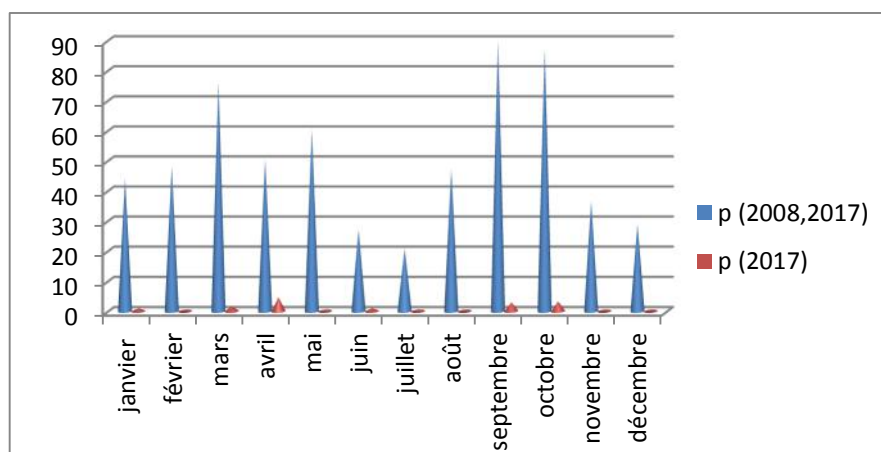
**6.2. La précipitation**

D'après Dubief, (1963) les précipitations sahariennes ont une origine différente selon les saisons. En été, elles sont dues aux dépressions de mousson. En hiver, elles proviennent des dépressions qui accompagnent la migration vers le sud, des fronts polaires. Pendant les saisons intermédiaires, les précipitations sont dues aux dépressions ; soudano-saharienne qui traversent le sud au Sahara. La répartition des précipitations dans les zones arides varie entre l'été et l'hiver et d'une année à l'autre. Des données sur les moyennes de la précipitation et pendant la période comprise entre 2008 à 2017 dans notre région d'étude sont présentées dans le tableau 02.

**Tableau 02** : Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant la période 2008- 2017 dans la wilaya de Biskra.

<b>mois</b>	<b>Précipitation (mm)</b>
<b>janvier</b>	44,17
<b>février</b>	48,17
<b>mars</b>	76,14
<b>avril</b>	50,46
<b>mai</b>	60,37
<b>juin</b>	27,21
<b>juillet</b>	20,88
<b>août</b>	47,31
<b>septembre</b>	89,90
<b>octobre</b>	87,43
<b>novembre</b>	36,53
<b>décembre</b>	29

Source : Office nationale de la météorologique (2008-2017).



**Figure 21** : Précipitations moyennes mensuelles de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.

La précipitation maximale au cours du mois de Septembre (89,90mm) .Le mois de Juillet est le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 25,41mm.

### 6.3. Le Vent

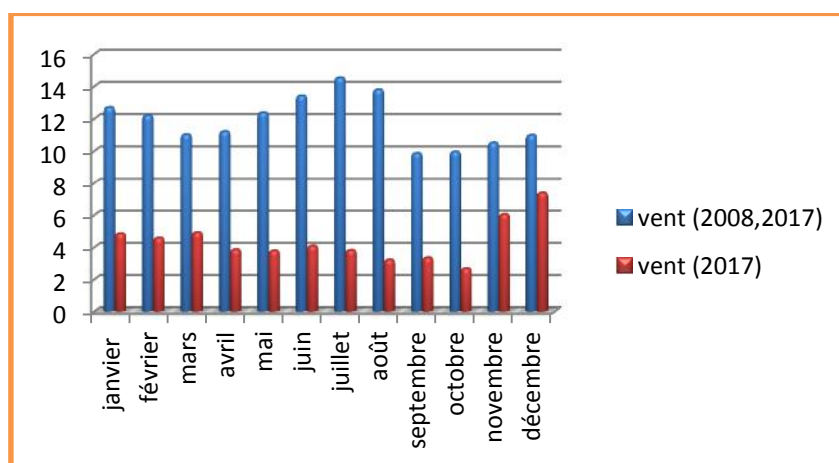
Le vent est un agent important de la désertification .En effet, il accentue l'évaporation et contribue à abaisser l'humidité (**Ozenda, 1985**). Dans la région de Biskra, les vents sont fréquents durant toute l'année .En hiver, Benbouza (1994), a montré que les vents froids et humides venant des hauts plateaux et du nord-ouest sont prédominants, en revanche, les vents issus du sud sont les plus secs et froids (**Ozenda, 1985**).

Les vitesses des vents enregistrées durant les périodes 2008-2017 au niveau de Biskra sont placées dans le Tableau 03.

**Tableau 03** : Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade 2008-2017 dans la région de Biskra.

mois	Vent (m/s)
janvier	12,69
février	12,18
mars	11,01
avril	11,2
mai	12,36
juin	13,40
juillet	14,52
août	13,77
septembre	9,84
octobre	9,94
novembre	10,5
décembre	10,97

Source : Office nationale de la météorologique (2008-2017).



**Figure 22** : Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.

6.4. L'humidité

Tableau 04 : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la décade (2008-2017) dans la région de Biskra.

mois	Humidité %
janvier	55,2
février	56,10
mars	47,33
avril	45,59
mai	38,55
juin	33,59
juillet	29,76
août	28
septembre	34,67
octobre	41,83
novembre	48,35
décembre	54,92

Source : Office nationale de la météorologique (2008-2017).

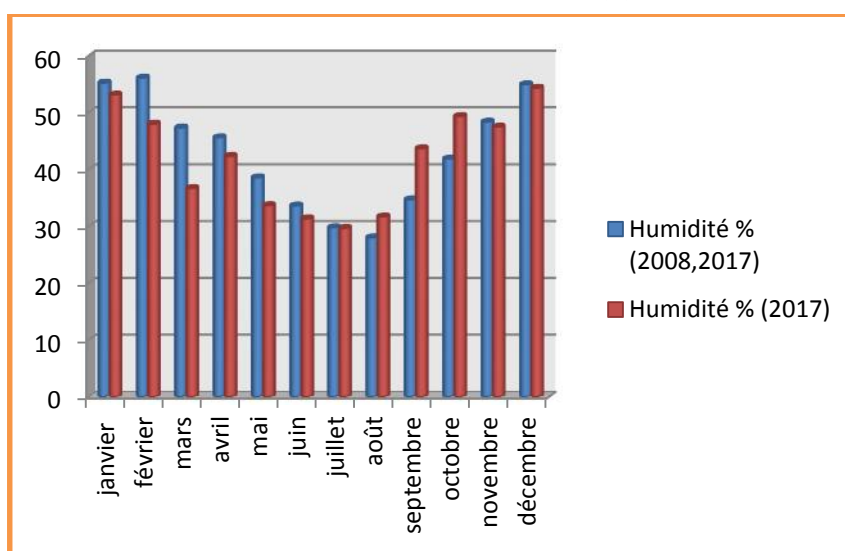


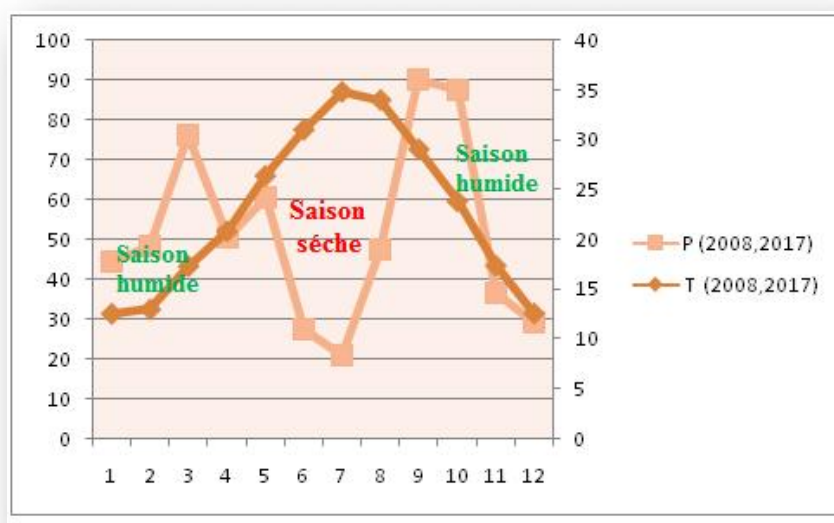
Figure 23 : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'aire(%) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Biskra.

Dans la région de Biskra, pour la décennie (2008-2017), Les valeurs les plus élevées de l'humidité relative de l'air sont enregistrées durant la période hivernale, pour le mois de Décembre 54,92% ; Janvier 55,2% et Février 56,10%. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées au cours des mois de Juin 33,59% ; Juillet 29,76 % et Août 28%.

### 6.5. Synthèse climatiques

La Synthèse climatique est basée sur le diagramme ombrothermique de Gausсен et le Climagramme d'Emberger.

#### 6.5.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN



**Figure 24 :** Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Biskra pour la période 2008-2017.

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Biskra pour la période 2008-2017 révèle l'existence de deux périodes, l'une sèche et l'autre humide. La période sèche occupe la période estivale qui s'étale du mois d'Avril jusqu'au Septembre. La période humide s'étend le mois d'Octobre jusqu'au début d'Avril.

#### 6.5.2. Climagramme d'EMBERGER

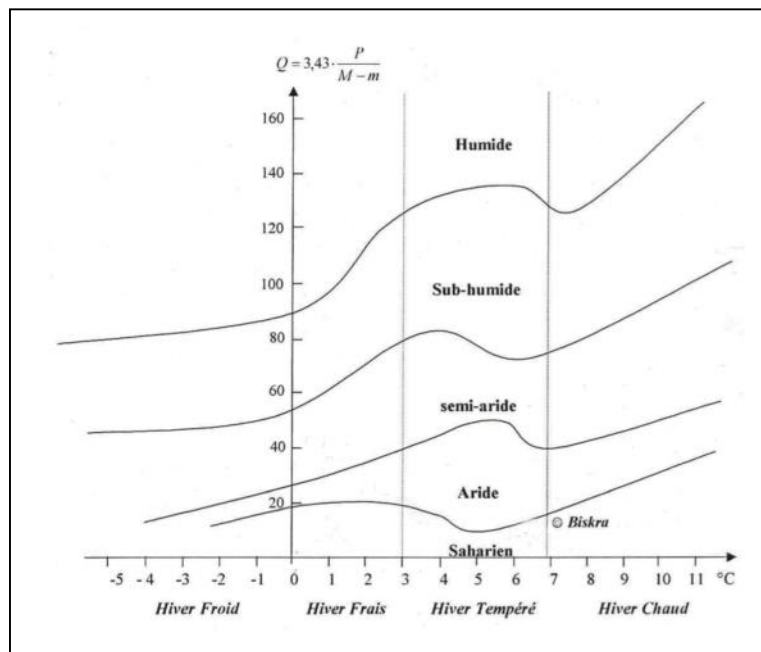
$$Q_2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

**Q<sub>2</sub>**: est le quotient pluviométrique d'Emberger.

**P**: est la pluviosité annuelle exprimée en mm.

**M**: est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en C°

**m**: est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en C°



**Figure 25** : Situation de la région de Biskra sur le climagramme d'EMBERGER.

Le climagramme d'EMBERGER, présenté dans la figure 39, situe la wilaya de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud.

A partir de l'étude des paramètres climatiques précédents, nous distinguons quelques caractéristiques du climat dans la wilaya de Biskra :

- Les étés chauds et secs ;
- La douceur hivernale ;
- L'étalement de la période sèche au cours de l'année ;
- Le déficit pluviométrique permanent (**RAP, 1987**).

➤ La wilaya de Khenchela

1. Situation géographique

La wilaya de Khenchela est située à l'Est de l'Algérie, au Sud-est du bassin versant de 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 (Khabtane, 2010).

Elle limitée géographiquement au :

- Nord : par la Wilaya d'Oum El Bouagi ;
- Sud : par la wilaya d'El Oued ;
- Est : par la wilaya de Tébessa ;
- Ouest : par la wilaya de Batna. (Khabtane, 2010).

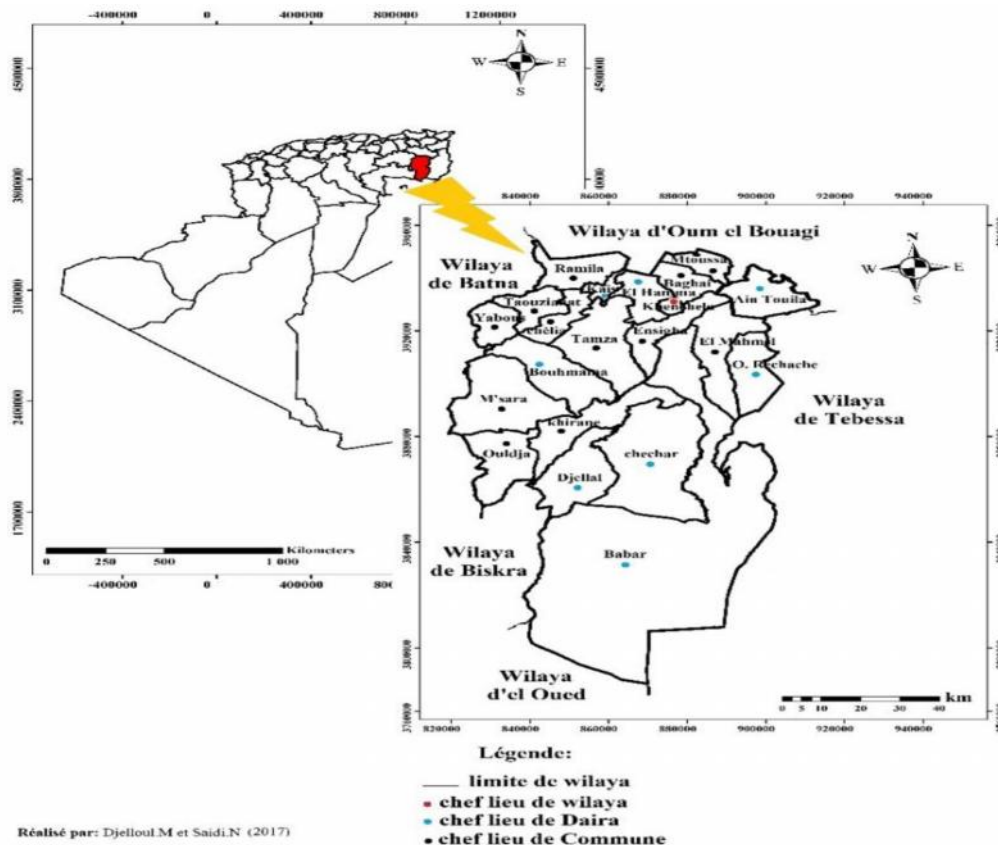


Figure 26 : Situation géographique de la Wilaya de Khenchela (ANDI, 2013).

2. Situation administrative

Actuellement le territoire de la Wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit 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, Djellal, Khirein, Ouldja, O. Rachache, Mahmel, Kais, Taoiziant, Remila (DHWK, 2012).

### 3. La géographie de la région de Khenchela

#### 3.1. Les reliefs

Le relief de la wilaya de Khenchela, est composé de quatre (04) grands ensembles géographiques (ANDI, 2014).

##### 3.1.1. Les montagnes

On les rencontre essentiellement dans la zone Ouest de la wilaya (les Aurès) ; dans la zone centrale (les monts des Nememchas) et au Nord - Est (Ain -Touila) (ANDI, 2014).

##### 3.1.2 .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).

##### 3.1. 3. Les plaines

Elles sont Situées au Nord et Nord /Ouest de la wilaya, elles comprennent Remaila, Bouhmama et M'toussa. Il est à noter que ces deux derniers ensembles sont parfois appelés les hautes plaines (ANDI, 2014).

##### 3.1.4. La zone steppique et saharienne

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 (ANDI, 2014).

Qui couvre 56% des zones naturelles de la wilaya de Khenchela, se situe dans le centre et le sud de la wilaya. On y trouve les pâturages et l'élevage des troupeaux à grande échelle .De ce point de vue l'hétérogénéité du relief de la wilaya implique une extrême diversité des aspects climatiques. En général le climat est de type continental au Nord et presque saharien au Sud. Les Hivers, sont très rigoureux et les étés chauds et secs (ANDI, 2013).

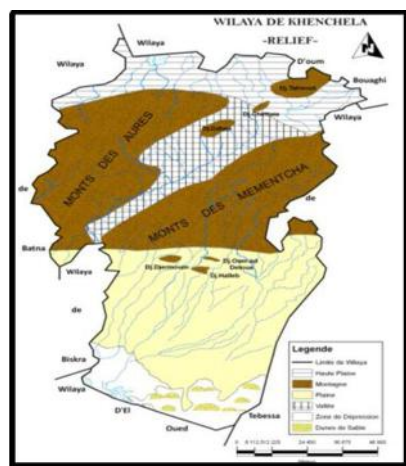
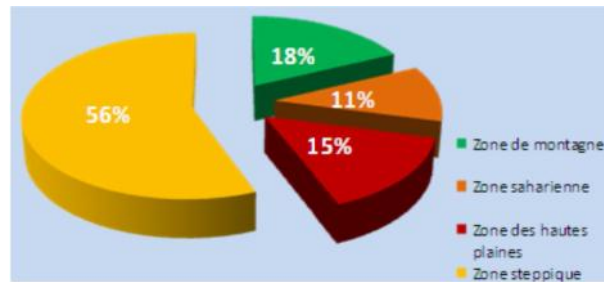


Figure 27 : Les reliefs de la wilaya de Khenchela (ANDI, 2013).





**Figure 28** : Zone naturelle de la Wilaya de Khenchela (DAPT, 2015).

#### 4. La végétation

Au niveau de ces plaines, le type de végétation naturelle se compose essentiellement d'Armoise (Chih), Helba (*Artemisia herba-alba*), Guettaf (*Atriplex*) et jujubier (DSA, 2015). Les plateaux d'El Mahmel et Oued El Arab, où la roche mère affleure sur les hauteurs, portent des sols calciques. Cette zone porte, à l'ouest, les plus belles forêts de Cèdre, pin d'Alep et chêne vert. On y trouve aussi : du Cyprés, du pin noir, du frêne ; l'alfa ; l'armoise ; jujubier ; R'Tem ; acacia ; genévrier et romarin (Djebaili, 1984).

#### 5. Le sol

Le sol de la wilaya de Khenchela se distingue par la présence de variétés essentielles de la terre comme suit :

- \_ Une terre sédimentaire dans les hauts plateaux au nord, Une terre calcique dans la région montagneuse centrale.
- \_ Une terre souvent sujette à la dénudation en raison des vents soufflant dans la région sud et également ainsi que les dunes de sable dans l'extrême sud (CCI, 2016).

#### 6. Réseau hydrographique

Le réseau hydrique est caractérisé par deux principaux drainages (DSA, 2015).

- \* Au Nord de la wilaya vers le Chott de Guerraet-Tarf ;
- \* Au Sud de la wilaya vers le Chott Melghir.

Pour le premier réseau du Nord n'est pas important et influe faiblement dans la vie économique de la région. Le deuxième de la partie Sud est composé de trois bassins essentiels:

- Bassin d'Oued Mellagou.
- Bassin d'Oued El-Areb.
- Bassin d'Oued Beni Barber.

Les estimations en eau souterraine de la wilaya ont été établies par l'Agence nationale de l'Aménagement du Territoire sur la base des caractéristiques de nombreux forages. Selon Chaffai (1986) et Boubelli (2009), quatre nappes ont été différenciées grâce à leurs profondeurs moyennes :

- **La nappe superficielle** : il s'agit des nappes phréatiques dont la profondeur moyenne varie de 5 à 30m et sont exploitées essentiellement par des puits ;
- **La nappe des plaines d'effondrement** : comblées par un remplissage d'alluvions importantes alimentées par les précipitations et les oueds qui les traversent. Leurs profondeurs variant de 100 à 200 m ;
- **La nappe des calcaires fissurés** : l'épaisseur de certaines formations carbonatées dépassent les 250m et constituent la nappe des calcaires maestrichtien ;
- **La nappe des formations continentales** : localisées essentiellement dans la région Sud, de la wilaya, leurs profondeurs varient de 200 à 600m. (DSA, 2015).

## 7. Les facteurs climatiques de la région de Khenchela

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie *et al*, 1998). D'après Dajoz (1975), les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des animaux, notamment sur les insectes. Le climat de la région de Khenchela est de type méditerranéen, traduisant un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec il est :

- Semi- aride sur les hauts plateaux au nord.
- Continental sur la région montagneuse au centre.
- Aride sur l'atlas saharien au sud. (Ben sai, 2009).

### 7.1. La température

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat (Ramande, 1984 ; Dajouz, 1985). La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique et condition de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère.

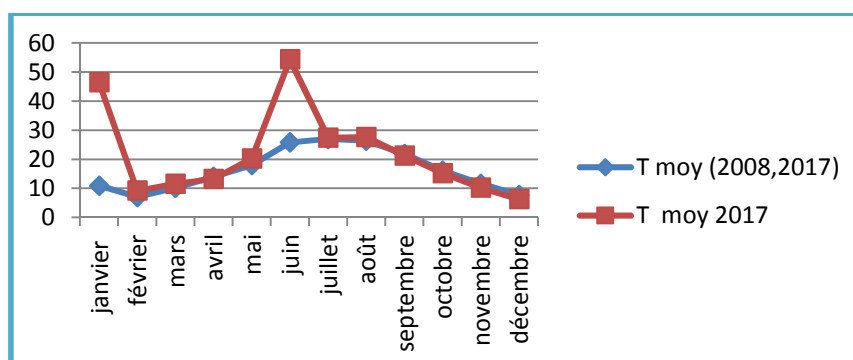
(Ramade, 2003). Les températures de la zone d'étude collectées durant la Période allant de 2008 à 2017 sont récapitulées dans le tableau 05.

**Tableau 05** : Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Khenchela durant la Période 2008 à 2017 et de l'année 2017.

Mois	T(C°) Moy min	T(C°) max	T (C°) Moy	T(C°) 2017
<b>Janvier</b>	3,16	18,8	10,98	46,5
<b>Février</b>	2,14	12,08	7,11	9,25
<b>Mars</b>	4,65	15,8	10,225	11,6

<b>Avril</b>	7,71	20,4	14,055	13,3
<b>Mai</b>	11,09	25,02	18,055	20,3
<b>Juin</b>	21,19	30,56	25,875	54,4
<b>Juillet</b>	19,03	35,02	27,025	27,45
<b>Août</b>	18,75	34,12	26,435	27,65
<b>Septembre</b>	15,54	28,15	21,845	21,3
<b>Octobre</b>	10,56	21,66	16,11	15,25
<b>Novembre</b>	6,58	16,67	11,625	10,25
<b>Décembre</b>	3,6	11,93	7,765	6,3

Source : Station météorologique d'El-Hamma.



**Figure 29:** Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017 et celle de l’année 2017 dans la région de Khenchela.

D’après le tableau 05, la région de Khenchela se caractérise par une faible température. La température maximale du mois le plus chaud (Juillet) est de 35,0 2°C ; alors que la température minimale du mois le plus froid (Février) est de 2,14 °C.

## 7.2. Précipitations

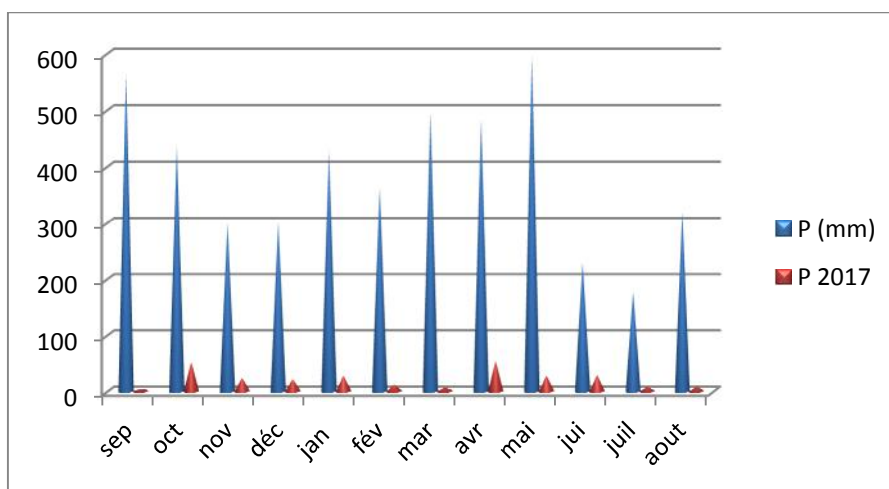
La précipitation est la quantité d’eau tombée en un lieu, pendant un intervalle de temps donné. Elle se mesure avec un pluviomètre qui recueille l’eau qui tombe sur une surface connue (**Ramade, 2009**). Les précipitations constituent un facteur écologique d’importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (**Ramade, 1984**). L’analyse de données pluviométriques reflète la faiblesse et l’irrégularité des précipitations qui connaissent de grandes fluctuations d’un mois à un autre et d’une année à une

autre. Généralement, la zone d'étude connaît une plus grande concentration des précipitations au cours des périodes hivernale et automnales. Ceci est illustré dans le tableau 06.

**Tableau 06** : Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant la période 2008- 2017 dans la wilaya de Khenchela.

Mois	sep	oct	nov	Déc	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aout
<b>Précipitation (mm)</b>	564,2	435,6	299,3	301,5	427,6	362,3	495	484	595,8	228,7	177,3	319,1

Source : **Station météorologique d'El-Hamma.**



**Figure 30** : Précipitations moyennes mensuelles de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

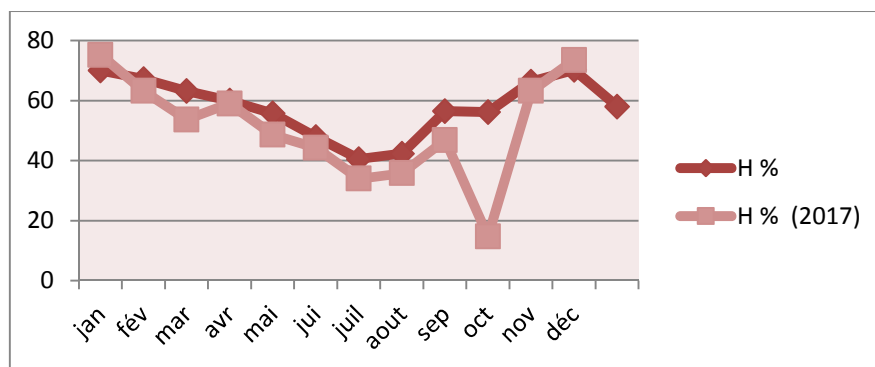
D'après ce tableau et la figure 30, les précipitations moyennes mensuelles à la station de khenchela se répartissent irrégulièrement à travers l'année. On enregistre un maximum au mois de Septembre et Mai et un minimum au mois de Juillet.

### 7.3. Humidité de l'aire

**Tableau 07** : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la décade (2008-2017) dans la région de Khenchela.

Moi	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	déc
H %	70,10	67,26	63,3	60,076	55,783	47,955	40,605	42,415	56,576	56,215	66,431	70,3

Source : **Station météorologique d'El Hamma.**



**Figure 31** : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'aire (%) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

Dans la région de Khanchela, pour la décennie (2008-2017), Les valeurs les plus élevées de l'humidité relative de l'air sont enregistrées durant la période hivernale, pour le mois de Décembre 70,3% ; Janvier 70,10% et Février 67,26%. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées au cours des mois de Juin 47,955% ; Juillet 40,605% et Août 42,41 %.

#### 7.4. Vents

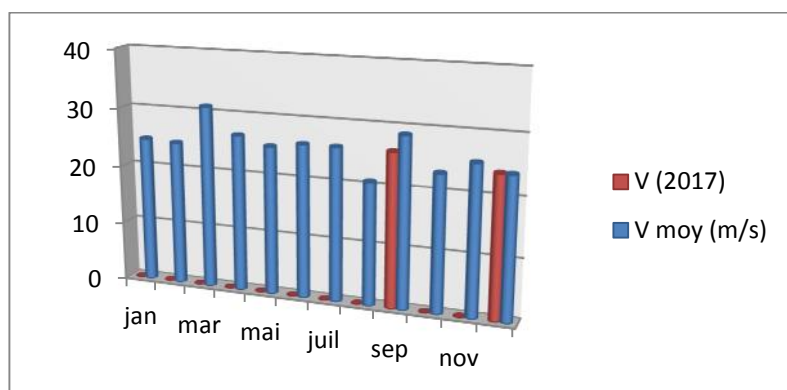
Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants il caractérisé par sa vitesse et sa direction. (Faurie *et al.*, 1998). C'est un facteur écologique qui est souvent sous-estimé dans l'étude de fonctionnement des écosystèmes (Dajoz, 2007).

Les vitesses des vents enregistrées durant les périodes 2008-2017 au niveau de Khenchela sont placées dans le Tableau 08.

**Tableau 08** : Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la décade 2008-2017 dans la région de Khenchela

Moi	Jan	fév.	mar	avl	mai	jui	juil	aou	Sep	oct	nov	déc
V	24,8	24,5	31	26,6	25,2	26	26	20,8	28,8	23,2	25,33	24

Source : Station météorologique de l' Hamma.2017.



**Figure 32**: Les vitesses moyennes des vents (m/s) de la période 2008-2017 et celle de l'année 2017 dans la région de Khenchela.

7.5. Synthèse climatiques

La Synthèse climatique est basée sur le diagramme ombrothermique de Gaussen et le Climagramme d'Emberger.

7.5.1. Digramme ombrothermique de Gaussen

Le digramme ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs (Mutin, 1977). Gaussen considère que la sécheresse s'établit lorsque les précipitations totales exprimées en mm sont inférieures au double de la température exprimée en degrés Celsius ( $P < 2T$ ) (Dajoz, 1971). Ainsi le climat est sec quand la courbe des températures descend au-dessous de celle des précipitations et il est humide dans le cas contraire (Bagnouls et Gaussen, 1953 ; Dreux, 1980).

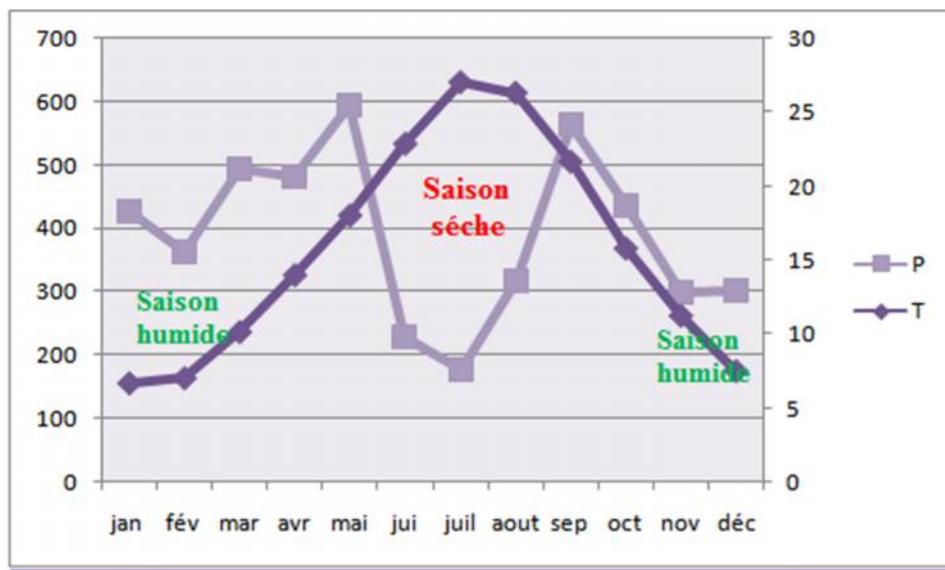


Figure 33: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Khenchela pour la période 2008-2017.

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Khenchela pour la période 2008-2017 révèle l'existence de deux périodes, l'une sèche et l'autre humide. La période sèche occupe la période estivale qui s'étale du mois de Mai jusqu'au Septembre. La période humide s'étend le mois d'Octobre jusqu'au début d'Avril (Fig 33).

7.5.2. Climagramme d'Emberger

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Le quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (Stewart, 1969) :

$$Q2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

**Q2:** est le quotient pluviométrique d'Emberger.

**P:** est la pluviosité annuelle exprimée en mm.

**M:** est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en C°

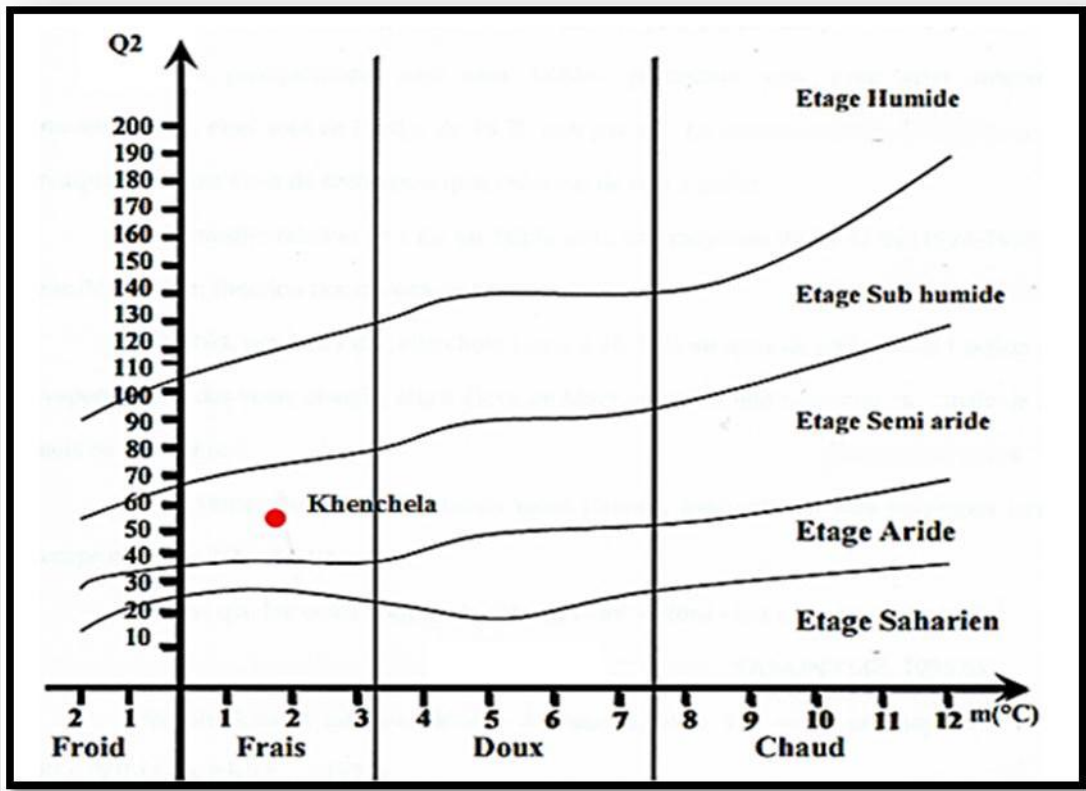
**m:** est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en C°

**Tableau 09** : les résultats du quotient pluviothermique d'Emberger de la décade 2008-2017 dans la région de Khenchela.

M	M	P	Q <sub>2</sub>
35,02	3,16	469,04	50,49

Source : Station météorologique d'El Hamma 2017.

Il est représenté dans le climagramme d'Emberger (fig34) qui détermine l'étage bioclimatique de la région de Khenchela comme étant un étage semi -aride.



**Figure34** : Situation de la région de Khenchela sur le climagramme d'EMBERGER.

# **Chapitre 2**

## **Matériel et**

### **Méthode**



**1. Présentation des sites d'étude**

**1.1. Choix de sites**

Cette étude a été réalisée en 2018 dans une zone chaude (Zeribet El oued et M'toussa) et au sein d'une exploitation bovine et ovine.

Les deux sites d'étude ont été sélectionnés au sein de la zone chaude, à savoir une zone forestière feuillue (M'toussa), une zone ouverte (désert : Zeribet El oued).

Ses sites sont exposés au vent et présentant un plan d'eau localisé à environ 100 m d'une prairie où une partie du troupeau de moutons pâture.

**1.1.1. Site 1 : Zeribet El Oued**

Localisation Zeribet El Oued :

- Pays : Algérie.
- Wilaya : Biskra.
- Villes et villages voisins : El Feidh et El Meziraa.

La démographie de Zeribet El Oued est représentée par un nombre d'habitants 21541 habitants par Densité de population 43,0 /km<sup>2</sup>.

La Géographie de Zeribet El Oued est représentée dans le tableau 10 :

**Tableau 10** : Présentation de la géographie de Zeribet El Oued.

Coordonnées géographiques Zeribet El Oued	Latitude: 34.6831, Longitude: 6.50228 34° 40 59 Nord, 6° 30 8 Est
Superficie Zeribet El Oued	50 135 hectares 501,35 km <sup>2</sup> (193,57 sq mi)
Altitude Zeribet El Oued	48 m
Climat Zeribet El Oued	Climat désertique sec et chaud (Classification de Köppen: BWh)



Figure 35: Localisation de du site de piégeage (Zeribet El oued) (Google maps, 2018).

➤ Description de site d'étude

Cette région, bien que située aux portes du désert, s'est hissée, ces dernières années, au rang enviable de première wilaya du pays, en matière de production de légumes et de primeurs sous serre en plastique.



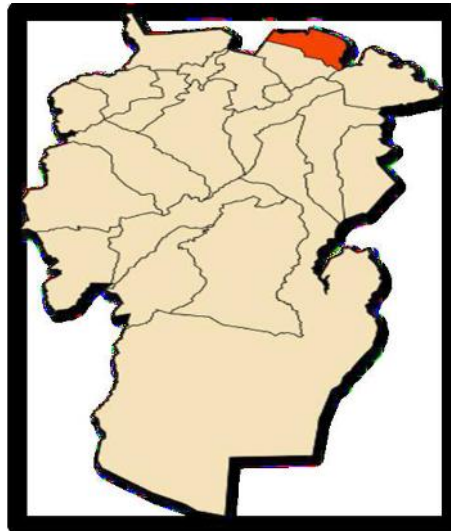
Figure 36 : Palme Oasis de Zeribet El oued (Cliché personnelle, 2018).



**Figure 37** : Photographie de piège Lumineux posé dans le site 1 (Cliché personnel, 2018).

### 1.1.2. Site 2 : M'toussa

M'Toussa est une ville algérienne, située dans la daïra d'Ain Touilla et la wilaya de kenchela La ville compte 10 000 habitants depuis le dernier recensement de la population. Entourée par Baghai, Fkirina et Ain touilla, M'Toussa est située à 9 km au sud-ouest de Fkirina la plus grande ville aux alentours. Située à 855 mètres d'altitude, la ville de M'Toussa a pour coordonnées géographiques : Latitude : 35° 35' 58" nord, Longitude : 7° 14' 42" est. (ONS, 2008).



**Figure 38** : Localisation de M'Toussa dans la wilaya de Khenchela (**Google maps**).

➤ **Description du site d'étude**

M'Toussa est une petite ville algérienne, place agro-pastorales. Elle se distingue par ses milieux physiques et naturels pour ça qui existent dans la première position de l'agronomie au niveau de khenchela après Bouhmama à production des types de végétation basse comme les fruits (Pommie, Prune et Jujubier...) et légumes (Tomate, Carottes et Féves ...) et les plantes médicales comme (Chihes, Menthes...). Les agriculteurs du m'toussa qui attirée les paysans pour production blé et orges. La biodiversité des animaux dans ce site est riche comme les mammifères (cheval, chèvre et brebis, ...) (**ONS, 2008**).

Et plus existe bonne note c'est la circulation des eaux de ruissellement dans les autres parties de la ville sont de moindre importance, elles sont drainées par les fossés de protection réalisées à cet effet. De nombreux cours d'eau à régime temporaire et issus des bassins versants secondaires se regroupent pour se déverser dans d'Oued El Himer et Ain Sàd Soude et Hamme Keniffes qui centre scarabée touristiques (**ONS, 2008**).



**Figure 39** : champ de site de M'toussa (Cliché personnel, 2018).



**Figure 40** : photographie représente les milieux préférés par les *Ceratopogonidae* (Cliché personnel, 2018).



**Figure 41 :** Photographie de piège Lumineux posé dans le site 2 (Cliché personnel, 2018).

## 2. Sur terrain

### 2.1. Matériel de piégeage

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).

### 2.2. La période de capture

Ce travail a été réalisé pendant une période allant d'avril 2018 jusqu'à Mai 2018. Placement d'un piège lumineux puis sa mise en fonctionnement au sein de chacun des deux sites d'étude pendant 24 h toute les 15 jours entre le 21 à 30 avril à Zeribet El oued et entre le 5 à 10 mai 2018 à M'toussa.

Les pièges lumineux utilisés ont été confectionnés en prenant soin qu'ils soient conformes à ceux mentionnés dans la littérature (Delécolle, 1985 ; Zimmer, 2009 ; Viennet, 2011 ; Biteau, 2007) (figure 42).

Le piège se compose de :

- un tube néon. Le tube est accroché sous un « chapeau » métallique pour attirer les insectes hématophages. La lumière noire 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 permettant d'aspirer les insectes qui virevoltent autour du piège attiré 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 (Délécolle *et al.*, 2009) permettant de recueillir les insectes ;
- 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 42 :** Photographie du piège lumineux « montage personnel » (Photo originale, 2018)

### 2.3. Technique de piégeage

Notre étude consiste à inventorier la faune Ceratopogonidiene afin de mieux connaître leur abondance et leur diversité dans notre région d'étude. Les prélèvements se sont effectués durant la période printanière soit entre le mois d'Avril et Mai 2018.

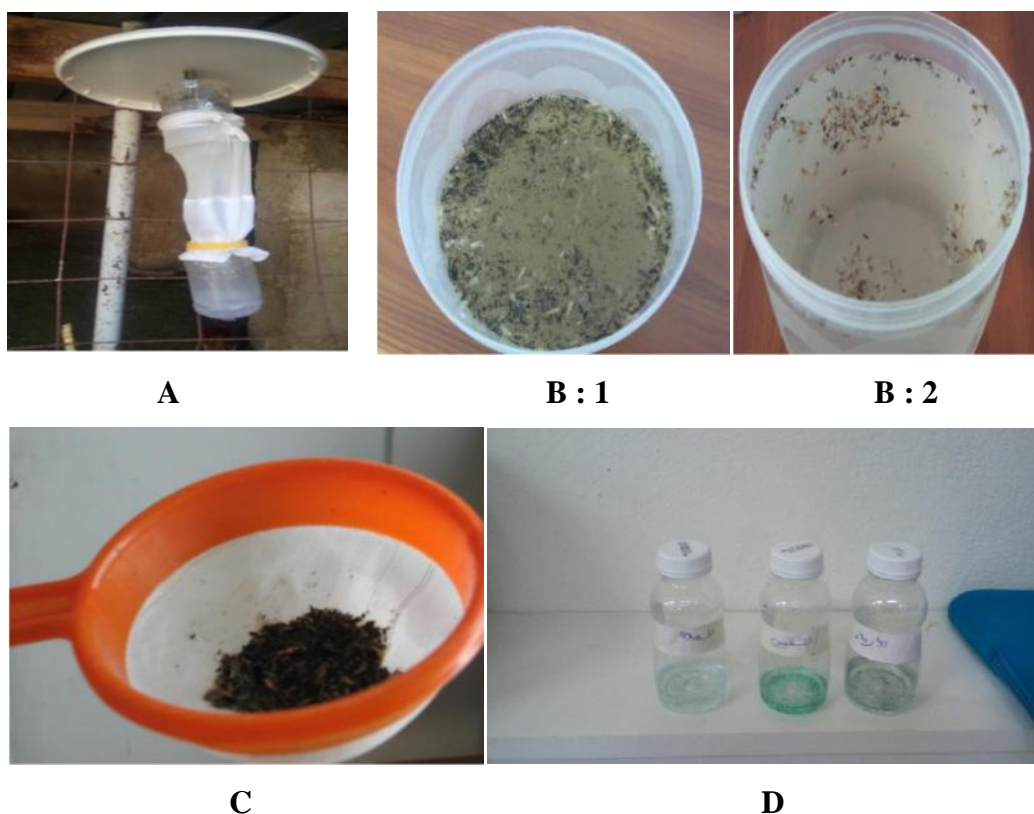
Nous avons installé des pièges de captures de type lumineux au niveau des différentes fermes. Ces pièges sont placés chaque jour et ce durant toute la période d'étude. Ils sont mis le soir avant

le coucher du soleil (vers 17h30 ou 18h au printemps et récupérés à l'aube avant le lever du soleil (vers 6h- 7h).

La pose des pièges lumineux s'est faite en tenant compte les 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). Elle consiste à :

- accrocher le piège à un support d'une hauteur accessible, et d'un 1,50 m de la terre.
- remplir 1/3 du pot avec de l'eau et mettre 1 à 2 gouttes de savon dans le pot, le détergent jouant le rôle d'un agent mouillant qui empêche les insectes de remonter le long des parois (Benia, 2010 ; Dusom, 2012) ou de EDTA qui assure la bonne conservation des spécimens. Au final, les adultes récoltés sont conservés dans l'alcool à 90% (Délecolle *et al.*, 2009) à l'abri de la lumière évitant de détériorer les ailes, éléments importants dans la diagnose.

Les étapes de l'échantillonnage sont présentées dans (la figure : 43).



**Figure 43** : Photographie de différentes étapes de piégeage et la récolte des *Ceratopogonidae* dans les 2 stations d'étude (Cliché personnel, 2018).

**A-** Placement du piège lumineux dans les sites d'échantillonnage chaque soir.

**B-** Relevé les pots de captures chaque matin, différents pots de récolte dans les 2 stations d'étude (**B1** : Zeribet El oued, **B2** : M'toussa).

**C-** Filtration et rinçage des échantillons capturés.



**D-** Conservation du matériel entomologique récolté dans l'Alcool 90° dans des boites avec des étiquettes portant les informations de l'opération.

### **3. Au laboratoire**

#### **3.1. Matériels utilisés**

a- La loupe binoculaire

b- Les pinceaux

c- L'alcool 90%

d- Les boites de pétrie

e- Les lamelles

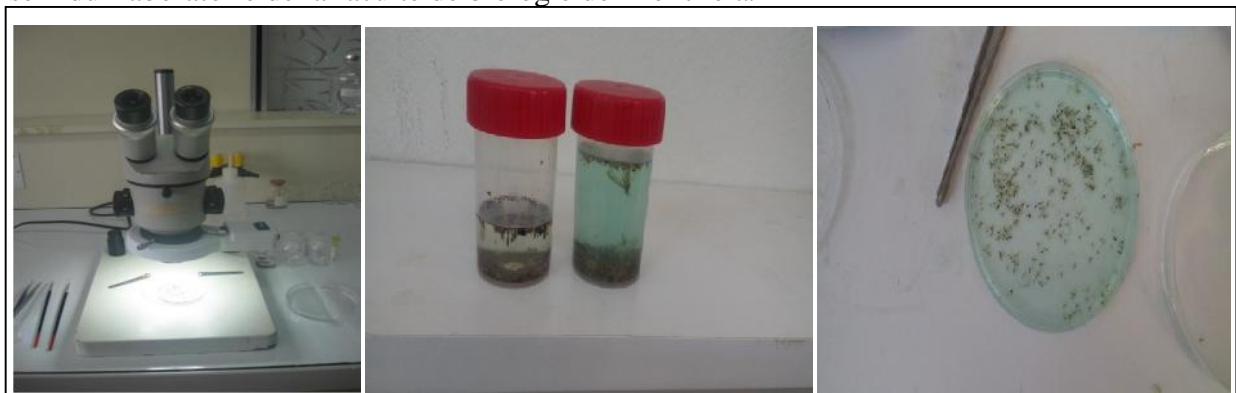
f- Les tubes à sec

#### **3.2. Méthodes de travail**

##### **3.2.1. Le pré tri et le tri**

Qui sont les premières étapes et qui consistent à séparer les *Ceratopogonidae* et les *Culicoides* des autres insectes grâce à leur morphologie générale (notamment la taille inférieure à 5mm et les pièces buccales plus petites que la tête). Par ailleurs, ils sont différenciés des autres *Ceratopogonidae* grâce à la forme générale du corps, la disposition des nervures allaires (notamment la présence de deux cellules radiales ayant approximativement la même taille et la nervure médiane M2 qui ne touche pas la M1) (Délecolle, 1985 ; Mathieu, 2011).

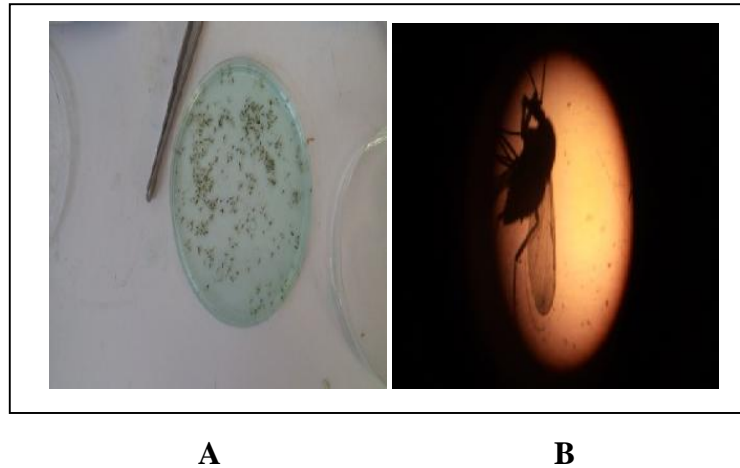
Cette étape qui consiste à faire le tri des *Ceratopogonidae* et les *Culicoides* s'est déroulée au sein du Laboratoire de la faculté de biologie de khenchela.



**Figure 44** : Le tri des échantillons à la loupe binoculaire (Laboratoire de la faculté de biologie de Khenchela) (Cliché personnel, 2018).

### 3.2.2. Identification

Les insectes capturés ont été ensuite triés par genre sous loupe binoculaire (grossissement 10-40x) afin d'extraire les moucheron piqueurs du *Ceratopogonidae* en général et du genre *Culicoides* d'un cas précise. Ces derniers ont ensuite été sexés, dénombrés et identifiés jusqu'à l'espèce sur base morphologique, via la clé de **Borkent et Spinelli, 2007**), et via les photos du programme de la clé d'identification **IKC (logiciel Xper2)**.



**Figure 45 :** Les étapes de l'identification des *Ceratopogonidae* à la loupe binoculaire.  
Laboratoire de la faculté de biologie Khenchela (**Cliché personnel, 2018**).

A- Le tri des échantillons

B- L'identification morphologique des *Ceratopogonidae*

## 4. Méthodes d'exploitation et d'analyse des résultats

### 4.1. Indices écologiques

Les indices écologiques qui retiennent notre attention pour l'exploitation de notre résultat sont la qualité de l'échantillonnage, la richesse totale et moyenne, la fréquence, la constance, l'indice de Shannon-Weaver et l'indice d'équirépartition.

#### 4.1.1. 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 (**Ramade, 2003**).

➤ **La richesse spécifique (S)**

Qui est le nombre total des espèces que comportent le peuplement dans un milieu donné (Ramande, 2003).

➤ **La richesse moyenne (S')**

Est le quotient du nombre total d'individu ( $k_i$ ) pour chacune des espèces sur le nombre total de relevés (N) effectués, c'est - à- dire :  $S' = K_i / N$ .

➤ **L'abondance relative**

Qui représente le pourcentage du nombre des individus d'une espèce «  $n_i$  » par rapport au nombre 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.

#### 4.1.2. Indices de structure

➤ **L'indice de diversité de Shanon et Weaver (H')**

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 :  $H' = - \sum (P_i \log_2 P_i)$

$H'$  : Diversité spécifique.

$P_i$  : est l'abondance relative de chaque espèce  $n_i / N_i$  où :

$n_i$ : est le nombre des individus de l'espèce donnée

$N_i$  : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèce, dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond

soit à un peuplement caractérisé par un nombre d'espèces faible pour un nombre d'individus élevé, soit à un peuplement dans lequel il y'a une espèce dominante.

➤ **Equitabilité (équirépartition)**

L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité (**Ramade,1984**). Elle est le rapport entre la diversité spécifique ( $H'$ ) et la diversité maximale ( $H_{max}$ ), elle s'exprime comme suit :  $E = H' / H_{max}$  avec  $H_{max} = \text{Log}_2(S)$

$S$  : étant le nombre d'espèces formant le peuplement.

L'équitabilité permet de comparer les structures des peuplements. La valeur de  $E$  varie de 0 à 1; elle tend vers 0 quand les différentes populations ne sont pas en équilibre entre elles et lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce, elle tend vers 1 quand il existe un équilibre entre les populations et lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

# **Chapitr 3**

## **Résultat et Discussion**

## I. Résultat

### I.1. Espèces des *Ceratopogonidés* de la région de Zeribet El oued et M'toussa

Durant une période d'étude étalée sur une période de 10 jours à Zeribet El oued (de 21 à 30 Avril), et 6 jours à M'toussa (de 5 à 10 Mai), dans les deux régions de Zeribet El oued et M'toussa, nous avons établi une liste des espèces de *Ceratopogonidae* récoltées et déterminées.

Dans la région de Zeribet El oued nous avons recensé durant la période d'étude 8 espèces de 6 genres différents répartir en 3 sous famille de la famille de *Ceratopogonidae*.

Dans la région de M'toussa nous avons recensé durant la période d'étude 6 espèces de 4 genres différents répartir en 2 sous famille de la famille de *Ceratopogonidae*.

Les données sont représentées dans les tableaux : 11, 12.

**Tableau 11** : Les espèces de *Ceratopogonidae* capturé dans la région de Zeribet El oued.

Famille	Sous-Famille	Tribu	Genre	Espèce
Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	Culicoidini	Culicoides	<i>Culicoides obsoletus</i> (Meigne, 1818)
				<i>Culicoides insignis</i> (Lutz, 1913)
				<i>Culicoides copiosus</i> (Root et Hoffman, 1937)
		Ceratopogonini	Parabezzia	<i>Parabezzia petiolata</i> (Malloch, 1915)
	Heteromiini	Clinohelea	<i>Clinohelea bimaculata</i> (Loew, 1861)	
	Stilobezziini	Stilobezzia	<i>Stilobezzia lutea</i> (Malloch, 1918)	
	Dasyheleinae	/	Dasyhelea	<i>Dasyhelea pseudoincisurata</i> (Waugh et Wirth, 1976)
Forcipomyinae	/	Atrichopogon	<i>Atrichopogon levis</i> (Coquillett, 1901)	

**Tableau 12** : Les espèces de *Ceratopogonidae* capturé dans la région de M'toussa.

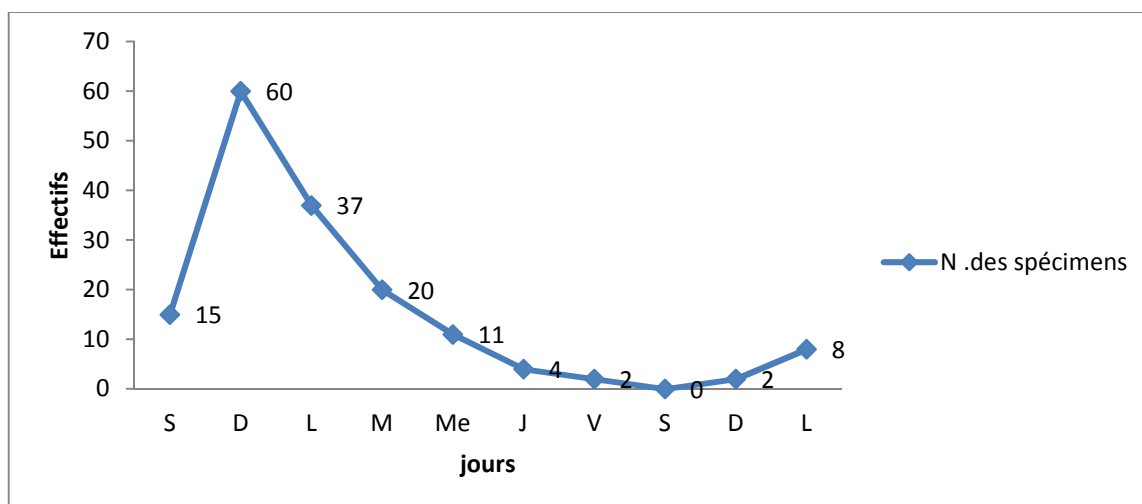
Famille	Sous- Famille	Tribu	Genre	Espèces
Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	Culicoidini	Culicoides	<i>Culicoides obsoletus</i> (Meigne, 1818)
				<i>Culicoides insignis</i> (Lutz, 1913)
				<i>Culicoides copiosus</i> (Root et Hoffman, 1937)
			paradazyhelea	<i>Paradazyhelea ingrami</i> (Spinelli et Grogan, 2003)
			Ceratopogonini	Parabezzia
	Forcipomyiinae	/	Atrichopogon	<i>Atrichopogon levis</i> (Coquillett, 1901)

### I.2. Répartition temporelle des effectifs des espèces des *Ceratopogonidae* capturées

L'étude de l'évolution temporelle des espèces des *Culicoides* et les autres genres, toutes espèces et stations confondues, est consignée dans le tableau 13.

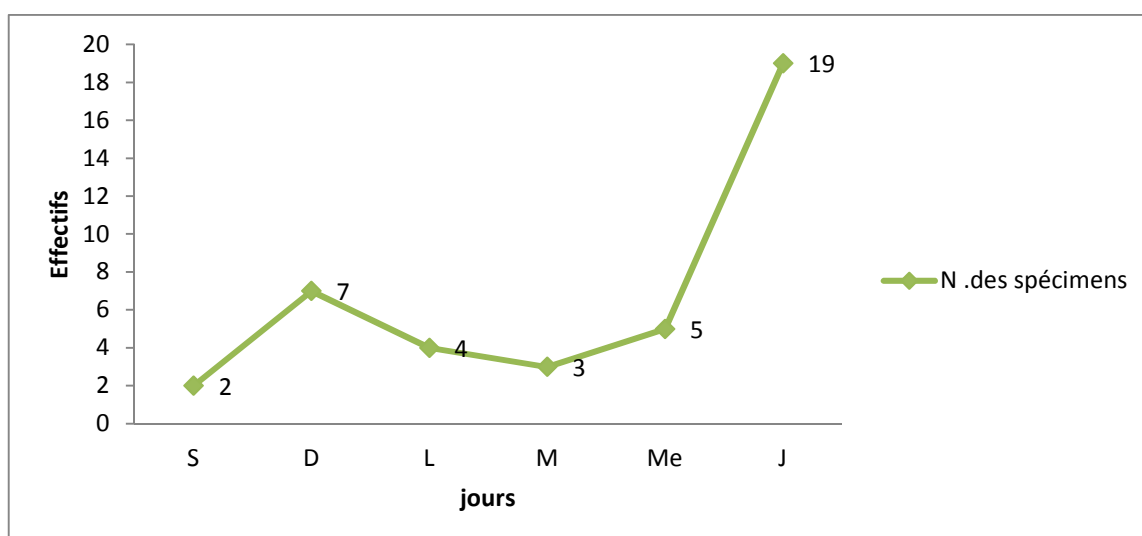
**Tableau 13** : Répartition temporelle des espèces récoltées pendant la période d'étude dans les deux régions (Zeribet El oued et M'toussa).

jours nombre	Zeribet El oued										M'toussa					
	S	D	L	M	Me	J	V	S	D	L	S	D	L	M	Me	J
N .des individus	15	60	37	20	11	4	2	0	2	8	2	7	4	3	5	19
total	159										40					



**Figure 46 :** Les fluctuations quotidiennes des individus (toute espèce confendue) collectées dans la région de Zeribet El oued.

Les résultats de la figure 46 mettent en évidence la répartition quotidienne dans le temps des individus de toutes les espèces récoltées dans la région de Zeribet El oued. On constate nettement une diminution des effectifs d'espèces durant les dernier 5 jours, allant de 60 individus au deuxième jour à 2 individus à l'avant dernier jour ; puis une légère augmentation au dernier jour avec 8 individus.



**Figure 47 :** Les fluctuations quotidiennes des individus (toute espèce confondue) collectées dans la région de M'toussa.

Les résultats de la figure 47 mettent en évidence la répartition quotidienne dans le temps des espèces récoltées dans la région de M'toussa. On constate nettement une augmentation des effectifs d'espèces durant les derniers (3) jours, allant de 2 individus au premier jour à 19 individus au dernier jour.



### I.3. Analyse des Résultats par les Indices écologiques

#### I.3.1. Les Indices écologiques de composition

##### I.3.1.1. La richesse spécifique

**Tableau 14 :** La richesse spécifique (S) de la région de Zeribet El oued et M'toussa.

Jours Régions		S	D	L	M	Me	J	V	N. Total des espèces
		Richesse spécifique (Rs)							
Zribet El- oued	Semaine1	2	4	3	2	5	1	1	8
	Semaine2	0	2	4	/	/	/	/	
M'toussa		1	3	1	1	4	2	/	6

**Remarque :** les jours qui exprimée par cette symbolisation (/) est exprimé que ne pas installer le piège.

Le tableau 14 montre les variations stationnelles et quotidienne de la richesse spécifique des espèces récolté dans les différentes stations d'étude. Ainsi, dans la région de Zeribet El oued, la richesse spécifique selon les jours de la semaine oscille entre 3 et 1 en première semaine et entre 2 et 4 espèces en deuxième semaine.

Dans la région de M'toussa, la richesse spécifique oscille entre 1 à 4 espèces.

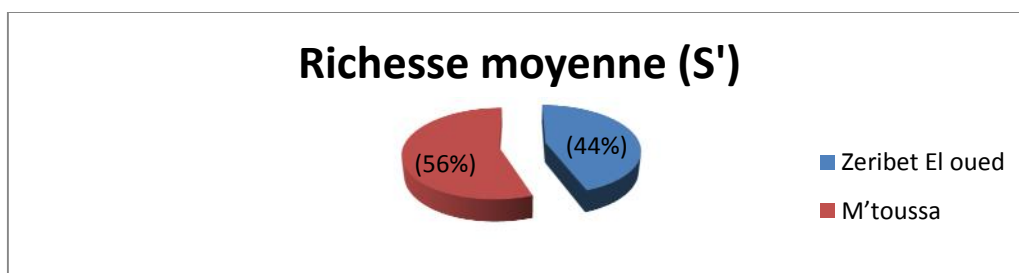
##### I.3.1.2. La Richesse moyenne (S')

**Tableau 15 :** La richesse moyenne dans les deux régions.

	Zeribet El oued	M'toussa
<b>Richesse moyenne (S')</b>	0.8	1

D'après le tableau 15, les valeurs de la richesse moyenne « s » des espèces capturées est variable d'une région à l'autre. En effet, richesse moyenne (S') est 0,8 dans la région de Zeribet El oued.

La région de M'toussa est représentées par des richesses moyennes de 1 (figure 48).

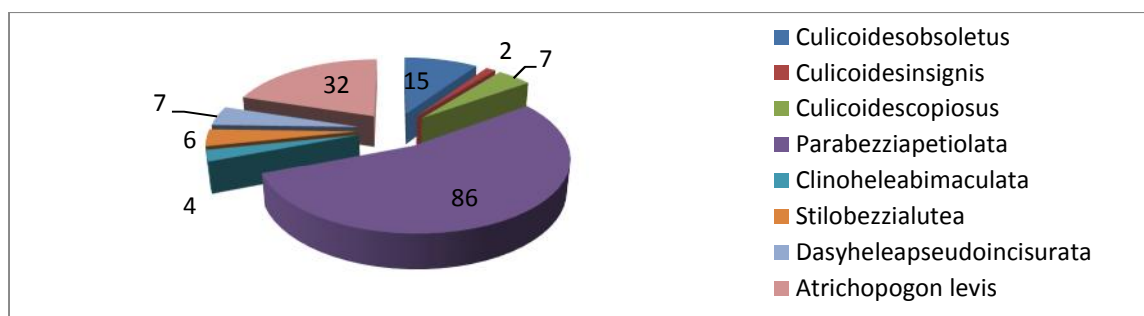


**Figure 48 :** Variations de la richesse moyenne des espèces collectées dans les deux régions.

### I.3.1.3. Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces capturées

**Tableau 16 :** Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces dans la région de Zeribet l'oued.

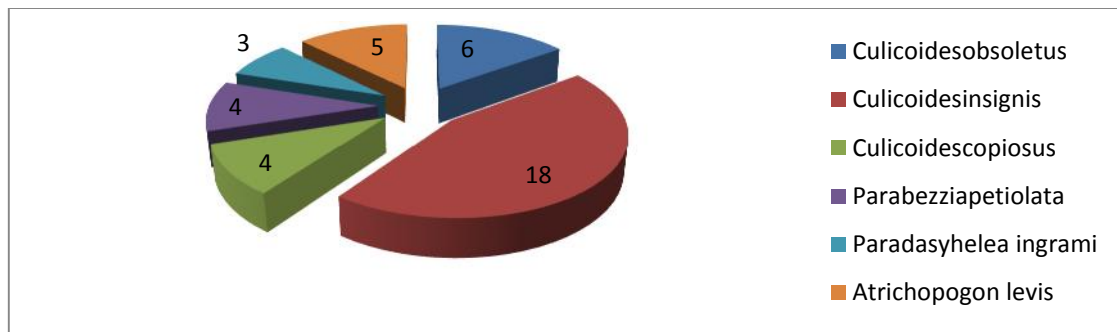
N°	Les espèces	n ind	N% ind
1	<i>Culicoides obsoletus</i>	15	9,43
2	<i>Culicoides insignis</i>	2	1,25
3	<i>Culicoides copiosus</i>	7	4,40
4	<i>Parabezzia petiolata</i>	86	54,08
5	<i>Clinohalea bimaculata</i>	4	2,51
6	<i>Stilobezzia lutea</i>	6	3,77
7	<i>Dasyhelea pseudoincisurata</i>	7	4,40
8	<i>Atrichopogon levis</i>	32	20,12
Total		159	100



**Figure 49 :** Abondance relative de l'espèce capturée dans la région de Zeribet El oued.

**Tableau 17 :** Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces dans la région de M'toussa.

N°	Les espèces	n ind	N% ind
1	<i>Culicoides obsoletus</i>	6	15
2	<i>Culicoides insignis</i>	18	45
3	<i>Culicoides copiosus</i>	4	10
4	<i>Parabezzia petiolata</i>	4	10
5	<i>Paradasyhelea ingrami</i>	3	7,5
6	<i>Atrichopogon levis</i>	5	12,5
Total		40	100



**Figure 50 :** Abondance relative des espèces capturées dans la région de M'etoussa.

Dans la région de Zeribet El oued nous avons capturé 08 espèces de Ceratopogonidae, l'espèce *Parabezzia petiolata* c'est révélé la plus représentative dans la station d'étude avec 86 individus et une fréquence de 54,08 %, elle est suivie par *Atrichopogon levis* avec 32 individus et une fréquence de 20,12 %, ensuite *Culicoides obsoletus* par 15 individus et une fréquence de 9,43 % Ces espèces semblent les plus dominantes dans notre région d'étude (Fig.49).

Dans la région de M'etoussa nous avons capturé 06 espèces de Certopogonidae, l'espèce *Culicoides insignis* c'est révélé la plus représentative dans la station d'étude avec 18 individus et une fréquence de 45 % elle est suivie par *Culicoides obsoletus* avec 6 individus et une fréquence de 15 %, ensuite *Atrichopogon levis* par 5 individus et une fréquence de 12,5 %. Ces espèces semblent les plus dominantes dans notre deuxième région d'étude (Fig.50).

Notre analyse de l'abondance montre que les espèces : *Clinohelea bimaculata*, *Stilobezzia lutea*, *Dasyhelea pseudoincisurata*, *Paradasyhelea ingrami* sont, relativement peu abondantes dans les deux régions.

### I.3.2. Les indices écologiques de structure

#### I.3.2.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver) et Equitabilité

L'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ), la diversité maximale ( $H'_{max}$ ) et l'indice d'équitabilité ( $E$ ) appliqués aux espèces récoltées dans les régions d'étude sont calculés et rapportés dans

**Le tableau 18 :** L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et Equitabilité dans la région de Zeribet El oued.

Espèces	N ind	Pi	Pi log2	Pi log2 Pi
<i>Culicoides obsoletus</i>	15	0,09	-0,02	-0,0018
<i>Culicoides insignis</i>	2	0,10	-0,03	-0,003
<i>Culicoides copiosus</i>	7	0,04	-0,01	-0,0004
<i>Parabezzia petiolata</i>	86	0,54	-0,16	-0,086
<i>Clinohalea bimaculata</i>	4	0,02	-0,006	-0,00012
<i>Stilobezzia lutea</i>	6	0,03	-0,009	-0,00027
<i>Dasyhelea pseudoincisurata</i>	7	0,04	-0,01	-0,00012
<i>Atrichopogon levis</i>	32	0,20	-0,06	-0,012
Total	159	1	-0,305	-0,103
Indice de Shannon et Weaver (H')				0,103
H' max				2,40
Equitabilité (E)				0,04

**Le tableau 19 :** L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et Equitabilité dans la région de M'toussa.

Espèces	N ind	Pi	Pi log2	Pi log2 Pi
<i>Culicoides obsoletus</i>	6	0,15	-0,04	-0,006
<i>Culicoides insignis</i>	18	0,45	-0,13	-0,05
<i>Culicoides copiosus</i>	4	0,1	-0,03	-0,003
<i>Parabezzia petiolata</i>	4	0,1	-0,03	-0,003
<i>Paradasyhelea ingrani</i>	3	0,075	-0,02	-0,0015
<i>Atrichopogon levis</i>	5	0,12	-0,03	-0,0036
Total	40	1	-0,28	-0,067
Indice de Shannon et Weaver (H')				0,067
H' max				1,80
Equitabilité (E)				0,03

Les résultats portés dans les deux tableaux 18 et 19 suggèrent que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon est de 0,103 dans la région de Zeribet El oued et de 0,067 dans la région de

M'toussa. La valeur la plus élevée est donc mentionnée au niveau de la région de Zeribet El oued où il a été recensé 8 espèces.

L'indice d'équitabilité permet de comparer les peuplements des différentes stations et d'en déduire l'équilibre existant (**Himmi, 2007**). La valeur de l'équitabilité est 4 % dans la région de Zeribet El oued et de 3% a M'toussa alors les deux régions ne sont pas riches en espèces, donc les résultats de notre étude traduit le déséquilibre des espèces au sein des deux peuplements (site de Zeribet El oued et M'toussa).

## II. Discussion

L'étude sur la biodiversité des Ceratopogonidae en général et les Culicoides en cas spéciale dans la région Est algérienne, en l'occurrence la région de Khenchela et Biskra. Outre que jamais répertorié auparavant les espèces de la famille de Cératopogonidae à la région de Khenchela, les informations et publications sont cruellement absentes, sauf les travaux de Szadziwski (1984) et Djerbal *et al.*, (2009) en Algérie.

Dans ce chapitre, nous allons tenter de discuter les résultats de l'inventaire entomologique des Ceratopogonidae d'une part, et la biodiversité de ces insectes dans la région de Khenchela et Biskra.

### II.1. Etude systématique la captures des Ceratopogonidae

#### II.1.1. La récolte de Ceratopogonidae

La récolte a été menée au niveau de deux régions d'étude, représentées par des fermes, considérées. Nos prospections se sont déroulées sur une période de 15 jours entre avril et mai. Cette période correspond à l'émergence des adultes et à la levée de la diapause hivernale (**Rieb, 1982**).

L'examen de la récolte de Ceratopogonidae à Khenchela et Biskra révèle que le genre Culicoides avec ses différentes espèces sont a réparties faible dans l'étage bioclimatique semi-aride caractérisant notre zone d'étude.

L'analyse des résultats de la composition du peuplement de Ceratopogonidae nous a permis de mettre en évidence un total de 199 individus (159 à Zeribet El oued, 40 à M'toussa). Toutes ces espèces capturée sont signalées en Algérie (**Szadziwski, 1984; Djerbal et Délecolle, 2009**).

Les espèces identifiées appartiennent à la famille des *Ceratopogonidae*, les sous/famille des *Ceratopogoninae*, *Dasyheleinae*, *Forcipomyinae* qui sont divisées en 6 genres à 8 espèces dans la région de Zribet l'oued.

Dans la région de M'toussa il existe les sous/famille des *Ceratopogoninae*, *Forcipomyinae* qui eux même divise en 4 genres à 6 espèces.

L'analyse de nos résultats montre également la prédominance de l'espèce :

Dans la région de Zeribet l'oued : *Parabazzia petiolata* c'est la plus dominante dans cette région, *Atrichopogon levis*, *Culicoides obsoletus* cette dernière est suspectées dans la transmission de la FCO en France continentale, après en trouve les autres espèces en faible dominance.

Dans la région de M'toussa : *Culicoides insignis*, c'est l'espèce la plus dominante dans cette région *Culicoides obsoletus*, *Atrichopogon levis*.

Après en trouve les autres espèces en faible dominance, *Paradasyhelea ingrami*, *Parabazzia petiolata*, *Culicoides copiosus*, a M'toussa, et *Culicoides copiosus*, *Culicoides insignis*, *Dasyhelea pseudoincisurata*, *Stilobezzia lutea*, *Clinohalela bimaculata*, a Zeribet El oued.

Ces espèces sont trouve en petite quantité dans les régions caractérisées par un climat semi-aride

## II.2. Etude écologique

### II.2.1. Richesse spécifique

En termes de richesse, la région de Zeribet El oued s'est révélé être la plus riche avec 8 espèces, elle est suivie par la région de M'toussa avec 6 espèces.

La pauvreté en espèces s'explique par le fait qu'au cours des jours de piégeage, les facteurs abiotiques (à savoir une basse humidité, fortes températures, vents violents...) ont favorisé la diminution, ou bien au mal placement des pièges lors des captures.

En ce qui concerne la richesse moyenne, la valeur la plus élevée est signalée au niveau de la région de Zeribet El oued 15,9.

La région de M'toussa est représentées par richesse moyenne de 6,66.

### II.2.2. La fréquence centésimale

Les résultats concernant la fréquence centésimale montre que *Parabazzia petiolata* (54,08%) c'est la plus dominante dans la région de Zeribet El oued , *Atrichopogon levis* (20,12%), *Culicoides obsoletus* (9,43%), ensuite les espèces *Culicoides insignis*, *Culicoides copiosus* , *Clinohalela bimaculata*, *Stilobezzia lutea*, *Dasyhelea pseudoincisurata* par des fréquences centésimale (1,25%, 4,40% , 2,51%, 3,77%, 4,40%).

Dans la région de M'toussa les résultats concernant la fréquence centésimale montrent que *Culicoides insignis* (45%), c'est l'espèce la plus dominante dans cette région *Culicoides*

*obsoletus* (15%), *Atrichopogon levis* (12,5%), *Culicoides copiosus*, *Parabezzia petiolata*, *Paradasyhelea ingrami* par des fréquences centésimale (10%,10%, 7,5%)

Cette dominance concorde avec les résultats obtenus par Cêtre-Sossah *et al.*, (2004) dans le bassin méditerranéen au cours de la surveillance de l'extension des différentes espèces

La présence de *C.obsoletus* dans les deux régions s'expliquerait probablement par le fait que ce vecteur suspect de la FCO a été installé durablement dans ces régions avec plusieurs générations d'adultes se succédant au cours de la saison, est une espèce précoce ayant une longue période de vol, son apparition est généralement mi-avril pour disparaître début novembre (**Rieb, 1982**).

Les autres espèces capturées sont faiblement représentées dans les deux régions. Cet état de fait peut être attribué à certains facteurs comme le climat par exemple ou bien à la technique de piégeages. Ces espèces sont : *Clinohelea bimaculata*, *Stilobezzia lutea*, *Dasyhelea pseudoincisurata*, *Paradasyhelea ingrami*.

### II.2.3. Indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité

Le calcul des indices de diversité de Shannon et d'équitabilité montre que la région de Zribet l'oued est la plus diversifiées de ( $H' = 0,103$ ,  $E = 0,04$ ), par contre la région de M'toussa est d'une valeur moins faible que la première région de ( $H' = 0,067$ ,  $E = 0,03$ ).

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**).

L'indice de diversité est élevé lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables.

Mais dans les deux régions est faible alors ces régions sont pauvres en espèces.

# Conclusion





### Conclusion

La famille des *Ceratopogonidae* dans l'Est algérienne a été rarement étudiée surtout dans la wilaya de Biskra et n'ayant jamais été étudiée dans la wilaya de Khenchela tant sur le plan entomologique que sur le plan épidémiologique, ce modeste travail devrait constituer une porte ouverte pour d'autres investigations.

Les régions d'étude Biskra et Khenchela qui ont été des zones épidémiques pendant les premières années de l'émergence de la maladie de la Bluetongue durant les années 2000, ces régions sont d'un climat semi-aride et saharien, c'est pour sa les espèces capturées sont faiblement trouvées et sont conditionnée par certain nombre de facteurs (vent, température, humidité, pluie, altitude, végétation), qui agissent sur la reproduction, le développement et la durée de survie des adultes, et aussi sur la taille de la population des adultes.

A travers ce travail durant 15 jours, 10 à Zeribet El oued et 6 jours à M'toussa jours : 159 individus ont été récoltés à Zeribet El oued, 8 espèces sont mises en évidence où sont réparties sur 6 genres *Parabezzia petiolata*, *Atrichopogon levis*, *Culicoides obsoletus*, *Culicoides insignis*, *Culicoides copiosus*, *Clinohalea bimaculata*, *Stilobezzia lutea*, *Dasyhelea pseudoincisurata*, et 40 individus à M'toussa, où on a trouvée 6 espèces *Culicoides insignis*, *Culicoides obsoletus*, *Atrichopogon levis*, *Culicoides copiosus*, *Parabezzia petiolata*, *Paradasyhelea ingrami*, réparties sur 4 genres, mais les résultats sont douteuses, l'identification est basée sur les caractères morphologiques des adultes et l'effort personnel des étudiantes.

Les valeurs de l'équitabilité sont de 0.04 à Zeribet El oued et 0.03 à M'toussa, elle tend vers 0 quand les différentes populations ne sont pas en équilibre.

Les résultats exposés sont préliminaires et partiels, nous estimons judicieux d'approfondir les recherches sur les *Ceratopogonidae* et il serait alors intéressant de prospecter d'autres régions et différents biotopes.

# Références

- Adams BJ, 2001. The species delimitation un certainty principle. *J Nematol.* 33(4):153-60.
- Affected region of northern France during autumn 2006. *Prev Vet Med* 87, 84-97.
- against *Culicoides* biting midges in northern Spain. *Med Vet Entomol.*
- ANDI, 2013. Agence Nationale de Développement de l'Investissement de la wilaya de khenchela.
- ANDI, 2014 . Ed. Agence Nationale de Développement de La wilaya de Khenchela.
- Arthur M, 1965. Patterns of species diversity. *Biol. Rev.* pp: 40.
- Bagnouls F et Gaussen H, 1953 . Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. soc. hist. nat., Toulouse.*,. 239 p.
- Baldet T., Mathieu B., Delécolle J.-C., 2003. Émergence de la fièvre catarrhale ovine et surveillance entomologique en France. *Insectes*, 131(4), p. 28-30.
- Balenghien, T., Pagès, N., Goffredo, M., Carpenter, S., Augot, D., Jacquier, E., Talavera, S., Monaco, F., Depaquit, J., 2014. The emergence of Schmallenberg virus across *Culicoides* communities and ecosystems in Europe. *Prev Vet Med.*
- Battle FV, Turner E. A, 1971 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.
- Battle FV, Turner EC, 1972 Some nutritional and chemical properties of the larval habitats of certain species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *MsdEnt* 1972; 9 (1): 32-35.
- Baylis, M., Parkin, H., Kreppel, K., Carpenter, S., Mellor, P.S., McIntyre, K.M., 2010. evaluation of housing as a means to protect cattle from *Culicoides* biting midges.
- Ben saia, 2009. Diagnostic réseau d'assainissement de la ville de Khenchela. Mémoire de magister. Université d'Oum El Bouaghi.
- Bennett GF, 1960 on some ornithophilic bloodsucking Diptera in Algonquin Park, Ontario, Canada. *Can J Zool* 1960; 38: 377–389.
- Bidlingmayer WL, 1961 Field activity studies of adult *Culicoides furens*. *Ann Entomol Soc Am* 1961; 54: 149-156.
- Biteau FC, 2007. Surveillance et évaluation du risque de transmission des maladies vectorielles émergentes: apport de la capacité vectorielle : Épidémiologie Formation doctorale: Biologie et Santé Ecole Doctorale : Sciences chimiques et biologiques. université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. pp : 238.
- Blondel J, 1979. Biogéographie et écologie. *Ed. Masson*, Paris, 173 p.
- Borkent A, 1995 Biting midges in the Cretaceous amber of North America (Diptera: *Ceratopogonidae*). *Backhuys Publishers*; 1995. 246 p.

- Borkent A, 2011** World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae).
- Borkent A, Wirth WW, 1977** World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) [Internet]. American Museum of Natural History.
- Borkent A.et SpinelliG.R, 2007.**Ceratopogonidae neotropicales (Diptera : Insecta).Ed.Pensoft.vol 4.200p.
- Boubelli S, 2009.** Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la wilaya de kenchela (nord-est algérien) analyse et synthèse de données. Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Magister. Université d'Annaba, 133p.
- Braverman Y., 1994,** Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and culicidae) and control methods: Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 13(4): 1175-1199.
- Callot J ; Kremer M ; Geiss J.-L , 1972.** - Iconographie de l'armature cibariale de 22 espèces de *Culicoides*(DiptBres, Ceratopogonides). Liste des espèces qui en sont dépourvues. **Ann. Parasit. hum. comp.**,47 : 759-762.
- Callot J, Kremer M, Geiss JL, 1972** [Iconography of cibarial structure in 22 *culicoides* species (Diptera, *Ceratopogonidae*). List of species deprived of it]. *Ann Parasitol Hum Comparée*.Oct 1972; 47(5):759-62.
- Campbell JA, Pelham-Clinton EC.A, 1960** taxonomic review of the British species of « *Culicoides* » Latreille (Diptera, Ceratopogonidae).Edinburgh : Royal Society of Edinburgh ; 1960.
- Carter H.F., Ingra MA., Macfie J.W.S, 1921.**Observations on the Ceratopogonine midges of the Gold Coast, with descriptions of new species. Part III.
- Carter H.P, Ingra A.M, Macfie J.W.S, 1920.** Observations on the Ceratopogonine midges of the Gold Coast with descriptions of new species. Parts 1-11.*Ann. trop. Med. Parasit.*, 14 : 187-274.
- Chaker E, 1983** contribution à l'étude de la morphologie et de la diagnose des larves de *Culicoides*(Diptera,Ceratopogonidae).Th 3 cycle : Sciences Pharmaceutiques, Strasbourg.
- Chu-Wang I., Axtell R., Kline D,1975** Antennal and palp 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.
- Connan RM, Lloyd S, 1988** Seasonal allergic dermatitis in sheep. *VetRec*; 123(13): 335-337.
- Coquillett, D.W. 1899.** A new dipterous family related to the Chironomidae. - *Entomol. News* 10: 60-61.
- Corbet P.S., 1966,** The role of rhythms in insect behavior: Royal Entomological Society of London, 3: 13-28.

- Cornet (M.), 1974.** - Caractères taxonomiques utilisés pour l'identification des Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae). Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Ent. méd. Parasitol., 12 : 222-230 *Culicoides*. Aust Vet J 1993; 70(9): 348-352.
- Daget P, 1976.** Les modèles mathématiques et écologiques. Ed. Masson. Paris. 478 p.
- Dajoz R, 1985.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p
- Dajoz R. 1971.** Précis d'écologie. (Ed.) Dunod, Paris, 434p.
- Dajoz R. 2007.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 640p.
- Dajoz R. 1975.** Précis d'écologie. Ed. Gauthier. Villars, Paris, 549 p.
- Dallas JF, Cruickshank RH, Linton Y-M, Nolan DV, Patakakis M, Braverman Y, et al, 2003** Phylogenetic status and matrilineal structure of the biting midge, *Culicoides imicola*, in Portugal, Rhodes and Israel. Med Vet Entomol. 1 déc 2003; 17(4):379-87.
- Darpe I KE, Batten CA, Veronesi E, Shaw AE, , Bachanek-Bankowska K, et al, 2007** 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.; 161 :253-61. de la Société entomologique de France, T 105, fasc. 3, p. 241-251.
- Delecolle J.C et Zingg S., 2000,** Contribution à l'étude des **Delecolle J.C. et LA Rocque S., 2002,** Contribution à 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* Kieffer, 1913
- Delecolle J.C. et Schaffner F., 2003,** Vecteurs des arboviroses (123-128) In : Lefevre P.C, Blancou J, Chermette R.- Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail : Europe et régions chaudes.- Paris : Tec & Doc Lavoisier.
- Delecolle J-C, 1985** Nouvelle contribution à l'étude systématique et iconographique des espèces du genre *Culicoides*, (Diptéra) : (Ceratopogonidae) du Nord-Est de la France. [Strasbourg] : Delecolle (J-C); 1985. Diagnostics préliminaire de la morbo-mortalité causée par *Culicoides*
- Djebaili S , 1984 .** steppe algérienne, phytosociologie et écologie, OPU, Alger, 177p.
- DPAT, 2009.** Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (données, 2009 de la wilaya de Biskra).
- DPAT, 2015.** Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (données, 2015 de service des statistiques monographique de la wilaya de Khenchela).
- Dreux P, 1980 –** Précis d'écologie. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 231p.
- DSA, 2015.** Direction des services agricoles. Données (2015) de service des statistiques de la région de khenchela.

- Du Toit R M., 1944.** The transmission of blue-tongue and horse-sickness by *Culicoides*. *Onderstepoort J Vet Sci Anim Ind.* 19. pp: 7-16.
- Dusom M.A, 2012.** Identification et écologie des *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) vecteurs de la Peste équine et de la Fièvre catarrhale ovine au Sénégal. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Ecole inter - états des Sciences et Médecine Vétérinaire (e.i.s.m.v.). Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar. pp : 115.
- E, Saegerman, 2012 C.** Le virus Schmallenberg ou l'émergence du premier *Orthobunyavirus* du séro groupe *Simbu* en Europe. *Annales de Médecine Vétérinaire* [Internet]. 2012 [cité 30 sept 2014]. p. 7-24.pdf Balenghien T, Pagès.
- Enderlein, G, 1936 .** Ordnung: Zweiflügler, Diptera. Abt. 16. - In: Brohmer, P., Ehrmann, P. et G. Ulmer (eds.): Die Tierwelt Mitteleuropas 6: Insekten III Teil. Quello & Meier, Leipzig.
- Fall, A. G., Diaite, A., Lancelot, R., Tran, A., Soti, V., Etter, E., et al. (2011)** Feeding behaviour of potential vectors of West Nile virus in Senegal. *Parasites and Vectors*, 99, 1–7.
- Fall, A. G., Diaite, A., Seck, M. T., Bouyer, J., Lefrançois, T., Vachier, N., et al. (2013)** West Nile virus transmission in sentinel chickens and potential mosquito vectors, Senegal river delta, 2008-2009. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, 4718-4727.
- Faurie C., Ferra Ch., Medori P., Devaux J., 1998-**Ecologie .Approche Scientifique et pratique.Ed.J-B.Bailliere.Paris,339p.
- Felippe-Bauer ML, Bauer PG, Silva Filho FC,1989** Scanning electron microscopy of the antennal sensilla in female *Culicoides paraensis* (Diptera: *Ceratopogonidae*). *Mem Inst Oswaldo Cruz.* ; 84(4):463-9.
- Foster N.M., Jones R.H. ET Luedke A.J., 1968,** Transmission of attenuated and virulent bluetongue virus with *Culicoides varripennis* infected orally via sheep: *American Journal of Veterinary Research*, 29 : 275- 279 106
- Foxi C, Delrio G, 2010** Larval habitats and seasonal abundance of *Culicoides* biting midges found in association with sheep in northern Sardinia, Italy. *Med Vet Entomol*, 24(2):199-209.
- Gillott C, 1995,** *Entomology.* - 2nd edition.- New York and London: Plenum Press. -782 p.
- Glick JI, 1990** *Culicoides* biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) of Kenya. *J Med Entomol*; 27(2):85-195.
- Glukhova, V.M, 2014** *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) of Russia and adjacent Lands par Glukhova, V.M.: Pemberley natural history books ba [Internet].

- Goetghebuer M., 1952**, Le genre *Culicoides* (Diptères, Cératopogonidés) et ses représentants en Belgique : *BiologischJaarboek*, 19 : 185-191.
- Goffredo M, Carpenter S, Augot D, Jacquier E, et al, 2014** The emergence of Schmallenberg virus across *Culicoides* communities and ecosystems in Europe. *Prev Vet Med* [Internet]. mars 2014 [cité 12 juin 2014] .
- Gomulski LM, Meiswinkel R, Delécolle J-C, Goffredo M, Gasperi G, 1955** Phylogenetic relationships of the subgenus *Avaritia* Fox, including *Culicoidesobsoletus* (Diptera, Ceratopogonidae) in Italy based on internal transcribed spacer 2 ribosomal DNA sequences. *SystEntomol.* 1 Oct 2005; 30(4):619-31.
- Gomulskil M, Meiswinkel R, Delecolle JC, Goffredo M, Gasperi G, 2006** Phylogeny of the subgenus *Culicoides* and related species in Italy, inferred from internal transcribed spacer 2 ribosomal DNA sequences. *Med Vet Entomol*; 20(2): 229-238.
- González, M., Venter, G.J., López, S., Iturrondobeitia, J.C., Goldarazena, A., 2014.**
- Guiis H, TRAN A, Delarocque S, Baldet T, Gerbier G, Barrague B, 2003** Use of high spatial resolution satellite imagery to characterize landscapes at risk .
- Gullon PJ, Cranston PS, 2005**, *The Insects: an outline of entomology.* - 3rd edition. - London: Blackwell publishing. - 505p.
- Harwood RF et James MT., 1979**, *Entomology in human and animal health.*-7th ed. New York :Macmillon.- 334 p. 107
- Hey J, 2006** On the failure of modern species concepts. *Tren EcolEvol.*;21(8):447-50.
- Hopkins C. A., 1952**, Notes on the biology of certain *Culicoides* studied in the British Cameroons, West Africa, together with observations on their possible role as vectors of *Acatheilonemaperstans*: *Annals of Tropical Medical and Parasitology*, 46: 165-172. <http://fr.db-city.com>.
- Jamnback HA, 1961** Observations on *Culicoidesobsoletus* (Meigen) in the laboratory (Diptera: Ceratopogonidae). *Mosq News*; 21 (1): 48-53.
- Jamnback HA, 1965** The *Culicoides* of New York State (Diptera: Ceratopogonidae). *NY State MusSciServ Bull*; 399: 154 p.
- Jones RH, 1961.** Observations on the larval habits of some North american species of *Culicoides* (Diptera :Ceratopogonidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 54(5):702-710.
- Kettle D. S, 1977.** Biology and bionomics of bloodsucking Ceratopogonids: *A. Rev. Ent.*, 22: 33-51.

- Kettle D.S, 1984.** Ceratopogonidae (Biting midges) In: Medical and Veterinary entomology.- Londres : Croom Helm.- 658p
- Khabtane. A. H, 1996.** étude climatique et bioclimatique de l'extrême Nord-Est Algérien de Skikda aux frontières Algero-tunisiennes, Mémoire d'ingénieur en écologie, Université de Constantine, 115 p.
- Khalaf K, 1954.** The speciation of the genus *Culicoides* (Diptera, Heleidae). *Ann Entomol Soc Am*; 47(1):34-51.
- Khamala CPM, Kettle DS, 1971.** The *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) of East Africa. [cité 2 oct 2014] ; Disponible sur : <http://erepository.uonbi.ac.ke:8080/xmlui/handle/11295/33349>.
- Kieffer, J.J , 1911c.** Nouvelles descriptions des chironomides obtenus d'éclosion. - *Bull. Soc. Hist.*
- Koch HG, Axtell RC, 1979.** Correlation of hourly suction trap collections of *Culicoides furens* and *C. hollensis* (Diptera: Ceratopogonidae) with wind, temperature and habitat. *J Med Entomol*; 15(5-6): 500-505.
- Kremer M, 1965.** Contribution à l'étude du genre *Culicoides* Latreille particulièrement en France. Paris: P. Lechevalier.
- Kremer M, Leberre G , Beaucournu-saguez F, 1971.** Notes sur les *Culicoides* (Dipt. Ceratopogonidae) de Corse. Description de *C. corsicus* n. sp. *Annales de parasitologie*, 1971, 5, 653-660.
- Kremer M, Waller J, Messaddeq N, 1988.** Quelques aspects nouveaux de l'ethologie, l'écologie, la physiologie et la systématique biochimique des *Culicoides*. *Bull Séances*; 391-410. L'investissement .Khenchela, 20p. Laboratory and field evaluations of chemical and plant-derived potential repellents.
- Laird M.A, 1946.** *Ceratopogonine* midge (*Culicoides anophelis* Edwards, 1922) sucking engorged blood from a mosquito (*Armigeres lacuum* Edwards, 1922) at Palmalmal, New Britain. *Transactions of the Royal Society of New Zealand*; 3:76.
- Lenz, F, 1934.** 13a. Heleidae (Ceratopogonidae). - In: Lindner, E. (ed.): *Die Fliegen der palaearktischen Region 3*: 95-133 (Lfg. 78). Schweizerbart, Stuttgart.
- Lillie TH, Kline DL, Hall DW, 1988.** Host-seeking activity of *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) near Yankeetown, Florida. *J Am Mosq Control Assoc*; 4 (4): 485-493.
- Lillie TH, Marquardt WC, Jones RH, 1981.** The flight range of *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae). *Can Ent*; 113: 419-426.
- l'imago de *Forcipomyia castanea* (Walker, 1848) (Diptera, Nematocera). – *Bulletin*.



- Linley, J.R., 1985.** Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of nonviral animal pathogens. *J Med Entomol* 22, 589-599.
- Linton YM, Mordue luntz AJ, Cruickshank RH, Meiswinkel R, 2002.** Phylogenetic analysis of the mitochondrial cytochrome oxidase subunit I gene of five species of the *Culicoides imicola* species complex *Med Vet Entomol*; 16: 139–146.
- Maghni Noudjoud.,(2006).** Contribution à la connaissance des abeilles sauvages (Hymenoptera ; Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la région de Khenchela. *Mém. Mag. Départ. Bio., Université MENTOURI constantine.* 139P
- Martinelle L, Dal Pozzo F, Kirschvink N, 2012.** De la Grandière de Noronha Cotta MA, Thiry .
- Mathieu B, Perrin A, Baldet T, Delecolle JC, Albina E, Cetre-sossah C, 2007.** Molecular identification of the Western European species of the *Obsoletus* complex (Diptera: Ceratopogonidae) by an ITS-1 rDNA multiplex PCR assay *J Med Entomol*; 44 (6): 1019–1025.
- Mckeever S, Brickle DS, Hagan, 1997.** DV. Mouthparts, antennae and genitalia of intersex *Culicoides stellifer* parasitized by mermithid nematodes. *Med Vet Entomol*; 11(3): 217-222.
- Mehlhorn H, Walldorf V, Klimpel S, Jahn B, Jaeger F, Eschweiler J, et al, 2007.** First occurrence of *Culicoides obsoletus*-transmitted Bluetongue virus epidemic in Central Europe. *Parasitol Res*; 101(1):219-28.
- Meiswinkel R, Baldet T, deDeken R, Takken W, Delecolle JC, Mellor PS, 2006.** The outbreak of bluetongue in northern Europe--the entomological perspective. *Prev Vet Med* 2008, 87(1-2):55-63.
- Meiswinkel R, van Rijn P, Leijs P, Goffredo M, 2007.** Potential new *Culicoides* vector of bluetongue virus in northern Europe. *Vet Rec*, 161(16):564-565.
- Meiswinkel R. et Baylis M, 1998.** Morphological confirmation of the separate species status of *Culicoides (Avarita) nudipalpis* Delfinado, 1961 and *C. (A.) imicola* Kieffer, 1913 (Diptera: Ceratopogonidae): *Onderstepoort Journal Of Veterinary Research*, 65: 9-16
- Meiswinkel, R., Baylis, M., Labuschagne, K, 2000.** Stabling and the protection of horses from *Culicoides bolitinos* (Diptera: Ceratopogonidae), a recently identified vector of African horse sickness. *Bull. Entomol. Res.* 90, 509-515.
- Meiswinkel, R., Braack, L.E, 1994.** African horse sickness epidemiology: five species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) collected live behind the ears and at the dung of the African elephant in the Kruger National Park, South Africa. *Onderstepoort J Vet Res* 61, 155-170.

- Mellor PS, 1990.** The replication of Bluetongue Virus in *Culicoides* vectors. *Current Topics Microbiological Immunology*, 162, 142-158
- Mellor, P.S., Boorman, J., Baylis, M, 2000.** *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. *Annu Rev Entomol* 45, 307-340.
- Mullens B.A., Tabachnick W.J., Holbrook F.R et al, 1995.** Effects of temperature on virogenesis of bluetongue virus serotype 11 in *Culicoides varripennissonorensis*: *Medical and Veterinary Entomology*, 9 (1): 71-76
- Muradov SM, 1965.** The biting midges (Diptera, Heleidea) Turkmenia-fauna and ecology. *Entomol Rev*; 44: 70-74.
- Mutin L, 1977 .** La Mitidja, Décolonisation et espace géographique. Ed. Off.
- Narladkar BW., Deshpande PD et Shivpuje PR, 2006.** Bionomics and life cycle studies on *Culicoides* spp (Diptera : Ceratopogonidae): *Journal Vétérinaire de Parasitologie*, 20(1) : 7-12. *Nat. Metz* 27: 1-60 (Jan.).
- Newman, E, 1834.** Attempted division of British insects into natural orders. - *Entomol. Mag.* 2: 379-431.
- Noè, G, 1907.** Due nuove specie di ditteri appartenenti ad un genere nuovo. - *Arch. Zool. Italiano: Pubbl. Sotto Ausp. Un. Zool.* 3: 101-164, 3 pls.
- Nolan DV, Carpenter S, Barber J, Mellor PS, Mordue Iuntzaj, Piertney SB, 2008.** Rapid diagnostic PCR assays for members of the *Culicoides obsoletus*.
- ONS, 2008.** L'Office national des statistiques.
- Page, P.C., Labuschagne, K., Nurton, J.P., Venter, G.J., Guthrie, A.J, 2009.** Duration of repellency of N,N-diethyl-3-methylbenzamide, citronella oil and cypermethrin against *Culicoides* species when applied to polyester mesh. *Vet. Parasitol.* 163, 105-109.
- Perie P., Chermette R., Millemann Y et al, 2005.** Les *Culicoides*, diptères hématophages vecteurs de la fièvre catarrhale du mouton : *Bulletin Académique Vétérinaire de France*, 158(3) : 213-224. Possible origin of the bluetongue epidemic in Cyprus, August 1977. *J Hyg (Lond)* 1979; 83(3): 547-555. preparations for *Culicoides imicola*. *Med Vet Entomol* 11, 355-360.
- Purse, Mellor PS, Rogers DJ, Samuel AR, Mertens PPC, Baylis M, 2005.** Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat Rev Microbiol.*; 3(2) :171-81.
- Ramade F, 1984 .** Eléments d'écologie. *Ecologie fondamentale*. Ed. Mac
- Ramade F, 2003.** Eléments d'écologie, *écologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 69p.
- Ramade F, 2009.** Introduction à l'écochimie: Les substances chimiques de l'écosphère à l'homme, Paris, 828 p.

- Ramande F, 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mac. Graw Hill, Paris, 397p. 2012.
- Ramande F, 2003.** Eléments d'écologie, écologie fondamentale .Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- RAP , 1987. Rapport .** Plan d'aménagement de la Wilaya de Biskra 1987. reducing biting midge (Diptera: Ceratopogonidae) populations in coastal residential région de Khenchela. Mém. Mag. Départ. Bio., Université Mentouri
- Référence**
- Rieb J P, 1982.** Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie des cératopogonidés (Diptera, Nematocera).
- Rieb J-P, 1982.** Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie des Cératopogonidés (Diptera, Nematocera). Thèse 3 cycle: Sciences Naturelles: Strasbourg.
- Root FM, Hoffman WA, 1937.** The North American species of *Culicoides*. *Am J Epidemiol*; 25(1):150-76.
- Sellers R.F, 1992.** Weather, *Culicoides*, and the distribution and spread of Bluetongue and African Horse Sickness virus (284-290) In Bluetongue, African horse Sickness and Related Orbiviruses.- Davis, California, Paris : OIE, University of California. (49p)
- Sellers RF, Pedgley DE, Tucker MR, 1956.** Possible windborne spread of bluetongue to Portugal, June-July 1956. *J Hyg (Lond)* 1978; 81(2): 189-196.
- Service MW, 1971.** Adult flight activities of some British *Culicoides* species. *J Med Entomol*; 8(5): 605-609.
- Smit WW, 1966.** Mermithid-induced intersexuality in *Culicoides stellifer* (Coquillett). *Mosq News*; 26 (3): 442-443.
- Spinelli G, Borkent A, 2004.** New species of Central American *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) with a synopsis of species from Costa Rica. *Proc Entomol Soc Wash*; 106:361-95.
- Spinelli GR, Ronderos MM, Díaz F, Marino PI, 2005.** The bloodsucking biting midges of Argentina (Diptera: Ceratopogonidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz*. ;100(2):137-50.
- Spreull J, 1905.** Malarial Catarrhal Fever (Bluetongue) of Sheep in South Africa. *J Comp Pathol Ther*. 1905; 18:321-37. The spatial distribution of larvae of *Culicoides impunctatus* biting midges.
- Stewart, PH., 1969.** -Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc.*
- Tomioka K. et Sakamoto T, 2006.** History dependence of insect circadian rhythms: *Formosan Entomologist*, 26: 87-97
- 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.

- Uslu U, Dik B, 2006. Vertical distribution of *Culicoides* larvae and pupae. *Med Vet Entomol*; 20(3): 350-352.
- Uslu U, Dik B, 2010. Chemical characteristics of breeding sites of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae). *Vet Parasitol*; 169(1-2): 178-184.
- Viennet E, 2011.** Insectes et maladies émergentes : 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.
- Walker A.R, 1977. Seasonal fluctuations of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in Kenya: *Bulletin of Entomological Research*, 67 (2): 217- 233
- Wilson A, Darpel K, Mellor PS, 2008. Where Does Bluetongue Virus sleep in the winter? *PLoS Biol*; 6(8):e210.
- Wilson, Mellor, 2009. Bluetongue in Europe: past, present and future. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.*; 364(1530):2669-81.
- Wirth WW, 1977. A new *Culicoides* biting midge from California (Diptera: *Ceratopogonidae*). *Pan-PacEntomol. Janv*; Bullock TH. *Introduction to Nervous Systems*. San Francisco: W H Freeman & Co; 1978. 559 p.
- Wirth WW, Hubert AA, 1960. *Ceratopogonidae* (Diptera) reared from cacti, with a review of the copiosus group of *Culicoides*. *Ann Entomol Soc Am*; 53: 639-658.
- Wirth WW, Hubert AA, 1989. *The Culicoides of Southeast Asia* (Diptera: *Ceratopogonidae*). American Entomological Institute; 512 p.
- Wirth WW, Rowley WA, 1971. Revision of the palmerae group of the genus *Culicoides*. *Kans Entomol Soc J* [Internet]. [cité 2 oct 2014]; Disponible sur: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301129168>
- Wirth, W.W, 1952a. The Heleidae of California. *Univ. Calif. Pub. Entomol.* 9: 95-266.
- 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. 113
- Zientara S, 1996. Identification of bluetongue serotype 2 (Corsican strain) by reverse-transcriptase PCR reaction analysis of segment 2 of the genome. *Veterinary Record*, 150, 598-601.
- Zimmer J.Y, 2007. Contribution à l'étude écologique 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.

- Zimmer J.Y., Haubruge E., Francis F et al., 2008.** Breeding sites of bluetongue vectors in northern Europe: Veterinary Record, 162(4): 131.
- Zimmer J.-Y., Losson B., Saegerman C. & Haubruge E, 2009.** - Ecologie et distribution des espèces de *Culicoides* Latreille 1809 (Diptera:Ceratopogonidae) à proximité d'une exploitation bovine en Belgique. Annales de la Société entomologique de France, **45**, 393-400.
- Zimmer JY, Saegerman C, Losson B, Haubruge E, 2010.** Breeding sites of bluetongue virus vectors, belgium. Emerg Infect Dis, 16(3):575-576.

# **Annexes**

## Annexes

### Annexe 1

Principaux virus transmis par les *Culicoides* (in Belkherchouche, 2013).

<b>Virus</b>	<b>Maladies</b>	<b>Especies affectees</b>	<b>Vecteurs</b>	<b>Reservoirs</b>
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	FCO (Fièvre catarrhale des ovins)	Ovins	<i>C. imicola</i> <i>C. milnei</i> <i>C. nubeculosus</i> <i>C. obsoletus</i> <i>C. fulvus</i> <i>C. insignis</i> <i>C. actoni</i> <i>C. variipennis</i> <i>C. brevitarsis</i>	Bovins, caprins, ruminants sauvages
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	Peste équine (African Horse Sickness AHS)	Equidés	<i>C. variipennis</i> <i>C. sp</i>	Equidés et autres
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	Maladie hémorragie du daim	Bovins, ruminants sauvages	<i>C. variipennis</i> <i>C. riethi</i> <i>C. nubeculosus</i> <i>C. impactatus</i>	
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	Changuinola	Homme	<i>Phlebotomus. sp</i> <i>C. sp</i>	Rongeurs
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	Encephalose équine	équidés	<i>C. sp</i>	<i>Equidés</i>
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	Palayam	Ovins, bovins	<i>C. sp</i>	
<i>Orbivirus</i> ( <i>Reoviridae</i> )	Warrego et Wallal	marsupiaux	<i>C. sp</i>	

# Annexes

## Annexe 2

Liste de quelque espèces des *Culicoides* recensées en Algérie (Djeral et al., 2009).

Espèces
1. <i>Culicoides (Avaritia) imicola</i> Kieffer, 1913
2. <i>Culicoides (Avaritia) obsoletus</i> Meigen, 1818
3. <i>Culicoides (Avaritia) scoticus</i> Downes & Kettle, 1952
4. <i>Culicoides (Avaritia) montanus</i> Shakirzjanova, 1962
5. <i>Culicoides (Culicoides) newsteadi</i> Austen, 1921
6. <i>Culicoides (Culicoides) punctatus</i> Meigen, 1804
7. <i>Culicoides (Culicoides) fagineus</i> Edwards, 1939
8. <i>Culicoides (Culicoides) pulicaris</i> Linné, 1758
9. <i>Culicoides (Monoculicoides) puncticollis</i> Becker, 1903
10. <i>Culicoides (Monoculicoides) parroti</i> Kieffer, 1922
11. <i>Culicoides (Oecacta) kingi</i> Austen, 1912
12. <i>Culicoides (Pontoculicoides) saevus</i> Kieffer, 1922
13. <i>Culicoides (Pontoculicoides) seiffadinei</i> Dzhafarov, 1958
14. <i>Culicoides (Beltranmyia) circumscriptus</i> Kieffer, 1918
15. <i>Culicoides (Synhelea) azerbajdzhanicus</i> Dzhavarov, 1958
16. <i>Culicoides (Synhelea) marleti</i> Callot, Kremer & Basset, 1968
17. <i>Culicoides (Synhelea) semimaculatus</i> Clastrier, 1958
18. <i>Culicoides (Synhelea) corsicus</i> Kremer, Leberre & Beaucournu-S, 1971

## Annexe 3

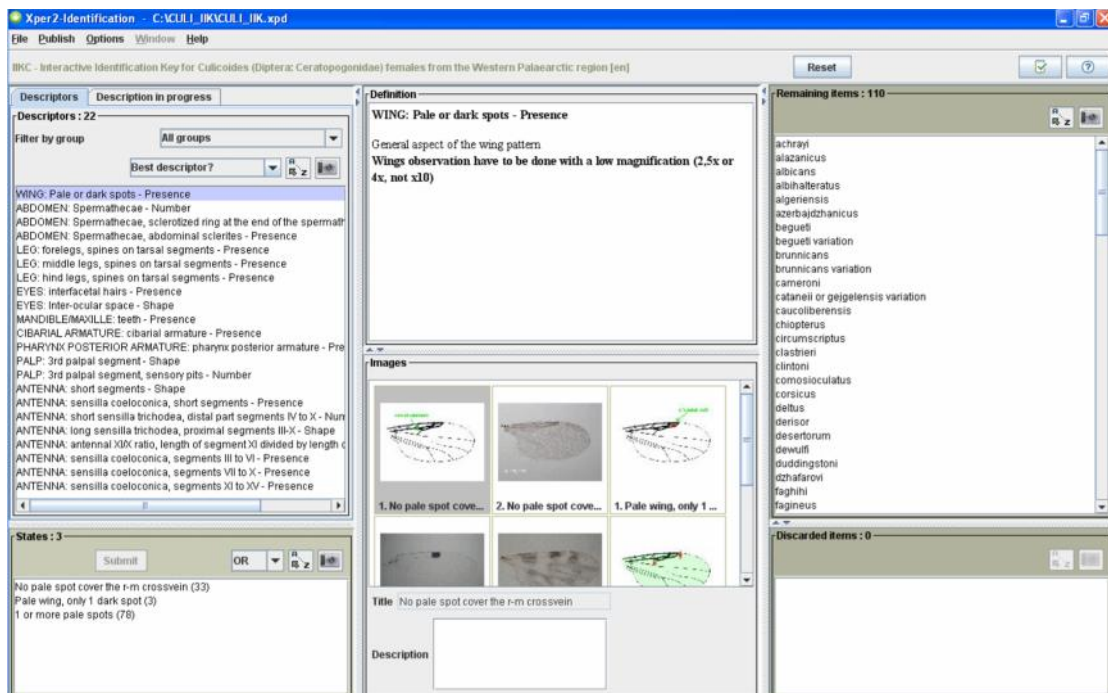


Photo de logiciel de l'identification des culicoides (Xper 2).



## *Annexes*

---

### **Annexe 4**



Photographie de *Culicoides obsoletus* (femelle) (**Cliché personnelle, Belkherchouche, 2013**).

### **Annexe 5**



Laile de l'espèce *Atrichopogon levis* (**cliché personnelle, 2018**).

## Résumé

Les *Ceratopogonides* sont des insectes hématophages qui infectent les animaux, surtout le genre *Culicoides*, Conduisant à des infections virales telles que la maladie de la Bluetongue.

Pour en savoir la diversité et la biodiversité de ces insectes, un échantillonnage de population de *Ceratopogonidae* a été réalisé dans deux régions d'étude (Zeribet El oued à Biskra et M'toussa à Khenchela) pendant une période d'étude de 10 jours dans la première et 6 jours dans le deuxième site.

Le processus de récolte a été fait en plaçant des pièges lumineux, on a récolté à la région de Zeribet El oued 159 individus représenté par 8 espèces .l'espèce *Parabzezzia petiolata* est la plus abondante, avec 54,08% suivie par *Atrichopogon levis* avec 20,12%, et à la région de M'toussa on a récolté 40 individus représentés 6 espèces. L'espèce *Culicoides insignis* la plus abondante, avec 45% suivie par *Culicoides obsoletus* avec 15%, les autres espèces sont rares.

**Mots clés :** *Ceratopogonides*, pièges lumineux, *Culicoides*, Zeribet El oued, M'toussa.

## Abstract

The family *Ceratopogonides* is a hematophagous insect that infects animals, genus *Culicoides* leading to viral infections such as Bluetongue disease.

To find out the Biodiversity diversity of this insect, a population sampling of ceratopogonidae was conducted in both Zeribet El Oued regions in Biskra and M'toussa in Khenchela during a 10 days' study period in Zeribet El Oued and 6 days in M'toussa.

The harvesting process was done by placing light traps, harvested in the area of Zeribet El wadi 159 individuals to 8 species, *Parabzezzia petiolata* is the most abundant species, with 54,08% followed by *Atrichopogon levis* with 20,12%, and in the region of M'toussa 40 individuals with 6 species were harvested, *Culicoides insignis* is the most abundant species, with 45% followed by *Culicoides obsoletus* with 15%, the other species are rare.

**Key words:** *Ceratopogonides*, light traps, *Culicoides*, Zeribet El oued, M'toussa.

*Ceratopogonides* هي حشرة ماصة للدم تقوم بلدغ الحيوانات، النوع *Culicoides* يؤدي إلى الإصابة بأمراض فيروسية كمرض اللسان الأزرق.

لمعرفة التنوع الحيوي لهذه الحشرة قمنا بأخذ عينات من منطقتي : زربية الواد بولاية بسكرة ومنطقة متوسة بولاية خنشلة 10 ايام بزربية الواد و6 ايام بمتوسة .

عملية الجمع تمت عن طريق وضع أفخاخ مضيئة وبذلك توصلنا إلى جمع 159 بزربية الواد متمث 8

*Parabzezzia petiolata* هو السائد بنسبة 54,08%، يليه *Atrichopogon levis* 20,12%

40 *Culicoides insignis* هو السائد بنسبة 45%، يليه النوع *Culicoides obsoletus* 6

15% فهي بنسب ضئيلة.

**Ceratopogonides Culicoides** أفخاخ مضيئة، زربية الواد، متوسة.