

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES
DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE LA BIOLOGIE ANIMALE**



MEMOIRE

En Vue De L'obtention Du Diplôme De Magister En Biologie Animale

OPTION

ZOOPARASITES ET VECTEURS FAVORISANT LEUR TRANSMISSION

THEME

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIODIVERSITE DES
CULICOIDES (DIPTERA, CERATOPOGONIDAE) RESPONSABLE DE
LA FIEVRE CATARRHALE DANS LA REGION EST-ALGERIEN
FOYER D'OUM EL BOUAGHI**

Présenté par M^{lle} Mounira BELKHARCHOUCHE

Devant le jury :

Président :	M. OUALJAOUI A.	MC(A) Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi
Rapporteur :	M ^{lle} . BERCHI S.	Professeur Université Constantine 1
Examineur :	M. LOUADI K.	Professeur Université Constantine 1
Examineur :	M. SAHEB M.	MC(A) Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi
Examineur :	M. SI BACHIR A.	Professeur Université El Hadj Lakhder Batna

Soutenue le: 24 Juin 2014

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DE SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE LA BIOLOGIE ANIMALE

MEMOIRE

En Vue De L'obtention Du Diplôme De Magister En Biologie Animale

OPTION

ZOOPARASITES ET VECTEURS FAVORISANT LEUR TRANSMISSION

THEME

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIODIVERSITE DES *CULICOIDES*
(*DIPTERA, CERATOPOGONIDAE*) RESPONSABLE DE LA FIEVRE
CATARRHALE DANS LA REGION EST-ALGERIEN
FOYER D'OUM EL BOUAGHI

Présenté par M^{lle} Mounira BELKHARCHOUCHE

Devant le jury :

Président : M. OULDJAOUI A. MC(A) Université Larbi Ben M'Hidi
Oum El Bouaghi

Rapporteur : M^{lle}. BERCHI S. Professeur Université Constantine 1

Examineur : M. LOUADI K. Professeur Université Constantine 1

Examineur : M. SAHEB M. MC(A) Université Larbi Ben M'Hidi
Oum El Bouaghi

Examineur : M. SI BACHIR A. Professeur Université El Hadj Lakhder Batna

Soutenue le : 24 Juin 2014

Remerciements

Au bon Dieu qui nous a donné foi, santé et le courage de mener ce travail

Au terme de ce travail, Je dois adresser mes plus sincères remerciements Au:

Pr. BERCHI Selima. Responsable du laboratoire de biosystématique et écologie des arthropodes, l'Université Constantine 1.

Ce travail n'aurait pas vu le jour et n'aurait pu aboutir sans son excellent encadrement. Un grand merci d'avoir accepté d'être rapporteur de ce travail.

Merci pour la grande disponibilité et gentillesse me sont très précieuses, pour son soutien que ce soit moral ou pédagogique.

Je remercie tous les membres du jury, de l'honneur qu'ils me font, en acceptant de juger mon travail.

Dr. OUALJAOUI Abdellah. Maître de Conférences (A) à l'Université d'Oum El Bouaghi. Qui me fait l'honneur de présider le jury. Hommages respectueux.

Pr. LOUADI Kamel. Professeur à l'Université de Constantine 1, pour m'avoir honoré en acceptant de juger ce travail.

Dr. SAHEB Menouar. Maître de Conférences (A) à l'Université d'Oum El Bouaghi.

Pour son intérêt pour mon travail, Merci d'avoir accepté d'examiner ce travail. Sincères remerciements.

Pr. SI BACHIR Abdelkarim. Professeur à l'Université de Batna.

Qui a bien voulu me faire l'honneur de juger ce travail. Sincères gratitude.

- Un remerciement particulier à l'endroit de **Pr. MERZOUG Djemou, le chef de projet de l'ouverture de cette session de Magister (parasitologie), qui nous a donné cette occasion si précieuse pour entamer le domaine de la recherche scientifique. Mes sincères gratitude.**

- A tous mes enseignants de l'année théorique de Magister: **Pr. Madjed Dj. Dr. OUALJAOUI A. Dr. BOULEHBEL S, Dr. BOULEKHSSAIM M, Dr. GORRAF N.** Mes sincères gratitude à eux, surtout, pour leurs intérêt et leurs encouragements.

- Je tiens à remercier le **Professeur Jean Yves ZIMMER.** Entomologiste à l'Université Gembloux Belgique. Pour son aide si précieuse, ses conseils et ses renseignements. Un grand merci.

- Mes vifs remerciements vont également au **Professeur Gérard DUVALLET.** Professeur Emérite Université Paul Valéry- Montpellier 3 France (Centre d'Ecologie fonctionnelle et évolutive). Pour ses renseignements et ses conseils prodigués. Un grand merci.

- J'exprime ma gratitude au **Professeur HARRAT Zoubir,** responsable du service de parasitologie à l'Institut Pasteur d'Alger, merci de m'avoir ouvert les portes du laboratoire, d'avoir participé et bénéficié de son expérience en Parasitologie et Entomologie, et d'avoir

permis de faire les premiers pas à l'identification. Merci pour ses précieux conseils et ses encouragements.

- Je tiens à remercier le **Dr. SADEK Abdelmadjid**. Directeur de l'institut des Sciences Vétérinaires à Souk Ahras, pour son aide et les documentations qu'il m'a fournit, également, pour sa disponibilité et ses encouragements.

Mes sincères gratitude vont s'adresser au **Dr. MERAIHIA Djamel**. Enseignant chercheur à l'Université Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et Vie, pour son aide et ses orientations.

- Mes reconnaissances vont également au **Pr. BERERHI**. Directeur de l'Institut des Sciences Vétérinaire, Université Constantine 1 (El Khroub) pour son disponibilité et son aide précieuse.

- Je suis très reconnaissante envers le **Pr. BENTOUNSI Borhane** (Institut des Sciences Vétérinaires à Université Constantine 1, El Khroub) pour ses conseils précieux et ses encouragements. Sincères gratitude.

- Je tiens à adresser mes reconnaissances et mes sincères remerciements au **Professeur MOULAI Riadh**. Professeur chercheur à l'Université de Béjaia. Pour son aide précieuse, son intérêt et ses conseils. Un grand merci.

- Je tiens à adresser mes vifs remerciements à l'équipe de recherche de l'Université de M'sila au sein de laquelle j'ai réalisé l'étude statistique. Pour son accueil chaleureux et son soutien durant mon séjour à M'sila. Je remercie tout particulièrement :

Le **Dr. BOUDRISSA Abdelkarim**. Directeur de l'Annexe Pasteur de M'sila, enseignant chercheur à l'Université de M'sila. Merci de m'avoir ouvert les portes du laboratoire, pour votre aide et vos précieux conseils.

Le **Dr. CHERIEF Abdelkader**, enseignant chercheur à l'Université de M'sila

Le **Dr. CHERIF Kamel**, enseignant chercheur à l'Université de M'sila, grâce à eux, j'ai pu mener jusqu'au bout les analyses statistiques. Merci aussi pour m'avoir aidé dans l'interprétation des résultats. Un grand merci, pour vos encouragements.

Dr. CHERIEF Nacera, enseignante chercheur à l'Université de M'sila

Pour sa disponibilité, sa gentillesse, ses conseils et son soutien, un grand merci.

- Au laboratoire Vétérinaire Régionale de Draa Ben Khedda à Tizi Ouzou, je suis très reconnaissante pour les nombreux conseils et l'aide précieuse de tous les membres du laboratoire. Ce fut un réel plaisir d'avoir pu travailler en leur compagnie, en particulier :

Docteur DJERBAL Mouloud. Docteur vétérinaire, enseignant chercheur à l'Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou. Chargé de la mission de la surveillance épidémiologique de la FCO en Algérie. Merci de m'avoir fait part de son expérience sur la fièvre catarrhale ovine, et m'avoir accueilli au sein du laboratoire vétérinaire régional (LVR) de Draa Ben Khedda, pour sa disponibilité dans les identifications.

Monsieur AREZKI Larbi. Le Technicien en Entomologie médicale et la taxonomie des *Culicoides* au Laboratoire Régional vétérinaire DBK à Tizi Ouzou.

Un grand merci, je lui dois beaucoup. Il a toujours été disponible pour m'aider à l'identification de mes spécimens (*Culicoides*), il a su me transmettre sa passion avec générosité. Sa rencontre est une grande richesse sur le plan personnel et professionnel.

Je n'oublie pas son accueil chaleureux et son soutien durant toute la durée du travail au Laboratoire.

Mes sincères gratitude vont également à **Madame AREZKI** et sa fille **AREZKI Lilia**.

Madame KACI MOUSSA Selima, Ingénieur en agronomie au LVR de DBK (Tizi Ouzou) ; J'ai beaucoup appris à ses côtés, pour sa gentillesse et son aide, un grand merci. J'espère bien qu'elle aura l'occasion de réaliser ses grands rêves.

- Mes remerciements s'adressent également au **Dr. BOUMAARAF Abdelaali**. Doyen de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université Abbès Laghrour de Khenchela, pour son appui et ses encouragements durant mon travail.

- A mes Collègues : **Dr. ADDAD Dalila**, **Dr. ABABSA Nawal** à l'université de Khenchela.

Mes remerciements pour leurs conseils, leurs encouragements et leurs aides.

- Tous mes mots de remerciements s'adressent également au **Dr. Noureddine D**, pour sa disponibilité, son aide, ses encouragements et ses conseils.

- Tous mes mots de remerciements vont aussi au **Dr. CHEMLAL Abdelaziz**, enseignant chercheur à l'Université d'Oum El Bouaghi (Faculté des droits) pour son intérêt et ses encouragements.

- J'adresse mes vifs remerciements à **Mr KHALDI A**, pour ses encouragements, ses conseils et son appui.

- Je remercie vivement **Sihem B**, responsable du service de la lutte contre les maladies à transmission hydrique et zoonoses à la Direction de la santé (DDS) d'Oum El Bouaghi, pour son aide sur les renseignements qu'elle a pu me fournir.

- A **M^{lle} CHENNI Mouni**, amie de longue date qui a aussi entrepris une carrière dans la recherche scientifique. Merci pour son amitié.

- A tous mes collègues de la promotion de Magister : **Mouna, Mounia, Loubna, Amina et Kenza**.

- Le travail de terrain a été réalisé grâce à la coopération des éleveurs et grâce à l'aide de Docteur vétérinaire Madame **CHENNI Farida** et **Islam** surtout à travers les fermes de la région de Sigus. Mes vifs remerciements pour leur aide.

- Je tiens à adresser tous mes remerciements et mes reconnaissances envers **Monsieur AOUN Mabrouk**. Chef de la Daira d'Ain Babouche., Pour son aide et son appui. merci.

- Mes remerciements vont également au personnel de la Daira d'Ain Babouche. Merci à tous ceux qu'ils m'ont aidé pour réaliser ce travail: **Afaf, Zineb, Amira, Samira, Zina, Nassima, Laarbi, Anouar, Chamama, Karima, Ahmed, Smail...**

A tous les autres que je n'ai pas pu citer, je ne les oublie pas...

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents, que Dieu les bénisse ;

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à mes parents, évidemment, car sans leur confiance et leur énorme soutien je n'en serais jamais arrivé là.

**A mes frères : *Halim et sa femme Hayette*
*Toufik et Sofiane***

A mes sœurs :

Sihem* et son mari *Redha Ouniss

A ma petite nièce *Rym (D)*, Que Dieu la bénisse.

Samira, Fouzia, Saida et Naima

Pour leurs encouragements et soutien

A Mes Collègues de l'université

A Mes collègues de travail

*A Mes chères amies et collègues *Mouni et Nour**

SOMMAIRE

Remerciements	Erreur ! Signet non défini.
Liste des tableaux	Erreur ! Signet non défini.i
Liste des figures	Erreur ! Signet non défini.ii
Liste des abreviations.....	Erreur ! Signet non défini.v

INTRODUCTION.....	Erreur ! Signet non défini.
-------------------	-----------------------------

CHAPITRE I : ETAT DES CONNAISSANCES	Erreur ! Signet non défini.
---	-----------------------------

1.1- Historique de la Fièvre Catarrhale Ovine (FCO)	Erreur ! Signet non défini.
1.2- Fièvre catarrhale ovine et transmission vectorielle	Erreur ! Signet non défini.
1.3- Le vecteur : Les <i>Culicoides</i>	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1- Le genre <i>Culicoides Latreille 1809</i>	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.1- Aperçu systématique	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.2- Répartition géographique des <i>Culicoides</i>	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3- Morphologie générale	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.1- Morphologie des stades immatures	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.1.1- Œufs.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.1.2- Larves	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.1.3- Nymphes	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.2- Morphologie des stades matures	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.2.1- La tête	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.2.2- Le thorax	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.2.3- Les ailes	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3.2.4- Abdomen	Erreur ! Signet non défini.

1.3.1.3.2.5- Les pattes	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.4- Biologie et écologie des <i>Culicoides</i>	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.4.1- Cycle évolutif	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.4.2- Nutrition	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.4.3- Dispersion.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.4.4 - Gites de repos des adultes et gites larvaires	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.5- Influence des facteurs environnementaux climatiques sur les <i>Culicoides</i> ..	Erreur ! Signet non défini.
Signet non défini.	
1.3.1.5.1- Le vent.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.5.2- La température.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.5.3- L'humidité et précipitation	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.5.4- Le sol	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.6- Comportement et préférences trophique	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.7 - Importance médicale et vétérinaire des <i>Culicoides</i>	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.7.1- La fièvre catarrhale ovine (FCO)	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.7.1.1- L'agent pathogène : le virus	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.7.1.2- Hôtes : vertébrés sensibles.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3.2- La répartition des <i>Culicoides</i> en Algérie	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDEErreur ! Signet non défini.

2.1-Situation Géographique.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2- Facteurs abiotiques	Erreur ! Signet non défini.
2.2.1- Caractéristiques géomorphologiques.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.2- Caractéristiques pédologiques	Erreur ! Signet non défini.
2.2.3- Hydrologie et ressources en eau	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4 - Facteurs climatiques de la région.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4.1- Température	Erreur ! Signet non défini.

2.2.4.2-Pluviosité.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4.3 -L'humidité relative.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4.4- Le vent	Erreur ! Signet non défini.
2.2.5 - Analyse climatique	Erreur ! Signet non défini.
2.2.5.1- Diagramme ombrothermique De Gaussen.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.5.2- Diagramme pluviométrique d'Emberger	Erreur ! Signet non défini.
2.3 - Facteurs biotiques de la région d'étude.....	Erreur ! Signet non défini.
2.3.1- Diversité floristique	Erreur ! Signet non défini.
2.3.2- Diversité faunistique.....	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.....	Erreur ! Signet non défini.
3.1- Le choix des stations d'étude	Erreur ! Signet non défini.
3.2-Présentation des stations d'étude.....	Erreur ! Signet non défini.
3.2.1- Commune d'Ain Babouche : Station 1	Erreur ! Signet non défini.
3.2.2- Commune d'Ain Babouche: Station 2 (Mechta Bir Chehem).....	Erreur ! Signet non défini.
3.2.3- Commune d'Ain Diss : Station 3 (Mecheta El Hassi)	Erreur ! Signet non défini.
3.2.4- Commune de Berriche : Station 4	Erreur ! Signet non défini.
3.2.5- Commune de Sigus : Station 5	Erreur ! Signet non défini.
3.3-Matériel de piégeage	Erreur ! Signet non défini.
3.4-Méthode d'échantillonnage	Erreur ! Signet non défini.
3.4.1-Technique de piégeage	Erreur ! Signet non défini.
3.4.2-Tri et identification.....	Erreur ! Signet non défini.
3.5- Méthodes d'exploitation et d'analyse des résultats.....	Erreur ! Signet non défini.
3.5.1- Evolution qualitative de la faune Culicoidienne.....	Erreur ! Signet non défini.
3.5.1.1- Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage.....	Erreur ! Signet non défini.

- 3.5.1.2 - Exploitation des résultats par les indices écologiques **Erreur ! Signet non défini.**
- 3.5.1.2.1- Emploi d'indices écologiques de composition.....**Erreur ! Signet non défini.**
- 3.5.1.2.2- Indices écologiques de structure**Erreur ! Signet non défini.**
- 3.5.2- Evolution quantitative de la faune Culicoidienne.....**Erreur ! Signet non défini.**
- 3.5.2.1- Exploitation des résultats par des méthodes statistiques..... **Erreur ! Signet non défini.**
- 3.5.2.1.1- L'analyse des composantes principales (ACP)**Erreur ! Signet non défini.**
- 3.5.2.1.2- L'analyse factorielle des correspondances (AFC)**Erreur ! Signet non défini.**

CHAPITRE IV : RESULTATSErreur ! Signet non défini.

- 4.1- Inventaire faunistique des *Culicoides* capturées dans la région d'Oum El Bouaghi**Erreur ! Signet non défini.**
- 4.1.1- Liste des *Culicoides* répertoriées dans la région d'Oum El Bouaghi... **Erreur ! Signet non défini.**
- 4.2- Répartition spatiale des *Culicoides* dans la région d'Oum El Bouaghi **Erreur ! Signet non défini.**
- 4.3 - Répartition temporelle des effectifs des espèces Culicoidienne capturées **Erreur ! Signet non défini.**
- 4.4- Evolution spatio-temporelle des espèces des *Culicoides* capturées selon leur sexe
.....**Erreur ! Signet non défini.**
- 4.5- Analyse de la faune Culicoidienne.....**Erreur ! Signet non défini.**
- 4.5.1- Examen des résultats par la qualité d'échantillonnage.....**Erreur ! Signet non défini.**
- 4.6 - Exploitation des résultats par des indices écologiques.....**Erreur ! Signet non défini.**
- 4.6.1 - Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition **Erreur ! Signet non défini.**
- 4.6.1.1 - Richesses spécifiques des espèces des *Culicoides* capturées **Erreur ! Signet non défini.**
- 4.6.1.2 - Richesse moyenne des espèces capturées dans toutes les stations d'étude
.....**Erreur ! Signet non défini.**

4.6.1.3 - Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces capturées	
Erreur ! Signet non défini.	
4.6.1.3.1-Abondances relatives des espèces récoltées dans la région d'Oum El Bouaghi	
.....	Erreur ! Signet non défini.
4.6.1.3.2- Abondances relatives des <i>Culicoides</i> les mieux représentées.....	79
4.6.1.3.3-Abondances relatives des espèces des <i>Culicoides</i> récoltées selon leur sexe	
.....	Erreur ! Signet non défini.
4.6.1.3.4-Abondances relatives des espèces récoltées dans les stations d'étude..	Erreur !
Signet non défini.	
4.6.1.3.5-Abondances relatives des espèces récoltées dans chaque stations	84
4.6.2 - Indices écologiques de structure.....	88
4.6.2.1- Analyse par l'indice de Shannon- Weaver et l'indice d'équitabilité	Erreur !
Signet non défini.	
4.7- Exploitation des résultats par des méthodes statistiques.....	Erreur ! Signet non défini.
4.7.1- L'ACP appliquée sur les espèces inventoriées dans les 5 stations d'étude	89
4.7.1.1- L'ACP appliquée aux espèces en fonction des saisons de captures	89
4.7.1.2- L'ACP appliquée sur les espèces en fonction des stations d'étude	Erreur ! Signet non défini.
4.7.2- L'AFC appliquée sur les espèces inventoriées dans les 5 stations d'étude	Erreur !
Signet non défini.	
4.8. Effet des facteurs climatiques et géographique sur la diversité des <i>Culicoides</i>	Erreur !
Signet non défini.	
4.8.1- Biodiversité et altitude.....	Erreur ! Signet non défini.
4.8.2- Effet des facteurs climatiques.....	97
CHAPITRE V: DISCUSSION	Erreur ! Signet non défini.
5.1- Inventaire faunistique global.....	Erreur ! Signet non défini.
5.1.1- Composition globale de la faune Culicoidienne	Erreur ! Signet non défini.

5.1.2- Répartition spatiale des <i>Culicoides</i> dans chaque station d'étude ..	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2.1-Inventaire des <i>Culicoides</i> dans la ferme d'Ain Babouche	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2.2-Inventaire des <i>Culicoides</i> dans la ferme de Bir Chehem	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2.3-Inventaire des <i>Culicoides</i> dans la ferme d'El Hassi (Ain Diss)	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2.4-Inventaire des <i>Culicoides</i> dans la ferme de Berriche....	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2.5-Inventaire des <i>Culicoides</i> dans la ferme de Sigus.....	Erreur ! Signet non défini.
5.1.3- Répartition et abondances des <i>Culicoides</i> selon leur sexe et la saison..	Erreur ! Signet non défini.
5.1.5- Répartition des principales espèces récoltées.....	Erreur ! Signet non défini.
5.2- Résultats exploités par les indices écologiques et analyses statistiques.....	107
5.2.1- La qualité d'échantillonnage	Erreur ! Signet non défini.
5.2.2- Exploitation des résultats par des indices écologiques.....	Erreur ! Signet non défini.
5.2.2.1-Abondances relatives	Erreur ! Signet non défini.
5.2.2.2-Richesse spécifique	111
5.2.2.3-Indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité.....	Erreur ! Signet non défini.
5.2.2.4- Analyse des composantes principales (ACP) et Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	Erreur ! Signet non défini.
5.3- Facteurs climatiques	Erreur ! Signet non défini.
CONCLUSION.....	Erreur ! Signet non défini.
BIBLIOGRAPHIE.....	Erreur ! Signet non défini.
Webographie.....	139
ANNEXES.....	141
Résumé	159

Abstract.....Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau 1 : La synonymie de quelques espèces de *Culicoides*

Tableau 2,3,4 : Les principaux pathogènes transmis par les *Culicoides*

Tableau 5 : Liste de 47 espèces des *Culicoides* recensées en Algérie (Djeral et *al.*, 2009)

Tableau 6 : Principaux Oueds dans la Wilaya d'OEB

Tableau 7 : Températures mensuelles moyennes, maxima et minima d'Oum El Bouaghi

Tableau 8 : Pluviométries mensuelles moyennes d'Oum El Bouaghi durant 2013

Tableau 9 : Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative d'OEB durant 2013

Tableau 10 : Vitesse maximale et moyenne mensuelle des vents à OEB en 2013

Tableau 11 : Les valeurs des M et m (°C) (période 2004-2013) dans la région d'OEB

Tableau 12 : Les valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger (période 2004-2013) dans la région d'Oum El Bouaghi

Tableau 13 : Les valeurs climatiques dans la région d'OEB durant dix années (2004-2013)

Tableau 14 : Situation épidémiologique de la blue tongue à Oum El Bouaghi (2000- 2010)

Tableau 15 : Fiche de renseignements des piégeages

Tableau 16: Liste globale des espèces de *Culicoides* récoltées dans la région d'étude d'OEB

Tableau 17 : Répartition temporelle des *Culicoides* récoltées pendant la période d'étude

Tableau 18 : Evolution spatio-temporelle des *Culicoides* récoltées selon leur sexe

Tableau 19: Répartition spatiale de la richesse spécifique des *Culicoides* recensées

Tableau 20 : Evolution spatio-temporelle de la richesse spécifique des *Culicoides*

Tableau 21 : Richesses moyennes des espèces capturées dans la région d'étude

Tableau 22 : Abondances relatives stationnelles des espèces des *Culicoides* les plus représentatives

Tableau 23 : Abondances relatives saisonnières des espèces des *Culicoides* les plus représentatives

Tableau 24 : Abondances relatives spatio-temporelles des espèces recensées selon leur sexe

Tableau 25 : Abondances relatives des espèces recensées dans les stations d'étude

Tableau 26 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon- Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale ($H' \text{ max}$) et l'indice d'équitabilité des espèces des *Culicoides*

Tableau 27 : La matrice de corrélation

Tableau 28 : Valeurs propres et pourcentages de variabilités extraites sur les 5 axes

Tableau 29 : Valeurs propres et poucentages d'inertie (AFC)

Tableau 30 : Les indices de diversité en fonction de l'altitude

Tableau 31 : Valeurs des températures moyennes, minimales, la pluviométrie, l'humidité relatives, la richesse, l'abondance relative (%) pendant la période d'étude (2013)

Liste des figures

- Figure 1:** Classification simplifiée des *Ceratopogonidae* (Délecolle, 1995)
- Figure 2 :** Zones de répartition des principaux vecteurs de la fièvre catarrhale dans le monde
- Figure 3 :** Schéma de 3 espèces : *Culicoides (Avaritia) obsoletus*, *C.(Culicoides) pulicaris*, *C.(Monoculicoides) nubeculosus* (Délecolle, 1995)
- Figure 4 :** Morphologie générale du genre *Culicoides* (*Diptera, Ceratopogonidae*)
- Figure 5 :** Œuf de *Culicoides* (Anonyme, 2013)
- Figure 6 :** Représentation d'une larve du genre *Culicoides* (Délecolle, 1995)
- Figure 7a :** Schéma représentant un *Culicoides* au stade nymphal (Delécolle *et al.*, 2000)
A : Céphalothorax ; B : Abdomen
- Figure 7b:** Photographie de la nymphe de *Culicoides parroti* (Délecolle, 2000)
- Figure 8a:** Schéma représentant de la face ventrale et dorsale de la nymphe d'un *Culicoides* mâle (Délecolle, 1995)
- Figure 8b :** Schéma représentant de la face ventrale et dorsale de la nymphe d'un *Culicoides* femelle (Délecolle, 1995)
- Figure 9 :** Schéma d'une tête de *Culicoides* femelle (Délecolle, 1995)
- Figure 10 :** Schéma d'une tête de *Culicoides* mâle (Délecolle, 1995)
- Figure 11 :** Schéma représentant les cinq types de sensilles antennaires (Cornet, 1974; Délecolle, 1995)
- Figure 12:** Schéma représentant les pièces buccales de *Culicoides* (Délecolle, 1995)
- Figure 13a :** Schéma du thorax de *Culicoides*, vue de profil (Délecolle, 1995)
- Figure 13b:** Schéma du thorax de *Culicoides*, vue dorsale (Délecolle, 1995)
- Figure 14 :** Représentation d'une aile de l'espèce *Culicoides imicola* (Delécolle *et al.*, 2002)
- Figure 15 :** Schéma représentant une aile typique d'un *Culicoides* (Delécolle, 1995)
- Figure 16 :** Schéma représentant l'appareil génital mâle (Hypopygium) (Délecolle, 1995)
- Figure 17 :** Schéma représentant l'appareil génital femelle (Délecolle, 1995)
- Figure 18 :** Représentation schématique des pattes de *Culicoides* (Delécolle, 1995)
- Figure 19 :** Repas sanguin de *Culicoides imicola* (Baldet, Mathieu *et al.*, 2003)
- Figure 20 :** Cycle biologique des *Culicoides* (Purse *et al.*, 2005 in Walzer, 2009)
- Figure 21 :** Photographie d'un *Culicoides* se gorge sur l'Anophèle (Yajun Ma *et al.*, 2013)
- Figure 22 :** Répartition mondiale des 26 sérotypes de virus de la FCO (Mathieu, 2011)
- Figure 23 :** Situation géographique de la région d'étude d'Oum El Bouaghi (Anonyme, 2013)
- Figure 24 :** Diagramme ombrothermique de la région d'Oum El Bouaghi
- Figure 25 :** Situation de la région d'Oum El Bouaghi dans le climagramme d'Emberger
- Figure 26 :** Localisation des 5 stations d'étude et les sites de piégeages
- Figure 27 :** Situation de la commune d'Ain Babouche (Station 1) et localisation du site (1) (Google Maps, 2013)
- Figure 28:** Localisation du site de piégeage (1) de la station (1) (Google earth, 2013)
- Figure 29 :** Photographie de piège LUV posé dans le site (1) de piégeage
- Figure 30 :** Photographie représente les milieux préférés par les *Culicoides*
- Figure 31 :** Localisation de la ferme (C) de la station d'Ain Diss (Cliché personnel, 2013)
- Figure 32 :** Situation de la Station (4) de Berriche (Image prise de Google earth, 2013)

- Figure 33** : Situation de la ferme (D) de la station de Berriche (Cliché personnel, 2013)
- Figure 34** : Situation géographique de la commune de Sigus (Google-Earth, 2013).
- Figure 35** : Situation de la ferme d'élevage (E) de la Station 5 Sigus
- Figure 36** : Photographie représente le modèle original de piège lumineux ultraviolet (LVR, Tizi Ouzou)(Cliché personnel, 2013)
- Figure 37** : Photographie représente le piège lumineux ultraviolet (montage personnel) (photo originale, 2013)
- Figure 38** : Photographie des différentes étapes de piégeage et la récolte des *Culicoides* dans les 5 stations d'étude (Cliché personnel, 2013)
- Figure 39** : Le tri des échantillons à la loupe binoculaire (Zeiss) (*Laboratoire de l'Institut Pasteur d'Alger*)
- Figure 40** : Les étapes de l'identification des *Culicoides* à la loupe binoculaire. Laboratoire Vétérinaire Régional de Tizi Ouzou
- Figure 41** : Histogramme représentant la totalité d'espèces des *Culicoides* récoltées
- Figure 42**: Abondances relatives des *Culicoides* collectées selon le s/genre et espèces
- Figure 43** : Distribution stationnelle des *Culicoides* récoltées
- Figure 44** : Fluctuations mensuelles des *Culicoides* collectées
- Figure 45**: Répartition spatio-temporelle des *Culicoides* collectées selon leur sexe
- Figure 46**: Répartition des *Culicoides* recensées selon leur sexe dans les 5 stations de captures
- Figure 47** : Fluctuation spatio-temporelle de la richesse spécifique des *Culicoides*
- Figure 48** : Variation de la richesse moyenne des *Culicoides* collectées
- Figure 49** : Abondances relatives des *Culicoides* récoltées pendant la période d'étude
- Figure 50** : Répartition stationnelle des espèces des *Culicoides* les plus représentatives
- Figure 51** : Répartition saisonnière des espèces des *Culicoides* les plus représentatives
- Figure 52** : Abondances relatives des *Culicoides* males et femelles
- Figure 53** : Abondances relatives saisonnières des *Culicoides* femelles et males
- Figure 54** : Abondances relatives des *Culicoides* dans les stations d'étude
- Figure 55a** : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltés dans la ferme d'Ain Babouche
- Figure 55b** : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltés dans la ferme de Bir Chehem
- Figure 55c** : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltés dans la ferme d'El Hassi
- Figure 55d** : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltés dans la ferme de Berriche
- Figure 55e** : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltés dans la ferme de Sigus
- Figure 56** : Variation spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité dans les stations d'étude
- Figure 57** : Représentation graphique des axes factoriels de l'analyse en composante principale
- Figure 58** : Carte factorielle axe (F1-F2) des stations des captures des *Culicoides*
- Figure 59** : Analyse en composantes principales appliquées sur les espèces
- Figure 60**: Carte factorielle axe (F1XF2) de la répartition des différentes espèces de *Culicoides* dans les 5 stations
- Figure 61** : Variation de la diversité en fonction de l'altitude dans les stations d'étude
- Figure 62** : Variation mensuelle de la diversité en fonction des paramètres climatiques
- Figure 63** : Photographie d'un *Culicoides imicola* male et femelle
- Figure 64** : Photographie d'un *Culicoides punctatus* femelle

Figure 65 : Photographie d'un *Culicoides circumscriptus* femelle

Figure 66 : Photographie d'un *Culicoides scoticus* femelle

Figure 67: Photographie d'un *Culicoides obsoletus* femelle

Figure 68a : Photographie d'un *Culicoides newsteadi* vue ventrale femelle

Figure 68b: Photographie d'un *Culicoides newsteadi* vue de profil

Figure 69: Cartographie représente la répartition spatiale des espèces des *Culicoides* dans la région d'étude Oum El Bouaghi

Figure 70: Cartographie représente l'abondance relative des espèces des *Culicoides* recensés dans la région d'étude Oum El Bouaghi

Liste des abréviations

BT : La Blue Tongue

BTV : Blue Tongue Virus

CDC : Centre for Disease Control

DDS : Direction de la Santé

DSA : Direction des Services Agricoles

FCO : La Fièvre Catarrhale Ovine

IPA : Institut Pasteur d'Algérie

LVR : Laboratoire Vétérinaire Régional

OEB : Oum El Bouaghi

OIE : Office Internationale des Epizooties

ONM : Office nationale de la Météorologie

OVI : Onderstepoort veterinary institute in South Africa

PLUV : Piège Lumineux Ultraviolet

S s/g : espèce sans affiliation sous générique précise

SIG : Système d'Information Géographique

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les insectes constituent actuellement une des formes de vie animale la plus importantes sur terre, avec un million d'espèces. Chez ce groupe, les phénomènes biologiques sont complexes et des stratégies d'interaction avec leur biosphère existent allant du commensalisme au réel parasitisme (Waage, 1979 in Viennet, 2011). Les insectes peuvent être pathogènes pour les vertébrés, ou hôtes d'agent pathogènes (transporteurs, hôtes intermédiaires, vecteurs) ; parmi ces insectes nuisibles pour les vertébrés, les insectes hématophages occupent une place particulière du fait des maladies vectorielles qui en découlent (Rodhain et Perez, 1985). Des procédures préventives par les insecticides existent. Néanmoins, depuis environ 30 ans, l'émergence et l'introduction des maladies à transmission vectorielle sont à signaler. De nombreux facteurs peuvent expliquer l'augmentation de maladies à transmission vectorielle. C'est le cas en Algérie où le virus responsable de la fièvre catarrhale ovine (FCO) est signalé durant l'été 2000. Ce virus en provenance de Tunisie s'expliquerait par les vents violents enregistrés durant cette période. Plusieurs autres facteurs favorisent l'introduction, la propagation et la diffusion rapide de cette maladie vectorielle tels que les mouvements d'animaux, dispersion par les vents de moucheron infectés et l'augmentation globale de la température (Tabachnick, 2004; Purse et Rogers, 2009; Guis *et al.*, 2011).

Ce virus de la FCO, appartenant au genre *Orbivirus* (*Reoviridae*), est transmis par des petits moucheron hématophages du genre *Culicoides* (*Diptera* : *Ceratopogonidae*) (Du Toit, 1944). 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.

La connaissance de la bio-écologie de *Culicoides* est importante car elle permet de mettre en place les systèmes de surveillance pour avoir les données sur la distribution et la dynamique de population des espèces de *Culicoides* (Torina *et al.*, 2004; Purse *et al.*, 2006; Takken *et al.*, 2008 in Viennet, 2011). En outre, la distribution du virus est liée à la présence de vecteurs compétents, d'hôtes susceptibles et d'environnement approprié (Viennet, 2011).

Bien que la diversité des *Culicoides* soit importante avec un peu plus de 1300 espèces dans le monde appartenant à 36 sous genre (Beckenbach et Borkent, 2003 ; Tabachnick, 2010 cité in Viennet, 2011), une trentaine d'espèces seulement sont impliquées en tant que vecteurs du virus de la FCO dans le monde (Meiswinkel *et al.*, 2004 in Viennet, 2011).

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

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

Aussi, le travail présenté s'intéresse essentiellement aux *Culicoides*, vecteurs potentiels de la fièvre catarrhale ovine (FCO), présents dans notre région d'étude, à savoir la région d'Oum El Bouaghi (OEB). Cette région est particulièrement intéressante pour avoir subi une émergence de la FCO dans les années 2000.

L'objectif de notre étude est une contribution à établir un inventaire des espèces de *Culicoides* au niveau de cinq stations de la région d'Oum El Bouaghi. Les résultats obtenus permettent de mieux appréhender l'étude de la biodiversité des espèces identifiées.

Ce mémoire s'articule autour de cinq chapitres. Le premier est une synthèse bibliographique qui englobe l'état des connaissances sur la maladie provoquée par ces arthropodes à savoir la Blue Tongue ainsi, qu'un aperçu sur la répartition, la systématique, la bioécologie et l'importance médicale des *Culicoides*. Le deuxième chapitre retrace la présentation de la région d'étude (OEB). le chapitre trois présente le matériel et les méthodes utilisés pour nos investigations entomologiques, suivi par la technique d'échantillonnage des *Culicoides*. Dans le chapitre quatre, sont présentés les résultats obtenus et leurs analyses. Dans le chapitre cinq, une discussion est élaborée en référence à des travaux réalisés par d'autres auteurs.

Notre mémoire se termine par une conclusion accompagnée de perspectives.

CHAPITRE I

Etat des connaissances

CHAPITRE I : ETAT DES CONNAISSANCES

1.1- Historique de la Fièvre catarrhale ovine (FCO)

La FCO a été décrite pour la première fois à la fin du XIX^{ème} siècle en Afrique du sud, sur un troupeau de moutons de race « mérinos » (Perrin, 2007 ; Coetzee *et al.*, 2012) importé d'Europe. La maladie était nommée tout d'abord par « Fièvre » ou « catarrhe épizootique » et plus tard par « fièvre catarrhale paludéenne » par Hutcheon en 1902 qui avait fait la première description de la maladie (Perrin, 2007). Elle fut renommée ensuite « bluetongue » par Spreull en 1905 (Coetzee *et al.*, 2012 ; Pujols, 2012).

Ce n'est qu'à partir de 1943 que les premières épizooties de la FCO furent signalées dans le bassin méditerranéen (Gambles, 1949 ; Pujols, 2012), dans le Proche Orient et en Asie et dans le sud de l'Europe (Verwoed et Erasmus, 1994, 2004 ; Perrin, 2007 ; Pujols, 2012). La FCO fut ensuite signalée dès les années 1950 sur le continent américain. Actuellement, la répartition de la FCO est connue de tous les continents.

1.2- Fièvre catarrhale ovine et transmission vectorielle

La fièvre catarrhale ovine (FCO) ou maladie de la langue bleue ou encore bluetongue, est une maladie réputée, *reovirose* ou *arbovirose*, virale, infectieuse, non contagieuse des ruminants. Elle est non zoonotique affectant les ruminants domestiques et sauvages, principalement les ovins. L'importance de cette maladie tient à sa large répartition géographique, son potentiel de diffusion rapide et ses conséquences économiques majeures. Ce qui justifie son inscription sur la liste A des maladies à notifier par l'OIE (Office international des épizooties) (OIE, 2006).

Cette maladie est quasi exclusivement vectorielle (Mellor *et al.*, 2000). D'un point de vue épidémiologique, seule la transmission vectorielle permet la diffusion et le maintien de la maladie (Brugère et Picoux, 1994., Guis, 2007). Cette transmission se fait par l'intermédiaire d'un diptère hématophage genre *Culicoides*, par des piqûres de ces moucheron infectés dont ils s'infectent eux même par piqûre et le reste toute sa vie. Le virus incriminé est à ARN double brins avec actuellement 24 sérotypes (Perrin, 2007), appartenant au germe *Orbivirus* de la famille des *Reoviridae*.

Du Toit (1942, 1944) à travers ses travaux en Afrique du sud, a montré et identifié l'insecte incriminé dans l'apparition de cette affection ; il a également prouvé la possibilité de la

transmission du BTV d'une brebis virémique vers une autre brebis sensible par l'intermédiaire des *Culicoides*, principalement *C.imicola* (Du Toit, 1944 in Ninio, 2011).

Notons que beaucoup d'espèces constituent un réservoir épidémiologique ne présentant pas de signes cliniques comme chez les espèces sensibles tels le cerf, le mouflon méditerranéen, le chameau et la gazelle (Rossi *et al.*, 2010 in Ninio, 2011).

1.3- Le vecteur : Les *Culicoides*

1.3.1- Le genre *Culicoides* Latreille 1809

1.3.1.1- Aperçu systématique

C'est au début du 19ème siècle, que le genre *Culicoides* fût créé par Latreille 1809. Ce genre divisé en nombreux sous-genres, fait partie des 60 genres qui constituent la sous/famille des *Ceratopogoninae* ; c'est aussi le seul genre de la tribu *Culicoidini* Kieffer, 1911 (Cornet, 1974), qui figure parmi les 125 genres qui constituent la famille des *Ceratopogonidae* (Kremer, 1965 in Ninio, 2011; Rigot, 2011). Cette dernière comprend environ 5500 espèces (Mellor *et al.*, 2000). Le genre *Culicoides* comprend 1300 espèces dont 1% d'entre elles sont incriminées dans la transmission de la FCO (Pujols, 2012). Un organigramme sur la position systématique des *Ceratopogonidae* est proposé par Délecolle (1995) (figure 1).

Les espèces sont classées dans l'un des 39 sous genre (Borkent et Wirth, 1997 ; Borkent, 2008 in Ninio, 2011) ; elles sont largement réparties sur l'ensemble du globe et leur bio-écologie est encore mal connue (Mellor *et al.*, 2000). Par ailleurs, leur biodiversité diffère selon les régions biogéographiques avec une typologie bien délimitée (Guillaume *et al.*, 2012). La synonymie de quelques espèces est proposée dans l'annexe 1, tableau 1.

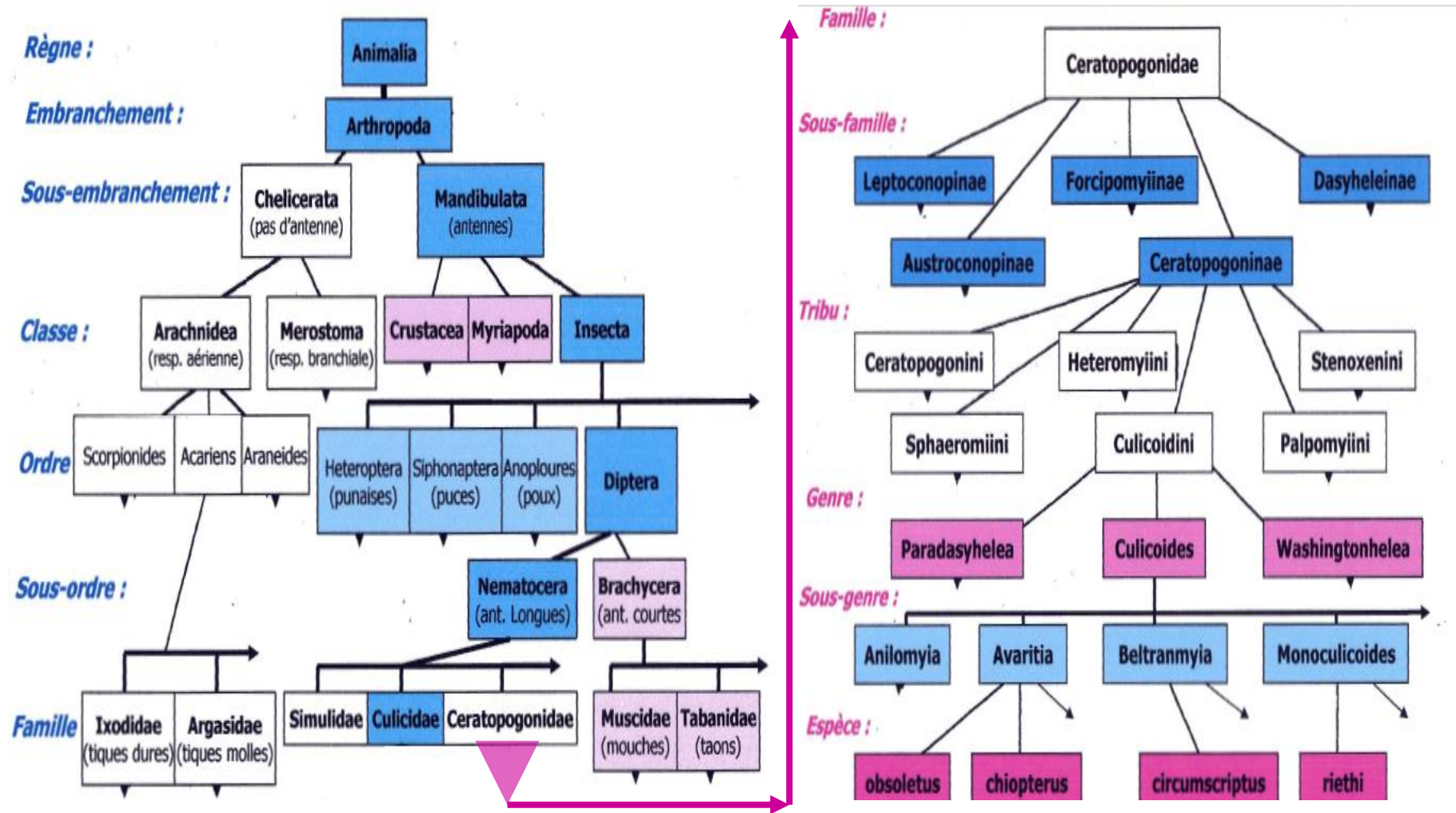


Figure 1: Classification simplifiée des *Ceratopogonidae* (Délecolle, 1995)

1.3.1.2-Répartition géographique des *Culicoides*

Les *Culicoides* peuvent être retrouvés dans la majorité des écosystèmes, d'ailleurs la grande diversité d'espèces explique que certaines sont capables de s'adapter à un environnement particulier (Kettle, 1984 ; Périe *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010). Les espèces des *Culicoides* sont fréquentes dans tous les continents de la planète : des zones tropicales jusqu'à la toundra, allant de 35° sud, et 40° nord de latitude, du niveau de la mer à 4000 m d'altitude. Ainsi, la répartition est quasiment mondiale à l'exception de l'antarctique (Périe *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010 ; Mellor *et al.*, 2000 in Ninio, 2011). Notons que, seules certaines d'entre elles ont une réelle capacité vectorielle (Périe *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010).

❖ Répartition mondiale

Une synthèse réalisée par Purse *et al.*, (2005) montre la répartition géographique des principales espèces responsables de la fièvre catarrhale (figure 2).

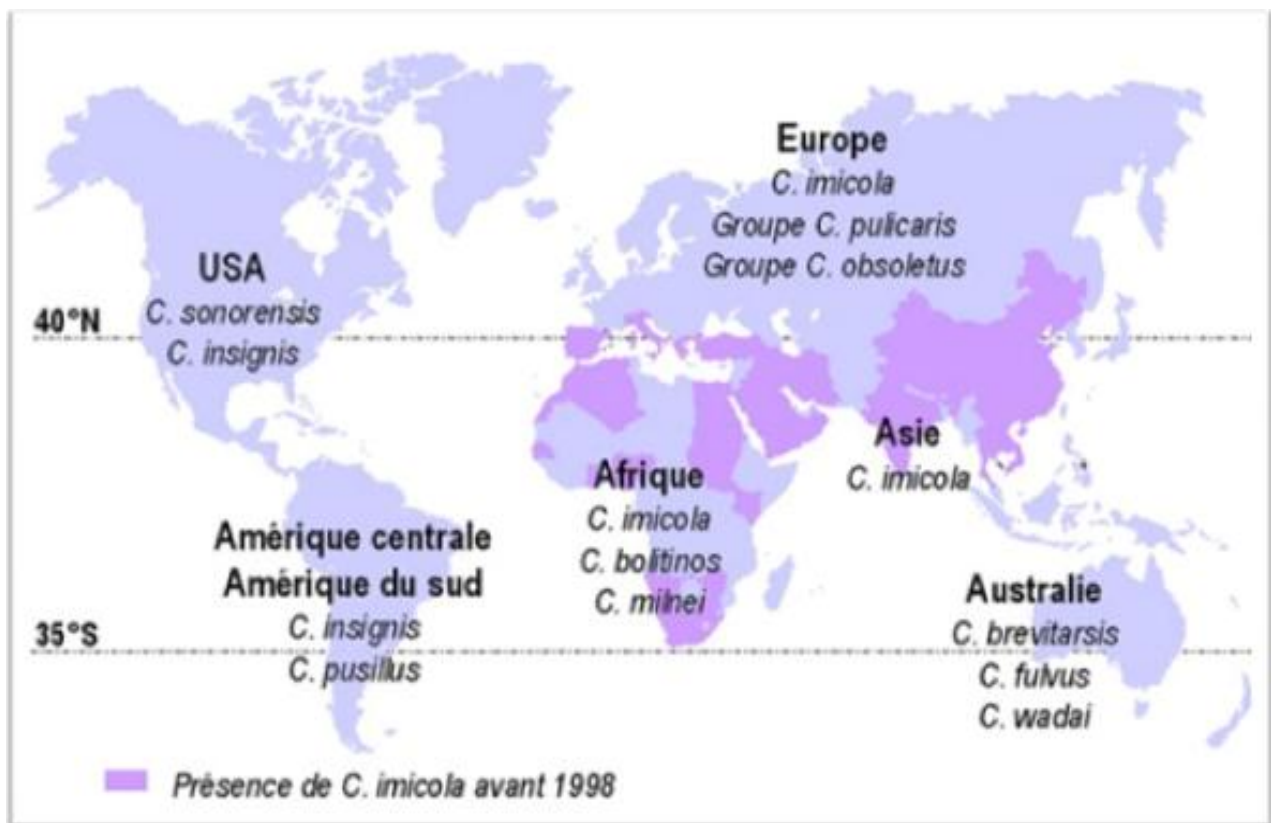


Figure 2 : Zones de répartition des principaux vecteurs de la fièvre catarrhale dans le monde (Purse *et al.*, 2005)

1.3.1.3- Morphologie générale (figure 3, 4)

Les *Culicoides* sont des diptères Nématocères dont seules les femelles sont hématophages, les mâles ne nourrissant que de nectar (floricole) (Geoffroy, 2010 ; Périe *et al.*, 2005 in Pujols, 2012). Ces diptères présentent un corps élancé, divisé en trois parties distinctes à savoir, la tête, le thorax et l'abdomen. Des ailes velues recouvrent le dos au repos et des antennes longues et filiformes, globuleuses à la base, sont constituées de 12 à 16 articles agencées comme des grains de chapelets. La zone des cellules radiales sur les ailes apparaît condensée (Geoffroy, 2010). Les ailes constituent l'un des critères d'identification pour les insectes du genre *Culicoides*, faciles à identifier par rapport aux autres genres. L'identification par les ailes se fait grâce à des motifs alaires noirs et blancs constitués de pigments compris dans la membrane de l'aile qui ne peuvent pas s'effacer ; par la présence de 2 cellules radiales de même taille, de microtriches parfois abondants et de macrotriches (poils minuscules formés par la cuticule, immobiles). La nervure médiane est pédiculée avec présence d'une nervure transverse. De plus, un autre critère porte sur la taille d'une épine (empodium) situé sur le dernier segment du tarse : très développé chez le genre *Leptoconops*, mais rudimentaire chez les *Culicoides* (Kremer, Waller et Delécolle, 1987 in Zientara *et al.*, 2005 ; Geoffroy, 2010). Donc, si la majorité présente des ailes tachetées, la forme et la disposition ou l'absence de ces taches apportent de précieuses informations pour la détermination des espèces ; leurs yeux soudés ou séparés, peuvent être pubescents ou nus. Une autre partie importante pour identifier les espèces est la longueur de l'antenne mais aussi le nombre, la forme et la répartition des sensilles antennaires.

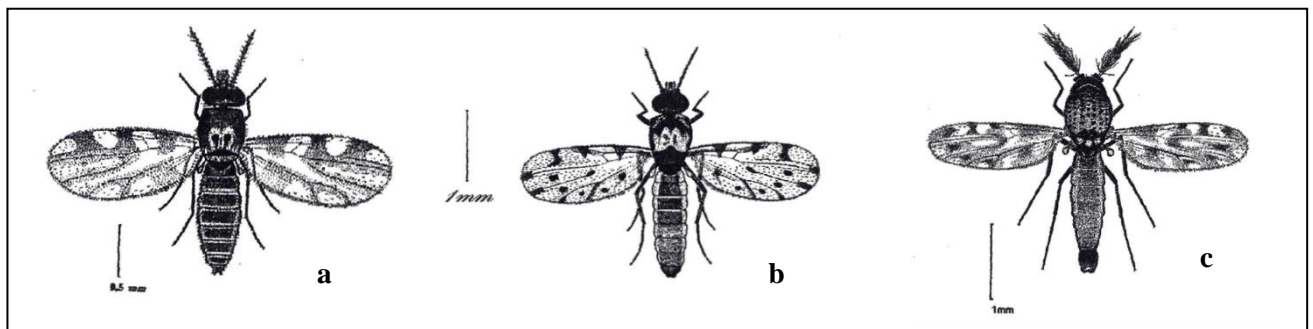


Figure 3 : Schéma de 3 espèces : (a):*Culicoides (Avaritia) obsoletus*, (b): *C. (Culicoides) pulicaris*, (c): *C. (Monoculicoides) nubeculosus* (Délecolle, 1995)

Des informations utiles pour l'identification peuvent être apportées par l'ornementation du thorax mais aussi par la coloration et l'ornementation des pattes. La structure génitale mâle et femelle située au niveau des derniers segments de l'abdomen est également utilisée comme critère majeur, lors de l'observation pour la diagnose spécifique (Mathieu, 2011).

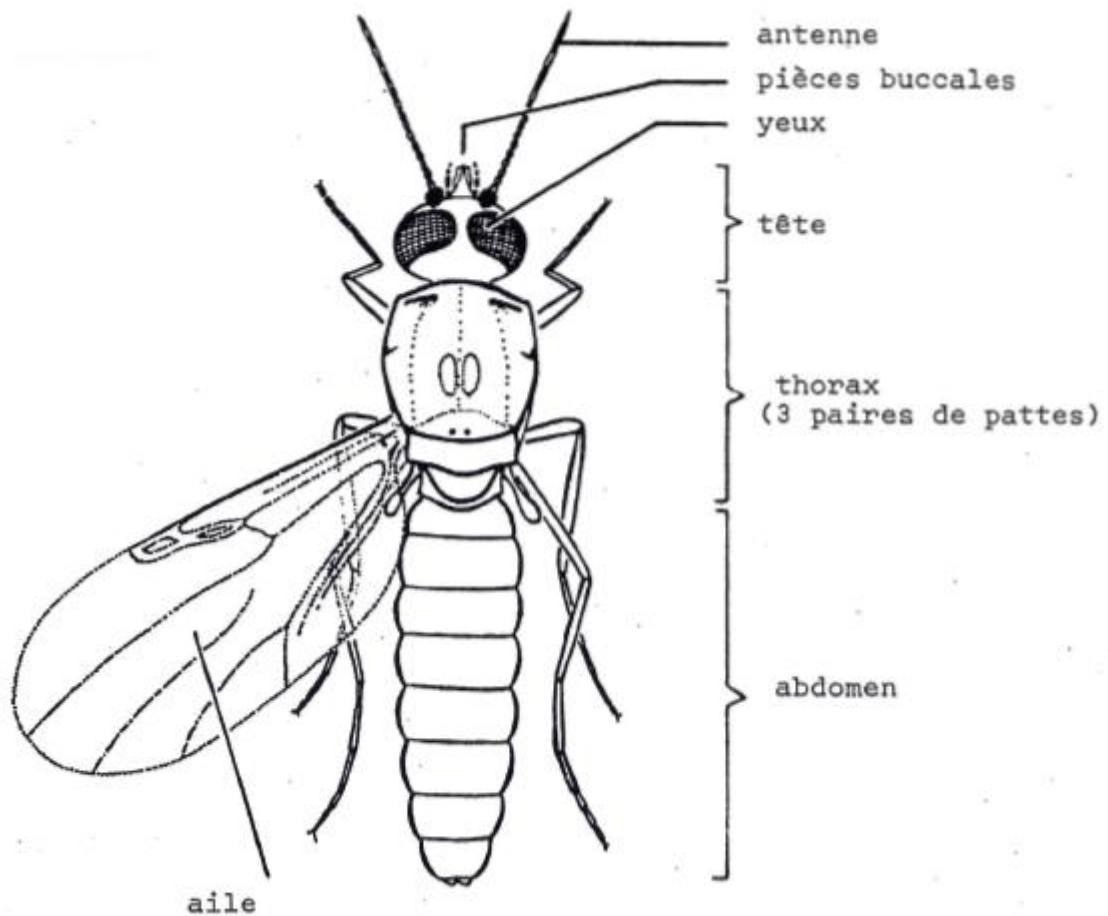


Figure 4 : Morphologie générale du genre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) (Délecolle, 1985)

1.3.1.3.1- Morphologie des stades immatures

1.3.1.3.1.1- Œufs

Les œufs sont très allongés et fusiformes, en forme de cigare ou de banane et ont une longueur comprise, selon les espèces, entre 200 et 500 μ m (Delécolle *et al.*, in Lefèvre *et al.*, 2003). La taille moyenne est d'environ 400 μ m de long sur 50 μ m de large (Mellor *et al.*, 2000). Au moment de la ponte, ils sont très clairs et brunissent ensuite rapidement à l'air. Selon les espèces, le chorion est couvert de petites excroissances jouant le rôle d'organe de fixation de l'œuf, et le pôle antérieur présente un micropyle (Delécolle, 2003 in Walzer, 2009; Anonyme, 2007) (figure 5).

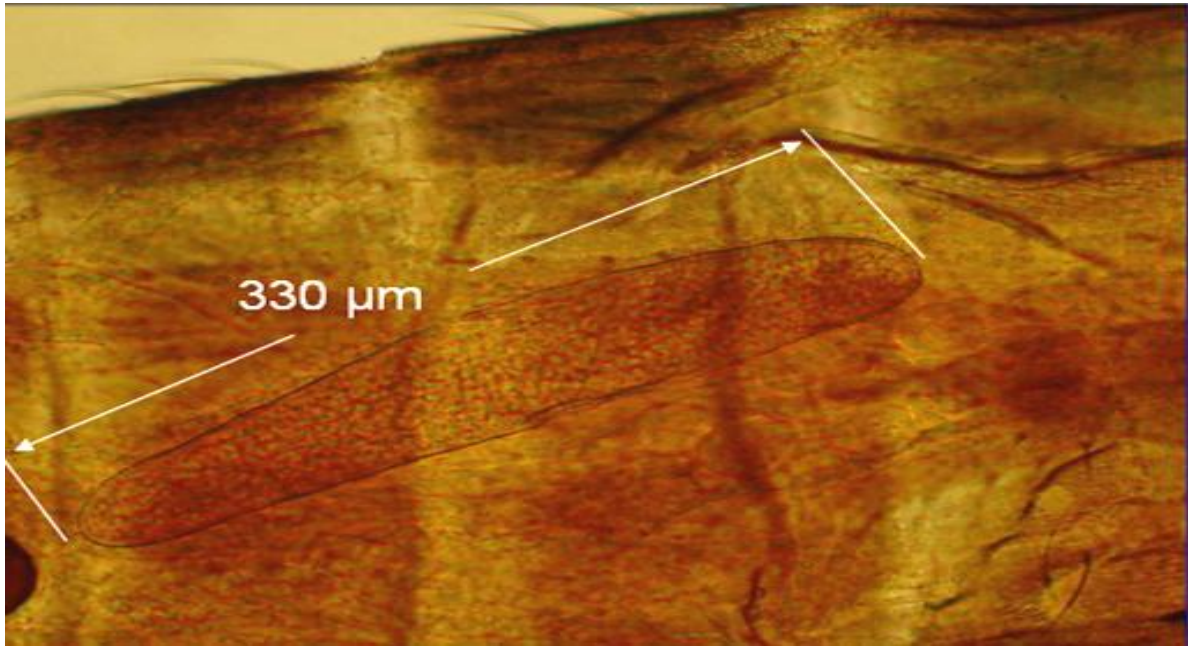


Figure 5 : Œuf des *Culicoides* (Anonyme, 2013)

1.3.1.3.1.2- Larves

La vie larvaire d'un *Culicoides* comprend 4 stades. Les larves sont vermiformes ; la capsule céphalique est visible et sclérosée, eucéphales et apneustique. La longueur est variable selon l'espèce et le stade considéré ; elle est comprise entre 0,3 mm et 1 mm (Delécolle ; Gillot, 1995 ; Wall, Shearer, 1997 ; Euzeby, Bourdoiseau, 2005 in Walzer, 2009).

On peut distinguer nettement trois parties :

- ❖ La tête ou capsule céphalique, de couleur brunâtre, portant les yeux, les antennes et des pièces buccales du type broyeurs ou suceur.
- ❖ Le thorax composé de 3 segments plus ou moins pigmentés.
- ❖ L'abdomen composé de 9 segments blanchâtres.

Les soies sont discrètes et peu abondantes (Delécolle *et al.*, 2003; Périe *et al.*, 2005 in Walzer, 2009; Anonyme, 2007) (figure 6). La taxonomie des larves n'a été que peu étudiée et les données dans ce domaine sont encore très fragmentaires (Chaker, 1985 in Anonyme, 2007).

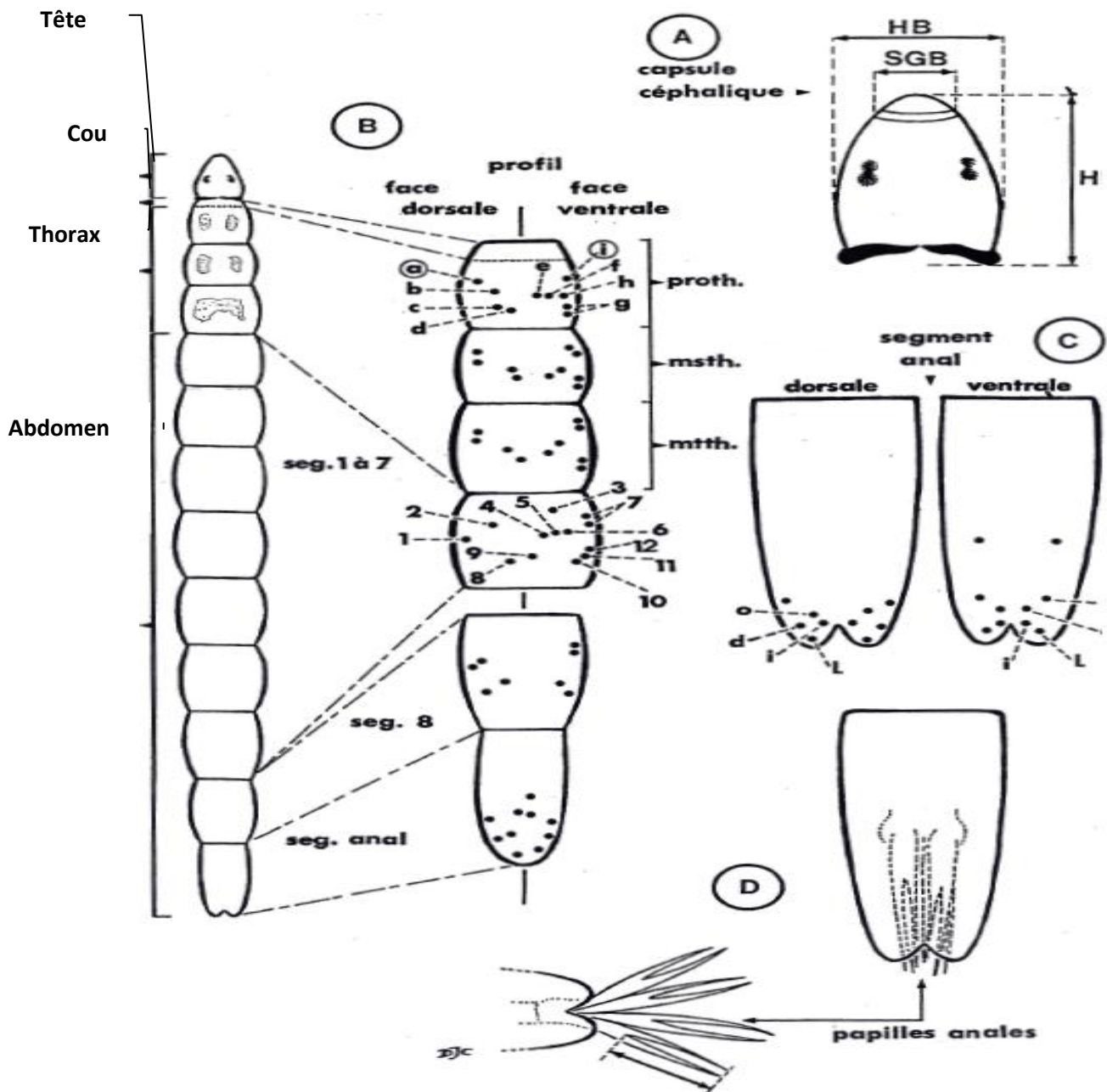


Figure 6 : Représentation d'une larve du genre *Culicoides* (Délecolle, 1995)

1.3.1.3.1.3-Nymphes

Leur longueur varie entre 1 et 3 mm, et l'on distingue très nettement, le céphalothorax et l'abdomen (figure 7 a, 7 b) et (figure 8 a, 8 b) que l'on décrit comme suit:

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

-L'abdomen : est composé de 9 segments et porte sur chacun de ces cinq premiers segments, de nombreux tubercules développés sur les bords latéraux. Les trois suivants sont moins ornés et le dernier segment se prolonge distalement, dans les deux sexes, par deux cornes divergentes. Un renflement triangulaire sur la face ventrale du dernier segment abdominal contribue à la différenciation des futurs mâles et femelles.

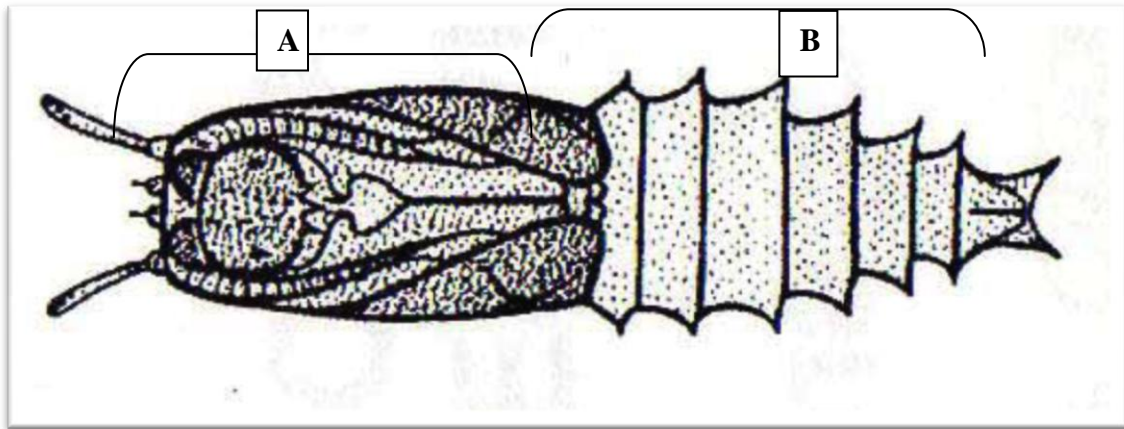


Figure 7a : Schéma représentant un *Culicoides* au stade nymphal (Delécolle *et al.*, 2000)
A : Céphalothorax ; B : Abdomen



Figure 6b : Photographie de la nymphe de *Culicoides parroti* (Délecolle, 2000)

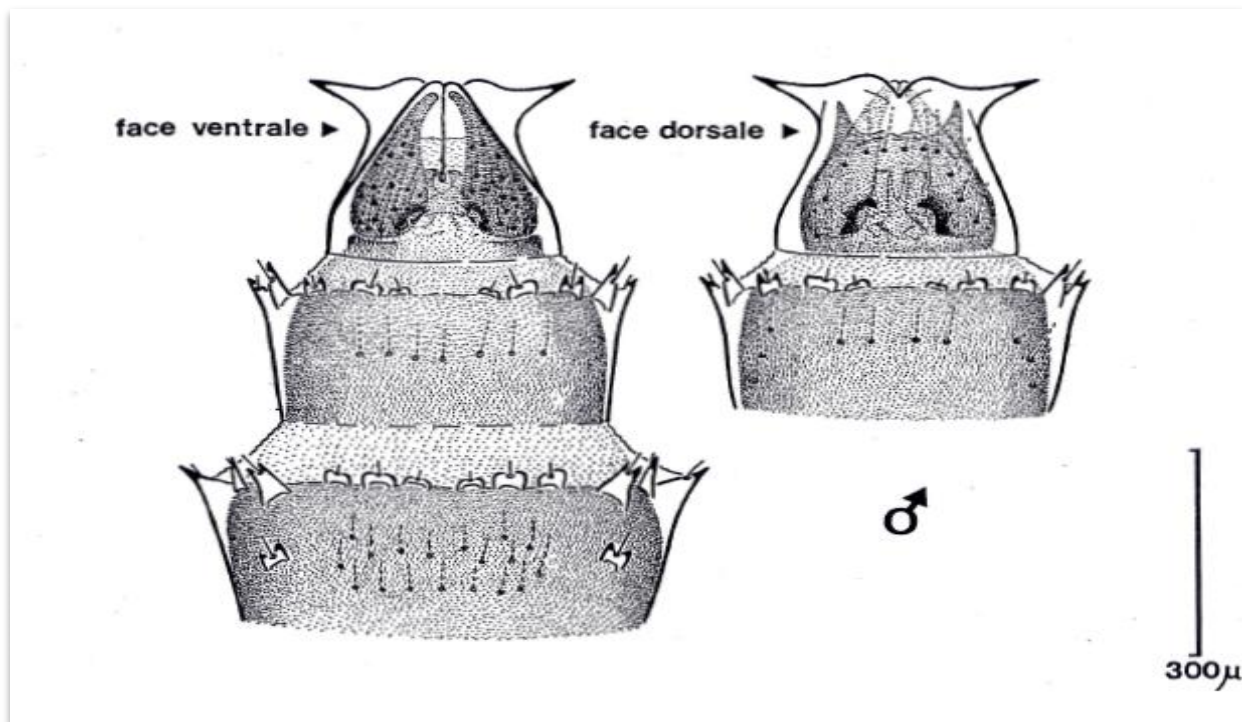


Figure 8a : Schéma représentant de la face ventrale et dorsale de la nymphe d'un *Culicoides* mâle (Délecolle, 1995)

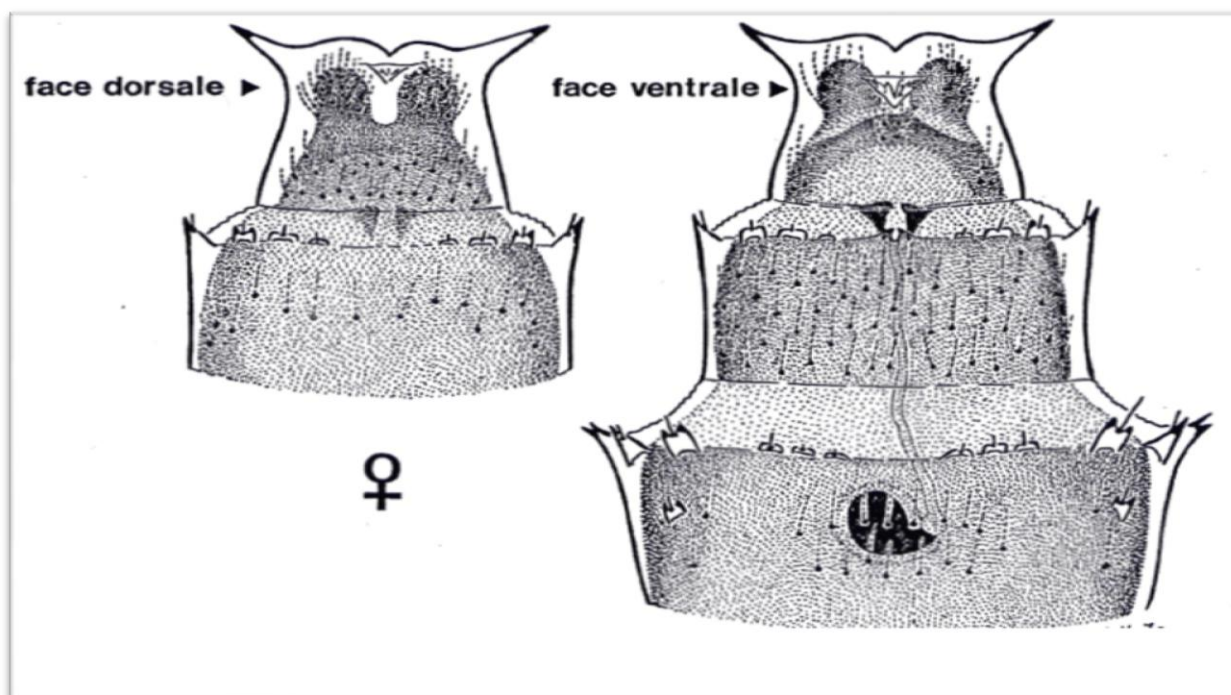


Figure 8b : Schéma représentant de la face ventrale et dorsale de la nymphe d'un *Culicoides* femelle (Délecolle, 1995)

1.3.1.3.2- Morphologie des stades matures

Les *Culicoides* adultes sont qualifiés de petits mouchérons trapus et gibbeux composés de la tête, du thorax et de l'abdomen.

1.3.1.3.2.1- La tête (figure 9 et 10)

Elle de forme arrondie légèrement aplatie, porte des antennes assez longues pourvues, chez le mâle de longues soies couchées (Perrin, 2007). La majorité des faces latérales et frontales sont occupées par des yeux composés, il n'existe pas d'ocelles. En avant des yeux, s'insèrent les antennes composées en général de 15 articles (Délécolle, 1985). La mensuration individuelle de chacun des articles est indispensable pour la différenciation des espèces (Périer *et al.*, 2005).

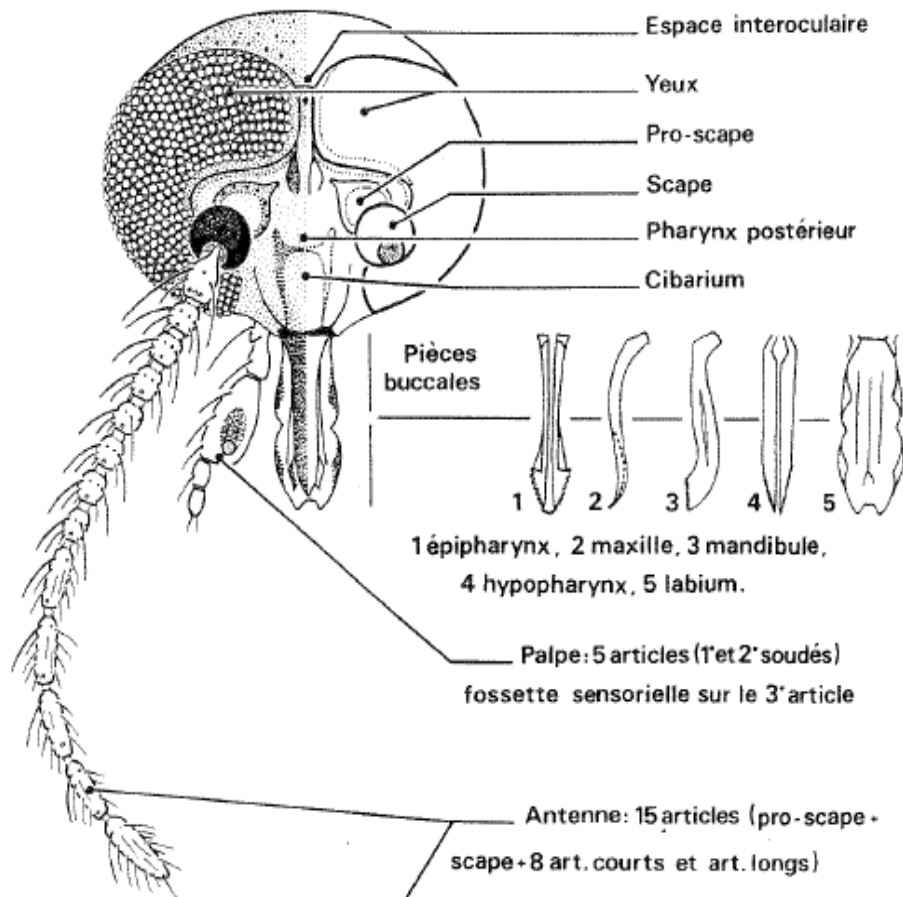


Figure 9 : Schéma d'une tête de *Culicoides* femelle (Délécolle, 1995)

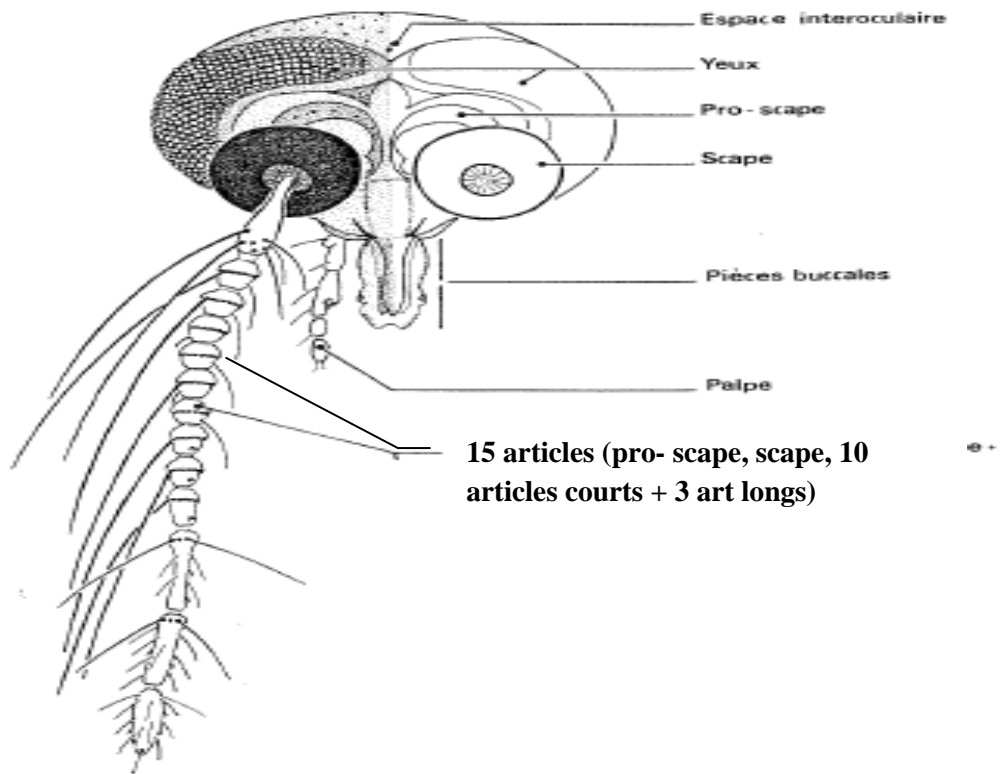


Figure 10 : Schéma d'une tête de *Culicoides* mâle (Délecolle, 1995)

Des sensilles présentes sur les articles des antennes, jouent un rôle sensoriel, et sont plumeuses chez le mâle (Ninio, 2011). Il a été décrit 5 types d'organes sensoriels et leur reconnaissance est capitale en systématique dont le plus important est: Coeloconica (figure 11).

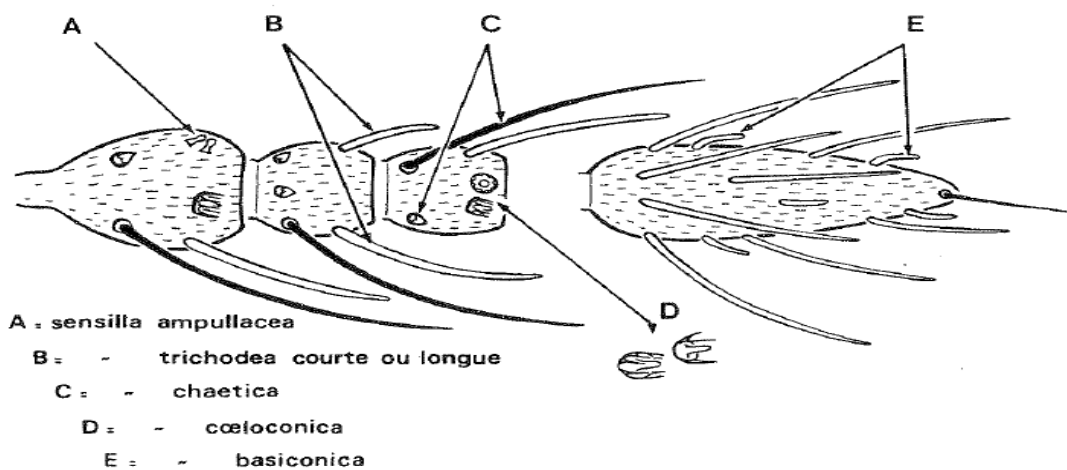


Figure 11 : Schéma représentant les cinq types de sensilles antennaires (in Cornet, 1974; Délecolle, 1995)

Quant aux pièces buccales (figure 12), elles sont de types piqueurs, formant une trompe courte vulnérante, chez les femelles hématophages. Les maxilles et les mandibules sont caractérisés par la présence d'une rangée de dents adaptées à la dilacération des tissus (telmophagie). Elles sont développées chez les femelles hématophages alors que chez les mâles, ces pièces buccales sont réduites (Ninio, 2011). Les palpes maxillaires des *Culicoides* se composent de 5 articles et portent sur leur 3ème article une ou plusieurs fossettes sensorielles (Ninio, 2011). En outre, on retrouve parfois des tubercules, soit au niveau du cibarium, soit à la jonction du pharynx postérieur et du cibarium (Kremer ; Waller et Delécolle, 1987 in Périe *et al.*, 2005).

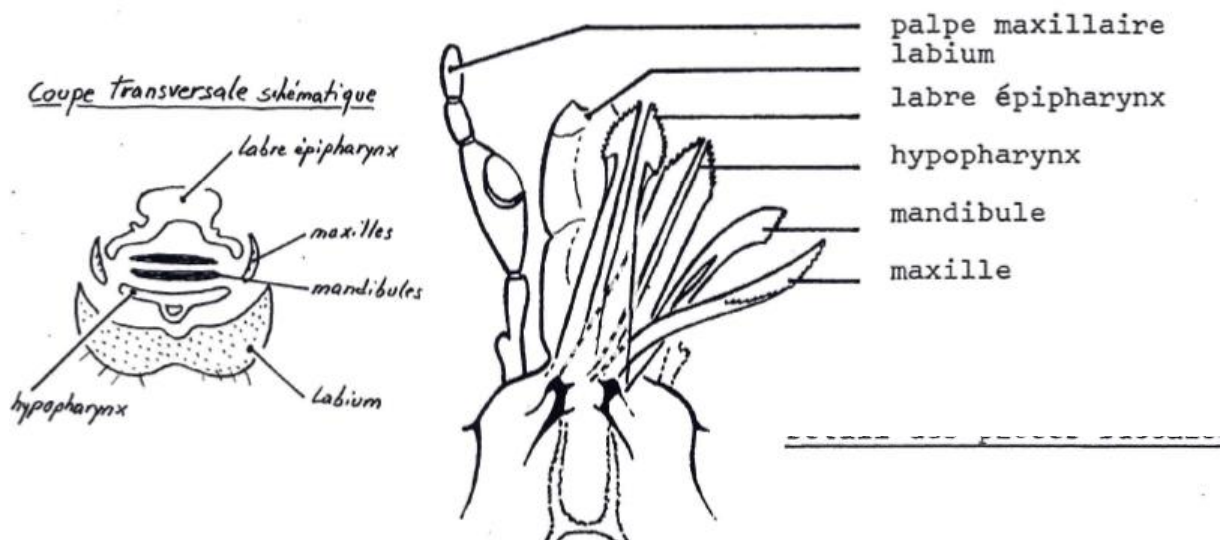


Figure 12 : Schéma représentant les pièces buccales de *Culicoides* (Délecolle, 1995)

1.3.1.3.2.- Le thorax

Le thorax est constitué de 3 segments : prothorax, mésothorax et métathorax (figure 13a). Il porte des appendices ambulatoires et de vol ; les pattes sont relativement courtes plus ou moins trapues. Pour la diagnose, certains éléments obtenus après dissection du thorax (figure 13b) peuvent être observés.

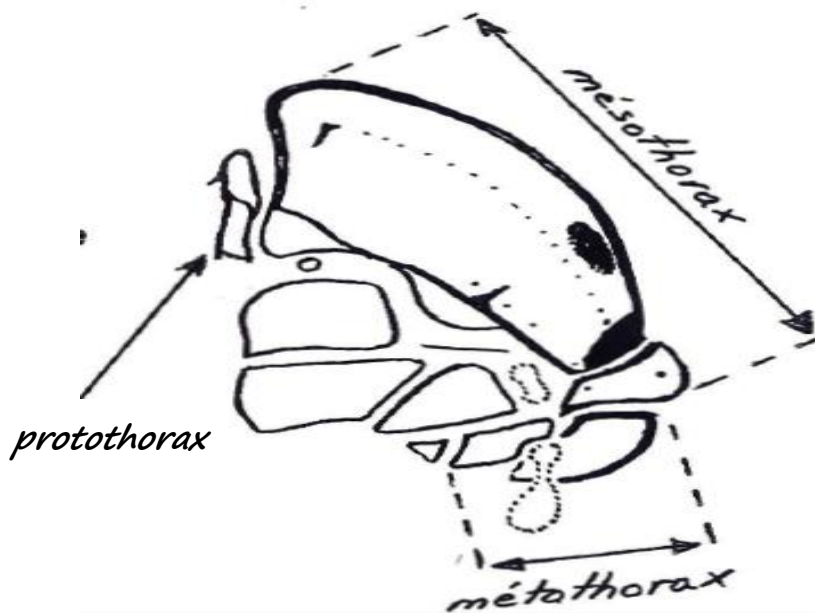


Figure 13a : Schéma du thorax de *Culicoides*, vue de profil (Délecolle, 1995)

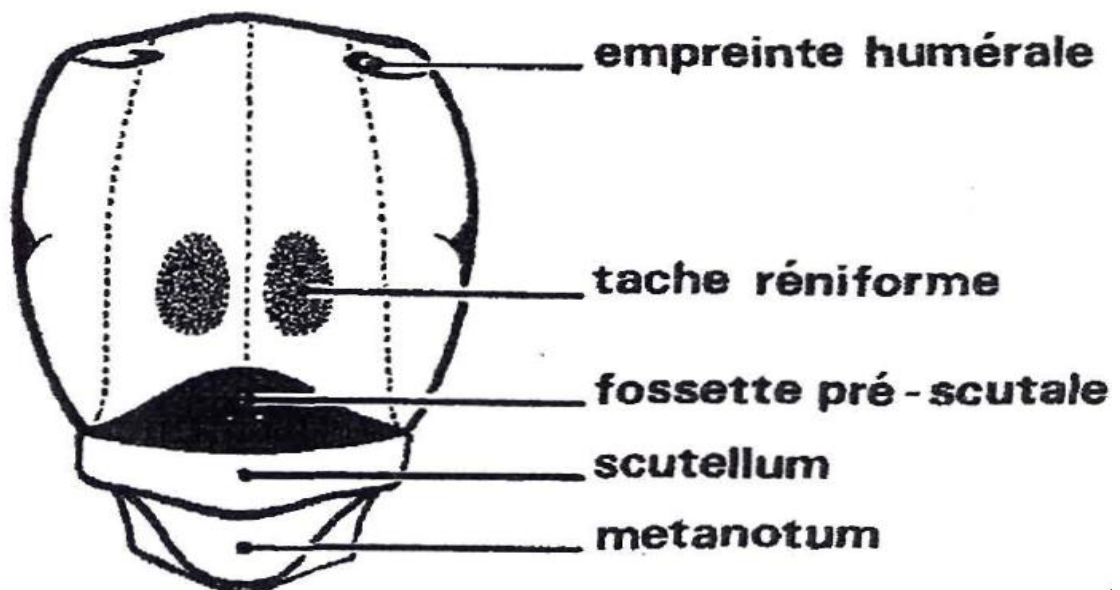


Figure 13b : Schéma du thorax de *Culicoides*, vue dorsale (Délecolle, 1995)

1.3.1.3.2.3- Les ailes

Une seule paire d'ailes portée par le second des 3 segments thoraciques, sont pourvues de microtriches et de macrotriches, ayant des extensions variables, même si elles sont moins

abondantes chez les mâles. Les ailes sont ornées de zones claires et de zones sombres dues soit à la teinte de fond de la membrane alaire, soit à celle de microtriches (Périer *et al.*, 2005). Par ailleurs, les ailes qui sont dépourvues d'écailles sont repliées sur le dos au repos (Delécolle *et al.*, 2003 in Walzer, 2009).

La disposition des nervures et les cellules alaires constituent des éléments essentiellement à la base de nombreuses clés d'identification morphologique des espèces de *Culicoides* (Mullen, 2009 in Ninio, 2011). De même, les dessins formés par ces tâches ont une importance pour la détermination des espèces et la systématique (Délecolle, 1985) (figure 14).

Donc, les adultes possèdent une seule paire d'aile étroites, membraneuses ; la seconde paire est vestigiale et forme des balanciers ou haltères (Capinera *et al.*, 2004; Gillot, 1995; Gullon *et al.*, 2005; Waller *et al.*, 1997 in Walzer, 2009).

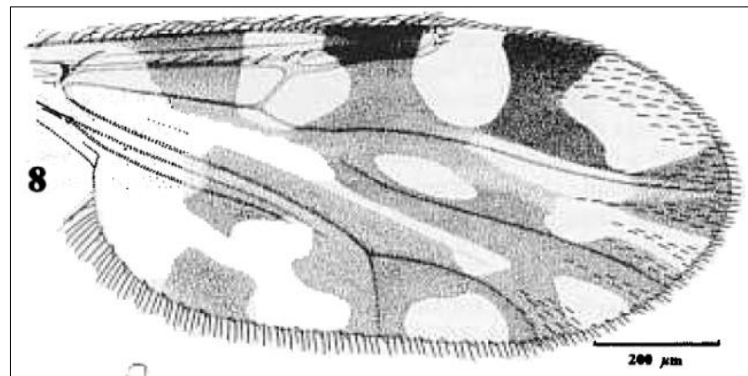


Figure 14 : Représentation d'une aile de l'espèce *Culicoides imicola* (Delécolle *et al.*, 2002)

Ces structures alaires s'attachent à la cuticule et à la base de ces attaches, il existe des cellules sensorielles pouvant être stimulées (Walzer, 2009). Ainsi, les ailes présentent des structures creuses en forme de tiges appelées : « veines ou nervures », qui peuvent participer à la diagnose de l'espèce. On a six veines primaires : Costa C, subcosta Sc, Radius R, Media M, Cubitus C et Anal A. Ces veines font avec des veines transverses (nervure transverse rejoint la nervure radiale et la nervure médiane) des zones bien délimitées appelées : « cellules » (Waller *et al.*, 1997 in Walzer, 2009).

Les ailes présentent des cellules noires et cellules blanches constituées de pigments ; il y a 2 cellules radiales de même taille (R1 et R2+3), mais aussi des macrotriches qui sont des poils attachés au moyen d'un anneau articulaire dans une petite dépression: fossettes ou alvéoles, peu abondantes chez le mâle, et des microtriches qui sont des poils de très petite taille immobiles

formées par la cuticule. Sur l'aile, il y a toujours une nervure transverse et la nervure médiane est pediculée (Delécolle *et al.*, 2003, Périe *et al.*, 2005 in Walzer, 2009) (figure 15).

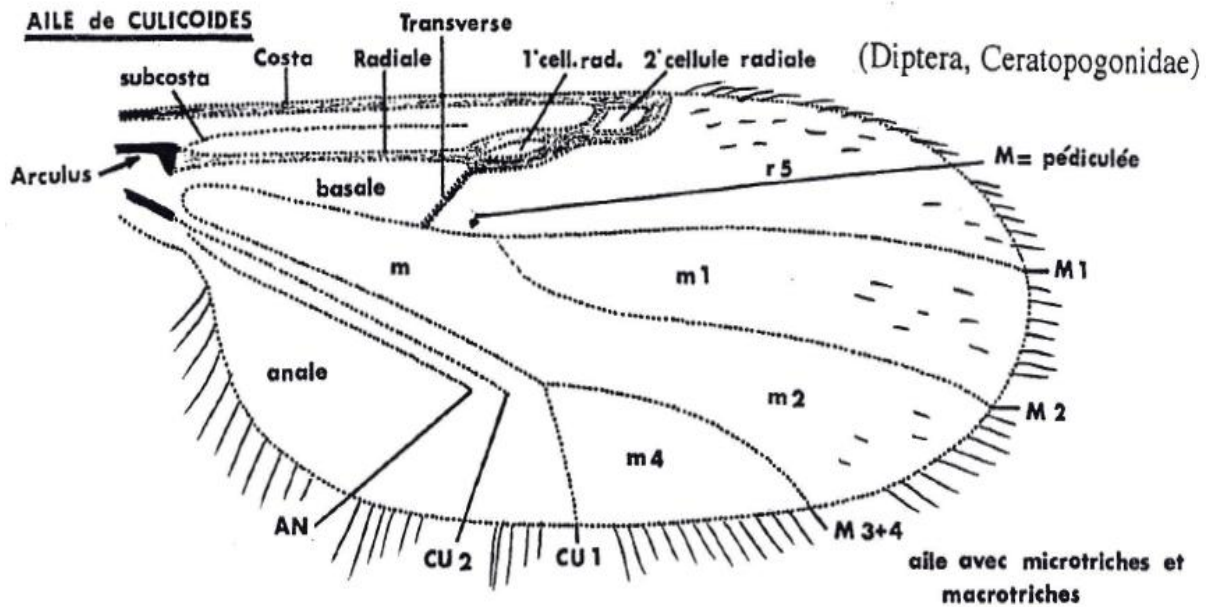


Figure 15 : Schéma représentant une aile typique d'un *Culicoides* (Delécolle, 1995)

1.3.1.3.2.4- Abdomen

Il est composé de 10 segments, les derniers portent les structures génitales mâle et femelle (Anonyme, 2007; Walzer, 2009). Le dernier segment est réduit à des cerques. L'élément principal de diagnose d'espèce est l'hypopygium situé à l'extrémité distale de l'abdomen chez les mâles (Périe *et al.*, 2005 in Walzer, 2009), et les spermathèques chez les femelles (Périe *et al.*, 2005) (figure 16, 17).

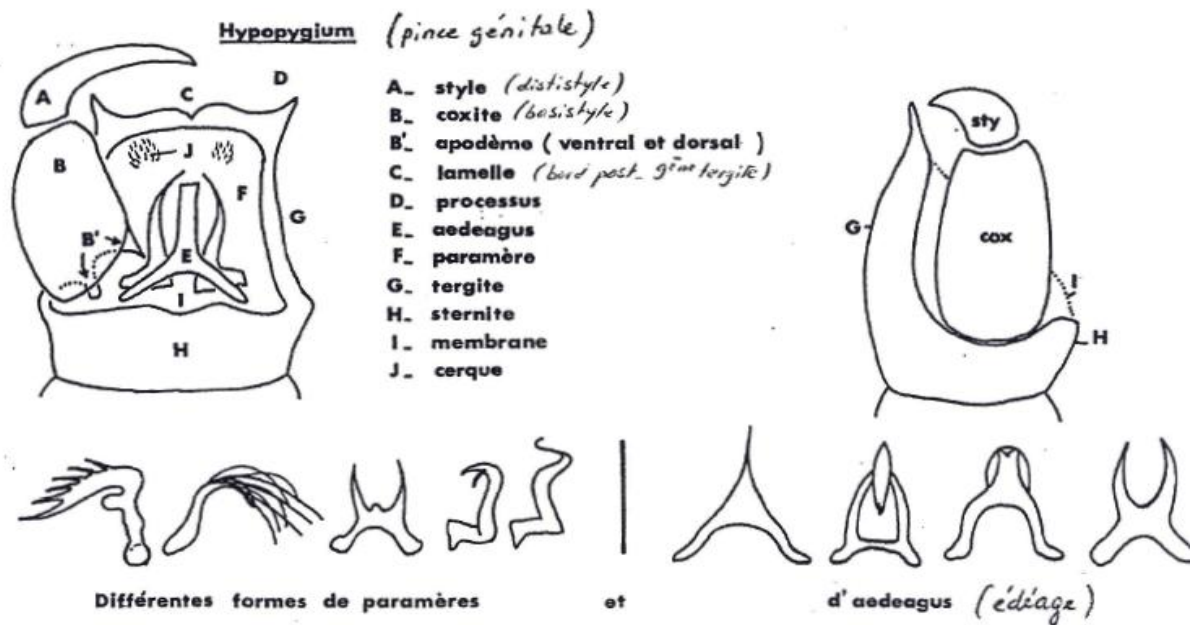


Figure 16 : Schéma représentant l'appareil génital mâle (Hypopygium) (Délecolle, 1995)

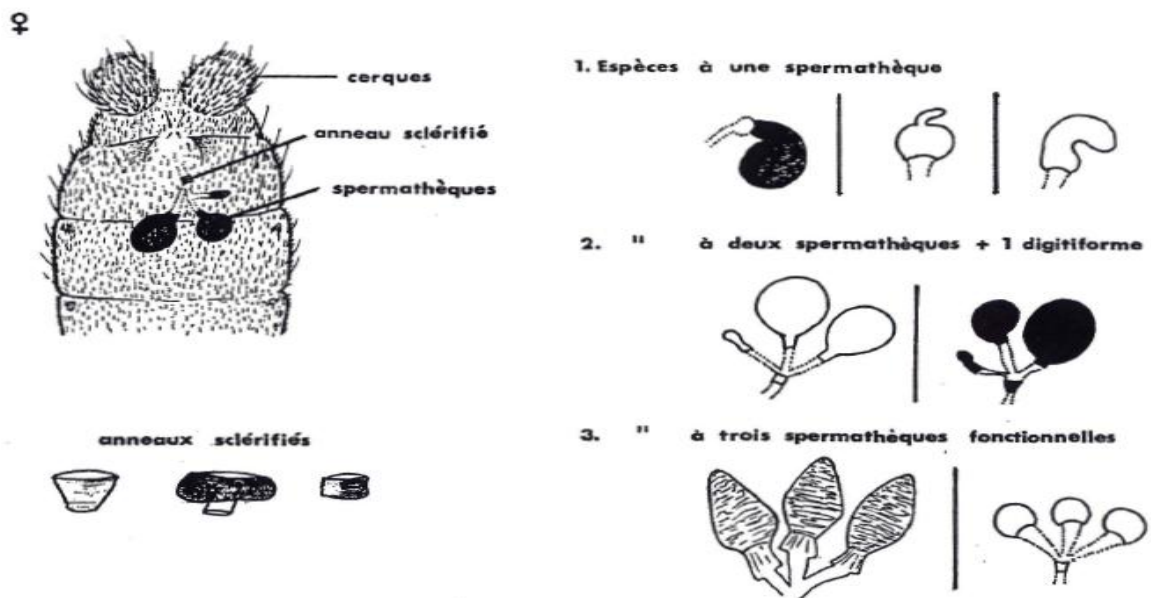


Figure 17 : Schéma représentant l'appareil génital femelle de *Culicoides* (Délecolle, 1995)

1.3.1.3.2.5- Les pattes

Elles sont courtes, composées de 5 segments qui sont : la coxa, le tranchanter, le fémur, le tibia, et le tarse (Gillot *et al.*, 1995; Waller *et al.*, 1997 in Walzer, 2009). Le tarse est constitué de tarsomères dont le dernier porte une paire de griffes. La taille de l'épine (empodium) sur le dernier segment du tarse entre les deux griffes est rudimentaire. Par contre, il est très développé

chez le genre *Leptoconops*, ce qui représente un autre caractère pour identifier le genre *Culicoides* (Kremer, Waller et Délecolle, 1987 in Périe *et al.*, 2005), La paire de pattes postérieures présente un peigne tibial distal doté de nombreuses épines tibiales (figure 18) (Périe *et al.*, 2005 in Walzer, 2009 ; Anonyme, 2007).

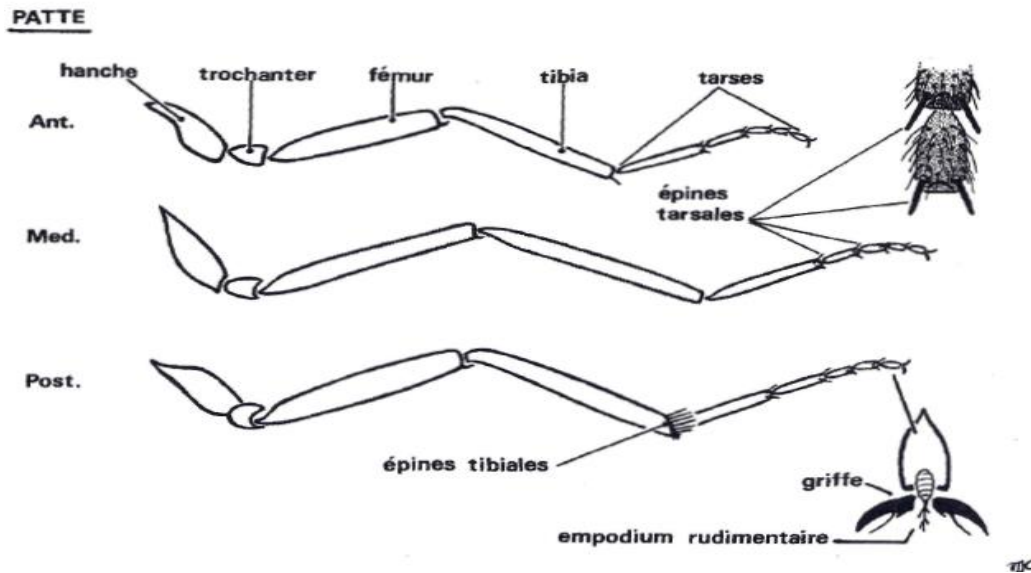


Figure 18 : Représentation schématique des pattes de *Culicoides* (Delécolle, 1995)

En conclusion, on peut souligner que l'identification des femelles est basée sur la forme, la taille, le nombre des spermathèques, l'espace interoculaire et le nombre d'arrangement des soies présentes sur les antennes. Des sclérites abdominaux peuvent être visible sur le 8ème segment chez certaines espèces ; ainsi qu'un anneau sclérifié sur le conduit génital commun. Pour les mâles, la forme du génitalia est généralement suffisante pour établir une identification spécifique (Meiswinkel *et al.*, 1994 in Perrin, 2007).

1.3.1.4- Biologie et écologie des *Culicoides*

Les *Culicoides* ont un développement holométabole (larve et nymphe de morphologie très différente de celle de l'adulte) avec la présence de plusieurs stades larvaires (L4) et une évolution de type Orthorhappe (Périe *et al.*, 2005; Geoffroy, 2010).

Les *Culicoides* ont, en général, une activité crépusculaire ou nocturne ; leurs comportement trophique varie en fonction des espèces (Delécolle et Schaffner, 2003 in Perrin, 2007). La transmission de l'agent pathogène s'effectue lors du repas sanguin nécessaire à la maturation des œufs. La connaissance de la bio-écologie de ces arthropodes est limitée, ce qui

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

La plupart des espèces femelles adultes ont un repas sanguin estimé à environ tous les 3-4 jours (figure 19) (Birley et Boorman, 1982 ; Walzer, 2009). Elles se rencontrent principalement au niveau du sol à proximité des animaux (Rieb, 1982 in Zimmer *et al.*, 2008). Par ailleurs, il a été identifié que certaines espèces sont anthrophilles (Meigen, 1818 ; Goetghebuer, 1920 in Délecolle, 1995) comme par exemple *C. obsoletus* et *C. impunctatus*. Par contre, d'autres espèces préfèrent s'attaquer aux bétails ou aux oiseaux. La grande partie des espèces sont actives aux crépuscules et durant la nuit, alors que d'autres piquent en plein jour (Meigen, 1830 ; Balenghien *et al.*, 2009) à titre d'exemple *C. nubeculosus*.

Quant aux mâles floricoles (Goetghebuer, 1952 in Zimmer, 2008), ils s'alimentent de nectar, de sucre et de pollen ainsi que de liquides résultant de la décomposition de matières organiques (Chaker, 1981). D'ailleurs, les mâles sont abondants au sommet des arbres ou arbustes (Rieb, 1982). Les larves se nourrissent de débris organiques divers, mais sont considérées également comme prédatrice de nématodes, bactéries, protozoaires, et même de leurs propres congénères (Chaker, 1983).



Figure 19 : Repas sanguin de *Culicoides imicola* (Baldet, Mathieu *et al.*, 2003)

Comme il a été démontré par Délecolle et Schaffner (2003) in Guis (2007), la biologie et l'écologie des *Culicoides* jouent un rôle important dans le développement de la maladie. Leur

activité est notamment, réduite suite à une baisse significative de température (Biteau, 2007), mais leur survie en période hivernale est assurée par l'hibernation des larves (Chatry, 2012). L'aire de répartition de la maladie tend à s'élargir avec les changements climatiques actuels auxquels le vecteur est sensible.

Les facteurs abiotiques affectent la dynamique des populations des insectes vecteurs, mais aussi leur abondance. Comme par exemple, la température ambiante, son accroissement augmente la prolificité, l'activité et la fréquence des repas sanguins, facilitant alors la transmission de la maladie vectorielle (Rogers, 1988 in De LaRoque, 2008). Il a été également montré que l'augmentation de la température accélère la multiplication de certains pathogènes à l'intérieur des arthropodes vecteurs et même la capacité vectorielle (Witterman; Mellor et Baylis, 2001 in De LaRoque, 2008).

1.3.1.4.1- Cycle évolutif

Chez les *Culicoides* un repas sanguin est nécessaire pour les femelles afin de réaliser et accomplir le cycle gonotrophique (Délecolle *et al.*, in Lefèvre *et al.*, 2003., Périe, 2003 in Walzer, 2009), mais aussi pour assurer la maturation des œufs (Délecolle *et al.*, in Lefèvre *et al.*, 2003 ; Harwood *et al.*, 1979 ; Wall *et al.*, 1997 ; Wittmann *et al.*, 2000 in Walzer, 2009). Par contre, il est à remarquer que certaines espèces présentent une autogenèse (Auriault, 1977).

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

L'accouplement a lieu le plus souvent dans de grands espaces et est précédé d'un vol nuptial composé de nombreux mâles et femelles, dans ce cas les espèces sont dites « eurygames », et d'autres, lors de vols isolés ou bien pendant la prise d'un repas sanguin par les femelles (Kremer, 1965 in Ninio, 2011). Certains auteurs signalent que la parthénogenèse peut exister chez certaines espèces (Williams, 1961; Lee, 1968 in Ninio, 2011). L'accouplement effectué, la femelle a besoin d'un repas de sang et devient très agressive. Une fois le sang ingéré, la femelle se repose pour accomplir la maturation des œufs pendant quelques jours selon les espèces. La ponte a lieu, en général, 2 à 4 jours après le repas de la femelle. Il y a en moyenne de 5 à 6 pontes dans sa vie (Périe *et al.*, 2005) et le nombre d'œufs pondus varie entre 30 - 450 œufs

selon les espèces (Mullens, 2009 in Ninio, 2011). Les œufs peuvent être déposés sur des substrats humides (boues, vases des bords de cours d'eau, mares) (Zimmer *et al.*, 2008; Geoffroy, 2010; Périe *et al.*, 2005; Anonyme, 2007), sur des substrats riches en matières végétales, ou en décomposition (trous d'arbres, feuilles mortes,...), ou encore recyclés par les animaux (bouses, crottins,...) (Perrin, 2007; Anonyme, 2007). Selon les espèces, la durée de développement des œufs est variable, elle peut être très courte de 2 à 3 jours, ou bien peut prendre 7 à 10 jours. Les œufs éclosent après 2 à 9 jours après la ponte quand les conditions de la température sont favorables (Délecolle, Schaffner, 2003 in Guis, 2007; Périe *et al.*, 2005; Balenghien *et al.*, 2009).

Les larves sont mobiles à respiration transcutanée (Ninio, 2011), et leur survie est étroitement dépendante des conditions environnementales (Perrin, 2007). La vie larvaire peut durer, en général, 5 jours à plusieurs semaines (Guis, 2007) ou bien de 2 semaines à plus d'un an (Kremer, 1965 in Ninio, 2011).

Dans les régions chaudes, cette période larvaire dure 14 à 25 jours; par contre, dans les régions tempérées, certaines larves peuvent persister pendant 7 mois en hiver (Balenghien *et al.*, 2009 ; Geoffroy, 2010).

En effet, le développement larvaire est maximale dans les milieux semi-aquatiques où il y a des substrats humides, chauds, riches en matières organiques (résidus d'ensilage, excréments, prairies humides, chiens boueux, ...) (Goetghebuer, 1952; Zimmer, 2007; Zimmer *et al.*, 2008a in Zimmer, 2008). D'une manière générale, au cours du développement les larves occupent la couche superficielle du milieu, principalement dans les 5 à 6 premiers centimètres de substrat (Uslu & Dick, 2006 in Zimmer, 2008a). Les larves se nourrissent de débris organiques divers, de bactéries, de protozoaires, de nématodes (Linley, 1979 in Perrin, 2007), elles se nourrissent également, de matières végétale telles que les algues, les champignons, spores de champignons, ou bien sont des carnivores.

Les larves peuvent entrer en hypiose, si les conditions climatiques sont défavorables et résister plusieurs mois.

Concernant l'habitat, les gîtes larvaires de *Culicoides* sont primordiaux, les immatures assurent leur développement si le taux d'humidité et celui de la matière organique sont suffisants. Ces gîtes sont extrêmement variables selon les espèces comme par exemple, des ruisseaux, des végétations, le sable, un sol humide ou boueux, des marécages, un trou d'arbre, des excréments d'animaux et fumiers, des fruits pourris...(Mellor *et al.*, 2000 in Guis, 2007).

Toutefois, la quantité d'eau ne dépasse pas 1 à 2 cm de profondeur (Walker, 1971 in Savelli, 2003).

Pour les espèces de la région paléarctique, les larves peuvent hiverner dans le sol. En fait, tout dépend de l'espèce, de la latitude, de l'époque de l'année où elles restent au stade larvaire depuis les premiers froids jusqu'au printemps ou début d'été suivant. En revanche, d'autres larves passent l'été et l'hiver en « estivo-hibernation » (Rieb, 1982 in Ninio, 2011). Néanmoins, dans les pays tempérés, « une diapause » hivernale et une hibernation estivale sont possibles (Guis, 2007). Les larves sont très sensibles à la dessiccation, ceci implique sa distribution en profondeur selon les conditions du milieu telles que : température, humidité, oxygénation du sol (Kettle, 1977 in Ninio, 2011).

Le phénomène de cannibalisme de certaines larves de *Culicoides* a été mentionné par Linley (1966), où les larves de certaines espèces sont considérées comme prédatrices, elles mangent des nématodes, petits annélides vivants (Kettle, 1977 in Ninio, 2011).

Après les 4 stades larvaires successifs du développement, les larves remontent en surface en cherchant un support, où elles se transforment en nymphes ou pupes (Délecolle et Schaffner, 2003 in Perrin, 2007),

Le stade pupal ou nymphose est généralement bref de 2 à 10 jours (Braverman, 1994 ; Balenghien *et al.*, 2009 ; Geoffroy, 2010) et peut durer plusieurs semaines chez certaines espèces. Ce stade peut se dérouler sous l'eau ou sur des supports solides à la surface des gîtes où le développement larvaire est effectué (Zimmer, 2007 in Zimmer, 2008a). De plus, les nymphes sont mobiles, peu actives et ne se nourrissent pas. Elles aussi respirent d'une manière aérienne (Kremer, 1965 in Ninio, 2011).

Les observations de Dyce et Murray (1966) in Ninio (2011) sur des nymphes issues de *Culicoides* dont les larves sont aquatiques, ont montrées 3 types de comportements : certaines flottent à la surface de l'eau, d'autres remontent à la surface de l'eau périodiquement et s'y maintiennent en position verticale avec les trompes respiratoires en contact avec l'air ; et enfin, des nymphes qui s'enterrent dans un substrat, restant en émergence.

A l'issue du dernier stade larvaire, au bout de 2 à 10 jours, l'émergence de l'imago a lieu (Balenghien *et al.*, 2009). Les adultes, après la métamorphose, sont prêts à s'envoler et peuvent survivre de 10 à 20 jours, voire 90 jours (Perrin, 2007).

Les *Culicoides* adultes étant de nature crépusculaire ou nocturne, sont au repos durant la journée. Par ailleurs, on peut les retrouver dans des endroits ombragés tel que la face inférieure des feuilles ou des herbes (Zimmer, 2007 in Zimmer *et al.*, 2008a) et leur activité est étroitement

influencée par la température (Sellers, 1981 in Perrin, 2007). Les adultes préfèrent les lieux avoisinants les exploitations de bétail, à proximité de substrat humide ou d'eaux stagnantes. De ce fait, ils ne s'éloignent guère, de façon active, de l'endroit où la ponte a eu lieu (Mellor *et al.*, 2000 in Zimmer *et al.*, 2008a). Les travaux de Zimmer *et al.*, (2008), ont montrés qu'il y a plusieurs facteurs ayant un impact sur l'abondance de *Culicoides* telle que la disponibilité d'animaux; la présence d'un cours d'eau voire même à sa proximité... , ce qui suggère que les *Culicoides* peuvent être beaucoup plus abondants à l'intérieur des étables en présence d'animaux qu'à l'extérieur (Zimmer *et al.*, 2008a).

En faite, 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. Il est à noter que selon Wittmann *et al.*, (2000) et Mellor *et al.*, (2000) 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 (figure 20).

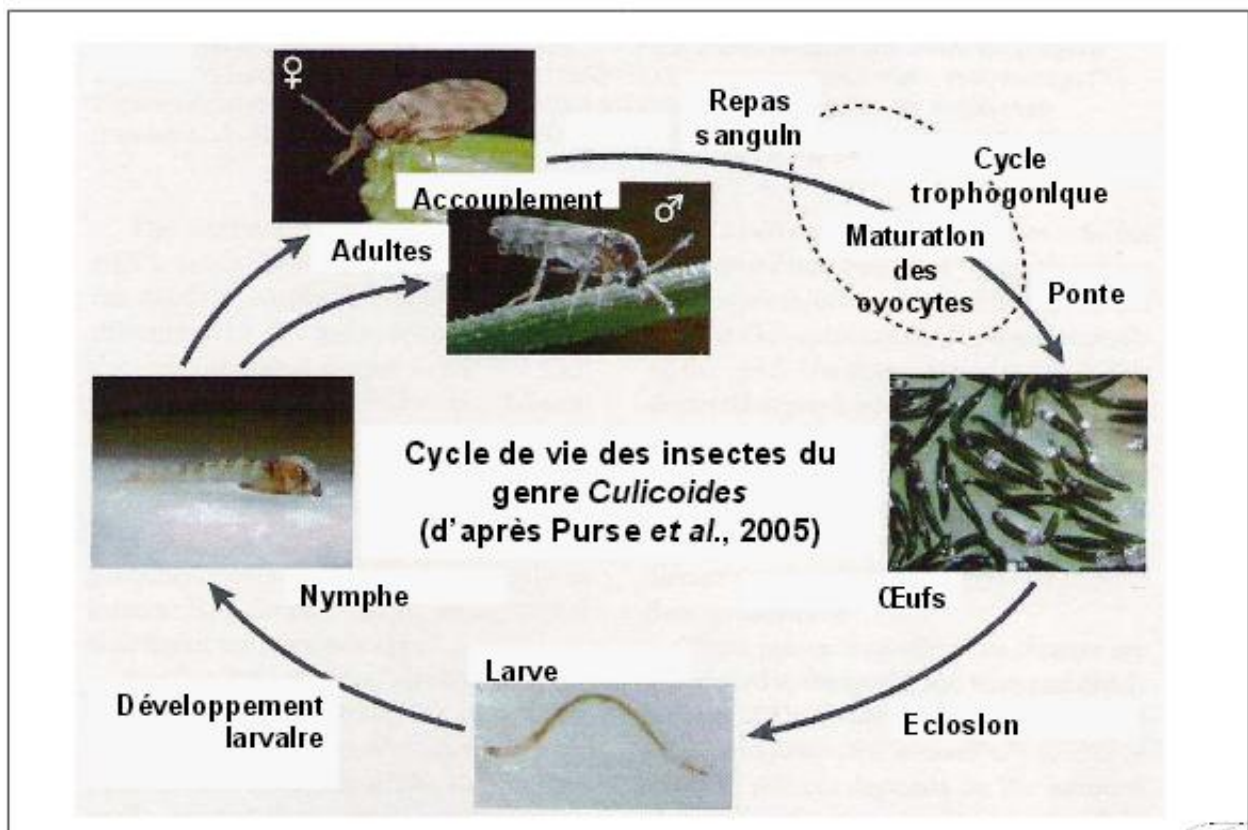


Figure 20 : Cycle biologique des *Culicoides* (Purse *et al.*, 2005 in Walzer, 2009)

1.3.1.4.2- Nutrition

Il existe un dimorphisme sexuel important concernant le mode alimentaire. En effet, les mâles se nourrissent de sucs végétaux, alors que les femelles, le plus souvent sont hématophages. Certaines espèces parasitent l'hémolymphe d'autres insectes (Diptères, Lépidoptères, Odonates, Coléoptères, Araignées...). D'autres espèces s'attaquent aux vertébrés à savoir l'homme, autres mammifères, oiseaux, batraciens (Nevil, 1971; Délecolle, 1995).

Les cycles de repas sanguins suivent généralement un rythme circadien; bien que certaines espèces soient de nature diurne en effectuant un repas matinal (Ninio, 2011; Geoffroy, 2010; Périe *et al.*, 2005). Par ailleurs, l'augmentation de la température ambiante conduit à une augmentation de la fréquence des repas (Witterman, 2000 in Savelli, 2003). Concernant le parasitisme, il n'est pas rare de l'observer. A ce propos, signalons les travaux Yajun Ma *et al.*, (2013) qui ont montré le parasitisme des *Culicoides* sur l'Anophèle (figure 21).

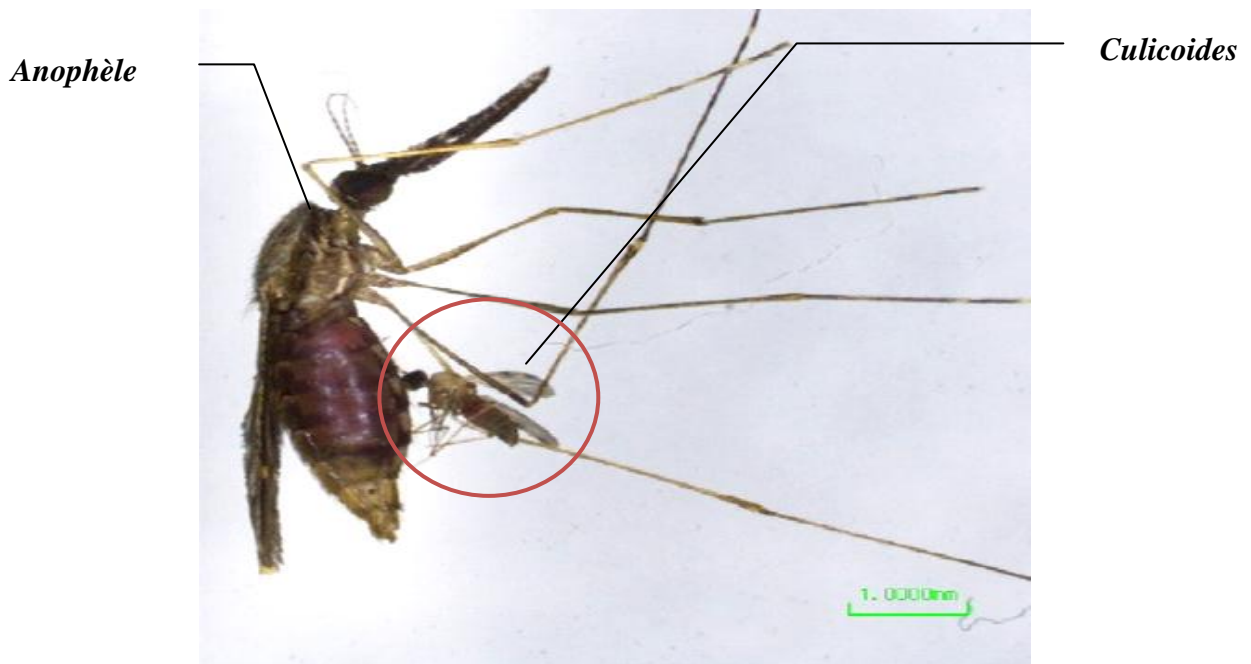


Figure 21 : Photographie d'un *Culicoides* se gorgeant sur l'Anophèle (Yajun Ma *et al.*, 2013)

1.3.1.4.3- Dispersion

La propagation de la maladie par voie vectorielle est liée à la capacité du vecteur à se disperser ; de manière active ou passive on distingue aussi la dispersion active et passive. La dispersion des *Culicoides* par le vol est considérée comme faible. Il est évident que les femelles hématophages se déplacent activement pour chercher un mâle ou un repas de sang ou un gîte de ponte ou de repos (Sellers, 1992 in Guis, 2007). Par ailleurs, plusieurs facteurs ont une influence sur la capacité de vol des *Culicoides* tel que l'intensité lumineuse, le cycle lunaire, l'humidité relative... Or, la direction et la force du vent jouent également, un rôle important dans la dispersion passive de *Culicoides* (Koche et Axtell, 1979). Ainsi, la dispersion passive par le vent, sous forme de « plancton aérien », peut atteindre plusieurs centaines de km. Cette forme de dispersion fait partie intégrante de la biologie des *Culicoides* (Murray, 1987b), possède un effet sur l'épidémiologie de la FCO. En effet, elle peut être la cause de la diffusion de la maladie vers de nombreux pays (Alba *et al.*, 2004; Braverman et Chechik, 1996; Deliberato *et al.*, 2003; Ducheyne *et al.*, 2007; Sellers, 1975; Sellers *et al.*, 1978; Sellers et Maarouf, 1989, 1991 in Guis, 2007).

D'autre part, la dispersion peut aussi être assurée à l'état larvaire, par transport sur des animaux, tels les oiseaux migrateurs (transport de boues contenant des larves fixées sur les pattes) (Anonyme, 2007).

1.3.1.4.4 - Gîtes de repos des adultes et gîtes larvaires

Les gîtes de repos sont les lieux où les adultes se trouvent en dehors de la période de recherche d'hôtes et des gîtes de ponte. Ils sont localisés dans le feuillage de la végétation à proximité des lieux de repas et de pontes. Néanmoins, il y a peu d'études portant sur les gîtes de repos des *Culicoides*. Les travaux effectués par Muradov (1965) in Ninio (2011) rapportent que plusieurs espèces de *Culicoides* se trouvent au niveau des étendues d'herbes, des feuillages d'arbustes et au niveau des arbres. Bidlingmayer (1961), signale quant à lui la présence de mâles dans les zones arborées en hauteur de 2,4 m, et dans les marais salants, ils se retrouvent sur le sol ou bien proche de leur gîte larvaire. Par contre, les femelles sont collectées, le plus souvent, sur le sol ou dans la végétation les plus basses contrairement aux mâles (à moins de 2,4m) (Ninio, 2011).

L'identification détaillée des gîtes larvaires n'est pas aisée, elle semble peu spécifique à cause de leurs distribution sur les différents continents. Ainsi, la classification des ces gîtes est faite selon qu'il s'agisse des gîtes larvaires temporaires, comme des flaques, des ornières, des

zones temporairement humides ou des gîtes permanents dans lesquels les larves passent l'hiver dans les régions tempérées. Les gîtes possèdent des caractéristiques communes: ce sont des boues humides, partiellement immergées, à teneur plus ou moins forte en matière organique (Jones 1961, Kettle 1977 in Ninio, 2011). Ces gîtes ont une localisation éparse, ils sont peu caractéristiques d'une espèce; en effet, ils abritent souvent plusieurs espèces différentes qui émergent soit en même temps, soit à des moments différents de l'année (Foxi et Delrio 2010 in Ninio, 2011).

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

Les zones marécageuses, les tourbières (Blackwell *et al.*, 1999); les creux d'arbres (Ryckman, 1960 ; Wirth et Hubert, 1960), les fruits, champignons et autres débris végétaux en décomposition (Mercer *et al.*, 2003), sont considérés comme des gîtes regroupant les espèces d'intérêt médical ou vétérinaire (Ninio, 2011).

L'étude des gîtes larvaires de *Culicoides* par Zimmer *et al.*, (2008) et Zimmer *et al.*,(2009), ont permis de mettre en évidence la présence massive de larves au sein des exploitations agricoles. Cette étude, a montré que le développement larvaire s'effectue de préférence au niveau de la couche superficielle des substrats humides, riches en débris organiques divers. De manière générale, les larves se retrouvent dans les 6 premiers centimètres du sol (Rieb, 1982 ; Uslu et Dick, 2006 in Ninio, 2011).

1.3.1.5-Influence des facteurs environnementaux climatiques sur les *Culicoides*

Au niveau planétaire, les changements climatiques ont entraîné l'apparition de zones favorables au développement des insectes vecteurs ; ce phénomène est l'une des raisons de la propagation de la maladie.

Le climat influence l'étendue géographique des maladies (Epstein, 2004 in De La Roque, 2008). Les changements de facteurs climatiques ont donc en théorie le potentiel d'affecter la distribution en latitude, en longitude ou en altitude des vecteurs; le changement climatique est régulièrement incriminé dans l'extension récente de maladies ou des vecteurs. Ainsi, la survie, l'activité et la dispersion de ces insectes vecteurs sont fortement influencées par les variables

météorologique telle que la température, l'humidité, l'agitation de l'air, la phase lunaire... La température serait l'élément majeur influençant leur comportement et leur survie (Braverman et Chechik, 1996 in Zimmer *et al.*, 2008 ; Zimmer *et al.*, 2009). Néanmoins, l'humidité aurait un rôle non négligeable dans le développement des stades larvaires, très sensibles à la dessiccation (Murray, 1991; Zimmer *et al.*, 2009; Guis, 2007). On distingue les facteurs de variation suivants :

1.3.1.5.1- Le vent

Le vent est considéré comme un inhibiteur ou un facteur limitant de la dispersion active des adultes. Une vitesse de 10 à 45 Km / h sous une température de 12 à 35 C° favorise la dispersion passive sur plusieurs centaines de km (Sellers, 1992 in Guis, 2007).

C'est un facteur clé qui joue un rôle prépondérant dans la mortalité des insectes en cas de forte puissance, il accélère leur dessiccation et empêche le vol, ainsi que la prise de repas sanguin. Par contre les vents faibles à modérés contribuent à la dispersion de *Culicoides* (Geoffroy, 2010) ; ceci explique l'apparition de nouveaux foyers de la FCO. C'est le cas, en Espagne où *C.imicola* collectés en 1960, pourraient avoir été transportés par des vents venus d'Afrique du nord (Mellor *et al.*, 1985 in Périe *et al.*, 2005).

1.3.1.5.2- La température

Du fait du lien étroit qui existe entre les insectes et leur environnement (Biteau, 2007), Les maladies vectorielles sont au cœur des questionnements soulevées par les changement climatique (Jetten et Focks, 1997 ; Githeko *et al.*, 2000 ; Gulber *et al.*, 2001 in Walzer, 2009).

Le facteur température est d'autant plus important qu'au cours de ce dernier siècle, la planète a subi un réchauffement global de 0,5°C (Jones et Wigley, 1999) et les prévisions envisagent une augmentation de presque 2°C pour le siècle à venir (Périe *et al.*, 2005).

C'est un paramètre clef qui influe sur la biologie du vecteur (répartition, abondance, activité, dispersion, développement, longévité, etc..) et sur le développement de l'agent pathogène (Mathieu *et al.*, 2007 in Guis, 2007). En effet, la chaleur est nécessaire à l'éclosion des œufs et au développement des larves (Ward, 1994a).

Si la température diminue, la durée des stades de développement s'allonge entraînant un arrêt de la réplication virale d'où l'interruption de la transmission (Mullens *et al.*, 1995 in Guis, 2007). Par ailleurs, dans le cas où les températures sont trop basses, l'insecte devient totalement inactif (Périe *et al.*, 2005), autrement dit, le développement du virus de la FCO s'arrête, car cette basse température agirait sur l'activité d'enzyme virales telle l'ARN transcriptase (Paweska *et*

al ; Mullens *et al* ; Van dijk et Huismans, in Périe *et al.*, 2005 et Toussaint *et al.*, 2006 in Savelli, 2003).

Par ailleurs, l'augmentation de la température accélère le cycle de reproduction et l'activité des adultes, mais aussi, le taux d'infection par le virus. Cette augmentation entraîne un raccourcissement de la période d'incubation extrinsèque, conduisant automatiquement à une réduction de la durée de vie des vecteurs et la durée des stades larvaires et nymphales (Hunt *et al.*, 1989 in Guis, 2007). Il en résulte alors une augmentation importante de la population des vecteurs (Murray, 1987b in Guis, 2007; Wittmann, 2000 in Périe *et al.*, 2005, Mullen *et al.*, 2004 in Guis, 2007). De plus, l'augmentation de l'activité des vecteurs et la fréquence des repas sanguins favorisent la transmission virale (Gerbier *et al.*, 2007 in Geoffroy, 2010). Néanmoins, la hausse excessive de la température provoquent la diminution de la fécondité de la femelle adulte et la durée de vie des adultes (les œufs sont moins nombreux, leur taille est plus petite) (Périe *et al.*, 2005 in Walzer, 2009).

1.3.1.5.3- L'humidité et précipitation

C'est l'humidité relative de l'air est nécessaire car elle participe à la formation des sites d'alimentation via les précipitations (Ward, 1994), sous toutes formes : l'humidité, la présence de rivières, système d'irrigation ou de puits (Ward, 1944a in Geoffroy, 2010).

Quand elle est trop faible, elle diminue l'activité et la survie des adultes. Par ailleurs, des faible taux de précipitation diminuent le nombre d'habitats disponibles pour les larves semi-aquatiques (Venter *et al.*, 1997 in Geoffroy, 2010).

L'humidité du sol est une variable déterminante de l'habitat larvaire (Meiswinkel, 1997). si les précipitations sont trop importantes, l'activité de certains espèces peut être arrêté et les larves et nymphes meurent où leur habitat est inondé ou trop humide (Mellor, Boorman et Baylis, 2000 ; Geoffroy, 2010 ; Guis, 2007 ; Périe, 2005 ; Savelli, 2003).

1.3.1.5.4- Le sol

Ce facteur influence considérablement la distribution des insectes. La présence d'une couverture végétale constitue un microclimat au niveau du sol et peut permettre la survie du vecteur. Au cours des activités agricoles, l'irrigation, peut être à l'origine des sites adéquats pour la reproduction et le développement des stades immatures d'un vecteur. Par exemple, *Culicoides imicola* préfère les endroits humides riches en matières organiques d'origine animale, les sites de leur reproduction.

1.3.1.6- Comportement et préférences trophique

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

Pour réaliser leur « cycle trophique », les femelles nécessitent dans 90% des cas un repas sanguin. Les variations intra-spécifiques qui ont été élucidées, notamment, le nombre d'œufs, peuvent s'expliquer d'une part, par les difficultés que rencontrent certaines femelles lors de la prise d'un repas sanguin ou sucré complet, et d'autre part, par la taille, l'âge et les fréquences des pontes effectuées par une même famille (Anonyme, 2007).

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

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

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

Pour les préférences trophiques, la probabilité de réussite d'un repas sanguin dépend de l'attractivité propre de l'hôte et de son acceptabilité (Borehem et Garret-Jones, 1973 ; Clément, 1999; Lardeux *et al.*, 2007 in Viennet, 2011). En outre, les facteurs d'attraction peuvent être le dégagement de CO₂, l'humidité de la respiration, la chaleur corporelle, l'odeur des hôtes. En revanche, les facteurs visuels comme la taille et la forme de l'hôte, corrélée avec le volume des émanations de CO₂ et des autres odeurs, influencent l'attraction des *Culicoides* (Humphreys et Turner, 1973; Tanner et Turner, 1974; Raiche *et al.*, 1997 in Viennet, 2011).

1.3.1.7 - Importance médicale et vétérinaire des *Culicoides*

1.3.1.7.1- La fièvre catarrhale ovine (FCO)

1.3.1.7.1.1- L'agent pathogène : le virus

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

L'identification des types du virus en cause est indispensable pour appliquer la lutte à l'aide d'un vaccin contre la FCO; en utilisant autant de souches vaccinales que de types du virus présent. Ce dernier est résistant mais ne se trouve jamais dans le milieu extérieur, il n'est pas excrété dans les divers sécrétions consécutives à l'apparition de la maladie.

L'infection des vecteurs avec BTV se fait par le gorgement sur un animal virémique. Si le vecteur est compétent, le virus remonte vers les glandes salivaires où il subit la multiplication avant d'être de nouveau transmis lors d'un autre repas de sang : c'est la phase d'incubation extrinsèque du virus. Après la multiplication virale à l'intérieur du vecteur (transport actif biologique), ce dernier devient infectant où la rapidité dépend des conditions climatiques (Biteau, 2006). En effet, plus la température est élevée, plus la durée d'incubation extrinsèque est courte (Mullens *et al.*, 1995).

Par ailleurs, une seule pique d'insecte, suffit pour infecter le ruminant sensible, et l'insecte alors infecté le reste toute sa vie (Mellor, 2001). La transmission d'un animal à l'autre se fait strictement par l'intermédiaire de moucheron du genre *Culicoides* (Hendrikx *et al.*, 2000).

Par ailleurs, les *Culicoides* peuvent transmettre d'autres pathogènes tels que les filaires et les protozoaires (Annexe I, tableau 2, 3, 4).

❖ La répartition géographique du virus

A ce jour, 26 sérotypes différents ont été identifiés. La répartition de ces sérotypes diffère selon la localisation géographique (figure 22).

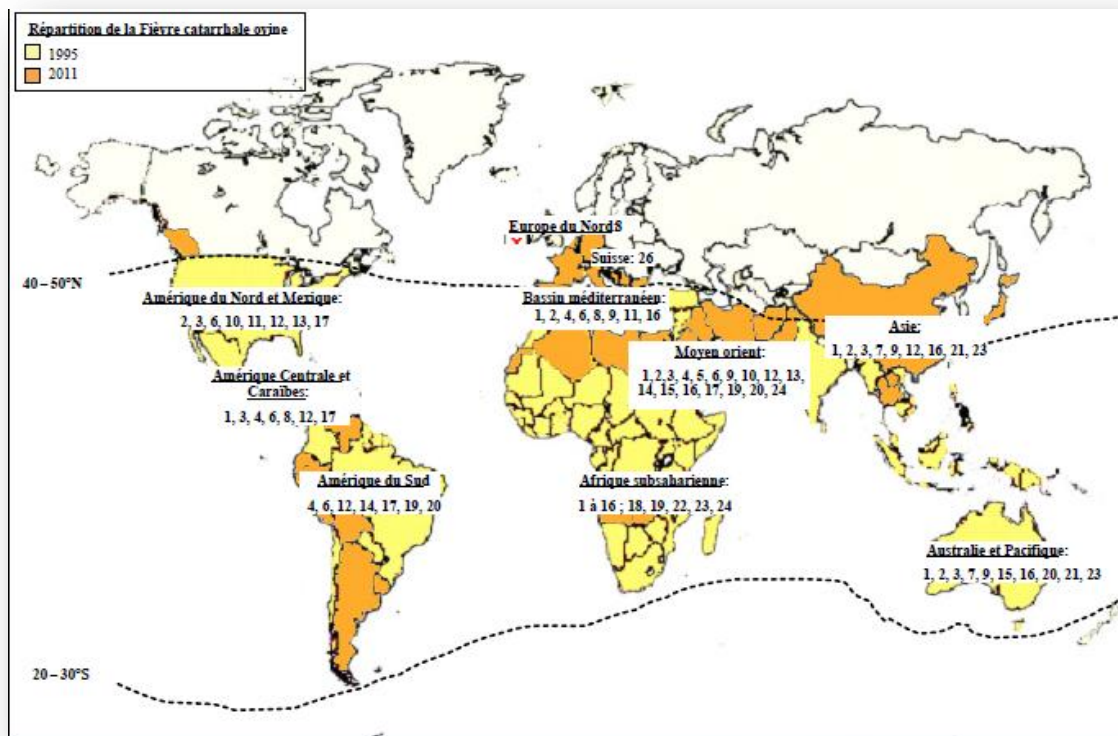


Figure 22 : Répartition mondiale des 26 sérotypes de virus de la FCO (Mathieu, 2011)

1.3.1.7.1.2- Hôtes : vertébrés sensibles

Les vertébrés sensibles sont ceux pour lesquels il y a une expression clinique de la maladie, il s'agit essentiellement des ovins. Chez les bovins et les caprins, l'expression clinique est assez limitée (Abu Elzein, 1985), comme pour les ruminants sauvages (Saegerman *et al.*, 2009 in Chatry, 2012). Cette maladie n'affecte pas l'homme, ce n'est pas une zoonose (Guis, 2007).

Après l'infection par le virus, les ovins et les caprins l'hébergeront dans le sang, au maximum une cinquantaine de jours ; par contre chez les bovins cela peut dépasser 104 jours. La durée de la virémie est effectivement variable. Selon Bowne *et al* (1968) in Chatry (2012) la virémie prolongée chez les bovins peut être à l'origine de la persistance de la maladie et pendant cette période, de nouveaux *Culicoides* pourront s'infecter, ceci montre que les bovins constituent « le réservoir du virus ». Ainsi, le cheptel infecté constitue le principal réservoir de virus (Falconi *et al.*, 2001 in Chatry, 2012). D'autres espèces animales autres que les ruminants peuvent être infectés par le virus, c'est le cas de grands carnivores africains ou de population de chiens qui ont été infectés suite à la contamination accidentelle d'un vaccin (McLachlan *et al.*, 2009 in Chatry, 2012).

1.3.2- La répartition des *Culicoides* en Algérie

Peu d'études de groupe ont été faites sur les *Ceratopogonidae* et plus particulièrement sur l'inventaire faunistique de *Culicoides* en l'Algérie. A titre d'exemple, les travaux effectués par Szadsewski (1984) et Djerbal *et al.*, (2009) (équipe Algéro-Européenne). Mise à part ces études, peu de publications l'ont été sur l'épidémiologie de la FCO ; Madani *et al.*, (2011) indique que la distribution des Orbiviroses est déterminée par la distribution des vecteurs compétents. Les 47 espèces de *Culicoides* recensées en Algérie sont reportées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Liste de 47 espèces des *Culicoides* recensées en Algérie (Djerbal *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) seifadinei</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
19. <i>Culicoides algeriensis</i> Clastrier, 1957
20. <i>Culicoides begueti</i> Clastrier, 1957
21. <i>Culicoides cataneii</i> Clastrier, 1957
22. <i>Culicoides clastrieri</i> Callot, Kremer & Déduit, 1962
23. <i>Culicoides dzhafarovi</i> Remm, 1967
24. <i>Culicoides faghihi</i> Navai, 1971
25. <i>Culicoides foleyi</i> Kieffer, 1922
26. <i>Culicoides gejgelensis</i> Dzhafarov, 1964
27. <i>Culicoides griseidorsum</i> Kieffer, 1918
28. <i>Culicoides heteroclitus</i> Kremer & Callot, 1965
29. <i>Culicoides jumineri</i> Callot & Kremer, 1969
30. <i>Culicoides (Silvaticulicoides) subfascipennis</i> Kieffer, 1919
31. <i>Culicoides (Silvaticulicoides) fascipennis</i> Staeger, 1839
32. <i>Culicoides kibunensis</i> Tokunaga, 1937
33. <i>Culicoides longipennis</i> Khalaf, 1957

34. *Culicoides maritimus* Kieffer, 1924
35. *Culicoides nudipennis* Kieffer, 1922
36. *Culicoides odiatus* Austen, 1921
37. *Culicoides pictipennis* Staeger, 1839
38. *Culicoides poperinghensis* Goetghebuer, 1953
39. *Culicoides pseudopallidus* Khalaf, 1961
40. *Culicoides sahariensis* Kieffer, 1923
41. *Culicoides santonicus* Callot, Kremer, Rault & Bach, 1966
42. *Culicoides sergenti* Kieffer, 1921
43. *Culicoides ravus*
44. *Culicoides festivipennis* Kieffer, 1914
45. *Culicoides kurensis* Dzhafarov, 1960
46. *Culicoides langeroni*
47. *Culicoides paolae* Boorman, 1996

CHAPITRE II

Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Cette étude s'est déroulée sur 5 stations localisées dans la région d'Oum El Bouaghi à l'Est-algérien.

2.1-Situation géographique

La wilaya d'Oum El Bouaghi est située dans la zone des hauts plateaux au centre de wilayas de l'Est algérien. Elle est implantée aux confins méridionaux de l'Atlas tellien, occupant ainsi une position médiane dans la partie « hauts plateaux » Est du pays.

Notre région d'étude est localisée entre 35°53 00''Nord 7°07 00''Est pour la latitude, et de 5°59'N et 7°56' Est pour la longitude. Sa géographie est caractérisée par un contraste entre les zones montagneuses et les plaines, avec une dénivellation atteignant 200 mètres et une altitude de 700-1000 mètres, chevauchant entre 3 domaines géographiques et géomorphologiques (3 zones).

La wilaya d'Oum El Bouaghi s'étend sur une superficie de 763800 Ha soit 7638 km², avec une population estimée en 2008 à 621612 habitants, occupant 12 Dairas et 29 communes et une densité de 81hab/km².

Par ailleurs, la wilaya d'OEB est limitée par 07 Wilayates (figure 23) :

- Au Nord est limitée par Constantine
- Au Nord-est : Guelma et Souk Ahras
- Au Nord- Ouest : Mila
- Au Sud : Khenchela
- Au Sud-est : Tébessa
- Au Sud-ouest : Batna

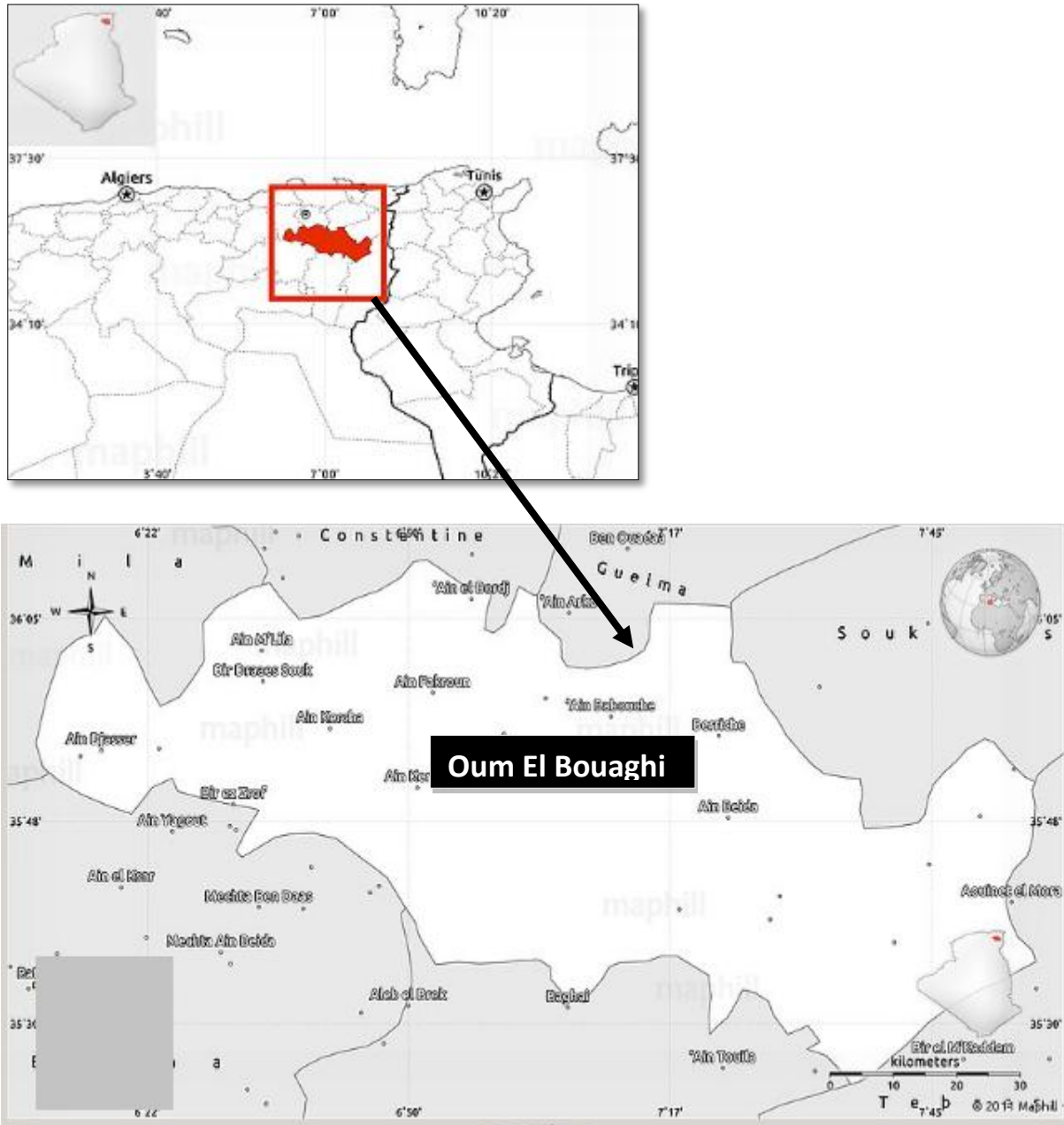


Figure 23: Situation géographique de la région d'étude d'Oum El Bouaghi (Anonyme, 2013)

2.2- Facteurs abiotiques

2.2.1- Caractéristiques géomorphologiques

La wilaya d'OEB est connue par l'abondance des gisements de dolomies et d'argile, des carrières d'agrégats et de sable, des marais salants (Anonyme, 2009), notamment dans les plaines, ces dernières sont des terres saturées d'eau formant ce qu'on appelle les terres hydromorphes. Le point culminant de la wilaya est le Djebel Guerioun (1729 mètres) d'altitude

près d'Aïn M'lila suivi par Djebel Sidi R'ghiss (1635m), dont le taux des zones montagneuses est de 17,3% tandis que les plaines de 18.90% et les hauts plateaux de 63.8%.

2.2.2- Caractéristiques pédologiques

Selon Ramade (1984) le sol constitue l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux dont le PH conditionne la répartition des organismes. La région d'OEB est caractérisée par des sols d'agriculture, situées généralement dans les plaines et le nord ouest, néanmoins, l'est est bien marqué par des zones rocheuses.

2.2.3- Hydrologie et ressources en eau

La wilaya d'Oum El Bouaghi recèle d'importantes ressources en eau venants de nappes aquifères et qui seront renforcées par des barrages celui de Benharoun (Wilaya de Mila), Oued Charef et le barrage d'Ain Dalia (Wilaya de Souk Ahras) et le barrage Ourkis (W. OEB) (Anonyme, 2009). Les Oueds les plus importants sont mentionnés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Principaux Oueds dans la Wilaya d'OEB

Oueds	Communes
- Fezguia	- plaine Fezguia , Fourchi, Ain M'lila
- Ain Kercha	- Ain Kercha
- Dahmane	- Ain Babouche, Ksar Sbihi
- Medfoune	- Oum El Bouaghi
- Meskiana	- Meskiana, Dhalaa
- El Hassi	- Berriche
- Boulfreis	- Ain Zitoun, Oum El Bouaghi
- Maarouf	- Ain Zitoun

Quant aux zones humides, elles occupent une importante surface dans la wilaya. Il s'agit des « Sebkhass » ou « Chotts » ou « Garaet ». Ces zones ont une importance mondiale, elles sont classées comme sites Ramsar (Saheb, 2009).

2.2.4 - Facteurs climatiques de la région

Les paramètres climatiques influencent la répartition et la diversité des insectes. Il est donc nécessaire de mettre en évidence les facteurs climatiques de la région tels les températures, les précipitations, l'humidité relative, et enfin les vents. Les données météorologiques

rassemblées dans le tableau de l'annexe II, sont issues de la station météorologique d'Oum-El-Bouaghi de l'année 2004 à 2013.

Les précipitations moyennes annuelles varient entre 350 et 400 mm. Les neiges sont parfois importants recouvrent les cimes des hauts plateaux durant la saison d'hiver. Les étés sont très chauds et secs, des orages peuvent se former ou peuvent parvenir des Aurès, ils sont accompagnés de grêles et de fortes précipitations brèves et locales, qui peuvent se manifester d'une façon violente même en Juillet et début d'Aout. Ceci est une particularité locale car toute l'Algérie est caractérisée par une aridité estivale continue.

2.2.4.1- Température

La température est un facteur écologique limitant important qui détermine de grandes régions climatiques terrestres. Elle contrôle l'ensemble de phénomènes métaboliques et conditionne la répartition de la totalité des êtres vivants et des espèces (Ramade, 2003). Elle agit directement sur la vitesse de réaction des individus, sur leur abondance et leur croissance (Dajoz, 1971 ; Faurie et *al.*, 1980 ; Ramade, 1984).

Les données météorologiques concernant les températures mensuelles moyennes, maximales et minimales sont rapportées dans le tableau 7.

Tableau 7
Températures mensuelles moyennes, maxima et minima d'Oum El Bouaghi durant 2013

Mois Températures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T° moyenne (°C)	6.3	5.7	11.7	14.7	17.1	21.2	26.0	24.4	21.7	20.4	10.1	6.3
T° moy Max (°C)	11.5	11.0	17.7	21.8	24.5	29.2	33.9	31.9	27.8	27.7	14.9	11.7
T° moy min (°C)	1.1	0.4	5.6	7.7	9.7	13.2	18.0	16.8	15.6	13.0	5.4	0.9
(M+m)/2	6.3	5.7	11.65	14.75	17.1	21.2	25.95	24.35	21.7	20.35	10.15	9.3

M : moyenne mensuelles des températures maxima ; (O.N.M, 2014)
 m : moyennes mensuelles des températures minima ;
 (M+m)/2 : Moyenne mensuelle des températures maxima et minima

Le tableau 7 montre que la répartition de la température moyenne annuelle est relativement variable entre 5.7 et 25.95°C, avec une moyenne annuelle est de 15,70°C. Le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 25.95°C, la moyenne des températures maximales est de 33,9°C et celle des minimales est de 18°C. Le mois le plus froid est février, avec une température moyenne de 5,7°C et une valeur plus basse des minima est de 0.4°C.

2.2.4.2-Pluviosité

La pluviométrie représente le facteur le plus important du climat. Elle est la quantité totale de précipitations (pluie, neige, grêle) reçue par unité de surface et unité de temps exprimée en millimètres. Elle représente, l'épaisseur de la couche d'eau qui resterait sur la surface horizontale, s'il n'y avait ni écoulement ni évaporation (Ramade, 1984, 2003). Par ailleurs, le volume annuel des pluies conditionne la distribution des espèces dans les aires biogéographiques (Ramade, 1984). Dans notre région d'étude, la pluviométrie est irrégulière, les pluies sont issues de perturbation venues du Nord-ouest ou des dépressions méditerranéennes ; elles sont en moyenne de 350-400 mm/an. Le tableau 4 montre les valeurs de pluviométries mensuelles moyennes durant l'année d'étude 2013.

Tableau 8 : Pluviométries mensuelles moyennes d'Oum El Bouaghi durant 2013

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	31.6	38.3	23.7	29.3	20.4	31.1	42.8	55.0	49.3	22.1	53.1	18.1

P : précipitations exprimées en mm

(O.N.M., 2014)

Le tableau 8 montre que durant l'année 2013, OEB a connue un total des précipitations estimé à 386.8 mm soit une moyenne annuelle de 32.23 mm. Les précipitations sont importantes en été particulièrement en aout avec une moyenne de 55 mm pour ce mois, qui correspond à un taux égal à 14,22 % de la somme des pluies de cette année. Il est à remarquer que le mois le plus sec est décembre avec 18,1mm.

2.2.4.3 -L'humidité relative

L'humidité dépend de plusieurs facteurs, de la quantité d'eau tombée, du nombre de jour de pluie, de la forme de ces précipitations (orage ou pluie fine), de la température, des vents et la morphologie de la station considérée. Le tableau 9 présente les valeurs mensuelles moyennes de l'humidité de la région d'étude durant l'année 2013.

Tableau 9 : Valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative d'OEB durant 2013

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H moyennes (%)	78	77	68	78	63	52	57	53	65	59	80	84
H moy min (%)	53	51	43	53	34	29	33	27	39	32	56	59
H moy max (%)	96	96	93	96	90	77	82	79	89	85	97	99

H : humidités exprimées en %

(O.N.M., 2014)

Les résultats de ce paramètre portés dans le tableau 9 montrent que l'état hygrométrique de l'air est plus sec surtout en été atteignant 52 % en juin et 53 % en mois d'août. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées pendant l'hiver en mois de novembre avec 80%, le mois de décembre avec 84 % et le mois de janvier avec 78%. Notons que le mois d'avril est aussi humide avec une valeur moyenne de 78% aussi bien que janvier.

2.2.4.4- Le vent

Le vent constitue l'un des facteurs écologiques limitant dans certains biotopes. Il a un rôle mécanique remarquable sur la répartition des insectes et sur leur degré d'activité (Faurie *et al.*, 1980, Ramade, 1984, 2003). Le vent est un facteur omniprésent dans la région d'OEB parfois violent (effet venturi). La vitesse maximale mensuelle des vents dans la région d'étude pendant 2013 est présentée dans le tableau 10.

Tableau 10 : Vitesse maximale et moyenne mensuelle des vents à OEB en 2013

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V max (m/s)	6.72	6.94	7.11	7.41	7.25	7.08	5.94	6.25	5.36	4.55	5.44	4.36
V moy (m/s)	3.9	4.0	3.6	3.8	3.3	3.3	2.7	2.9	2.3	1.7	3.1	1.9

V max : Vitesse maximale des vents exprimée en m/s

(O.N.M., 2014)

Il est à remarquer que dans la région OEB en 2013, les vitesses des vents les plus fortes sont enregistrées en avril avec 7,41 m/s (26,7 km/h) et les plus faibles sont en mois décembre avec 4,36 m/s (15,7 km/h) (Tableau 10).

2.2.5 - Analyse climatique

2.2.5.1- Diagramme ombrothermique De Gaussen

Le diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gaussen nous permet de mettre en évidence la période sèche de notre zone d'étude. Selon Gaussen et Bagnouls (1957) une période sèche est une période durant laquelle les précipitations totales du mois exprimées en millimètres sont inférieures ou égales au double de la température du même mois exprimées en degré Celsius ($P \leq 2T$). La période d'aridité est marquée par les régions du graphique où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (Ramade, 2008).

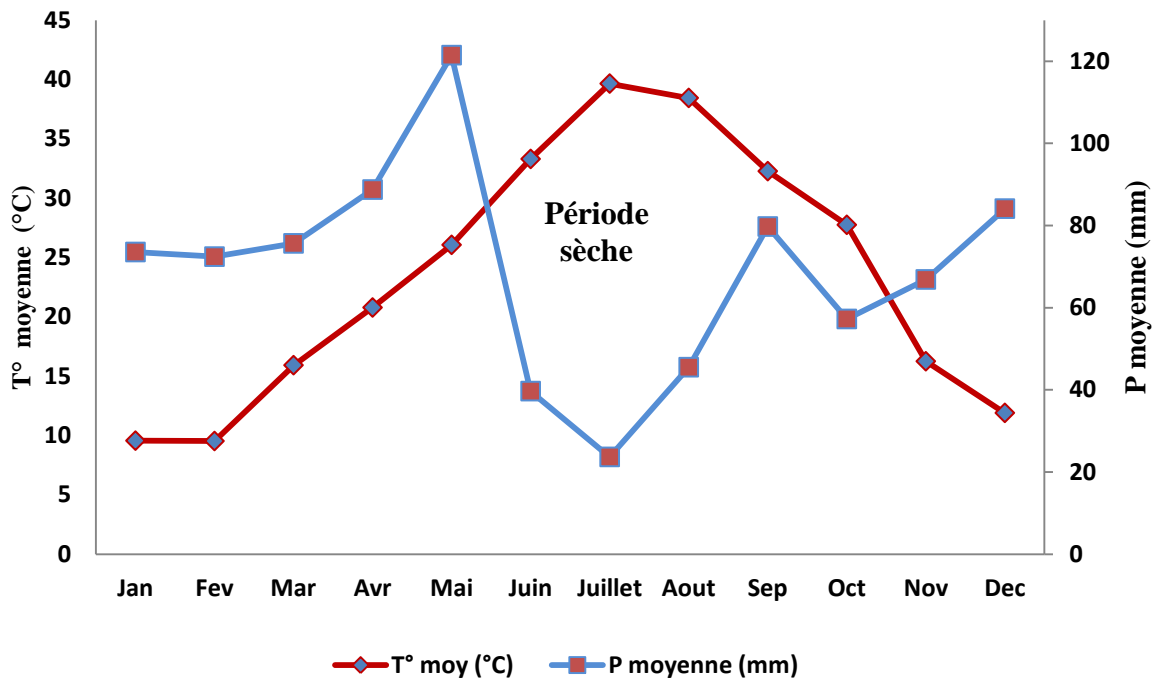


Figure 24 : Diagramme ombrothermique de la région d'Oum El Bouaghi sur 10 années (2004-2013).

En se basant sur les données météorologiques de la station d'Oum El-Bouaghi (ONM, 2014). Le diagramme ombrothermique de Gaussen établi pour la période d'étude qui s'étend du mois d'avril au juillet, fait apparaitre 2 périodes. Une période humide qui s'étend de janvier à fin mai et de fin octobre à décembre. Une période sèche qui s'étale sur 5 mois, allant du mois de juin jusqu'à la fin d'octobre (figure 24).

2.2.5.2- Diagramme pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) a pour objet de donner un descripteur quantitatif du climat d'un biotope donné (Ramade, 2008).

Il permet de définir les cinq étages de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haut montage (Emberger, 1955). Ce quotient pluviométrique mis en évidence par cet auteur a été simplifié par Stewart (1974) selon la formule suivante :

$$Q_2 = 1000 \times \frac{P}{M - m}$$

Q₂ : quotient pluviométrique d'Emberger

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

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

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

Les valeurs des températures et la valeur du quotient calculé sur 10 années de la région d'étude sont mentionnées dans le tableau 11, 12.

Tableau 11: Les valeurs des moyennes des T° max et T° m (°C) (période 2004-2013) dans la région d'OEB

Année	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Moye T max du mois le plus chaud	35.9	36	33	35.40	34.4	39	34.4	34.8	40.8	33.9
Moye T min du mois le plus froid	3.7	0.9	0.5	0.6	1.4	0	2.1	0.6	0	0.4

Tableau 12 : Les valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger (période 2004-2013) dans la région d'Oum El Bouaghi

paramètres	M (°C)	m (°C)	P (mm)	Q ₂	Etage bioclimatique
Station					
Oum El Bouaghi	32.28	1.02	414.3	45.46	Semi aride

En fonction des valeurs des températures et des précipitations obtenues durant 10 ans de 2004 à 2013 dans la région d'étude (Annexe I, tableau 13), le calcul du Q₂ montre que pour une valeur égale à 45.46, il ressort que la région d'OEB se localise dans un étage bioclimatique semi-aride (figure 25), dont le climat est continental froid et pluvieux durant l'hiver, chaud et sec durant l'été.

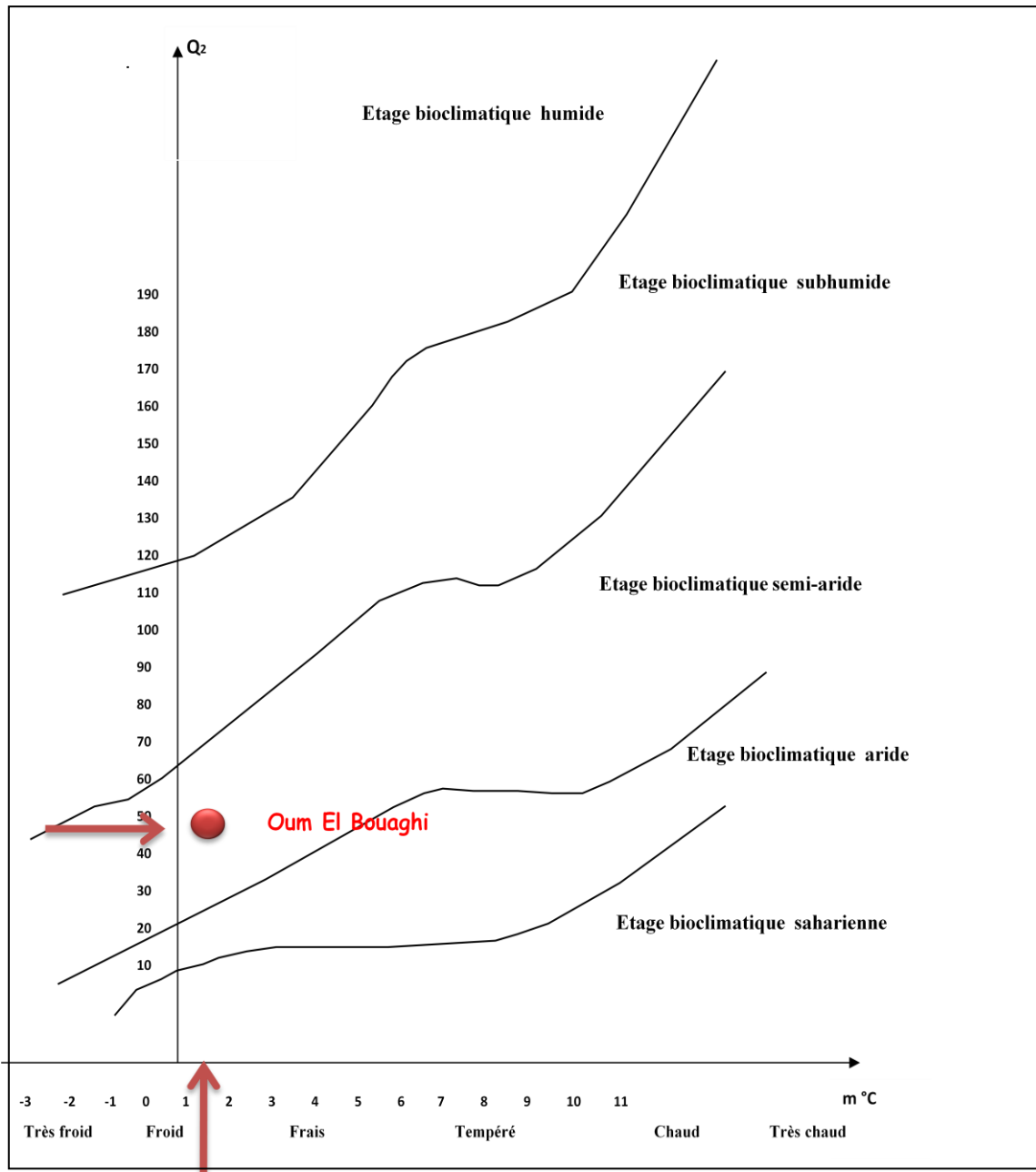


Figure 25 : Situation de la région d'Oum El Bouaghi dans le climagramme d'Emberger

2.3 - Facteurs biotiques de la région d'étude

Ces facteurs sont représentés par la flore et la faune

2.3.1- Diversité floristique

C'est l'ensemble des végétaux peuplant un habitat ou une aire biogéographique donnée aussi bien dans les formes végétales dominantes (végétation arborée, arbustive ou herbacée que prise au sens du (ou des) groupe(s) taxonomique(s) dominant(s) (Dajoz, 2003).

La Wilaya d'Oum El Bouaghi est constituée de hautes plaines, aptes à recevoir divers cultures notamment les cultures céréalières qui sont abondantes car elles ne nécessitent pas l'irrigation (Anonyme, 2013). Néanmoins, la végétation est très irrégulière, la majorité sont des plantes vivaces et steppiques adaptées au sol et au climat (la couverture végétale est de type xérophile).

La flore de fait, comporte plusieurs familles de plantes telles que: *Pinacées Pinus halpensis* : Pin d'alep, *Cupressacées Cupressus sempervirens* : Cypres toujours vert, *Graminées Ampelodesma mauritanicum* : Diss et *Stippa tenacissima* : Alfa, *Palmées (Chamearops humilis* : Palmier nain), *Fagacées (Chêne vert)*, *Moracées (Morus alba Morus nigra* : Murier Blanc Murier Noir), *Légumineuses (Cercis siliquastrum* : arbre de Judee). On trouve également des plantes médicinales à l'exemple de *Labiées (Rosmarinus officinalis* : Romarin), *Labiées (Lavandula stoechas* : Lavande) et des *Composées à savoir (Artemisia herba Alba* : Armoise blanche) (Anonyme, 2013).

2.3.2- Diversité faunistique

Parmi les mammifères, on dénombre plus de 13 espèces dans cette région, dont on peut citer le Lièvre : *Oris*, le Rat des Champs : *Merions Chawi*, le Sangliers *Sus scrofa*, des Renards *Vulpes vulpes* et des Chacals *Canis aureus*. Quant aux oiseaux terrestres, il a été inventorié 21 espèces occupant presque tous le territoire, les *Hirondelle de cheminée* : *Hirundo rustica*, *Perdrix gambra* : *Alectorus barbara*, *Tourterelle des bois* : *Streptopelia turtur*, *Moineau domestique* : *Passer domesticus* sont nettement fréquentes (Anonyme, 2013).

De plus, l'avifaune aquatique est très diversifié (Anonyme, 2013). En effet, OEB est riche en zones humides qui sont fréquentées par presque 39 d'espèces d'oiseaux aquatiques et migrateurs (Saheb, 2009). Parmi les insectes recensés, citons par exemple *Les Diptères* : *Calliphoridae*, *Culicidae*. *Les Hyménoptères* : *Pompilidae* et *Formicidae*. *Les Odonates* : *Sympecina fusca* et *Les Coléoptères* : *Coccinellidae* et *Carabidae* (Anonyme, 2013).

CHAPITRE III

Matériel et Méthodes

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

3.1- Le choix des stations d'étude

Le cadre de notre étude est représenté par le foyer d'Oum El Bouaghi situé à l'Est algérien. Les investigations menées se sont étalées sur quatre mois (Avril- Juillet) de l'année 2013. Nous avons prospectés 5 fermes réparties dans 4 communes, à savoir :

- Commune d'Ain Babouche : Station 1 (dont 01 ferme A)
- Commune d'Ain Babouche : Station 2 (dont 01 ferme B à mechta Bir Chehem)
- Commune d'Ain Diss : Station 3 (dont 01 ferme C à mechta El Hassi)
- Commune de Berriche : Station 4 (dont 01 ferme D)
- Commune de Sigus: Station 5 (dont 01 ferme E)

Dans ces stations, sont situés les sites de piégeage lesquels représentent les biotopes (figure 26). Pour le choix des stations ou fermes, nous avons pris en considération l'accessibilité pour s'y rendre, la sécurité au niveau des fermes et la présence d'un cheptel. Le choix des stations est essentiellement basé sur les cas de la blue tongue enregistrés dans le cadre des enquêtes épidémiologiques ; effectuées par les services vétérinaires de la Direction des services agricoles (Anonyme, 2013) (Annexe I, tableau 14).

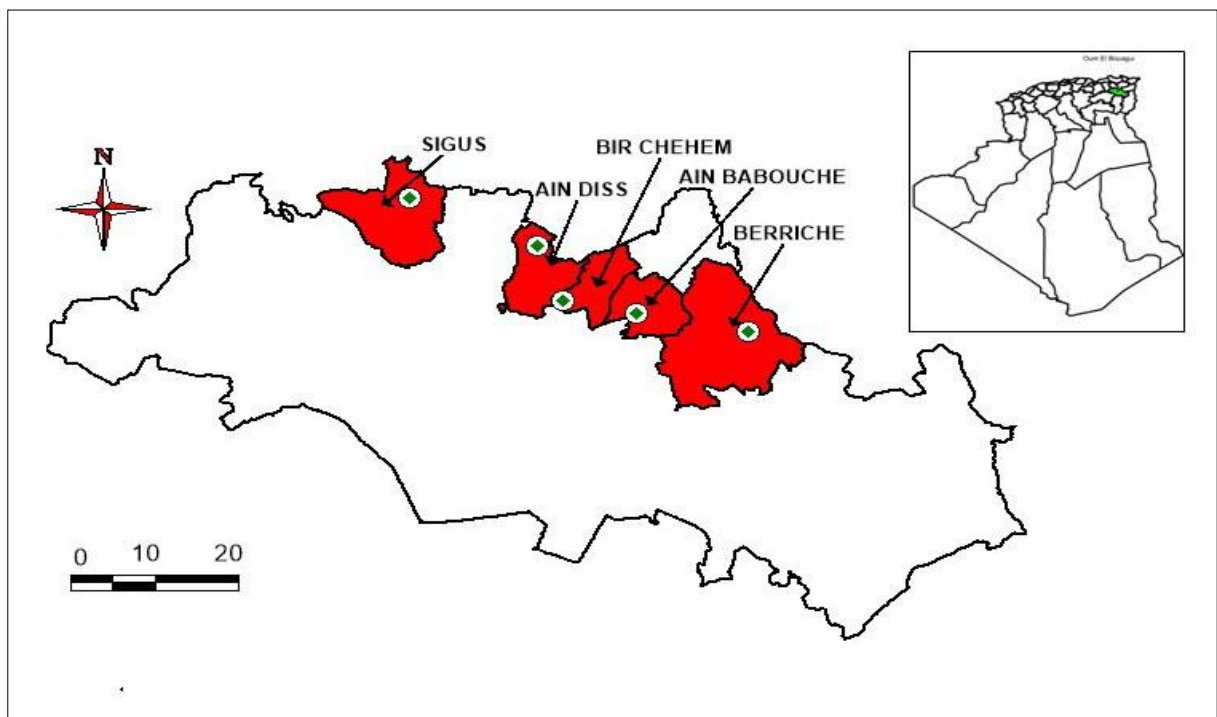


Figure 26 : Localisation des 5 stations d'étude et les sites de piégeages dans la région d'étude d'Oum El Bouaghi

3.2-Présentation des stations d'étude

Les 5 stations de piégeage sont réparties comme indiqué sur la figure 26, présentent les caractéristiques suivantes:

3.2.1- Commune d'Ain Babouche : Station 1

Cette station est l'une des 12 communes de la wilaya, à distance de 10 Km de chef lieu, selon l'axe principal de la route nationale N°32. Elle a une superficie de 199 km² soit 19200 ha, et une population de 16129 habitants (estimée en 2008) soit une densité de 81hab/Km². Elle se situe à 35°56'28" Nord et 7°11'08" Est, avec une altitude de 880 mètres. Cette station est située dans une zone à vocation agricole.

Elle comporte également une retenue d'eau de Lahmimet entourée de massifs. L'oued le plus important est l'Oued principal : Oued Dahmane, qui collecte les eaux de nombreuses ramifications drainant cette commune. Celui-ci déverse ses eaux dans Oued Seybouse d'Annaba. Au niveau de cette station, nous avons prospecté au niveau d'une ferme nommée « ferme A » et qui constitue le site1 (figure 27).



Figure 27 : Situation de la commune d'Ain Babouche (Station 1) et localisation du site (1) (Image de Google Maps, 2013)

- **Description du site 1 : Ferme A** (35°56'45''N, 7°11'57''E) (Altit: 880 m)

La ferme A renferme un élevage mixte avec un total de 260 têtes entre ovins, bovins, caprins et chevaux, qui sont logés dans des étables ouverts sur deux cotés pendant la nuit et ils passent les journées d'été dans un parcours en plein air. Ces animaux peuvent aller pâturer dans des prés se situant à 1-2 km de la ferme. Le couvert végétal est riche en arbre forestiers et fruitiers, on peut trouver les arbres d'eucalyptus, les pommiers, figuiers, abricotiers.

Ce site est le plus au nord-est de la zone d'étude. Il se situe dans la zone périurbaine de la commune. Elle est à 10 km du chef lieu OEB. Sa superficie est de 01 ha. Sa nature de type agricole pastoral, est séparée d'une rivière (rejet final) par une distance de 75m. Le site est également proche de la ville d'Ain Babouche d'où la présence des habitations à une distance de 300 m (figure 28, 29).

Par ailleurs ce site est entouré par plusieurs types de débris comme des engins agricoles et pneus détériorés mais aussi par des déjections d'animaux et du fumier qui sont les milieux préférés à leur développement (figure 30)

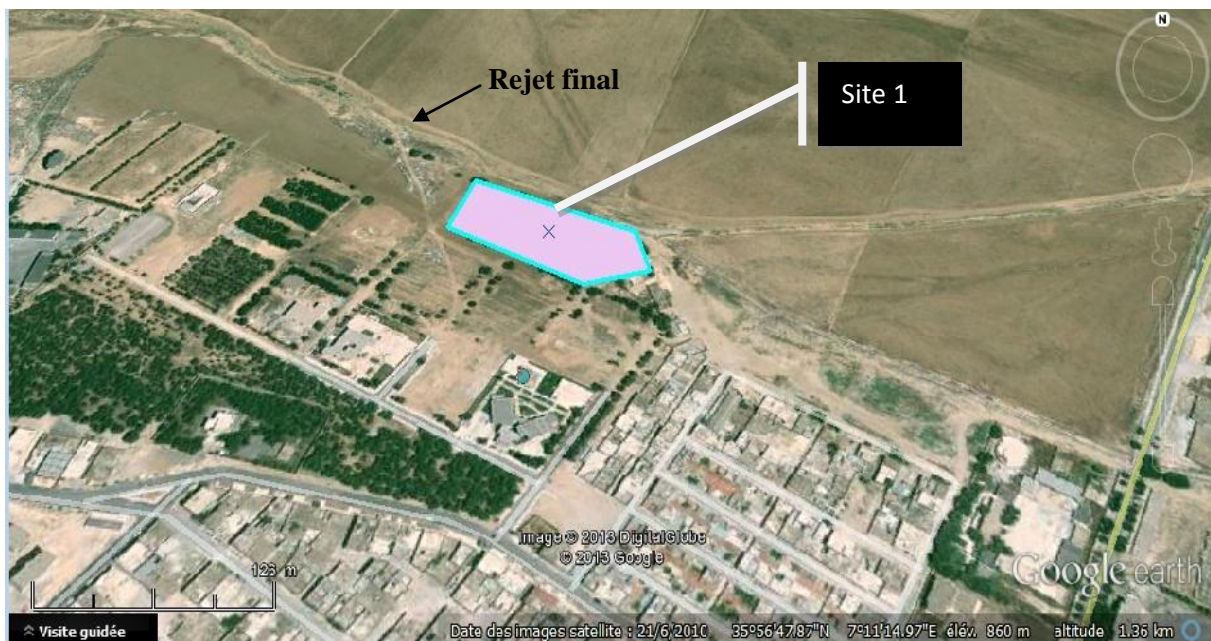


Figure 28 : Localisation du site de piégeage (1) de la station (1) (Google earth, 2013)



**Piège lumineux
ultraviolet**

Figure 29 : Photographie de piège LUV posé dans le site 1 (Ferme A) (Cliché personnel, 2013)

3.2.2- Commune d'Ain Babouche: Station 2 (Mechta Bir Chehem)

- **Description du site 2 : Ferme B** ($35^{\circ}58'34''N$, $7^{\circ}03'69''E$) (Alt: 916 m)

Dans la même commune, nous avons choisi une autre localité pour l'échantillonnage. Notons que mechta Bir Chehem se situe presque à une distance de 20 km de la station 1 dans la même commune d'Ain Babouche, en effet, dans notre étude on a pris ce mechta comme station 2. Au niveau de cette station, nous avons prospecté au niveau d'une ferme désignée par ferme B et qui représente le site 2. Elle se situe au Nord-est d'OEB à une distance de 20 km et à 17 km du premier site. Cette ferme s'étend sur une superficie de 10 Ha et comporte deux (02) hangars ouvert sur un seul coté qui accueillent les ovins tous les soirs (environ 200 têtes). Une autre étable loge les bovins (16 têtes), et un poulailler est situé à proximité.

Ce site est entouré de terre à cultures fourragères et des terres agricoles à culture céréalière, des arbres forestiers et fruitiers. On note aussi, la présence des points d'eau à savoir un forage et deux (02) puits traditionnels et des abreuvoirs.



Milieux favorables
pour le développement
des *Culicoides*

Figure 30 : photographie représente les milieux préférés par les *Culicoides*

3.2.3- Commune d'Ain Diss : Station 3

Cette commune est située à 27 Km de la ville chef lieu. Elle est de nature agricole rurale et s'étend sur une superficie de 13078 Ha soit de 123 km². Cette station composée de 9 localités, est située en 36°05'32'' Nord, 7°7'2'' Est, limitée au Nord par Tamlouka, de l'Est par Ain Babouche, de l'Ouest et Sud par Ain Fakroun, Arméria et Oum El Bouaghi respectivement. Elle abrite une population de 2767 habitants (estimation de 2008) dont la densité est de 22 hab/km² (Anonyme, 1984). La surface agricole totale est de 13078 Ha ; et les surfaces forestières sont de 366 Ha.

Concernant le cheptel de cette station, il se compose d'un total de 13590 têtes représentée par des ovins, bovins et caprins. Cette station est représentée par la « ferme C ».

- **Description du site 3: Ferme C (El Hassi) (36°03'81''N, 7°00'41''E) (Alt : 980 m)**

Le site est représenté par une ferme d'élevage désignée par la ferme (C). Elle s'étend sur une superficie de 02 ha et située à une altitude de 980m. La ferme contient deux (2) étables pour loger des animaux ; on y dénombre environ 10 vaches et 100 brebis et agneaux et quelques

caprins. Nous trouvons aussi des endroits humides soit des abreuvoirs et des puits d'eau. Le couvert végétal est représenté par des arbres forestiers et fruitiers. Cette ferme est entourée de terres agricoles et de pâturage. A proximité de cette exploitation, la présence de fumier et autres déchets sont signalés (figure 31).



Figure 31 : Localisation de la ferme (C) de la station d'Ain Diss (Cliché personnel, 2013)

3.2.4- Commune de Berriche : Station 4 (figure 32)

Elle fait partie des communes de la Daïra d'Ain El Beida, située à 30 km d'OEB ($35^{\circ} 55' 07''$ N / $7^{\circ} 23' 41''$ E).

- **Description du site 4 : Ferme D ($35^{\circ}54'43''$ N, $7^{\circ}22'13''$ E) (Alt : 882m)**

Nous avons choisi un site de piégeage soit une ferme agricole d'élevage désignée par la ferme D de nature rurale pastorale. Elle s'étend sur une superficie de 10 Ha et située à une altitude de 882 m. Nous avons noté la présence d'un poulailler, d'une bergerie pour les vaches laitières, de brebis et d'agneaux. La ferme est entourée d'un couvert végétal représenté par les arbres de frênes et des terres à culture de céréales (figure 33).



Figure 32 : Localisation du Site (4) de la Station (4) de Berriche (Google earth, 2013)



Figure 33 : Situation de la ferme (D) de la station de Berriche (Cliché personnel, 2013)

3.2.5- Commune de Sigus : Station 5 (figure 34)

La commune de Sigus située à l'extrême Nord Ouest de la wilaya d'Oum el Bouaghi, couvre une superficie de 210.24km². Elle est distante de près de 47 km de la ville chef-lieu de la wilaya d'OEB, et située à une altitude de 890 m. Sa population est estimée en 2008 à 15639 habitants. Le territoire communal est situé au cœur des hautes plaines constantinoises, et Nord Est des Aurès, entre la latitude 36° et 37° Nord, et la longitude Est entre 6° et 7° Est. La commune est entourée d'un ensemble montagneux qui constitue une véritable barrière qui cerne la commune des cotés Nord est et Sud ouest. Ces Djebels culminent à 1477 m (Djebel Fartas) et sont constitués essentiellement de calcaire et occupent environ 58% du territoire communal

(Anonyme, 2013). Plusieurs écoulements importants convergent en majorité vers Oued El Kelb, lequel avec Oued El mellah constituent Oued Boumerzoug qui traverse l'agglomération de Sigus provoquant parfois plusieurs dégâts (inondations).

Cette station est caractérisée par ses terres agricoles et pastorales, ce qui favorise aux dromadaires d'exploiter ces terres pendant la période estivale. Les terres agricoles sont représentées par des cultures céréalières, maraichères et les cultures de fourrages. La surface forestière est relativement vaste, ceci favorise la présence d'une certaine humidité dans cette station. Elle comporte également, une nappe phréatique enrichie par l'Oued El Kelb.



Figure 34 : Situation géographique de la commune de Sigus (Google-Earth, 2013).

- **Description du site 5 : Ferme E Sigus** (36°07'28'' N, 6° 46'67''E) (Alt: 871m)

Nous avons choisi pour site de piégeage une ferme d'élevage désignée par la ferme (E). Elle est située à 51 km d'OEB à une altitude de 871 m. Sa superficie est de 01ha, elle est localisée presque à 01 km de la ville. Cette exploitation est composée d'une étable largement ouverte qui accueille des ovins, caprins et chevaux. La ferme est entourée par des prairies sèches et des terres de pâturage. Une forêt est située à 03 km environ de ce site (figure 35).



Figure 35 : Situation de la ferme d'élevage (E) de la Station 5 Sigus (Cliché personnel, 2013)

3.3-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). Selon l'objectif des études entreprises, les insectes peuvent être recueillis vivants dans une poche en voile tergal, ou tués dans l'alcool à 70%. (Cornet, 1971). Par ailleurs, l'échantillonnage des adultes de *Culicoides* peut se faire également par le filet à main dans la végétation, avec un aspirateur sur des appâts humains ou animaux ou en attrapant divers insectes sur lesquels les *Ceratopogonidae* peuvent être fixés. Le piège d'émergence de Cameron permet aussi de recueillir les insectes qui éclosent de la boue (Delécolle, 2000).

Pour nos prospections, nous avons utilisés des pièges lumineux de type ultraviolet UV (black light trap). Ces pièges ont la particularité de capturer les insectes qui ont une activité nocturne et crépusculaire (Viennet, 2011; Biteau, 2007).

Les pièges lumineux utilisés ont été confectionnés en prenant soin qu'ils soient conforme à ceux mentionnés dans la littérature (Delécolle, 1985 ; Zimmer, 2009 ; Dusom, 2011 ; Viennet, 2011 ; Biteau, 2007) (figure 36, 37). Le piège se compose de :

- un tube néon fluorescent (lumière noire) de 8 Watts et supportant une tension de 220 Volts. Il mesure 60 cm. Le tube est accroché sous un « chapeau » métallique bleu pour attirer les insectes hématophages. La lumière noire permet d'attirer les insectes la nuit. Un tissu de type

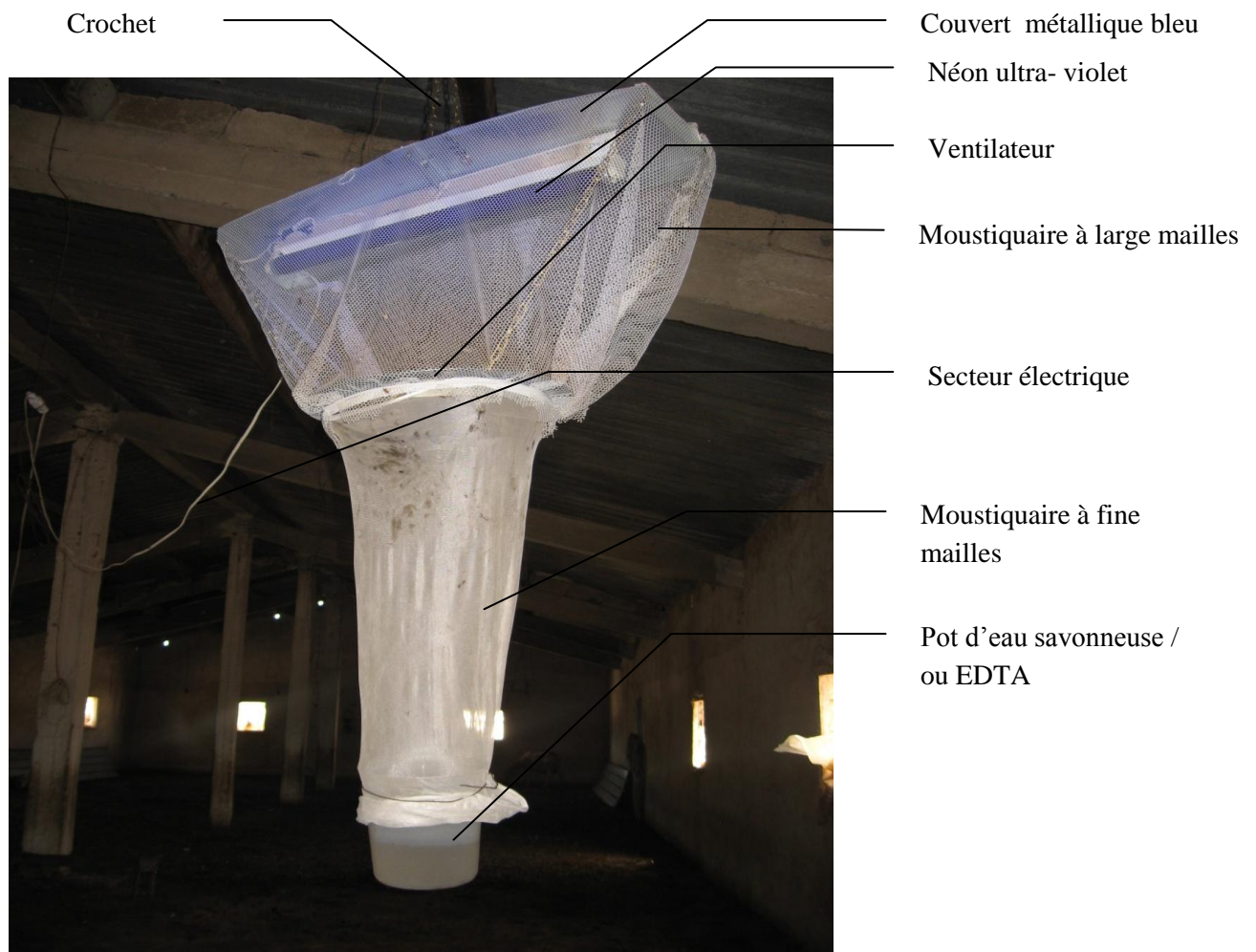
moustiquaire à larges mailles permet de ne piéger que les petits insectes (les gros insectes tels que les papillons sont bloqués par les mailles);

- un ventilateur électrique (12cm x 12cm) permettant d'aspirer les insectes qui virevoltent autour du piège attirés par sa lumière;
- un cône en tissu de type moustiquaire (à mailles très fines) guidant les insectes ;
- le ventilateur propulsant les insectes vers le pot en plastique contenant de l'eau savonneuse dans lequel ils se noient;
- un pot en plastique rempli au 1/3 d'eau savonneuse ou bien la solution EDTA (Délecolle *et al.*, 2009) permettant de recueillir les insectes ;
- 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 36 : Photographie représente le modèle original de piège lumineux ultraviolet (LVR, Tizi Ouzou) . (Cliché personnel, 2013)



**Figure 37 : Photographie du piège lumineux ultraviolet « montage personnel »
(Photo originale, 2013)**

3.4-Méthode d'échantillonnage

Notre étude consiste à inventorier la faune Culicoidienne afin de mieux connaître leur abondance et leur diversité dans notre région d'étude. Les prélèvements se sont effectués durant la période printanière et estivale soit entre le mois d'Avril et Juillet 2013.

Nous avons installé des pièges de captures de type lumineux ultraviolet 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 vers 20h -21h en été) et récupérés à l'aube avant le lever du soleil (vers 6h- 7h).

Le rythme de piégeages est quotidien durant les 4 mois et ce dans chacun des sites. Cependant, des pannes techniques de pièges sont parfois signalées.

Dans les 5 sites de piégeage, les captures se sont déroulées selon le même protocole et tous les renseignements sur le site, les heures de pose et de relevé ont été notées sur des fiches de piégeages présentées dans l'annexe I, tableau 15.

Les cinq pièges lumineux (05) sont placés respectivement près des animaux pour le piège dit « intérieur » et un peu plus éloigné des animaux pour le piège dit « extérieur ». Toutefois, il est à remarquer que nos sorties et nos récoltes dépendaient en grande partie des conditions climatiques et techniques d'une part et de la disponibilité du véhicule d'autre part.

3.4.1-Technique de piégeage

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 38.



- a- Placement du piège lumineux dans les sites d'échantillonnage chaque soir
- b- Relevé les pots de captures chaque matin.
- c- Différents pots de récolte dans les 5 stations d'étude
- d- e - Filtration et rinçage des spécimens capturés
- f - Conservation du matériel entomologique récolté dans l'Alcool 90° dans des piluliers avec des étiquettes portant les informations de l'opération.

Figure 38 : Photographie de différentes étapes de piégeage et la récolte des *Culicoides* dans les 5 stations d'étude (Cliché personnel, 2013)

3.4.2-Tri et identification

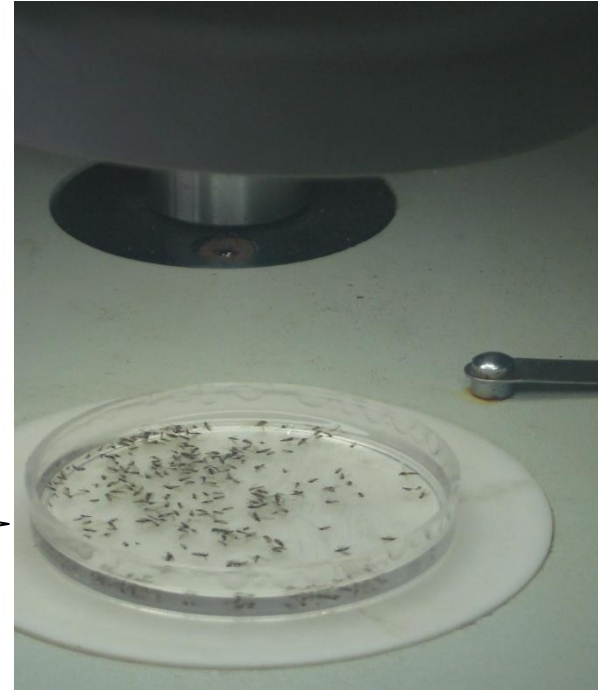
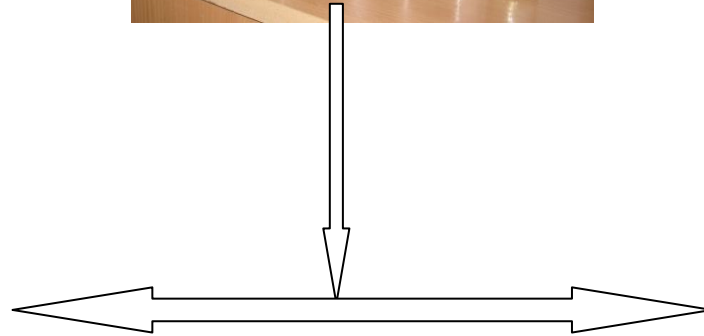
La détermination des *Culicoides* nécessite une connaissance de la morphologie de ces minuscules insectes. La description de la structure de l'hypopygium chez le mâle par exemple n'est pas suffisante. Il est donc indispensable de prendre en considération d'autres caractères afin d'établir une meilleure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

Nos spécimens capturés par les pièges lumineux sont conservés dans de l'alcool à 90° afin de faciliter le pré- tri (Délecolle *et al.*, 2009, Djerbal *et al.*, 2009, Viennet, 2011). Cette étape est suivie des différentes étapes de l'identification quantitative à savoir:

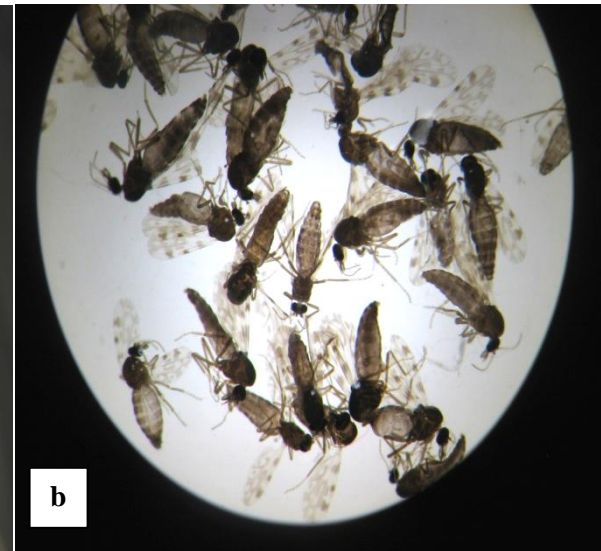
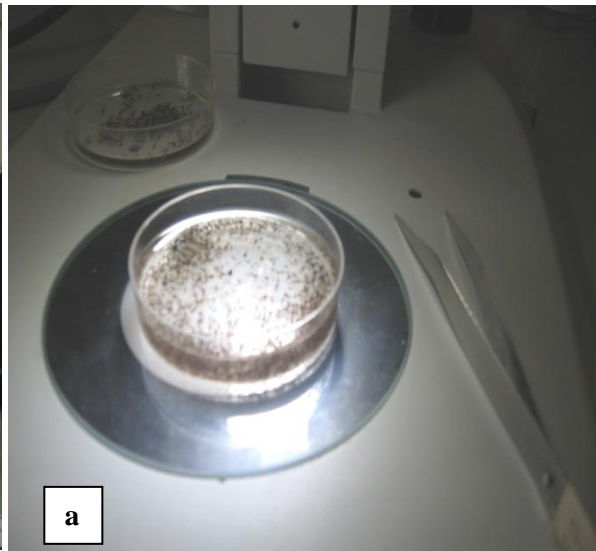
- ✓ **Le pré tri et le tri** qui sont les premières étapes et qui consistent à séparer les *Culicoides* des autres insectes grâce à leur morphologie générale (notamment la taille inférieure à 5mm et les pièces buccales plus petites que la tête). Par ailleurs, ils sont différenciés des autres *Ceratopogonidae* 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).
- ✓ **L'identification** est la deuxième étape qui est délicate et fastidieuse. Elle consiste en la reconnaissance des différentes espèces. pour ce faire, les insectes sont examinés à **la loupe binoculaire** pour procéder à leur identification.

La dissection et l'observation au microscope des individus ne sont pas toujours nécessaires pour l'identification de routine, elle devient obligatoire pour les *Culicoides* dont les critères visibles à la loupe binoculaire ne permettent pas la diagnose. Dès lors, les critères portent sur la taille et la forme de l'appareil génital mais aussi sur le nombre de sensilles coeloconiques situés sur les articles antennaires (Délecolle, 1985).

La première étape qui consiste à faire le tri des *Culicoides* s'est déroulée au sein du Laboratoire d'entomologie et de parasitologie de l'*Institut Pasteur d'Alger (IPA)*. Quant à l'identification, elle a été prise en charge par le Laboratoire Régionale de la Médecine Vétérinaire de Draa Ben Khedda, Tizi Ouzou (LVR, TO) avec la collaboration du Dr Djerbal Mouloud et son équipe technique du Service de Parasitologie. Cette identification est basée sur la Clé dichotomique établie par Délecolle pour les espèces de la région paléarctique (Délecolle, 1985). Les étapes de l'identification sont illustrées dans la (figure 39, 40).



**Figure 39 : Le tri des échantillons à la loupe binoculaire (Zeiss) (Laboratoire de l'Institut Pasteur d'Alger, IPA)
(Cliché personnel, 2013)**



- a- Le tri des spécimens
- b- L'identification morphologique des *Culicoides*
- c- La conservation des espèces identifiées dans l'alcool (90°)

Figure 40 : Les étapes de l'identification des *Culicoides* à la loupe binoculaire. Laboratoire Vétérinaire Régional de Tizi Ouzou (Cliché personnel, 2013)

3.5- Méthodes d'exploitation et d'analyse des résultats

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

Le traitement de nos résultats est fait par le logiciel XLSTAT 2008 et les différentes Maps et Cartes sont configurées par l'utilisation de logiciel MAP- INFO et SIG.

3.5.1- Evolution qualitative de la faune Culicoidienne

3.5.1.1- Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

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

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

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

Nr : est le nombre total de relevés.

3.5.1.2 - Exploitation des résultats par les indices écologiques

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

3.5.1.2.1- Emploi d'indices écologiques de composition

Les résultats sont traités en tenant compte de la richesse spécifique totale et moyenne et les fréquences centésimales ou abondances relatives.

a- Richesse totale (spécifique) et moyenne

Elle représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Ramade, 2003). La richesse totale S correspond au nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 2003). En revanche, la richesse moyenne d'un peuplement est le nombre moyen d'espèces trouvé dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003). Elle est donnée par la formule suivante:

$$S_m = S_i / \text{Nr}$$

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

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

Nr : est le nombre de relevés.

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

b - Fréquences centésimales ou abondances relatives

La richesse spécifique n'est pas suffisante pour caractériser un peuplement. Il est donc nécessaire de faire intervenir l'abondance relative des espèces (Ramade, 2003). Cette fréquence centésimale s'exprime par le pourcentage des individus d'une espèce **ni** par rapport au nombre total des individus **N** d'espèces, toutes espèces confondues (Dajoz, 1971). Elle permet de déterminer le pourcentage des individus représentant chacune des espèces capturées, montrant l'importance relative de chaque espèce.

La fréquence centésimale se définit par la formule suivante:

$$\text{AR \%} = (\text{ni} / \text{Ni}) \times 100$$

ni : est le nombre des individus d'une espèce **i** capturée

Ni : est le nombre total des individus de l'ensemble des espèces capturées.

3.5.1.2.2- Indices écologiques de structure

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

a - Indice de diversité de Shannon-Weaver

L'indice de diversité de Shannon-Weaver constitue un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement (Ramade, 2003). Il mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement. Plus il est élevé, plus le peuplement est composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. A l'opposé, une valeur faible montre qu'un peuplement est dominé par une espèce, soit le peuplement comporte un petit nombre d'espèces avec une grande représentativité (Blondel, 1995).

La diversité d'un peuplement est donnée selon la formule suivante :

$$\text{H}' = - \sum \text{Pi} \text{Log } 2$$

- H'**: est l'indice de Shannon-Weaver exprimé en unités bits.
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.
Log 2 : est le logarithme à base 2.

Cet indice H' sert à l'étude comparative des peuplements; car il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 2003). Ainsi, il varie de 0 lorsqu'une seule espèce est présente, à log S lorsque toutes les espèces ont la même abondance où S est la richesse totale d'espèces (Dajoz, 2008).

b - Indice d'équirépartition

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

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

- E** : est l'équitabilité ou indice d'équirépartition.
H' : est l'indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits.
H' max : est la diversité maximale exprimée en bits.

$$H' \text{ max} = \text{Log}_2 S$$

S : est la richesse totale.

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

3.5.2- Evolution quantitative de la faune Culicoidienne

3.5.2.1- Exploitation des résultats par des méthodes statistiques

Plusieurs méthodes statistiques sont utilisées pour l'analyse d'une telle évolution. Dans notre étude, les résultats obtenus sont traités par l'analyse des composantes principales (ACP) et l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

3.5.2.1.1- L'analyse des composantes principales (ACP)

Cette analyse accepte les nombre négatifs et tient compte des valeurs nulles. L'ACP s'applique aux tableaux de contingence et néglige les observations rares (Berchi, 2000).

L'objectif de l'ACP est de revenir à un espace de dimension réduite en déformant le moins possible la réalité. Il s'agit donc d'obtenir le résumé le plus pertinent des données initiales.

Le tableau de la matrice de corrélation, donne les coefficients de corrélation linéaire des variables prises deux à deux.

3.5.2.1.2- L'analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'exploration statistique multivariée par le biais de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) est utilisée pour préciser les normes du partage d'un univers écologique où de nombreuses espèces interfèrent avec de nombreuses variables écologiques (Blondel, 1979). Selon Dagnelie (1975) c'est une méthode d'analyse multidimensionnelle qui permet d'établir un diagramme de dispersion unique dans lequel apparaissent à la fois chacun des caractères pris en considération et chacun des individus observés. L'AFC permet de savoir quelle est l'espèce la mieux représentée dans un milieu donné. Elle a l'avantage de représenter plusieurs espèces en même temps (Blondel, 1979; Delagarde, 1983). Egalement, cette analyse est une représentation géométrique des éléments à classer dans un espace multidimensionnel (Dervin, 1992), qui a l'avantage d'accorder de l'importance aux observations rares (Berchi, 1990).

CHAPITRE IV

Résultats

CHAPITRE IV : RESULTATS

4.1- Inventaire faunistique des *Culicoides* capturées dans la région d'Oum El Bouaghi4.1.1- Liste des *Culicoides* répertoriées dans la région d'Oum El Bouaghi

L'inventaire de la faune Culicoidienne dans la région d'étude d'Oum El Bouaghi s'est déroulé sur une période de 4 mois (avril - Juillet 2013). Il a permis de récolter un total, tous sites confondus, de 943 spécimens. Nous avons dénombré 21 espèces appartenant au genre *Culicoides* dont 15 sont identifiées et déjà signalées en Algérie, les 06 autres espèces sont cataloguées comme douteuses. La liste des espèces récoltées est présentée dans le tableau 16.

Tableau 16 : Liste globale des espèces de *Culicoides* récoltées dans la région d'étude d'OEB

Famille	Sous familles	Genre	Sous/ genre	Espèces
<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Ceratopogoninae</i>	<i>Culicoides</i>	<i>Avaritia</i>	<i>Culicoides (Avaritia) imicola</i> Kieffer, 1913
			<i>Avaritia</i>	<i>Culicoides (Avaritia) obsoletus</i> (Meigen , 1818)
			<i>Avaritia</i>	<i>Culicoides (Avaritia) scoticus</i> Downes & Kettle, 1952
			<i>Culicoides</i>	<i>Culicoides (Culicoides) newsteadi</i> Austen, 1921
			<i>Culicoides</i>	<i>Culicoides (Culicoides) punctatus</i> Meigen, 1804
			<i>Culicoides</i>	<i>Culicoides (Culicoides) fagineus</i> Edwards, 1939
			<i>Culicoides</i>	<i>Culicoides (Culicoides) pulicaris</i> (Linné, 1758)
			<i>Monoculicoides</i>	<i>Culicoides (Monoculicoides) puncticollis</i> (Becker, 1903)
			<i>Oecacta</i>	<i>Culicoides (Oecacta) kingi</i> Austen, 1912
			<i>Pontoculicoides</i>	<i>Culicoides (Pontoculicoides) saevus</i> Kieffer, 1922
			<i>Beltranmyia</i>	<i>Culicoides (Beltranmyia) circumscriptus</i> Kieffer, 1918
			SA sg	<i>Culicoides pictipennis</i> (Staeger, 1839)
			SA sg	<i>Culicoides griseidorsum</i> Kieffer, 1918
			SA sg	<i>Culicoides maritimus</i> Kieffer, 1924
			SA sg	<i>C. clastrieri</i>
				<i>C.sp.1</i>
				<i>C.sp.2</i>
				<i>C.sp.3</i>
	<i>C.sp.4</i>			
	<i>C.sp.5</i>			
	<i>C.sp.6</i>			
La faune associée aux <i>Culicoides</i>, d'autre genre et espèces de <i>Ceratopogonidae</i> de la famille de <i>Culicidae</i> et <i>Psychodidae</i>				
<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Dashyleinae</i> <i>Forcipomyiinae</i> <i>Leptoconopinae</i>	<i>Dashylea</i> . <i>Bezzia</i> . <i>Stillobezzia</i> <i>Forcipomyia</i> <i>Leptoconops</i>		
<i>Culicidae</i>		<i>Culex</i> sp		
<i>Psychodidae</i>		<i>Phlebotomus</i> sp		

S A sg: sans affiliation sous générique.

Notre recensement a permis de mettre en évidence 21 espèces appartenant à l'ordre de *Diptera*, la famille de *Ceratopogonidae*, la sous – famille des *Ceratopogoninae*, la Tribu des *Culicoidini*, le genre des *Culicoides*, à 6 sous-genres : *Avaritia*, *Culicoides*, *Monoculicoides*, *Oecacta*, *Pontoculicoides* et *Beltranmyia*. 4 espèces sont sans aucune affiliation sous générique. Parmi la faune associée à celle des *Culicoides*, signalons la présence de certains genres de la même famille de *Ceratopogonidae* (*Leptoconops*, *Dashylea*, *Forcipomyia*), ainsi que d'autres familles telles : *Culicidae* (*Culex* sp) et *Psychodidae* (*Phlebotomus* sp).

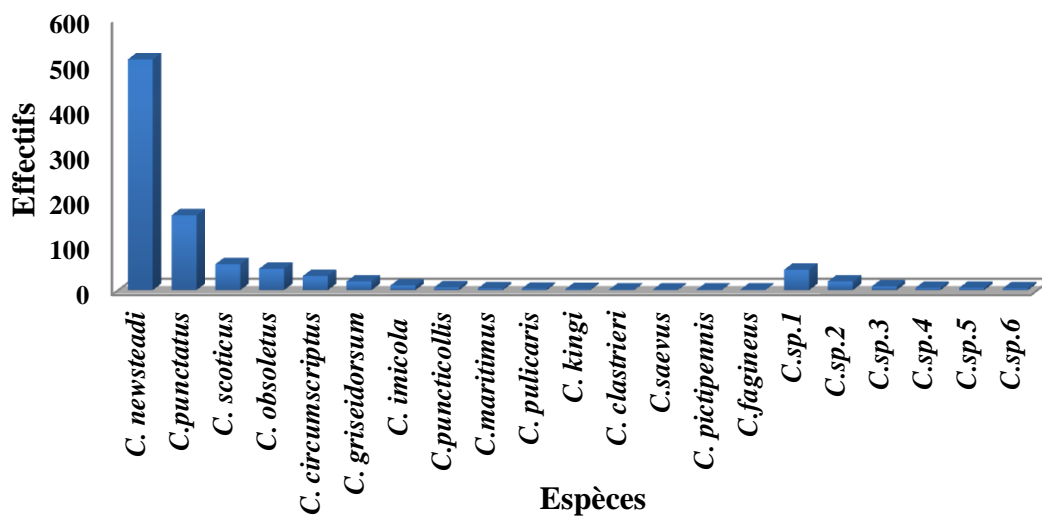


Figure 41 : Histogramme représentant la totalité d'espèces des *Culicoides* récoltées

La figure 41 révèle les différentes espèces récoltées lors de notre échantillonnage dans toutes les stations de capture. En terme de nombre, il est important de noter que l'espèce la plus répandue, tous sites confondus, est *C.newsteadi* avec 509 individus, suivit par *C.punctatus* avec 165 individus et *C.scoticus* avec 57 individus. Les espèces *C.obsoletus*, *C.circumscriptus*, *C.sp1*, *C.sp2* sont respectivement présentes par 47, 31, 45 et 19 individus. Remarquons que *C.imicola* vecteur potentiel de la bluetongue est faiblement fréquent dans notre région d'étude avec 10 individus. Quant aux autres espèces, leurs effectifs oscillent entre 1 à 3 individus.

Si l'on tient compte les abondances des sous genres, la figure 42 montre que le sous genre *Culicoides* domine la récolte par 4 espèces (71.91%) ; par contre celui de *Avaritia* est représentée

par 3 espèces (12.08%). Les autres sous genre à savoir *Monoculicoides* (0.64%), *Pontoculicoides* (0.11%), *Beltranmyia* (0.21%), *Oecacta* (0.21%) ont une seule espèce chacun.

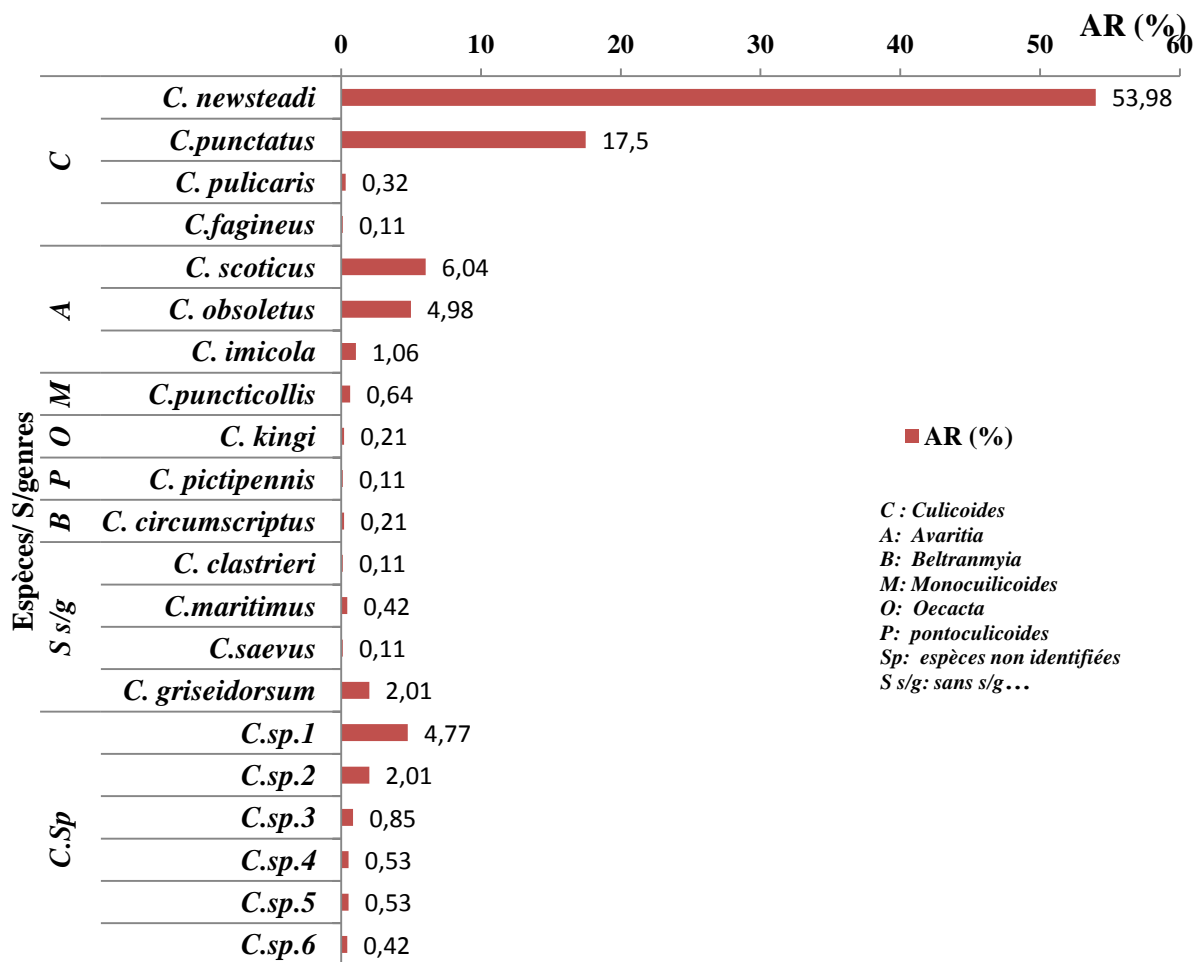


Figure 42 : Abondances relatives des *Culicoides* collectées selon le s/genre et espèces

Les 21 espèces recensées dans la région d'OEB sont connues dans 5 régions zoogéographiques. Nous avons 9 espèces paléarctiques (6 nord-paléarctiques : *C. scoticus*, *C. fagineus*, *C. pulicaris*, *C. pictipennis*, *C. circumscriptus*, *C. punctatus*, 1 espèce Holarctiques : *C. obsoletus*, 2 espèce paléarctique méridionale : *C. saevus*, *C. clastrieri*), 4 espèces méditerranéennes (*C. newsteadi*, *C. griseidorsum*, *C. puncticollis*, *C. maritimus*) et 2 espèces afrotropicales (*C. imicola*, *C. kingi*). A cette liste s'ajoute six espèces non identifiées. Ces 21 espèces se répartissent avec les taux suivants :

Région Holoarctique :	1	4.77%	}	Région paléarctique : 42.87%
Région nord-paléarctique:	6	28.57%		
<u>Région sud-paléarctique :</u>	<u>2</u>	<u>9.53%</u>		
Région méditerranéenne:	4	19.03%		
Région afro-tropicale :	2	9.53%		57.13%
<u>Espèces non identifiées :</u>	<u>6</u>	<u>28.57%</u>		
	21	100%		

Ces résultats révèlent que pour l'ensemble de 21 espèces recensées, 9 espèces paléarctiques viennent en tête avec un taux de 42.87%, puis, les espèces méditerranéennes avec 19.03% (4 espèces) et 2 espèces afrotropicales avec 9.53%. Enfin, les six espèces non identifiées présentent un taux de 28.57%.

4.2- Répartition spatiale des *Culicoides* dans la région d'Oum El Bouaghi

Les effectifs des espèces de *Culicoides* récoltés dans chaque station d'étude pendant la période d'échantillonnage sont illustrés dans la figure 43.

Les résultats portés cette figure montrent une inégalité de répartition des différentes espèces dans les cinq stations d'étude. L'espèce majoritairement présente est *C.newteadi* dans chaque station. Elle présente un effectif de 226 individus dans la ferme d'élevage d'Ain Babouche et de 183 dans la ferme de Bir Chehem. Un effectif de 38 espèces est notée dans la ferme d'El Hassi (Ain Diss) et 33 dans la ferme d'élevage de Berriche. Dans la ferme de Sigus cette espèce est représentée par 29 individus. Elle est suivie par *C.punctatus* avec 36 individus dans la ferme d'Ain Babouche, 47 dans la ferme de Bir Chehem, avec 26, 29 et 27 individus respectivement dans les fermes d'El Hassi, Berriche et Sigus. Au niveau de la ferme de Bir Chehem *C.scoticus* existe avec 57 individus. *C.obsoletus* avec 47 individus, et *C.circumscriptus* représentée avec 31 individus. Les espèces faiblement répandues telles que *C. sp.3*, *C. sp.4*, *C. sp.5*, *C. sp.6* montrent une répartition qui varie entre 1 et 8 dans les cinq fermes.

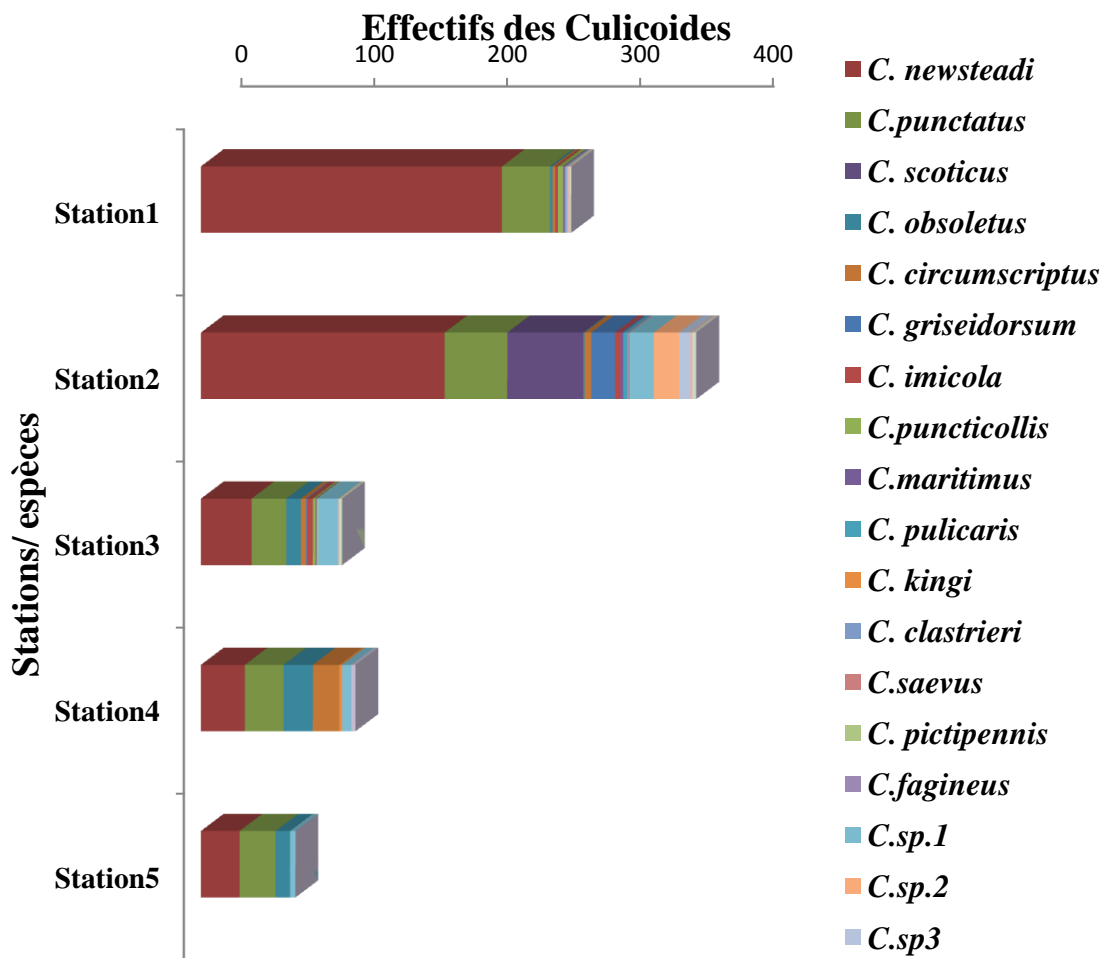


Figure 43 : Distribution stationnelle des Culicoides récoltées
 Station 1: Ain Babouche. Station 2: Bir Chehem. Station 3: Ain Diss. Station 4: Berriche.
 Station 5: Sigus

4.3 - Répartition temporelle des effectifs des espèces Culicoidienne capturées

L'étude de l'évolution temporelle des espèces des *Culicoides*, toutes espèces et stations confondues, est consignée dans le tableau 17.

Tableau 17 : Répartition temporelle des *Culicoides* récoltées pendant la période d'étude

Nombre \ Mois	Mois				Total	
	Avril	Mai	Juin	Juillet	printemps	été
Nombre de spécimens	526	149	170	98	675	268
	Printemps		Eté			
Nombre de spécimens	675		268		943	

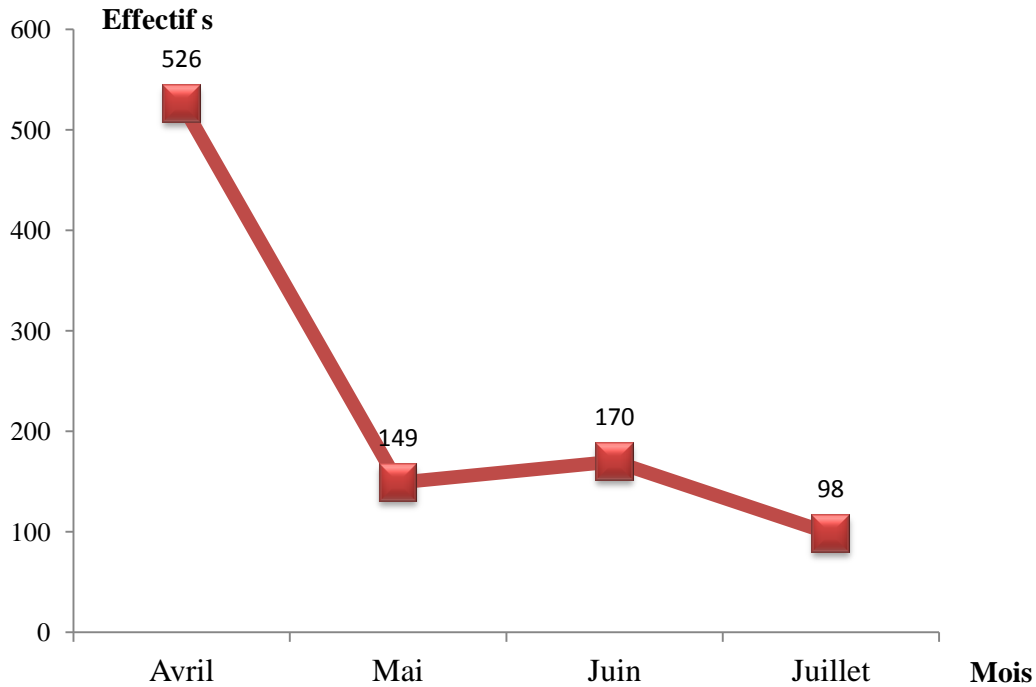


Figure 44 : Fluctuations mensuelles des *Culicoides* collectées

Les résultats de la figure 44 mettent en évidence la répartition mensuelle dans le temps des espèces récoltées dans toutes les stations d'étude. On constate nettement une diminution des effectifs d'espèces durant les 4 mois d'étude, allant de 526 individus au mois d'avril à 149 individus au mois de mai ; puis une légère augmentation est perçue au mois de juin avec 170 individus. Au mois de juillet les effectifs régressent passant alors à 98 individus. L'effectif global est maximal durant la période printanière avec 675 individus, alors qu'elle est moindre en été avec 268 individus.

4.4- Evolution spatio-temporelle des espèces de *Culicoides* capturées selon leur sexe

La fluctuation des espèces capturées selon leur sexe, tous sites confondus, est présentée dans le tableau 18 (figure 45). Par ailleurs, la répartition des *Culicoides* recensées selon leur sexe dans chaque station est montrée dans la figure 46.

Tableau 18 : Evolution spatio-temporelle des *Culicoides* récoltées selon leur sexe

Saisons Stations	Avril		Mai		Juin		Juillet		Total	
	Printemps				été					
Sexe	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Ain Babouche	215	4	10	4	24	5	13	3	262	16
Bir Chehem	191	13	34	2	74	4	52	2	351	21
Ain Diss	28	0	31	0	34	2	11	0	104	2
Berriche	47	0	41	0	19	1	08	0	115	1
Sigus	28	0	27	0	7	0	09	0	71	0
Total sexe / mois	509	17	143	6	158	12	93	5	903	40
Total sexe	652♀ (Avril-Mai) 23♂ (Avril- Mai)				251♀ (Juin- Juillet) 17♂ (Juin- Juillet)				943	
Total sexe / saisons	675 (printemps)				268 (été)				943	

Le tableau 18 montre que la récolte est nettement dominée par les espèces femelles durant toute la période d'échantillonnage. En effet, l'effectif des femelles est de 652 contre 23 mâles au printemps. Cette observation est également remarquée en été où l'on a 251 femelles contre 17 mâles. Il est intéressant de noter que les effectifs des espèces femelles et mâles sont plus élevés pendant la période printanière (652♀, 23♂) que pendant la période estivale (252♀, 17♂) (figure 45).

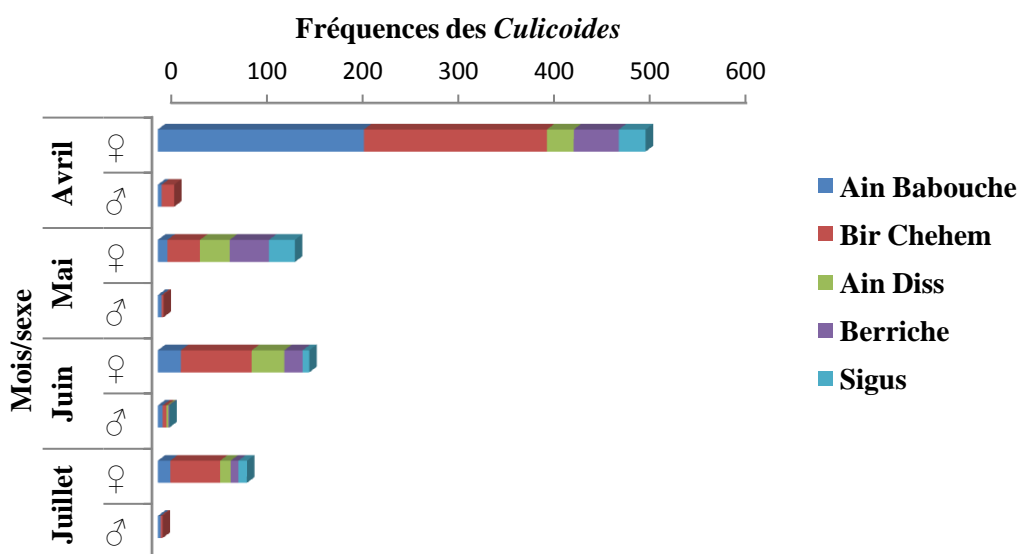


Figure 45: Répartition spatio-temporelle des *Culicoides* collectées selon leur sexe

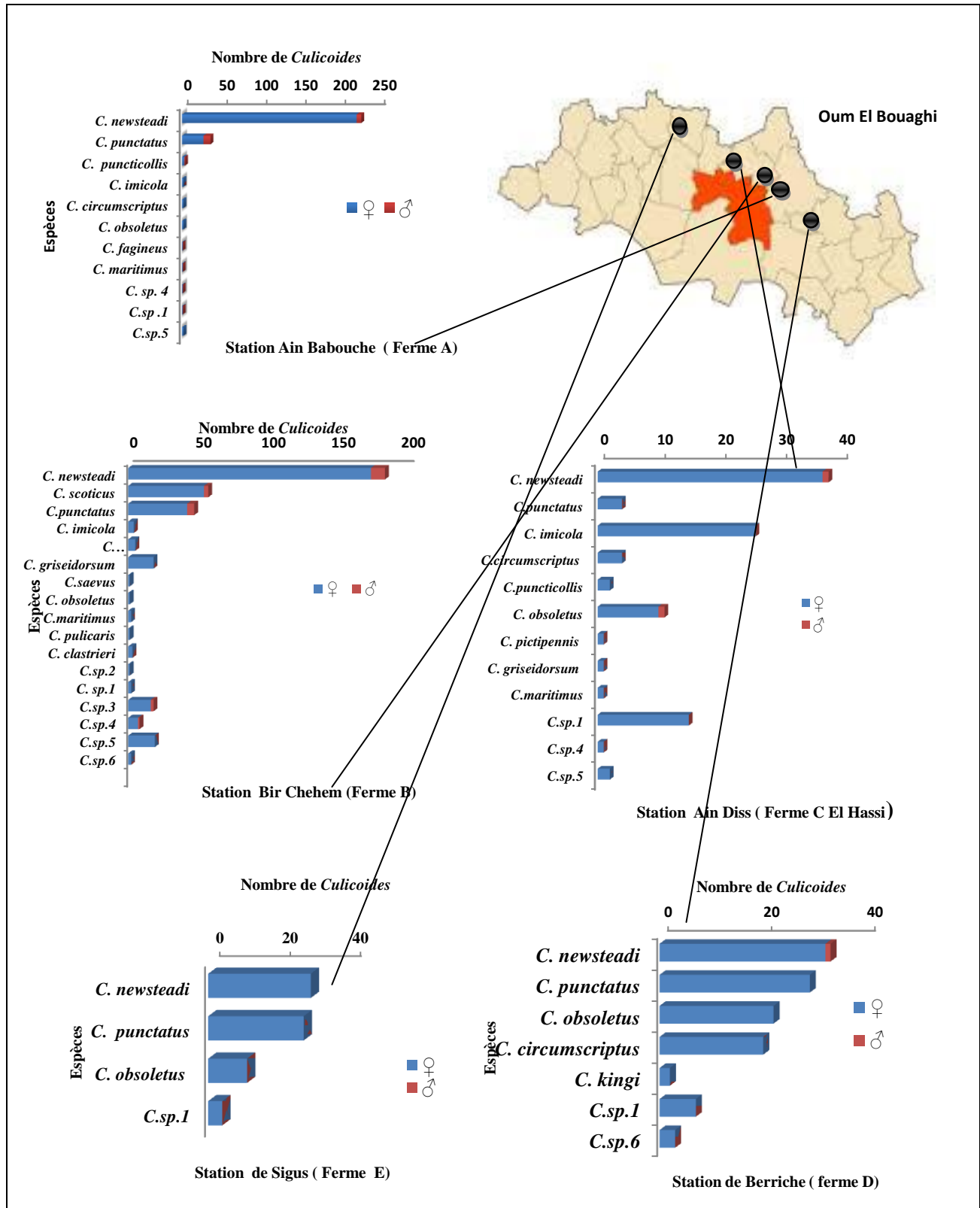


Figure 46 : Répartition des *Culicoides* recensées selon leur sexe dans les 5 stations de captures

4.5- Analyse de la faune Culicoidienne

4.5.1- Examen des résultats par la qualité d'échantillonnage

Les seules espèces vues une seule fois, en un seul exemplaire (a) au cours de 4 mois d'étude sont *C.saevus* et *C. clastrieri* dans la ferme de Bir Chehem, *C. fagineus* dans la ferme d'Ain Babouche et *C. pictipennis* au niveau de la ferme d'El Hassi. Le quotient a / N autrement dit la qualité de l'échantillonnage est de 0.02 pour 200 relevés effectués sur les 5 stations au niveau desquelles l'échantillonnage est effectué quotidiennement. A l'exception des jours marqués par des pannes des pièges mais également par les conditions climatiques peu favorables, le résultat de ce quotient indique une bonne qualité pour l'ensemble des stations d'études.

4.6 - Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les résultats concernant les captures des *Culicoides* sont exploités par des indices écologiques de composition puis par des indices de structure.

4.6.1 - Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

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

4.6.1.1 - Richesses spécifiques des espèces de *Culicoides* capturées

Ce paramètre correspond au nombre total d'espèces recensées dans les différentes stations d'étude. Les valeurs des richesses totales obtenues dans toutes les stations et celles obtenues selon les mois d'échantillonnage sont regroupées dans le tableau 19 et 20 (figure 47).

Tableau 19
Répartition spatiale de la richesse spécifique des *Culicoides* recensées

Espèces \ Stations	St1	St2	St3	St4	St5
<i>C. newsteadi</i>	1	1	1	1	1
<i>C. punctatus</i>	1	1	1	1	1
<i>C. scoticus</i>	0	1	0	0	0
<i>C. obsoletus</i>	1	1	1	1	1
<i>C. circumscriptus</i>	1	1	1	1	0
<i>C. griseidorsum</i>	0	1	1	0	0
<i>C. imicola</i>	1	1	1	0	0
<i>C. puncticollis</i>	1	0	1	0	0
<i>C. maritimus</i>	1	1	1	0	0
<i>C. pulicaris</i>	0	1	0	0	0
<i>C. kingi</i>	0	0	0	1	0
<i>C. clastrieri</i>	0	1	0	0	0
<i>C. saevus</i>	0	1	0	0	0
<i>C. pictipennis</i>	0	0	1	0	0
<i>C. fagineus</i>	1	0	0	0	0
<i>C.sp.1</i>	1	1	1	1	1
<i>C.sp.2</i>	0	1	0	0	0
<i>C.sp.3</i>	0	1	0	0	0
<i>C.sp.4</i>	1	1	1	0	0
<i>C.sp.5</i>	1	1	1	0	0
<i>C.sp.6</i>	0	1	0	1	0
Richesse spécifiques	11	17	12	7	4

Sta 1: Station Ain babouche, Sta 2: Bir Chehem, Sta 3: Ain Diss, Sta 4: Berriche, Sta 5: Sigus

A la lecture des résultats présentés dans le tableau 19, on peut dire que les 4 espèces : *C.newsteadi*, *C.punctatus*, *C.obsoletus* et *C.sp.1* sont ubiquistes car elles sont présentes dans toutes les stations. Contrairement aux 9 autres espèces : *C.scoticus*, *C. clastrieri*, *C.pulicaris*, *C.kingi*, *C.saevus*, *C.pictipennis*, *C. fagineus*, *C.sp.2* et *C.sp.3* qui se retrouvent une seule fois dans les différentes stations. Nous avons aussi 4 espèces *C.imicola*, *C.maritimus*, *C.sp.4* et *C.sp.5* dans 3 stations, et 3 autres espèces : *C. griseidorsum*, *C. puncticollis* et *C.sp.6* sont présentes uniquement dans 2 stations. Enfin, une seule espèce *C.circumscriptus* se retrouve dans les 4 stations.

La richesse spécifique est variable d'une station à l'autre. Elle est plus élevée dans la station de Bir Chehem estimée par 17 espèces, suivie par la station d'Ain Babouche qui abrite 11 espèces, viennent respectivement les 3 autres stations d'Ain Diss, Berriche et Sigus avec 12, 7 et 4 espèces respectivement (tableau 19).

Tableau 20 : Evolution spatio-temporelle de la richesse spécifique des *Culicoides*

Stations \ Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	
	Richesse spécifique (Rs)				
Station d'Ain Babouche	8	4	3	3	11
Station de Bir Chehem	9	6	11	11	17
Station d'El Hassi (Ain Diss)	6	10	4	4	12
Station de Berriche	6	5	5	1	7
Station de Sigus	3	4	2	2	4

Le tableau 20 montre les variations stationnelles et saisonnières de la richesse spécifique des espèces de *Culicoides* dans les différentes stations d'étude. Ainsi, dans la ferme d'Ain Babouche, la richesse spécifique selon les mois oscille entre 3 en juin et juillet et 8 espèces en avril. Dans la station de Bir Chehem, on note les valeurs les plus élevées avec 11 espèces en juin et juillet, aux mois d'avril et mai la richesse spécifique passe respectivement de 9 à 6 espèces. Au niveau de la station d'El Hassi les espèces sont au nombre de 4 aux mois de juin et juillet, 6 en avril et 10 au mois de mai. Les plus faibles valeurs de la richesse sont remarquées dans la station de Sigus avec 2 espèces en juin et juillet et 3 et 4 en avril et mai. Dans la station de Berriche, le mois de juillet ne se représente que par une seule espèce ; elle varie de 6 en avril à 5 aux mois de mai et juin.

Les résultats de la variation spatio-temporelle de la richesse spécifique dans les cinq stations montrent également une nette fluctuation aux mois juin et juillet sur l'ensemble des stations, alors que pour les mois de mai et avril la richesse spécifique varie peu. La richesse atteint le maximum en avril dans la station d'Ain Babouche (8 espèces) où il y a une diminution remarquable jusqu'au mois de juillet (3). Dans celle de Bir Chehem, il y a un pic pendant l'été (11), alors qu'elle est faible en été dans les autres stations (de 1 à 5 espèces) (figure 47).

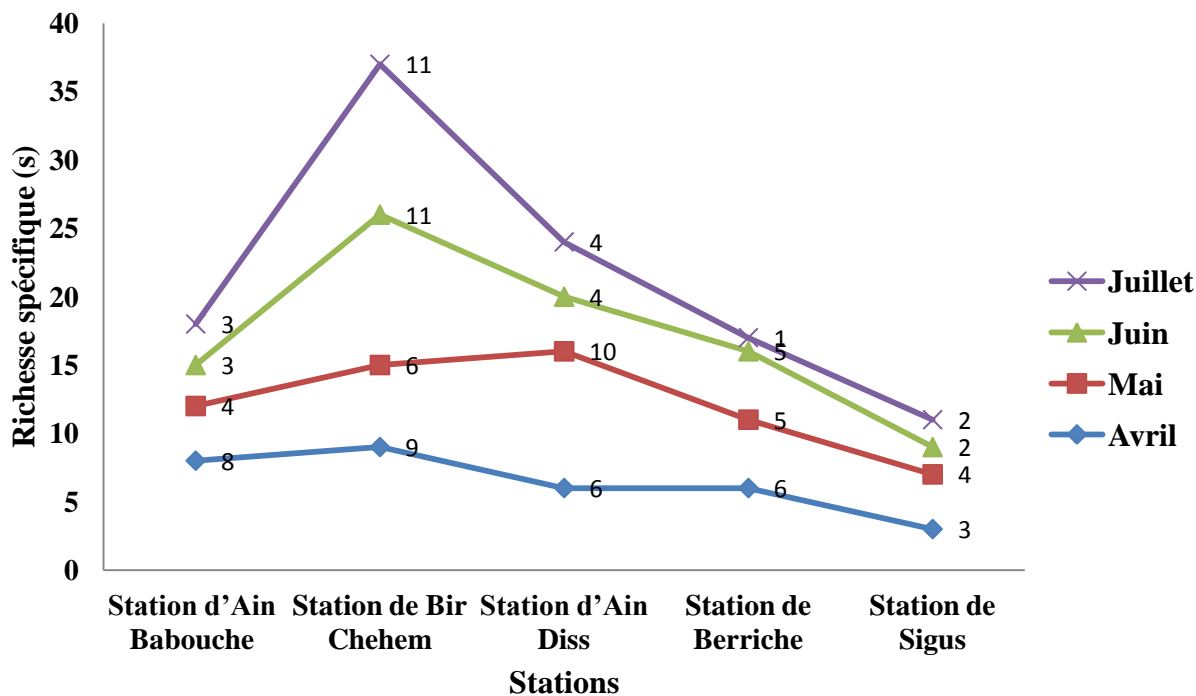


Figure 47 : Fluctuation spatio-temporelle de la richesse spécifique des *Culicoides*

4.6.1.2 - Richesse moyenne des espèces capturées dans toutes les stations d'étude

Les résultats de la richesse moyenne des espèces de *Culicoides* récoltées dans les différentes stations et pendant la période d'étude sont rapportés dans le tableau 21.

Tableau 21 : Richesses moyennes des espèces capturées dans la région d'étude

Stations	Station Ain Babouche	Station Bir Chehem	Station Ain Diss	Station Berriche	Station Sigus
Richesse moyenne (s)	2.75	3	4.25	1.75	1

(s) : Richesse moyenne exprimée en espèces

D'après le tableau 21, les valeurs de la richesse moyenne « s » des espèces capturées est variable d'une station à l'autre. En effet, elles fluctuent de 1 dans la station de Sigus à 4.25 espèces dans la station d'Ain Diss. Les stations de Bir Chehem, Ain Babouche et Berriche sont représentées par des richesses moyennes de 3, 2.75 et 1.75 respectivement (figure 48).

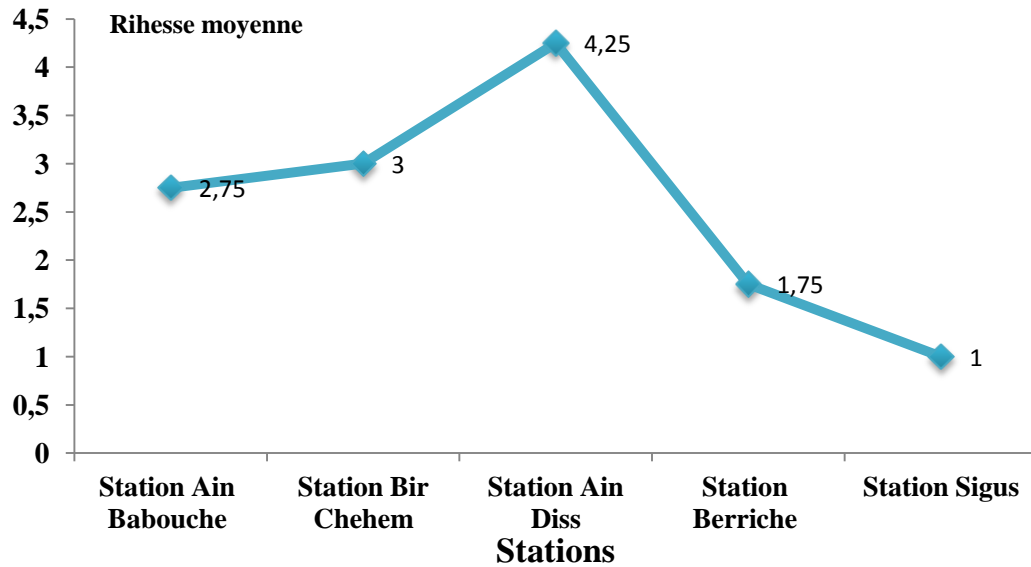


Figure 48 : Variations de la richesse moyenne des *Culicoides* collectées

4.6.1.3 - Fréquences centésimales ou abondances relatives des espèces capturées

4.6.1.3.1-Abondances relatives des espèces récoltées dans la région d'Oum El Bouaghi

L'inventaire global des espèces de *Culicoides* capturées dans la région d'Oum El Bouaghi nous a permis de calculer les fréquences relatives des différentes espèces toutes stations confondues durant toute la période d'étude. Elles sont rassemblées dans la figure 49.

Il y a lieu de noter que la figure 49 montre pour l'ensemble des stations que l'espèce *C.newsteadii* est la mieux représentée avec un taux de 53.98 %. Elle est suivie de *C.punctatus* avec un pourcentage de 17.50 %. *C.scoticus* avec (6.04 %) et *C. obsoletus* (4.98 %). Les espèces les moins fréquentes sont *C.impunctatus* (3.29 %), *C. sp.1* (4.77 %), *C. griseidorsum* (2.01 %), *C.sp.2* (2.01 %), enfin *C. imicola* avec (1.06 %). Les autres espèces sont très faiblement représentées, leurs fréquences relatives varient entre 0.11 et 0.85 %.

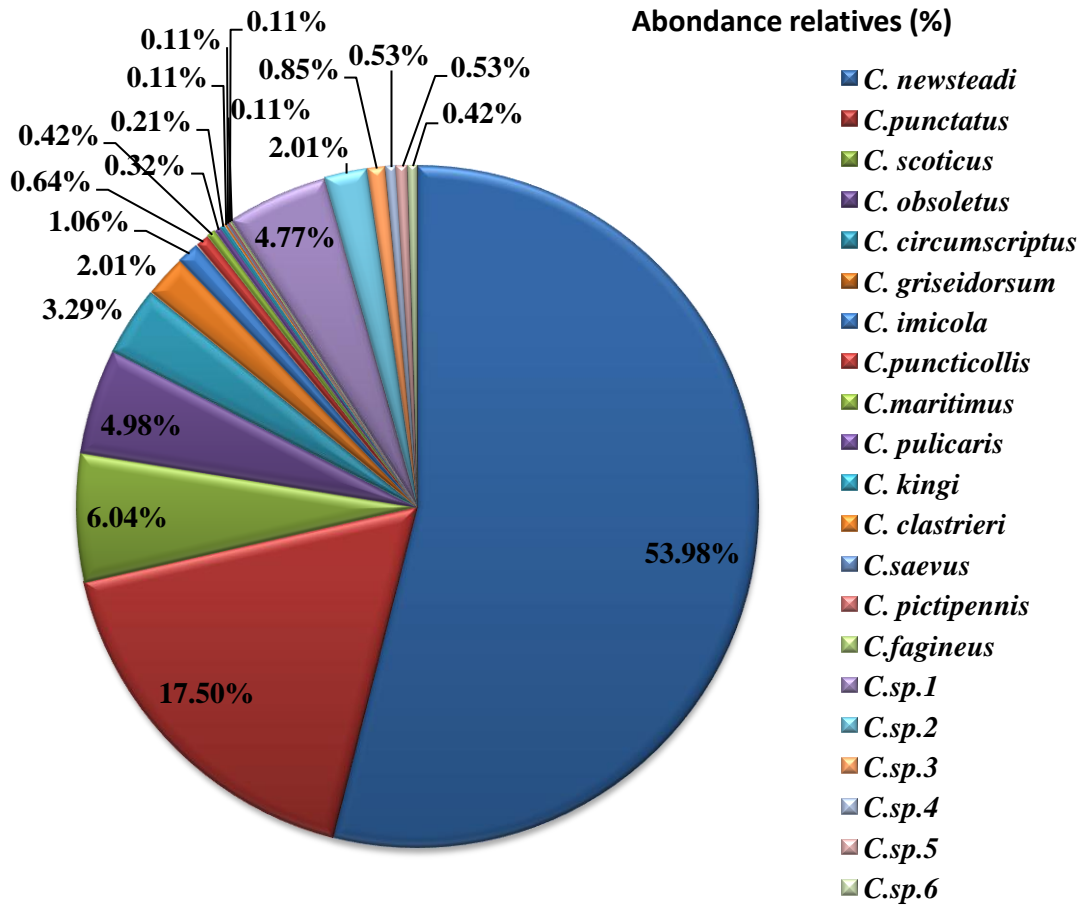


Figure 49 : Abondances relatives des *Culicoides* récoltées pendant la période d’étude

4.6.1.3.2- Abondances relatives des *Culicoides* les mieux représentées

Les résultats obtenus concernant l’abondance relative des espèces les plus représentées, selon la station et le mois de captures sont regroupés respectivement dans le tableau 22 et 23.

Tableau 22 : Abondances relatives stationnelles des espèces des *Culicoides* les plus représentatives

Espèces	<i>C.news teadi</i>	<i>C.punc tatus</i>	<i>C.scoti cus</i>	<i>C.obsol etus</i>	<i>C.circu mscript us</i>	<i>C.grise idorsu m</i>	<i>C.imic ola</i>	<i>C.sp.1</i>	<i>C.sp.2</i>
S1	81.31	12.96	0	0.72	0.72	0	0.72	0.35	0
S2	49.19	12.63	15.32	0.26	1.34	4.83	1.07	4.83	5.1
S3	35.85	24.52	0	10.38	3.77	0.94	3.77	14.15	0
S4	28.45	25	0	18.96	17.24	0	0	6.03	0
S5	40.85	38.02	0	15.50	0	0	0	5.63	0

S1, S2, S3, S4, S5 : Stations de piégeages

L'examen du tableau 22 révèle que parmi les 21 espèces de *Culicoides* récoltées, seulement 9 *Culicoides* sont les plus fréquentes dans les cinq stations de piégeages (leur effectif est ≥ 10 individus). Notons que *C.newsteadi* est toujours l'espèce la plus abondante avec un taux de 81.29% dans la S1, 49.19% dans S2, 35.84% au niveau de S3. 28.45% et 40.85% dans S4 et S5 respectivement. Elle est suivie par *C.punctatus* qui est représentée par 12.96% et 12.63% dans les S1 et S2, cette espèce est relativement plus importante dans S3 (24.52%), S4 (25%) et S5 (38.02%). *C.scoticus* est identifiée uniquement dans la station S2 (15.32%). Pour *C.obsoletus*, les fréquences relatives sont faibles dans S1 et S2 (0.72% et 0.26%) et plus importante dans les autres stations S3, S4 et S5 avec respectivement 10.38%, 18.96% et 15.50%. Les autres espèces, quant à elles, sont représentées par des taux variables selon les stations. Plusieurs espèces récoltées sont assez représentatives mais n'ont pu être identifiées, il s'agit de *C.sp.1* avec 45% et *C.sp.2* avec 19% (figure 50).

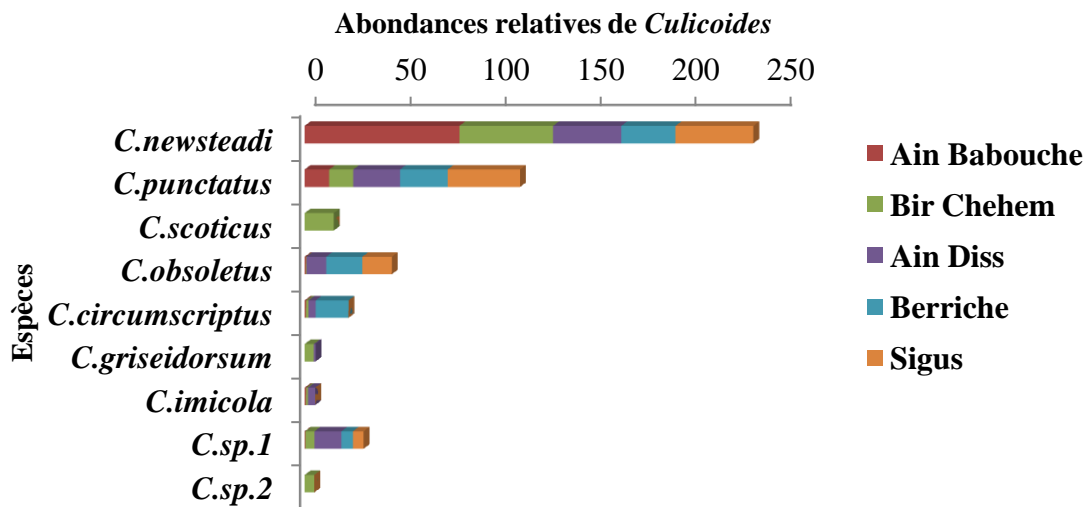


Figure 50 : Répartition stationnelle des espèces des *Culicoides* les plus représentatives

Tableau 23 : Abondances relatives saisonnières des espèces des *Culicoides* les mieux représentatives

Espèces	<i>C.newsteadi</i>	<i>C.punctatus</i>	<i>C.scoticus</i>	<i>C.obsoletus</i>	<i>C.circumscriptus</i>	<i>C.griseidorsum</i>	<i>C.imicola</i>	<i>C.sp.1</i>	<i>C.sp.2</i>
Avril	70.55	10.07	9.88	1.97	2.17	0.40	1.18	3.75	0
Mai	46.85	20.97	2.80	8.40	9.80	0.70	2.80	4.90	2.80
Juin	34.78	34.16	0.62	8.69	1.86	8.07	0	5.59	6.21
Juillet	31.52	31.52	2.17	11.95	3.26	3.26	0	10.86	5.43

L'examen du tableau 23 révèle que les *C.newsteadi* et *C.punctatus* sont présentes durant toute la période d'étude avec des taux relativement importants. Concernant, *C.scoticus* et *C.imicola* c'est au printemps et en été que les fréquences relatives sont les plus importantes. Quant aux espèces *C.circumscriptus*, *C.sp.1*, *C.obsoletus*, *C.griseidorsum* et *C.sp.2*, elles sont plus fréquentes en été (figure 51).

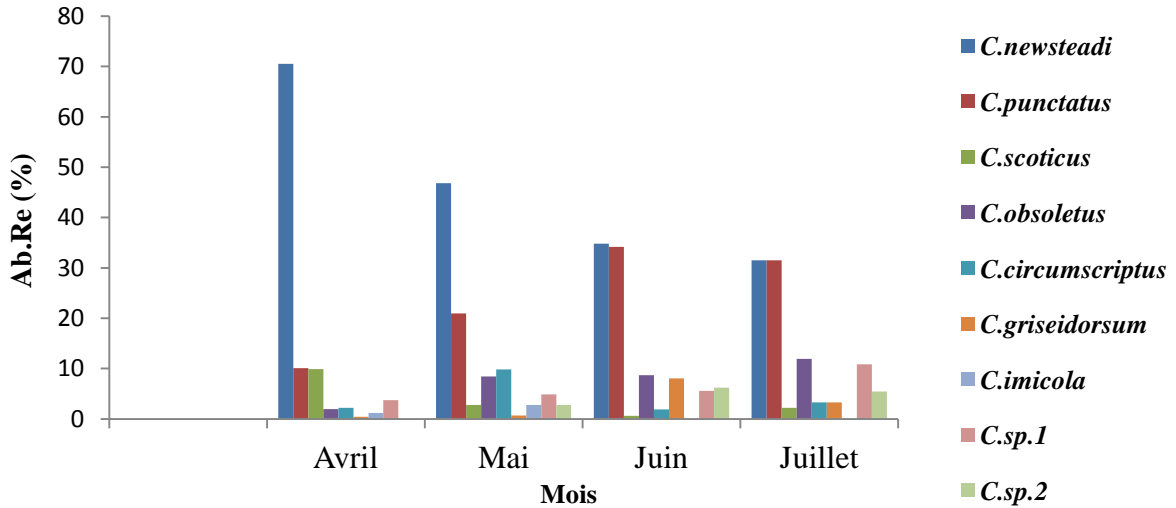


Figure 51 : Répartition saisonnière des espèces des *Culicoides* les plus représentatives

4.6.1.3.3-Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltées selon leur sexe

Les valeurs de l'abondance relative des espèces des *Culicoides* récoltées dans les stations d'étude au cours de la période d'échantillonnage selon leur sexe sont consignées dans le tableau 24.

Tableau 24 : Abondances relatives spatio-temporelles des espèces recensées selon leur sexe

Saisons / Stations	Avril		Mai		Juin		Juillet		Total		% sexe / stations	
	Printemps				été							
Sexe	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	% ♀	% ♂
Ain Babouche	215	4	10	4	24	5	13	3	262	16	94.24	5.75
Bir Chehem	191	13	34	2	74	4	52	2	351	21	94.35	5.64
Ain Diss	28	0	31	0	34	2	11	0	104	2	97.16	1.88
Berriche	47	0	41	0	19	1	08	0	115	1	99.13	0.86
Sigus	28	0	27	0	7	0	09	0	71	0	100	0
Total	509	17	143	6	158	12	93	5	903	40		
Total /mois	526		149		170		98		943			
% de sexe / Saison	96.59 % ♀ 3.4 % ♂				93.65 % ♀ 6.34 % ♂							
% sexe/ récolte	(♀ : 95.75%)				(♂ : 4.24%)							

(St) : Station d'étude

Le tableau 24 montre que dans l'ensemble des stations et durant toute la période de captures, le pourcentage des femelles est plus élevé (95.75%) que celui des males (4.24%) (figure 52). Il est à noter que l'abondance relative des femelles est environ 97% au printemps et de 94% en été, mais l'abondance relative des males est faible aussi bien au printemps (3%) qu'en été (6%) (figure 53).

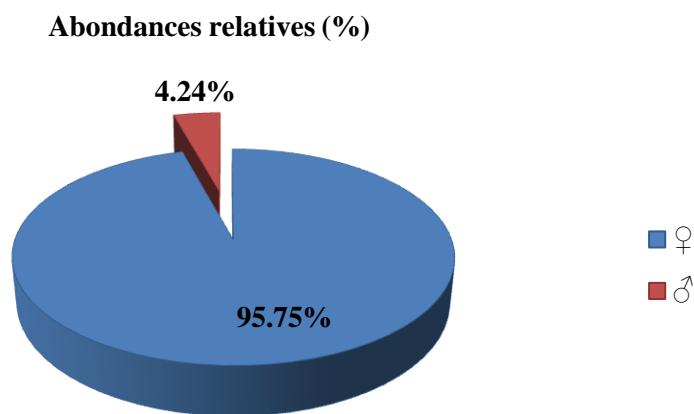


Figure 52 : Abondances relatives globales des *Culicoides* males et femelles

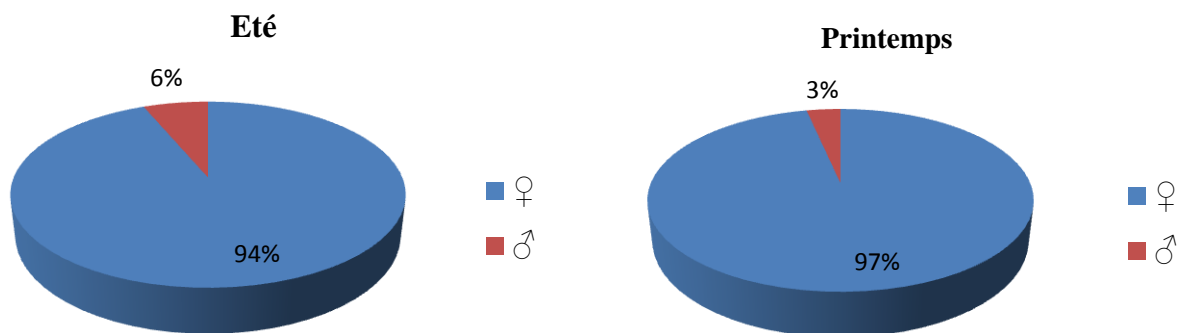


Figure 53 : Abondances relatives saisonnières des *Culicoides* femelles et males

4.6.1.3.4- Abondances relatives des espèces récoltées dans les stations d'étude

Les fréquences relatives des *Culicoides* toutes espèces confondues, dans chaque station sont rapportées dans le tableau 25.

Tableau 25 : Abondances relatives des espèces recensées dans les stations d'étude

Stations	Ain Babouche	Bir Chehem	Ain Diss	Berriche	Sigus
AR (%)	29.48	39.45	11.25	12.30	7.52
Rs	11	17	12	7	4

Dans l'ensemble des pièges, l'analyse des résultats du tableau 25 montre une abondance élevée des *Culicoides* dans la station de Bir Chehem avec un taux de 39.45% (17 espèces), elle est suivie par la station d'Ain Babouche avec 29.48% (11 espèces) puis la station de Berriche avec 12.30% (7 espèces) et celle d'Ain Diss avec 11.25% (12 espèces). Enfin la station de Sigus est la plus pauvre en *Culicoides* (4 espèces) avec un taux de 7.52% (figure 54).

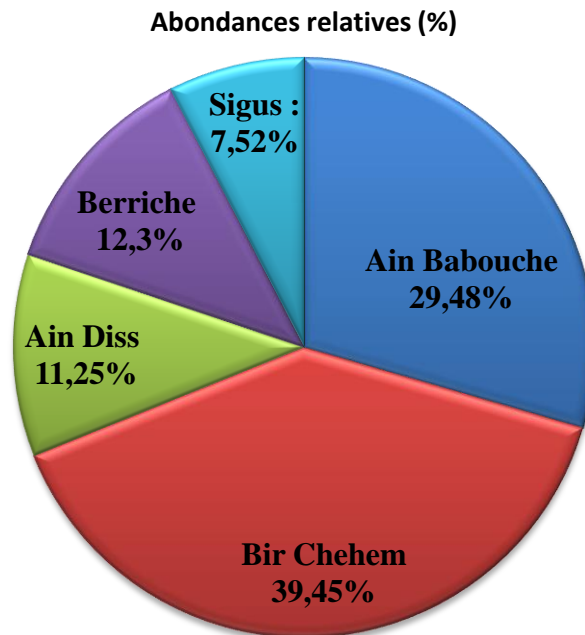


Figure 54 : Abondances relatives des *Culicoides* dans les stations d'étude

4.6.1.3.5- Abondances relatives des espèces de chaque station

Les fréquences relatives des *Culicoides* capturées dans chacune des stations (ferme d'élevage) sont illustrées dans les figures (55a, 55b, 55c, 55d, 55e).

➤ La ferme d'élevage d'Ain Babouche

L'inventaire réalisé au niveau de la station d'Ain Babouche, révèle la présence de 11 espèces (figure 55a) avec un total de 278 spécimens récoltés. *C.newsteadi* à lui seul représente un taux de 81.31% (226 individus) suivi par *C.punctatus* avec un pourcentage de 12.96% (36 individus) puis *C.puncticolis* avec 1.45% (04 individus). Quant aux espèces *C.imicola*, *C.circumscriptus*, *C.obsoletus* les abondances relatives sont identiques soit 0.72% représentées par 02 individus. Les autres espèces *C.fagineus*, *C.maritimus*, *C.sp.4*, *C.sp.1* et *C.sp.5* sont marquées par de faibles taux 0.35% (1 individu).

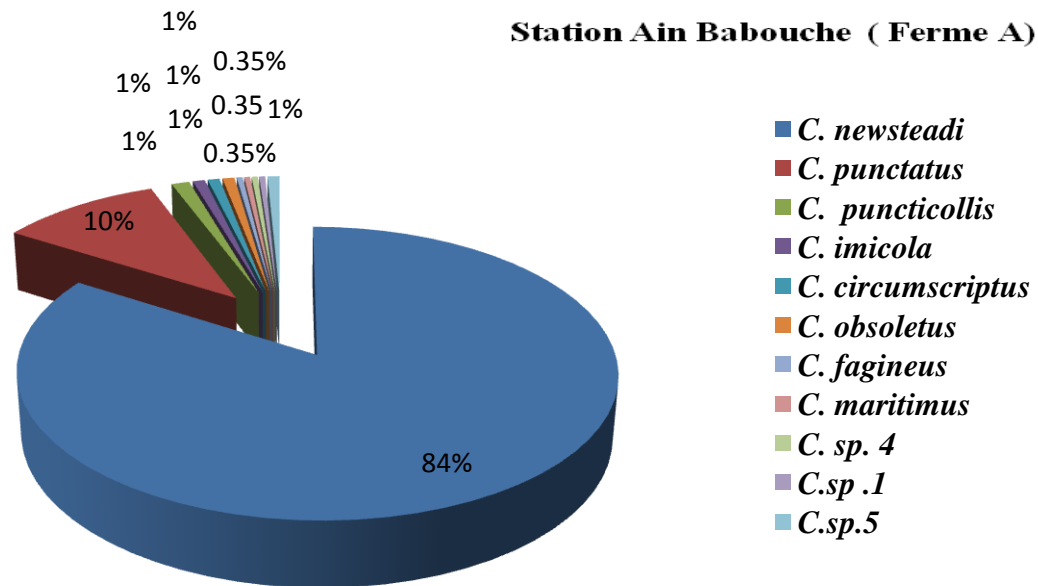


Figure 55a : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltés dans la ferme d'Ain Babouche

➤ La ferme d'élevage de Bir Chehem

Les valeurs d'abondances relatives des espèces récoltées dans la station 2 soit la ferme d'élevage B de Bir Chehem sont présentées dans la figure 55b.

L'espèce *C.newsteadi* est la mieux représentée avec 49.19% soit 183 individus d'un sur un effectif total de 372 spécimens collectés (figure 49b), appartenant à 17 espèces. Elle est suivie par *C.scoticus* avec 15.32% (57 individus), puis par *C.punctatus* avec taux de 12.63% (47 individus). Les *C.griseidorsum*, *C.sp.2* et *C.sp.1* représentent quant à elles 4.83%, 5.10% et 4.83% respectivement. Les autres espèces fluctuent entre 0.26% et 1.34%. Notons que l'espèce *C.imicola* y est encore présente quoique en moindre proportion 1.07% (4 individus).

Station Bir Chehem (Ferme B)

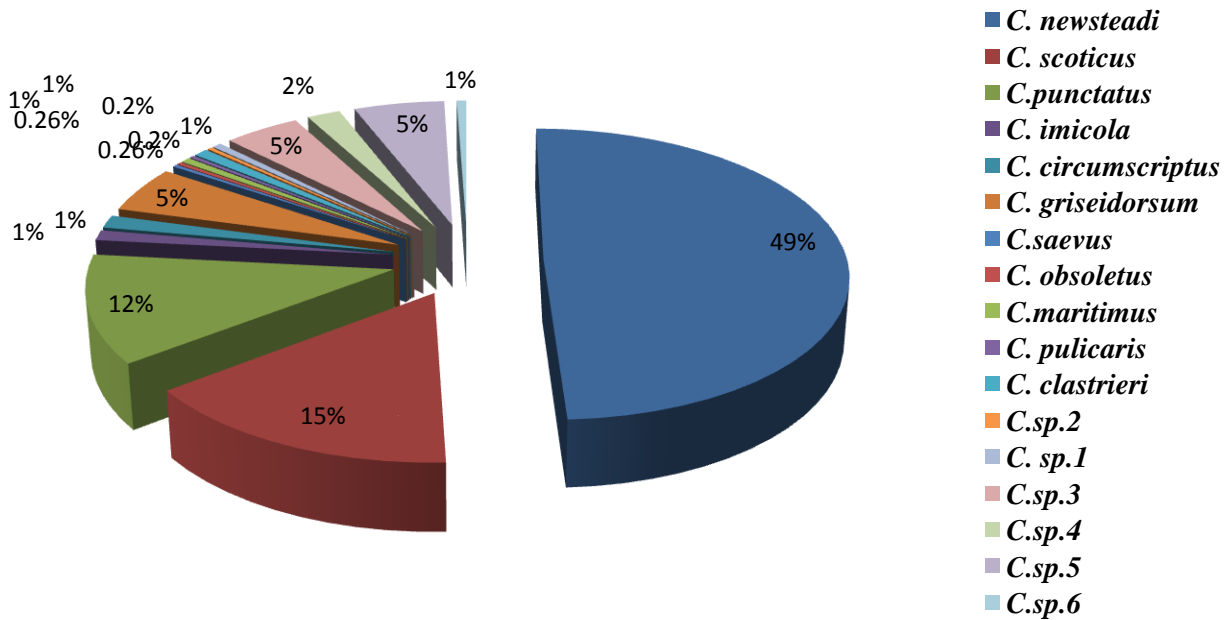


Figure 55b : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* récoltées dans la ferme d'élevage de Bir Chehem

➤ **La ferme d'élevage d'El Hassi**

Les valeurs de fréquences centésimales des différentes espèces récoltées dans la station d'Ain Diss soit la ferme d'élevage d'El Hassi sont rapportées dans figure 55c. L'enquête entomologique effectuée au niveau de cette ferme montre l'existence de 12 espèces identifiées à partir de 106 spécimens capturées (figure 55c). *C.newsteadi* vient en tête de cette récolte avec 35.85% (38 individus), puis *C.punctatus* avec 24.52% (26 individus). L'espèce

C.obsoletus et *C.sp.1* ont un taux non négligeable de 10.38% (11 individus) et 14.15% (15 spécimens) respectivement. Les autres espèces ont une abondance relative moindre laquelle oscille entre 0.95% et 1.88%. *C. imicola* est également présente mais avec un taux faible de 3.77% (4 individus).

Station Ain Diss (Ferme C El Hassi)

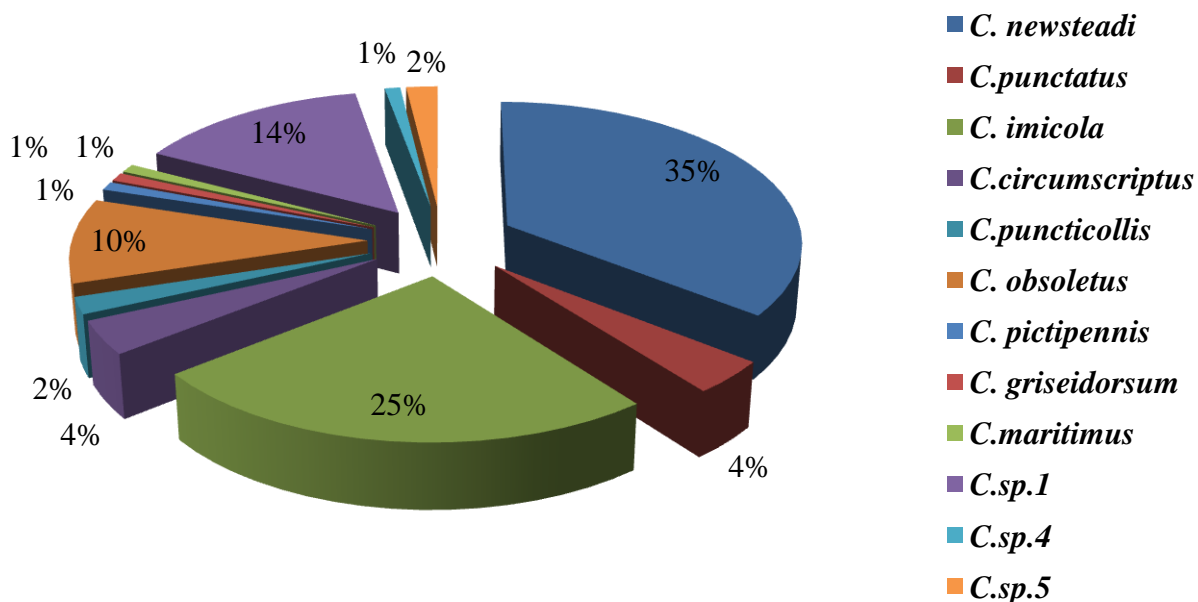


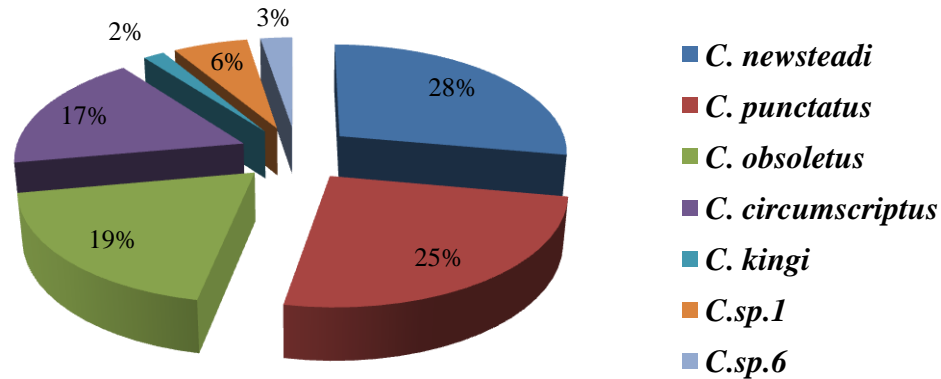
Figure 55c : Abondances relatives des espèces des *Culicoides* recensées dans la ferme d'élevage d'El Hassi

➤ La ferme d'élevage de Berriche

Les fréquences centésimales des différentes espèces récoltées dans la station de Berriche soit la ferme d'élevage de Berriche sont dans la figure 55d.

Les captures des *Culicoides* dans cette ferme révèlent la présence de 7 espèces sur un total de 116 spécimens. Au niveau de cette station, 4 espèces de la faune culicoidienne identifiées sont bien représentées. Il s'agit de *C.newsteadi* avec 28.45% (33 individus), *C.punctatus* avec 25% (29 individus), *C.obsoletus* avec 18.96% (22 individus) et *C.circumscriptus* est présente avec une abondance de 17.24% (20 individus). Les faibles pourcentages sont pour *C.sp.1* de 6.03% (7), *C.sp.6* avec 2.6% (3) et *C.kingi* avec 2 individus soit 1.72% (figure 55d).

Station de Berriche (ferme D)

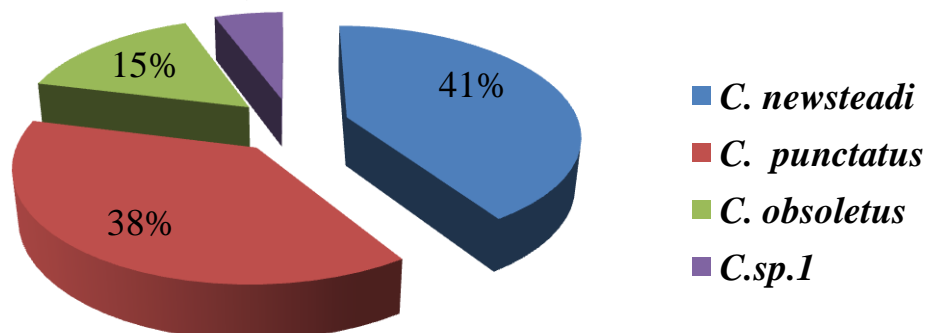
Figure 55d : Abondances relatives des *Culicoides* recensées dans la ferme d'élevage de Berriche

➤ La ferme d'élevage de Sigus

Les différentes espèces recensées dans la ferme d'élevage de Sigus ont des abondances présentées dans la figure 55e.

A la lecture des résultats obtenus dans cette dernière station de Sigus, *C.newstaedi* prédomine avec un taux de 40.85% (29 individus) par rapport à l'ensemble des captures soit 71 spécimens. Vient ensuite trois espèces telles *C.punctatus*, *C. obsoletus* et *C.sp.1* représentées par 38.02% (27), 15.50% (11), 5.63% (4) respectivement.

Station Sigus (Ferme E)

Figure 55 e : Abondances relatives des *Culicoides* recensées dans la ferme d'élevage de Sigus

4.6.2- Indices écologiques de structure

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

4.6.2.1- Analyse des résultats par l'indice de Shannon- Weaver et l'indice d'équitabilité

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), la diversité maximale (H' max) et l'indice d'équitabilité (E) appliqués aux espèces des *Culicoides* récoltées dans les stations d'étude sont calculés et rapportés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon- Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale (H' max) et l'indice d'équitabilité des espèces des *Culicoides*

Stations	Ferme d'élevage Ain abouche	Ferme d'élevage Bir Chehem	Ferme d'élevage El Hassi	Ferme d'élevage Berriche	Ferme d'élevage Sigus
Indices					
H' (bits)	1.03	2.49	2.59	2.39	1.71
H max (bits)	3.45	4.08	3.58	2.80	2
E (%)	0.30	0.61	0.72	0.85	0.85
Effectifs	278	372	106	116	71

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

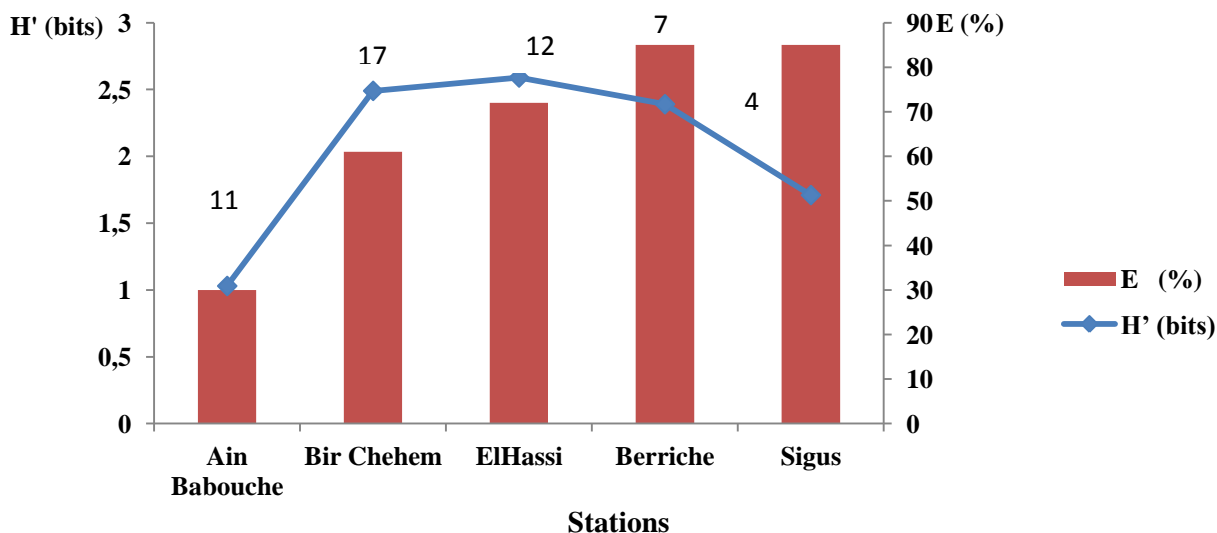


Figure 56: Variations spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité dans les stations d'étude

Les résultats portés dans le tableau 26 et figure 56 suggèrent que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon varient de 1.03 dans la ferme d'Ain Babouche à 2.59 bits dans la ferme d'El Hassi. La valeur la plus élevée est donc mentionnée au niveau de cette dernière où il a été recensé 12 espèces. En revanche, la valeur la plus faible est notée respectivement au niveau de station d'Ain Babouche et Sigus avec 1.03 et 1.71. Les fermes de Bir Chehem et Berriche ont des indices respectifs de 2.49 et 2.39 bits.

L'indice d'équitabilité permet de comparer les peuplements des différentes stations et d'en déduire l'équilibre existant (Himmi, 2007). Il est intéressant de noter que le taux d'équitabilité le plus faible est signalé uniquement dans la ferme d'Ain Babouche avec 0.30. Dans les autres fermes, ces valeurs sont assez importantes montant graduellement de 0.61 dans la ferme de Bir Chehem jusqu'à 0.85 dans les deux fermes de Berriche et Sigus avec la même valeur.

4.7- Exploitation des résultats par des méthodes statistiques

Les résultats d'échantillonnage obtenus sont traités par deux méthodes statistiques telles l'analyse en composantes principales ACP et AFC. Ces résultats sont dressés dans ce paragraphe.

4.7.1- Analyse en composantes principales appliquées sur les espèces inventoriées dans les 5 stations durant la période d'étude (A.C.P)

Cette analyse est employée sur les espèces récoltées en fonction des stations et saisons de capture. En outre, elle a pour but de bien visualiser et interpréter les corrélations entre les variables existantes autrement dit, les stations, les espèces et la saison.

4.7.1.1- L'analyse en composantes principales appliquées aux espèces en fonction des saisons de captures

Pour cette analyse statistique nous avons essayé de mettre le point sur la distribution des espèces des *Culicoides* au cours de la saison de capture dans les différentes stations d'étude.

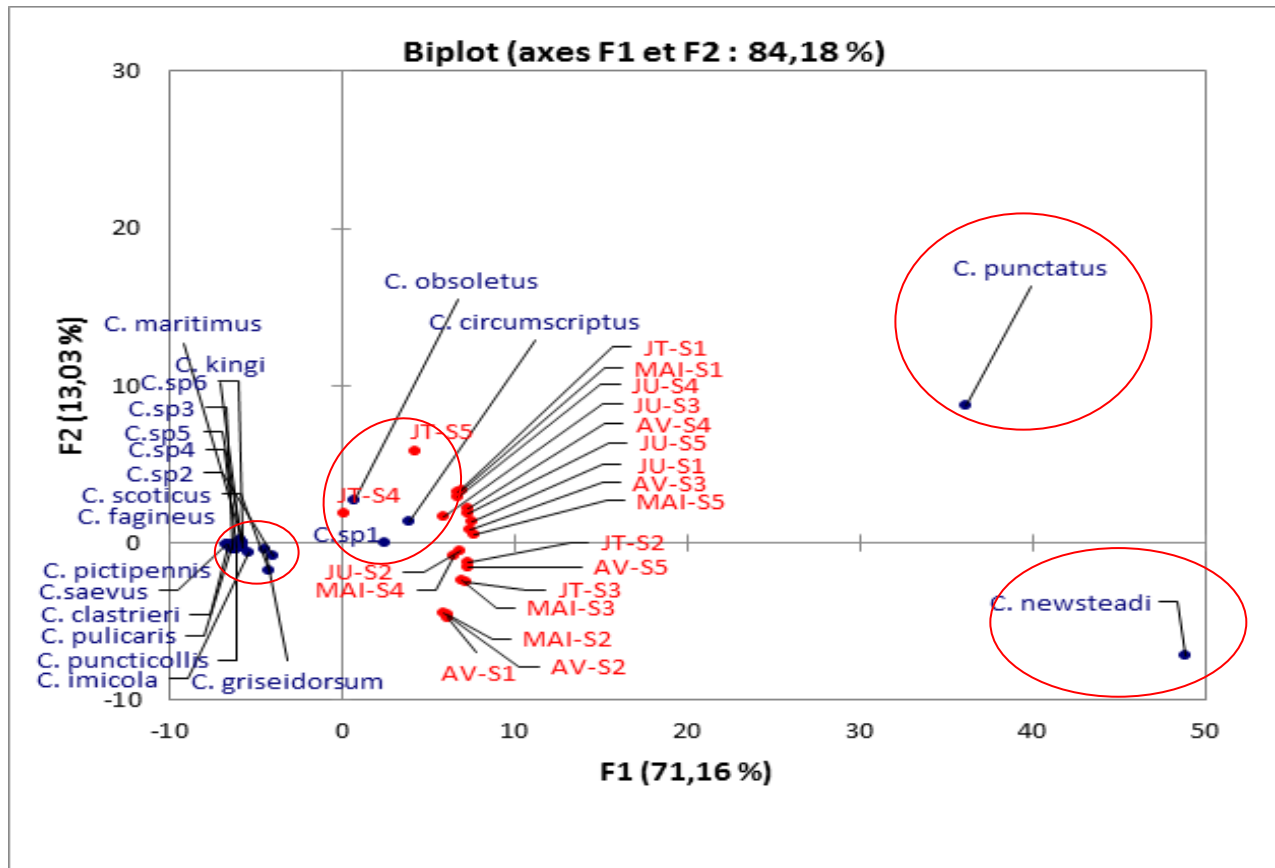


Figure 57 : Représentation graphique des axes factoriels de l'analyse en composante principale

D'après la figure 57, l'axe 1 représente 71,16 % de la variance totale, c'est donc lui qui structure l'analyse. Nous avons noté la contribution à l'inertie totale où le pourcentage est expliqué par les axes principaux : Axe 1 : 71,16%, Axe 2 : 13,03%. Les deux axes sont suffisants pour cette analyse. Les valeurs propres des axes nous permettent de retenir 2 axes pour l'interprétation vu que le pourcentage de variabilité cumulé est supérieur à 80% pour expliquer le maximum d'information.

A travers le graphique de l'ACP, nous remarquons que les variables (**juillet**) pour les stations 4 et 5 semblent participer avec peu d'information dans la formation de l'axe 1, avec des cosinus carré inférieur à 0,3 ; alors que les autres variables ont toutes des valeurs supérieures à 0,5, ceci s'explique par leur raréfaction en *Culicoides* durant cette période d'étude (figure 57).

La figure 57 révèle que les espèces *C. punctatus* et *C. newsteadi* possèdent un poids important et s'individualisent avec la particularité d'être bien représentées dans toutes les stations et

durant les 4 mois de capture. Par ailleurs, les espèces *C. obsoletus*, *C. circumscriptus* et *C. sp.1* semblent avoir une partialité fine avec le mois de juillet dans la station 4 (Berriche) et 5 (Sigus). Concernant, les autres espèces des *Culicoides* inventoriées dans les 5 stations constituent une richesse Culicoidienne de ces régions, et leur présence quoique en nombre réduit dans notre échantillonnage n'exclue pas leur importance.

Nous avons vu précédemment que l'abondance est relativement importante durant le mois d'avril pour la station1 (Ain Babouche) et durant le mois de mai pour la station3 (Ain Diss) ; par contre, elle est faible en juillet dans toutes les stations (Ain Babouche, Berriche et Sigus) sauf dans la station 2 (Bir Chehem). Cette analyse confirme alors ces résultats.

4.7.1.2- L'analyse en composantes principales appliquées sur les espèces en fonction des stations d'étude

Tableau 27 : La matrice de corrélation

	St1	St2	St3	St4	St5
St1	1	0.945	0.835	0.676	0.782
St2	0.945***	1	0.817	0.647	0.771
St3	0.835***	0.817***	1	0.880	0.956
St4	0.676**	0.647**	0.880***	1	0.893
St5	0.782**	0.771**	0.956***	0.893***	1

St1 :Ain Babouche , St 2 : Bir Chehem, St3: Ain Diss, St4: Berriche, St5: Sigus

Notons que les variables de notre analyse sont le nombre d'observation qui est de 21 espèces inventoriées et le nombre des variables représentées par les 5 stations d'étude.

D'après le tableau 27, nous remarquons que les 5 stations sont positivement corrélées à un seuil de signification $\alpha = 5\%$, ce qui signifie que toutes les variables varient dans le même sens. En effet, les stations 1 et 2 présentent une forte corrélation formant ainsi un groupe homogène ($r = 0.945$). Les stations 3 et 5 sont fortement corrélées entre elles ($r = 0.956$). La 4^{ème} station est la moins corrélée avec les deux autres groupes ($r = 0.676$). Cette corrélation implique la ressemblance par la composition en espèces de *Culicoides* qui existe entre toutes les stations. Donc on peut dire que le peuplement de *Culicoides* récoltés possède un fond

commun d'espèces.

Tableau 28 : Valeurs propres et pourcentages de variabilités extraites sur les 5 axes

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	4.285	0.517	0.104	0.055	0.039
% Variance	85.707	10.339	2.072	1.104	0.778
% cumulé	85.707	96.046	98.119	99.222	100.000

D'après le tableau 28, seuls les deux premiers axes peuvent être représentés. L'axe F1 à lui seul est représenté par une variance de 85.71% et l'axe F2 avec 10.34% (figure 59). Ces axes totalisent 96.05 % de l'information recueillie et donnent une meilleure représentation des projections des stations de captures. Pour l'interprétation de l'ACP, nous avons retenu l'axe F1, ce qui est suffisant pour l'interprétation de nos résultats sur cet axe. Les axes F3 et F4 renferment un faible taux et ne seront pas retenus.

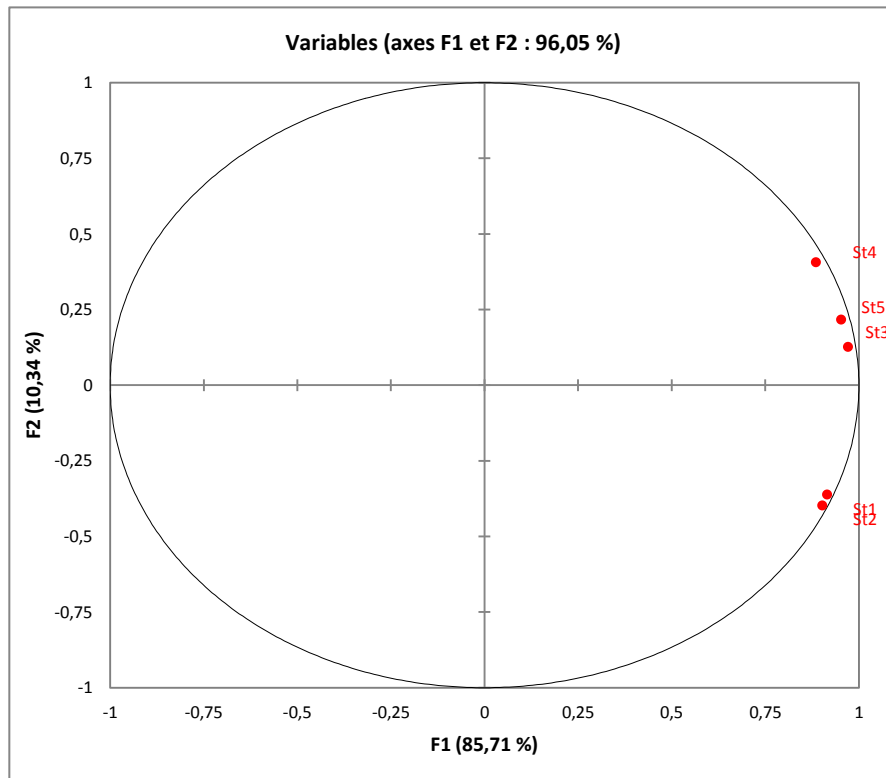


Figure 58 : Carte factorielle axe (F1-F2) des stations des captures des *Culicoides*

La figure 58 montre ce que l'on appelle un effet taille, toutes les stations se retrouvent au même endroit sur la figure. Ceci s'explique par le fait que l'axe 1 correspond essentiellement aux stations où *C. newsteadi* (et secondairement *C. punctatus*) est abondant (figure 59). Or, d'après la figure *C. newsteadi* est abondant dans toutes les stations, donc l'analyse ne permet pas de différencier ces stations.

Pour pallier à cela, et pour mieux faire ressortir les différences de la diversité et la répartition des espèces des *Culiocoides* recensées, nous avons réalisé une AFC pour mettre en évidence les espèces rares dans toutes les stations (figure 60).

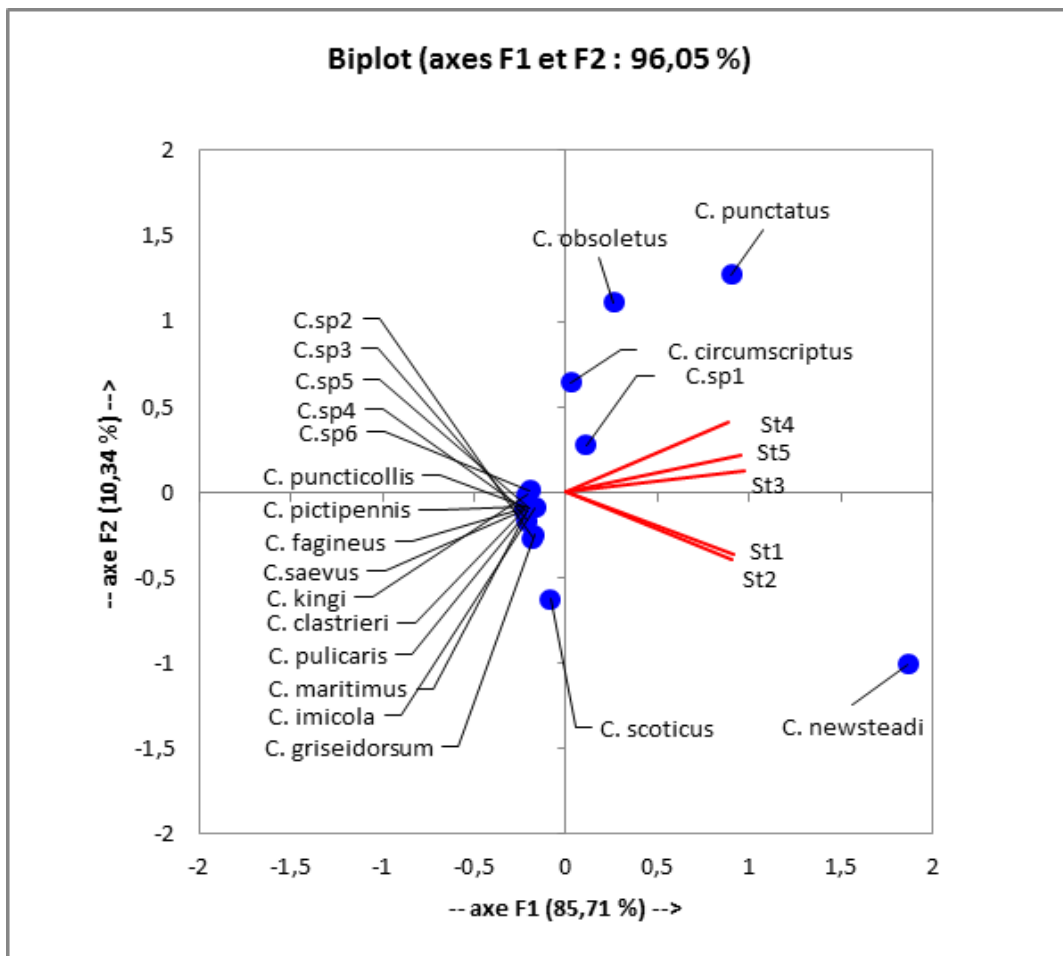


Figure 4 : Analyse en composantes principales appliquées sur les espèces

4.7.2- Analyse factorielle des correspondances appliquées sur les espèces inventoriées dans les 5 stations durant la période d'étude (AFC)

Tableau 29
Valeurs propres et pourcentages d'inertie

	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	0,294	0,167	0,070	0,030
Inertie (%)	52,435	29,710	12,482	5,373
% cumulé	52,435	82,145	94,627	100,000

D'après le tableau 29, deux axes F1 et F2 représentent une inertie totale de 82.15% de la variance où l'axe F1 à lui seul renferme 52.44%, donc suffisant pour cette analyse.

La figure 60 montre la répartition de toutes les espèces recensées de *Culicoides* dans les 5 stations d'étude.

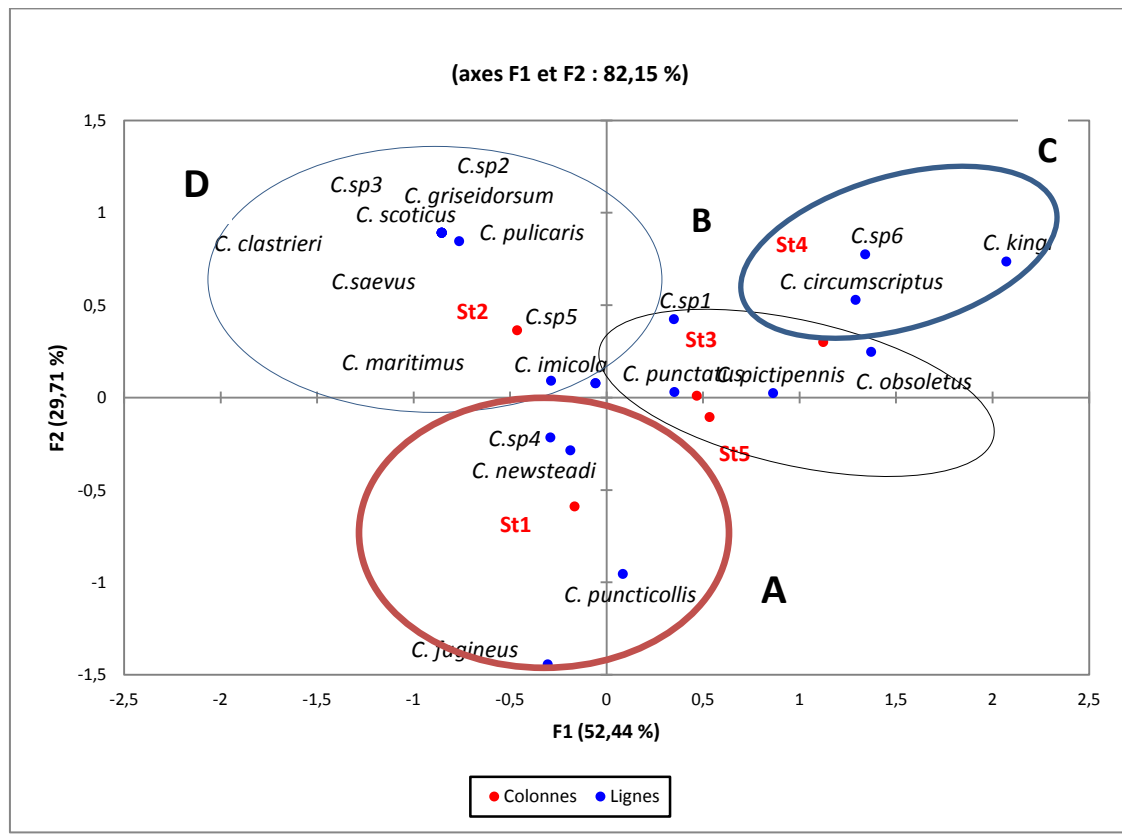


Figure 60 : Carte factorielle axe (F1x F2) de la répartition des différentes espèces de *Culicoides* dans les cinq stations d'étude

La figure 60 représente le nuage des points (observations = espèces = lignes) et la corrélation des variables qui sont les stations d'études (colonnes).

D'après cette figure, les 5 stations se répartissent dans différents quadrants. La station 1 se trouve dans le quadrant IV, la station 2 dans le quadrant I, la station 4 dans le quadrant II et les deux stations 3 et 5 se localisent dans le quadrant III. Cette différence s'explique par le fait que les stations diffèrent par leurs compositions en espèces des *Culicoides* collectées.

L'axe 1 : met en évidence les stations 1,2 sur le côté négatif de l'axe et les stations 3, 4 et 5 sur son côté positif.

L'axe 2 : met en évidence deux ensembles opposés, l'un formé par la station S1 et S5 situées sur le côté négatif. L'autre est formé par la station S2 et S4 situées sur le côté positif de l'axe.

La participation des stations pour la formation des deux axes F1 et F2 (figure 60) est comme suit :

- Axe F1 : deux stations participent le plus dans la formation de cet axe, il s'agit de la station de Bir Chehem (St 2) avec 28.7 % et celle de Berriche (St 4) avec 52.8%. Les autres stations représentent des taux faibles.

- Axe F2 : deux stations contribuent le plus à sa construction, la station d'Ain Babouche (St1) avec 61.4% et celle de Bir Chehem (St2) avec un taux de 31.4%. Les taux de la participation des autres stations sont faibles.

L'AFC met en évidence les espèces de *Culicoides* recensées sur les deux axes vis à vis les facteurs abiotiques et biotiques. Les espèces contribuent à une inertie expliquée pour chaque axe et dans chaque quadrant. Il en résulte quatre groupements désignés par A, B, C et D (figure 60).

Nous remarquons que *C.newsteadi* qui est l'espèce la plus représentée (secondairement *C.punctatus*) en termes d'abondances dans toutes les stations d'étude, est l'espèce omniprésente. Elle participe fortement à l'inertie de l'axe F2 et sa projection est proche des deux stations S1 et S2 respectives d'Ain Babouche et Bir Chehem. Cela témoigne de son abondance dans ces deux stations avec respectivement 81.31% et 49.19% formant alors le **groupement A**.

Une autre particularité est observée pour les espèces *C. punctatus* et *C. obsoletus* et *C.sp.1* qui semblent être en relation avec les stations S3, S4 et S5 qui sont respectivement Ain Diss et Sigus et berriche où elles sont largement fréquentes avec des taux de 24.52%, 25% et 38.02% pour *C.punctatus*, des taux de 10.38%, 18.96% et 15.50% pour *C.obsoletus* et avec 14.15% pour *C.sp.1* dans la S3, ces espèces sont regroupées dans le **groupement B**.

Le groupement C, renferme en particulier l'espèce vue seulement dans la station de Berriche S4 à savoir *C.kingi* (1.72%) et le taux le plus élevé de *C.circumscriptus* (17.24%).

Le groupement D renferme le plus grand effectif d'individus (372 individus) ; il est le plus riche en espèces de *Culicoides* recensées (17 espèces).

4.8. Effet des facteurs climatiques et géographique sur la diversité des *Culicoides*

4.8.1- Biodiversité et altitude

Les valeurs de la diversité des *Culicoides* estimées par l'indice de Shannon en fonction du paramètre altitudinal sont rapportées dans le tableau 30.

Tableau 30 : Les indices de diversité en fonction de l'altitude

Stations de piégeage	Ferme A Ain Babouche	Ferme B Bir Chehem	Ferme C El Hassi	Ferme D Berriche	Ferme E Sigus
Altitude (m)	880	916	980	882	871
Richesse spécifique (RS)	11	17	12	7	4
Abondance relatives (%)	29.48	39.45	11.25	12.30	7.52
Indice Shannon H' (bits)	1.03	2.49	2.59	2.39	1.71
E (%)	0.30	0.61	0.72	0.85	0.85

D'après l'analyse de ces résultats, il en ressort que la richesse des stations en espèces et leurs diversités suivent fidèlement l'altitude des zones qui les abritent (figure 61). Notons que la gamme d'altitude de notre région est de 800 au 916m. La ferme de Berriche et celle de Sigus sont à une altitude respective de 882 et 871 m et renferment la plus faible richesse (7et 4 espèces) respectivement. Il ressort de ce tableau que même si la richesse spécifique est relativement importante, la diversité ne l'est pas forcément. En effet, la ferme d'Ain Babouche bien qu'ayant 11 espèces, sa diversité est faible, de l'ordre de 1.03% bits comparativement à la ferme de Berriche représentée par une richesse de 7, alors que sa diversité est plus importante avec 2.39 bits. Les fermes situées à une altitude de 880 m (Ain Babouche), 916 m (Bir Chehem) et 980 m (El Hassi) sont représentées par une faune culicoidienne relativement riche en espèces soit 11, 17 et 12, mais aussi avec des diversités importantes respectivement de 1.03 bits, 2.49bits et 2.59 bits.

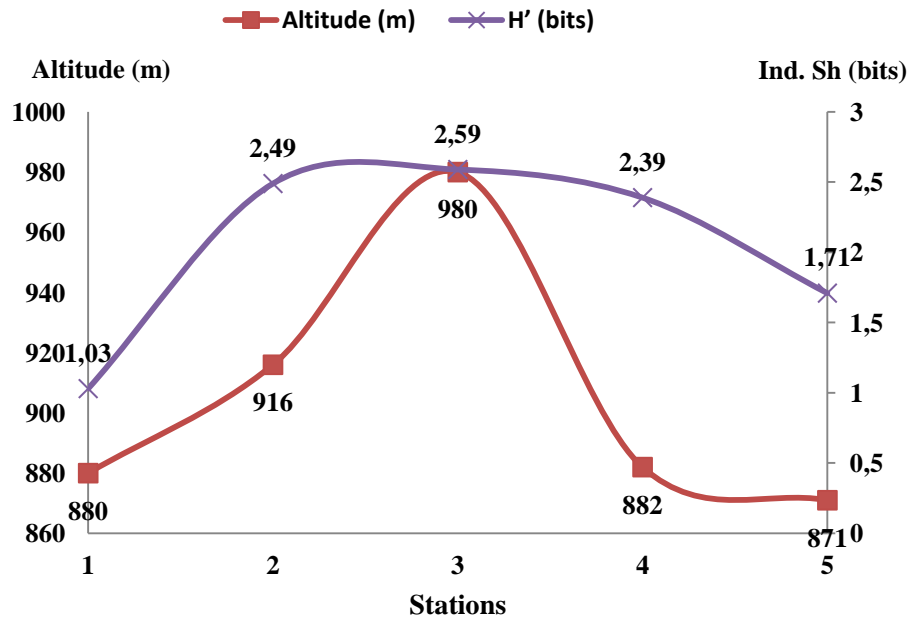


Figure 61 : Variation de la diversité en fonction de l'altitude dans les stations d'étude

4.8.2- Effet des facteurs climatiques

Afin de connaître l'effet de ces facteurs sur la diversité des *Culicoides* échantillonnés dans cinq stations différentes pendant quatre mois de captures (avril-juillet 2013). Les différentes données météorologiques sont consignées dans le tableau 31.

Tableau 31 : Valeurs des températures moyennes, T° minimales, la pluviométrie, l'humidité, la richesse et abondances relatives (%) pendant la période d'étude (2013)

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet
T° moyenne (C°)	16.7	19.3	23.9	28.3
T° min (C°)	8.2	9.8	13.6	18.3
Pluviométrie (mm)	29.7	18.3	31.1	25.14
Humidité (%)	78	63	52	57
Richesses (espèces)	32	29	25	21
Abondances relatives (%)	55.78	15.80	18.02	10.40

ONM. OEB. 2014

Le tableau 31 nous montre que la période de notre étude est marquée par des précipitations qui varient de 18.3mm à 31.1mm. Le mois le plus pluvieux est juin (31.1 mm) et les précipitations

les plus faibles sont signalées en mois de mai (18.3 mm). Les taux d'hygrométrie varient respectivement de 78% et 63% en avril et mai à 52% et 57% en juin et juillet. Concernant les valeurs de la température moyenne, on remarque une remontée allant de 16.7°C en avril à 28.3°C en juillet. Quant aux valeurs des températures minimales, elles suivent un gradient croissant de 8.2°C au 18.3°C du mois d'avril jusqu'au juillet.

La pluviométrie et l'humidité relative jouent un rôle dans la diversité des *Culicoides* récoltées. En effet, la courbe de la richesse suit fidèlement celle de ces deux paramètres jusqu'au mois de juin, où il a été mentionné une augmentation remarquable de la température moyenne de 23.9°C au 28.3°C. parallèlement, une diminution de la richesse mensuelle de 32 espèces à 21 espèces est signalée. Ce résultat est proportionnel avec la pluviométrie et l'humidité relative s'il n'y a pas l'intervention de la température. Par contre, les valeurs de la température semble avoir une influence sur la richesse. En effet, pour les températures de 16.7°C et 19.3°C observées respectivement aux mois d'avril et mai, la richesse spécifique est plus importante qu'aux mois de juin et juillet où l'on a enregistré 23.9°C et 28.3°C respectivement (figure 62).

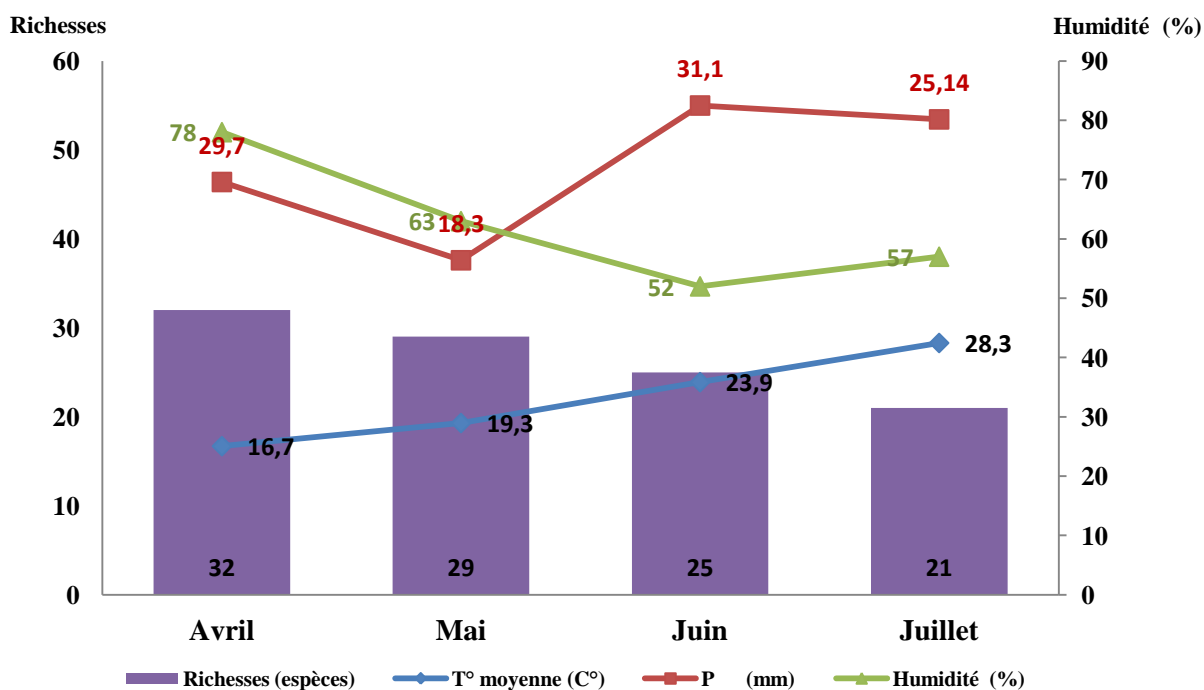


Figure 62 : Variations mensuelles de la richesse spécifique en fonction des paramètres climatiques

CHAPITRE V

Discussion

CHAPITRE V: DISCUSSION

Il s'agit de la première étude sur la biodiversité *des Culicoides* dans la région Est algérien, en l'occurrence la région d'Oum El Bouaghi. Outre que jamais répertorié auparavant les espèces des *Culicoides* à cette région, les informations et publications sont cruellement absentes, sauf les travaux de Szadziewski (1984) et Djerbal *et al.*, (2009) en Algérie.

Dans ce chapitre, nous allons tenter de discuter les résultats de l'inventaire entomologique de la faune Culicoidienne d'une part, et la biodiversité de ces insectes dans la région d'Oum El Bouaghi d'autre part.

5.1- Inventaire faunistique global

La prospection du foyer d'Oum El Bouaghi a été menée au niveau de cinq stations d'étude, représentées par des fermes, considérées comme les sites de captures des *Culicoides*. Nos prospections se sont déroulées sur une période de quatre mois de l'année 2013 (avril, mai, juin, juillet). Cette période correspond à l'émergence des adultes et à la levée de la diapause hivernale (Rieb, 1982).

5.1.1- Composition globale de la faune Culicoidienne

L'examen de la récolte de *Culicoides* à Oum El Bouaghi révèle que le genre *Culicoides Latreille*, 1809 avec ses différentes espèces sont largement réparties dans l'étage bioclimatique semi-aride caractérisant notre zone d'étude. Par ailleurs, Szadziewski (1984) et Djerbal *et al.*, (2009) n'ont pas prospecté la région d'OEB à travers leurs travaux sur les *Culicoides* en Algérie.

L'analyse des résultats de la composition du peuplement Culicoidien nous a permis de mettre en évidence un total de 943 spécimens (903 femelles, 40 mâles). Toutes ces espèces inventoriées sont signalées en Algérie (Szadziewski, 1984; Djerbal et Délecolle, 2009). Nous avons identifié 21 espèces mais seulement 15 l'ont été jusqu'à l'espèce, elles ont une large répartition paléarctique, afrotropicale, holarctique et méditerranéenne (Szadziewski, 1984). Nos résultats se rapprochent de ceux de Szadziewski (1984) qui a recensé 31 espèces à travers plusieurs régions de l'Algérie, Ces espèces appartiennent à différentes régions biogéographiques avec la prédominance des espèces méditerranéennes (60%) par contre, dans notre étude les espèces paléarctiques viennent en tête (42.87%).

Les espèces identifiées appartiennent à la famille des *Ceratopogonidae*, la sous/famille des *Ceratopogoninae*, la Tribu des *Culicoidini*, le genre des *Culicoides*, avec 6 sous-genres : *Avaritia*, *Culicoides*, *Monoculicoides*, *Oeacta*, *Pontoculicoides* et *Beltranmyia*, et 4 espèces sans aucune affiliation sous générique (Djrbal *et al.*, 2009). Parmi la faune associée à celle des *Culicoides*, on peut signaler la présence de certains genres de la famille des *Ceratopogonidae* (*Leptoconops*, *Dashylea*, *Forcipomyia*), ainsi que d'autres familles de diptères telles les *Culicidae* (*Culex sp*) et *Psychodidae* (*Phlebotomus sp*). Nos résultats corroborent ceux de Délecolle *et al.*, (2009) qui recensent plusieurs genres et familles associés aux *Culicoides*, lors de leurs captures. Il se rapproche également de ceux de Zimmer *et al.*,(2009). Foxi *et al.*, (2011) qui citent 41 espèces de *Culicoides* dans l'île de Sardaigne en Italie ; Balenghien *et al.*, (2009) en dénombrent 68 sur un total de 790000 spécimens en France métropolitaine. Nos résultats s'éloignent peu de ceux de Bailly- Choumara *et al.*, (1971) qui signalent 23 espèces de *Culicoides* au Maroc.

Selon les travaux de Djrbal *et al.*, (2009) la faune culicoidienne en Algérie est estimée à 47 espèces. Notre faune récoltée composée de 21 espèces représente un taux de 44.68%.

En ce qui concerne le sous genre, il apparait d'après nos résultats, toutes stations confondues, qu'il y a une prédominance du sous- genre *Culicoides* avec 71.91% par rapport à celui de *Avaritia* avec 12.08 % du total des récoltes. Quant aux autres s/genres ils apparaissent selon des taux très faibles avec une seule espèce chacun, tels *Monoculicoides* 0.64% (*C.puncticollis*), *Pontoculicoides* 0.11% (*C.saevus*), *Oeacta* 0.21% (*C.Kingi*) et *Beltranmyia* 3.29% (*C.circumscriptus*). Concernant le reste des espèces, quatre n'ont aucune affiliation sous générique et représentent ainsi 2.65%. Les six espèces non identifiées représentent un taux de 9.11% de la faune totale.

L'analyse de nos résultats montre également la prédominance du groupe *C.pulicaris* et de *C.newsteadi* (71,91%) appartenant tous les deux au sous genre *Culicoides*, lequel est représenté par quatre espèces *C.newsteadi*, *C.punctatus*, *C.pulicaris* et *C.fagineus*. Le groupe *C.obsoletus* (11.02%) vient en deuxième position avec deux espèces: *C.obsoletus* et *C.scoticus*. Le groupe *imicola* (1.06%) n'est représenté qu'avec une seule espèce *C.imicola*. Nos résultats rejoignent ceux de Baldet *et al.*, (2002) qui signalent que le sous genre *Culicoides* domine largement celui de *Avaritia*. Par contre, nos résultats contrastent avec ceux obtenus dans la région de Niayes au Sénégal par Dusom (2012) où le groupe *Schultzei* domine très nettement avec 92,76% par rapport aux autres groupes. Balenghien *et al.*,(2009) mentionnent pendant une surveillance des *Culicoides* en France que les espèces du complexe *Obsoletus* du sous genre *Avaritia* (principalement les espèces jumelles *C.*

obsoletus et *C. scoticus*), suspectées dans la transmission de la FCO en France continentale, sont largement dominantes (71% du total des captures). Nos résultats diffèrent également de ceux de Zimmer *et al.*, (2009) qui signalent lors d'une étude sur l'écologie et la distribution des espèces de *Culicoides* en Belgique que les espèces du complexe *Obsoletus* constituent les espèces majoritaires (99%). Ils diffèrent également de ceux obtenus par Lassen *et al.*, (2012) qui rapporte que les espèces appartenant aux sous genre *Avaritia* sont mieux représentées que celles des *Culicoides*.

Du point de vue spécifique, *C.newsteadi* domine avec 53,98% (509 individus), puis *C.punctatus* avec 17,50% (165 individus). *C.obsoletus* avec 4,98% et *C.scoticus* avec 6,04%. *C.imicola* avec 1,06% de l'ensemble des captures. Ces résultats confortent ceux de Baldet *et al.*, (2002) dans le cadre de la surveillance de la FCO en France, menée sur le littoral continental de l'île de Corse (d'avril à novembre 2002), ils énumèrent 44 espèces où *C.newsteadi* est la plus fréquente (73,5 %), par rapport aux autres espèces *C. obsoletus* (8 %), *C.scoticus* (5,4 %). Les autres espèces, sont faiblement représentées à savoir *C.circumscriptus* avec 3,29% (31 individus), suivi par *C.griseidorsum* avec 2,01% (19 individus), *C.puncticolis* avec 0,64% (6 individus), *C.maritimus* avec 0,42% (4 individus), *C.kingi* avec 0,21% (2 individus), *C.pulicaris* avec 0,32% (3 individus) et *C.fagineus* avec 0,11% (1 seul individu) *C.clastrieri* avec 0,11% (1 individu), *C.saevus* avec 0,11% (1 individu) et *C. pictipennis* avec 0,11% (1 individu). La majorité de ces espèces ont été signalées dans les relevés de Délecolle (1985) au Nord-Est de la France à l'exception de deux espèces à savoir *C.griseidorsum* et *C.maritimus*.

Concernant les 6 espèces non identifiées et considérées comme douteuses représentent un taux de 9,11% de la faune totale ; nous avons ainsi *C.sp.1* avec 4,77% (45 individus) et *C.sp.2* avec 2,01% (19 individus). Dans tout échantillonnage, il peut apparaître des espèces douteuses, du fait que certains caractères permettant l'identification sont manquant, abimés ou alors il peut s'agir d'une nouvelle espèce. Certains travaux comme ceux de Szadziwski (1984), Boukraa (2005) et Dusom (2012) signalent eux aussi des espèces non déterminées.

En ce qui concerne la répartition des espèces selon leur régions zoogéographiques, nous avons constaté, pour le record de 21 espèces recensées, la prédominance des espèces paléarctiques (9) avec un pourcentage de 42,87% (6 espèces de nord- paléarctiques : *C.scoticus*, *C.fagineus*, *C.pulicaris*, *C.pictipennis*, *C.circumscriptus*, *C. punctatus*, 1 espèce Holarctique : *C.obsoletus*, 2 espèces paléarctique méridionale : *C.saevus*, *C.clastrieri*). Elle suivie par les espèces méditerranéennes (4 espèces : *C.newsteadi*, *C. griseidorsum*, *C.puncticolis*, *C.maritimus*) avec

19.03% puis les espèces afrotropicales (2 espèces : *C. imicola* et *C. kingi*) avec 9.53%. Enfin, les espèces non identifiées (6) avec 28.57%. Ces résultats contrastent avec ceux de Szadziewski (1984) lors de son inventaire des *Culicoides* en Algérie, où il a signalé la prédominance des espèces méditerranéennes par rapport à celles paléarctiques et afrotropicales.

Les captures par piégeage lumineux à ultraviolet obtenu à l'issue de notre travail sont connues pour avoir été utilisées par Djerbal, Délecolle et al., (2003-2009) lors des enquêtes entomologiques effectuées en Algérie. Les résultats des piégeages sont presque semblables avec une bonne récolte de spécimens. D'autres auteurs comme Délecolle (1985), Balenghien et al., (2009) et Viennet et al., (2011), Biteau (2007) en France, Zimmer et al., (2009) en Belgique, Foxi et al., (2011) en Italie, Purse et al., (2004) en Bulgarie, Dusom (2012) au Sénégal, Heung Chul Kim et al., (2012) en Corée, Carsten et al., (2013) au Danemark, ont tous utilisés avec succès cette technique de piégeages dans leurs échantillonnage. D'autres études s'intéressent à l'endo /exophagie des *Culicoides*, se sont toujours déroulées avec des pièges lumineux ultraviolette (Anderson et al., 1993 ; Meiswinkel et al., 2000 ; Baldet et al., 2008 ; Meiswinkel et al., 2008 ; calvete et al., 2009 ; Baylis et al., 2010 ; Viennet, 2012). Cette technique reste la plus facile d'utilisation et la plus avantageuse pour réaliser un inventaire de *Culicoides* (Haubruge et al., 2009). En revanche, la collecte directement sur animaux réalisée classiquement par la méthode du drop-trap et l'aspiration directe, est relativement difficile à faire et lourde techniquement (Viennet, 2012). Par contre, les auteurs, Benia (2010), Boukha (2005), Moulai (2010) lors de l'étude de la faune entomologique, ont utilisés différents types de piégeages tels les pots jaunes, papiers huilés, CDC. Ces types de piégeage révèlent une récolte nettement pauvre en *Ceratopogonidae* particulièrement, les *Culicoides*. Un classement des pièges lumineux selon leur rendement a été proposé par Choumara et Kremer (1970) il s'agit de: drap-piège, piège UV, piège CDC.

5.1.2- Répartition spatiale des *Culicoides* dans chaque station d'étude

5.1.2.1- Inventaire des *Culicoides* dans la ferme d'Ain Babouche

La ferme d'Ain babouche renferme 11 espèces de *Culicoides* appartenant à 4 sous-genres, une espèce sans affiliation sous générique, et trois espèces non identifiées. *C. newsteadi* vient en tête du total de la faune de la station, suivi par *C. punctatus*, *C. puncticolis*, *C. imicola*, *C. circumscriptus*, *C. obsoletus*, *C. faginus*, *C. maritimus* et *C. sp.4*, *C. sp.1* et *C. sp.5* non identifiées sont mises en évidence. Ces espèces, si l'on exclut celles non identifiées, sont signalées en Algérie par Szedziexski

(1984) et Djerbal *et al.*, (2009). Dans notre ferme, bien qu'elle est disponible d'un couvert important la richesse spécifique est peu élevée (11 espèces) avec un grand nombre d'individus (278) mais chaque espèce est représentée par de faibles abondances relatives. Ce qui traduit que cette ferme est peu diversifiée et non homogène d'une part, et qu'elle présente un certain déséquilibre entre les effectifs de leurs individus d'autre part. Dans cette ferme, la prédominance concerne *C.newsteadi* et *C.punctatus* ; il semblerait que ces 2 espèces aient une prédilection pour facteurs abiotiques de la ferme : sol humide, sites ombragés, les débris organiques, la végétation en décomposition pour les stades larvaires (Zimmer *et al.*, 2008). Par ailleurs, selon nos résultats le facteur altitudinal et l'éloignement des stations par rapport au milieu urbain semble avoir un rôle non négligeable sur la richesse spécifique et l'abondance.

5.1.2.2- Inventaire des *Culicoides* dans la ferme de Bir Chehem

La ferme de Bir Chehem est la plus riche en espèces de *Culicoides*. Le présent inventaire fait état de 17 espèces, avec une prédominance de *C.newsteadi* suivie de *C.scoticus*, *C.punctatus*, *C.imicola*, *C.circumscriptus*, *C.griseidorsum*, *C.saevus*, *C.obsoletus*, *C.maritimus*, *C.clastrieri* et *C.pulicaris*.

Cette richesse serait due à différents paramètres de développement et d'émergence que ce soit climatique, géographique ou environnementaux. Citons encore le choix des lieux d'étude qui sont des exploitations du bétail où il regroupe plusieurs facteurs tels que la présence d'animaux, les cours d'eau et abreuvoirs, des substrats humides, les fumiers et bouses des bovins, la végétation et arbres (Zimmer *et al.*, 2008) formant ainsi, les milieux préférés soit pour son développement larvaire soit pour son repos pendant la journée (Zimmer, 2007). De plus, la situation géographique de cette ferme pourrait être en cause (zone rurale bien habitée par des populations humaines).

5.1.2.3- Inventaire des *Culicoides* dans la ferme d'El Hassi (Ain Diss)

Les captures menées au sein de cette ferme révèlent l'existence de 12 espèces. L'espèce la plus fréquente est *C.newsteadi* et *C.punctatus* suivie par les autres espèces avec une faible fréquence. Trois espèces non identifiées sont aussi mises en évidence dans ce site. Balenghien *et al.*, (2009) révèlent que l'abondance de *C.newsteadi* est moins marquée que les autres espèces. On peut constater que cette richesse peut être due aux conditions climatiques pendant la période de la récolte (température favorable, pluie et vent modérés), l'abondance des végétations et le sol humide d'une

part et aux caractéristiques de cette ferme (zone rurale moins peuplée par les habitants et son altitude de 980 m) d'autre part.

5.1.2.4- Inventaire des *Culicoides* dans la ferme de Berriche

Les espèces inventoriées dans la ferme de Berriche sont au nombre de 7 espèces. L'espèce la plus représentative est *C.newsteadi* suivie par *C. punctatus*, *C.obsoletus*, *C.circumscriptus*, *C.kingi*, *C.sp1*, *C.sp.6*. Cela fait la différence avec les résultats obtenus par Tamaloust (2007) qui n'a mentionné aucune espèce de *Culicoides* dans la ferme d'élevage d'Alia à El Harrach. Bien que cette ferme soit largement exploitée en agriculture, la richesse est assez faible, cela nous permet de suggérer que plusieurs facteurs en interviennent. L'altitude serait probablement en cause (882 m). Cette faible richesse peut s'expliquer par l'isolement de cette ferme (isolée en zone périurbaine) ou par le mauvais placement des pièges

5.1.2.5- Inventaire des *Culicoides* dans la ferme de Sigus

La plus faible richesse est observée dans la ferme de Sigus où 4 espèces ont été identifiées. *C.newsteadi* est l'espèce largement présente suivie par *C. punctatus*, *C.obsoletus* et une espèce non définie *C.sp.1*. Le faible rendement de capture est signalé par Chaker *et al.*, (2005) en Tunisie au cours d'un inventaire entomologique mené dans un même type de ferme. Outre de ceux de Chaker *et al.*, (2005), C'est le cas également des travaux de Brahmi *et al.*, (2011) lesquels signalent que 2 espèces. Quant aux résultats obtenus par Moulai *et al.*, (2010) sur une étude d'analyse de la diversité entomologique des milieux insulaires de la région de Jijel aucun spécimen de *Culicoides* n'a été récolté.

Dans les deux fermes de Berriche et Sigus, on a remarqué qu'en termes de richesses, les faibles records sont enregistrés à ce niveau contrairement à ceux recensés dans celles d'Ain Babouche, Bir Chehem et El Hassi. On peut suggérer que plusieurs facteurs contribuent à ces résultats. Ces derniers confirment l'importance de ces facteurs dans la prolifération des *Culicoides* comme cité par Zimmer *et al.*,(2008, 2009) et Viennet (2012) tels la non disponibilité des animaux hôtes dans ces stations, les sources d'eau soit drainée ou bien stagnante, l'absence des lieux préférés à la prolifération larvaire. Ces gîtes larvaires se distinguent par plusieurs types comme par exemple les excréments et les fumiers, des litières d'animaux domestiques (*C.obsoletus*, *C.scoticus*), les trous d'arbre (*C.fagineus*, *C.obsoletus*) et les gîtes halophiles (*C.newsteadi*, *C.circumscriptus*,

C.maritimus, *C.puncticolis*) (Balenghien et Délecolle, 2009). En revanche, les facteurs géographiques ne sont pas épargnés, car ces fermes se situent à une basse altitude de 800 m par rapport aux autres fermes (A, B, C). De plus, la pauvreté en couverture végétale de ces localités pourrait être aussi mis en cause. Les fermes de groupe D et E sont entourées par de vastes terrains non utilisés ; avec un sol moins humide. Les travaux de Zimmer *et al.*, (2008, 2009) qui mentionnent le rôle important des milieux humides et herborisés mais aussi, la disponibilité de cheptel hôtes.

5.1.3- Répartition et abondances des *Culicoides* selon leur sexe et la saison

L'échantillonnage des *Culicoides* par le piégeage lumineux montre une prédominance des femelles vis-à-vis des mâles (943 : 903 femelles soit 95,75%, 40 mâles soit 4,25%). Cette abondance peut s'expliquer par la différence de régime alimentaire entre les deux sexes. Les mâles sont floricoles, ils se nourrissent du nectar et du suc des végétaux, ils se retrouvent alors près du sommet des arbres ou de la végétation. Cela explique la faible abondance des mâles au niveau des pièges lumineux disposés à une hauteur de 1m50. Quant aux femelles hématophages, elles se rencontrent le plus souvent près du sol, à proximité du bétail où le piège lumineux est disposé. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Zimmer *et al.*, (2009) qui ont signalés que plus de 87% des femelles capturées en prairie et plus de 99% récoltées dans une ferme. Josué Martinez *et al.*, (2012) comptent dans leur étude effectuée en Espagne, un nombre élevé de *Culicoides* femelles (491) contre un effectif de 8 mâles appartenant aux *C.obsoletus*. Cette même observation est signalée en France par Viennet et Baldet (2012).

Concernant l'abondance des *Culicoides* en fonction de la saison, nos résultats révèlent qu'elles sont trois fois plus abondantes pendant la période printanière (71,60 %) qu'en période estivale (28,40 %). Concernant les abondances relatives des *Culicoides* mâles et femelles durant ces deux périodes, nous rapportant qu'elles sont nettement supérieures pour les femelles que ce soit au printemps ou en été, les femelles étant représentées respectivement par 96.60% et 93.66%. Les *Culicoides* mâles ont quant à eux une abondance relative très faible soit 3.40% au printemps et 6.34% en été. Cela pourrait être s'expliquer que les *Culicoides* (femelles, mâles) atteignent un pic d'abondance en fin de saison des pluies et début de saison sèche, ce qui explique la stabilité des gîtes larvaires en fin de saison des pluies (Gerbier *et al.*, 2005). Cette abondance importante au printemps peut confirmer que le peuplement des *Culicoides* recensé a passé l'hiver et est installé durablement dans la région comme il a été décrit par Bladet *et al.*, (2003). Nous avons pu constaté

par conséquent qu'il y a deux générations larvaires l'une de printemps et l'autre d'été. De la première génération issue les premiers imagos qui donnent naissance à deux types de larves, l'une constitue la génération d'été et l'autre entre en première diapause larvaire estivo-hibernation. Tandis que la génération d'été est moins importante que celle de printemps et parfois peut être inexistante. La levée de diapause d'été s'effectue vers la fin de l'hiver suivant. Nos résultats sont en adéquation avec ceux de Rieb (1982) et Balenghien et Délecolle (2009).

Par ailleurs, les conditions climatiques jouent un rôle non négligeable, il est à noter que les variations climatiques en été (température est de 19°C en avril à 28°C en été, hygrométrie de 78% en avril à 57% en juillet, pluviométrie importante au printemps et faible en juillet) pourraient être défavorables au développement larvaire de ces espèces. Certes, que la température modérée favorise la ponte, mais dans notre cas l'augmentation de la température moyenne avec la diminution de taux d'humidité (sécheresse estivale) influe nettement sur l'activité des adultes notamment sur leur fécondité dont le nombre d'œufs sera moins important, les stades larvaires seront plus courtes ce qui favorise le raccourcissement de la durée de vie des adultes, cela valide les résultats de Rieb (1982).

De plus, le facteur végétation a son rôle dans cet axe, Il est à noter que les précipitations agissent sur le biotope et la végétation. Dans notre cas, les taux importants de la pluviométrie durant le printemps s'accompagnent automatiquement d'une végétation importante, ce qui entraîne une source préférentielle au développement des *Culicoides* dont les femelles utilisent des sites de pontes très variés : eaux stagnantes, matières organiques diverses (végétations, fumier, matières fécales) (Smeets et Zimmer *et al.*, 2006).

La répartition spatio-temporelle de espèces des *Culicoides* suit fidèlement les conditions climatiques comme le note plusieurs auteurs entre autres Zimmer *et al.*,(2009), Périe *et al.*,(2005) et Viennet (2012).

5.1.5- Répartition des principales espèces récoltées

Dans notre étude, *C.newsteadi* est associée avec *C.punctatus* ; c'est une espèce halophiles, capturée essentiellement dans les endroits humides et densément occupés par l'élevage tant ovins que bovins (409 individus dans les bergeries d'Ain Babouche et Bir Chehem). Son abondance semble liée à la densité du cheptel. Selon Kremer (1965), les gîtes larvaires de ce groupe sont en général trouvés liés à l'élevage dans les bords de ruisseaux et les endroits marécageux. La présence

de cette espèce dans toutes les stations avec une fréquence maximale, pourrait être due aux différents facteurs disponibles au niveau des lieux de captures tels climatiques où la pluviométrie est importante pendant le mois d'avril, l'humidité et la température printanière. De plus l'altitude des stations d'étude aurait une influence sur la répartition de ces insectes. En outre, le lieu de capture est également important notamment la présence du bétail, la végétation, les fumiers des bovins, les cours d'eau, les marais...

Le groupe *C. obsoletus* (principalement les espèces *C. obsoletus* et *C. scoticus*) sont des espèces anthropophiles, sont aussi incriminés dans la transmission de la FCO. Dans notre cas, il est représenté par 11,03% de la faune totale, dont *C. obsoletus* est avec 4,98% et *C. scoticus* avec 6,04%. Ces taux diffèrent de ceux obtenus par Zimmer *et al.*, (2009) sur le territoire belge, où ils ont capturé ces deux espèces tant en prairie (45%) qu'au niveau de l'exploitation bovine (80%).

Les présents résultats montrent que les *C. obsoletus* et *scoticus* viennent en deuxième position ce qui s'éloignent des études menées en Europe du nord (Baldet *et al.*, 2008 ; Meiswinkiel *et al.*, 2008 ; Fossette *et al.*, 2008 ; Takken *et al.*, 2008) où le complexe *C. obsoletus/scoticus* est le plus abondant dans leurs échantillons issus d'un piégeage lumineux.

Meiswinkiel *et al.*, (2008) ont suggéré que *C. obsoletus* est susceptible de suivre le bétail à l'intérieur de l'étable donc il est lié à l'élevage. Ce qui expliquerait nos résultats étant donné que les piégeages ont été menés à l'intérieur. En outre, les gîtes larvaires du complexe *C. obsoletus/scoticus* se localisent dans les milieux anthropiques ou directement liés à l'élevage et à l'exploitation agricoles notamment dans les résidus d'ensilages (Zimmer *et al.*, 2008), les bouses de vaches (Kettle, 1977) et les tas de fumiers (Jones, 1961). Néanmoins, *C. obsoletus* peut se retrouver à l'extérieur des élevages à l'exemple les cavités d'arbres (Kremer, 1965). Josué Martinez *et al.*, (2012) dans les Canary Island en Espagne et Hoffman *et al.*, (2009) en Allemagne qui montrent de leur côté, une abondance élevée des *C. obsoletus*.

5.2- Résultats exploités par les indices écologiques et analyses statistiques

Les résultats obtenus sont traités par la qualité d'échantillonnage, par les différents indices écologiques et les méthodes statistiques.

5.2.1- La qualité d'échantillonnage

Les espèces vues une seule fois (fréquence de 1), en un seul exemplaire sont au nombre de 4. Dans les cinq stations de captures, les valeurs du quotient a / N diffèrent d'une ferme à l'autre. Dans la ferme d'Ain Babouche et celle d'El Hassi ce quotient est identique et égale à 0,02. Dans la ferme de Bir Chehem le rapport de a / N égal à 0,015. Par contre dans les deux autres fermes celles de Berriche et de Sigus ce quotient est nul (0). Les valeurs du quotient a / N des *Culicoides* à Oum El Bouaghi varient donc entre 0 et 0,02. La qualité d'échantillonnage est alors considérée suffisante et bonne (Blondel, 1979 et Ramade, 1984).

Les auteurs ayant publiés sur les *Culicoides* n'ont jamais utilisé cet indice dans leurs travaux. Il nous est alors délicat de comparer nos résultats.

5.2.2- Exploitation des résultats par des indices écologiques compositionnelles et structurelles

Les résultats obtenus exploités par différents indices écologiques de composition et de structure sont discutés dans ce paragraphe.

5.2.2.1-Abondances relatives

L'analyse des fréquences centésimales calculées dans les cinq stations d'étude font ressortir les espèces les plus représentatives. On remarque que *C.newsteadi* est incriminée dans la transmission de la BT. Cette espèce est représentée dans tous les sites de captures, avec un taux global de 53,95%. En termes de fréquences stationnelles, elle domine au niveau de la ferme d'élevage d'Ain Babouche avec 81,31%, puis dans les autres fermes de Bir Chehem avec 49,19%, de Sigus avec 40,85%, d'El Hassi avec 35,85% et de Berriche avec 28,45%. Baldet *et al.*, (2005) rapportent dans leurs étude sur la surveillance entomologique en Corse que c'est aussi *C.newsteadi* l'espèce la plus dominante.

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 de *Culicoides* entre avril et novembre 2002, qui énumèrent 8 espèces avec la dominance de *C.newsteadi*.

La présence de *C. newsteadi* dans tous les sites et durant quatre mois de l'année (avril à juillet) s'expliquerait probablement par le fait que ce vecteur suspect de la FCO a été installé durablement dans cette région avec plusieurs générations d'adultes se succédant au cours de la saison.

C.punctatus est une espèce qui a été décrite pour la première fois en Algérie par Szadziewski (1984). Elle est endémique, hématophage et a une préférence trophique marquée pour les mammifères (Mellor *et al.*, 1984, Zientara *et al.*, 2000), ainsi, elle est suspectée de transmettre la maladie de la bluetongue en Europe et en Afrique du nord (Kremer, 1965).

A l'instar de nos investigations, c'est la deuxième espèce collectée, elle représente 17,50% de globales des captures, nos résultats montrent qu'il y a un gradient croissant de fréquences centésimales à partir de la ferme d'élevage d'Ain Babouche et de Bir Chehem qui représentent respectivement un taux de 12,96% et 12,63%, suivie par les autres fermes avec 24,52% au niveau de la ferme d'El Hassi, avec un taux de 25% à Berriche et 38,02% au niveau de la ferme de Sigus. Nous pouvons dire qu'elle a tendance vers les stations S3 (Ain Diss), S4 (Berriche) et S5 (Sigus), ce qui pourrait s'expliquer par la disponibilité de toutes conditions à leur développement.

C.obsoletus est l'un des principaux vecteurs probables de la FCO dans le nord d'Europe et en Afrique du nord (Jones, 1961 ; Kremer, 1965 ; Zimmer *et al.*, 2008 ; Ninio *et al.*, 2011). Signalons également, que ce sont des espèces précoce ayant une longue période de vol, son apparition est généralement mi-avril pour disparaître début novembre (Rieb, 1982). A l'instar de ces résultats, cette espèce est présente dans toutes les stations d'étude avec un taux global de 5% de totales de captures. En revanche, à titre d'abondances relatives par ferme, *C.obsoletus* est moins fréquentes dans les fermes d'élevages d'Ain Babouche et de Bir Chehem avec des taux respectifs de 0,72% et 0,26%. Elle est largement représentée dans les autres fermes avec 10,38% au niveau de l'étable d'El Hassi, 15,50% au niveau celui de Sigus et 18,96% à Berriche. Il semblerait que cette différence serait due à plusieurs facteurs climatiques et géographiques, mais aussi à leurs comportements trophiques ; car ces espèces sont liées à l'élevage où leurs gîtes larvaires étant à l'intérieur des étables à proximité des ruminants comme il a été montré par Zimmer *et al.*, (2009). Cela aussi pourrait s'expliquer par l'effet de l'altitude car ces trois fermes se situent à une hauteur de 980, 871 et 882 m, donc ces espèces ont une prédilection pour les basses altitudes. Cependant, cette espèce est plus abondante dans les stations S3 (Ain Diss), S4 (Berriche) et S5 (Sigus). Cette abondance de *C.obsoletus* au sein des différentes fermes s'explique par la localisation des micro-habitats larvaires de cette espèce au niveau de ces stations. Les stades immatures fréquentent en effet les milieux anthropiques ou liés à l'élevage, tels que les résidus d'ensilage (Zimmer *et al.*, 2008a).

C.scoticus est une espèce qui fait partie du groupe *C.obsoletus*. A noter qu'elle est présente dans une seule ferme celle de Bir Chehem située à 916 m d'altitude avec un pourcentage de 15,32% ; de ce fait, elle vient en troisième position de l'ensemble de captures avec 6,04%. En outre, cette localité riche en végétation, offre les conditions idéales pour la prolifération et le maintien de cette espèce.

C.circumscriptus a une large répartition paléarctique. Cette espèce vient en 5^{ème} position de l'ensemble de nos captures avec 3,30%, outre sa présence seulement dans trois stations, elle est plus abondante dans la ferme de Berriche avec 17,24% que les autres fermes où elle y est présente mais en faible nombre. Nos résultats ne corroborent pas ceux de Bailly-Choumara et Kremer (1970) au Maroc qui signalent que cette espèce est la mieux représentée. Cette présence pourrait être due à la situation de la ferme de Berriche, car celle-ci est située à 882 m d'altitude, dans une zone isolée, mais aussi elle est moins habitée.

C.griseidorsum est une espèce peu fréquente dans nos récoltes, seules deux fermes signalent sa présence : Bir Chehem (4,83%) et El Hassi (0,95%). Cette faible abondance est également rapportée dans les travaux Zimmer *et al.*, (2009), qui eux n'ont recensé aucun spécimen de cette espèce dans les exploitations bovines en Belgique. Cette rareté est peut être due aux facteurs abiotiques (à savoir une basse humidité, fortes pluies, vents violents...) au cours les mois de piégeage, ou bien à la technique de capture.

C.imicola est le principal vecteur afro-asiatique et européen responsable de la maladie de la langue bleue et autres pathogènes arbovirus d'importance médicale (Du Toit, 1944 ; Mellor *et al.*, 2000 ; Zientara *et al.*, 2000 ; Délecolle *et al.*, 2002 ; Zimmer *et al.*, 2009). Il est évident de noter que *C.imicola* est une espèce nocturne mamophile et principalement exophage (Barnard, 1997 ; Meiswinkel *et al.*, 2000). Ils préfèrent comme hôtes les ruminants sauvages et domestiques (ovins, bovins, caprins) (Braverman *et al.*, 1971; Nevil et Anderson, 1972) et les équidés (Névil, Anderson, 1972), mais en absence de ces hôtes préférentiels, il est capable de se gorgier sur les oiseaux : ornithophiles (Braverman *et al.*, 1977).

En termes d'abondances, dans nos récoltes, aucun spécimen de *C. imicola* n'a été récolté dans la station de Sigus et Berriche. En outre, il ne représente que 1,06% de la faune totale. Il est présent dans les stations d'Ain Babouche (0.72%), de Bir Chehem (1.07%) et d'El Hassi (3.77%). En

général, cette espèce est connue par sa large distribution en Afrique et fortement associée aux élevage des bovins et chevaux (Gerbier *et al.*, 2005). Il est probable que sa présence dans la station d'El Hassi est liée à la disponibilité de différents animaux (bovins, ovins, caprins et équidés) sur ce site. Les présents résultats coïncident avec ceux de Djerbal, Délecolle *et al.*, (2003,2006) au cours de leurs échantillonnage dans le cadre de la surveillance épidémiologique de la bluetongue en Algérie, qui s'est déroulée presque dans la même période que la notre (Mars-Juillet). Ils ont collectés 22 espèces sans aucun spécimen de *C.imicola* dans les départements du sud algérien à l'opposé des régions du nord où ils ont piégés un nombre important de *C.imicola*. Cette surveillance entomologique signale que *C.imicola* est abondant dans le nord et le centre Algérien, et absent dans les régions sud du désert ; où le cheptel peut s'infecter par d'autres espèces de *Culicoides* (Djerbal *et al.*, 2009). Nos résultats confirment ceux obtenus par Délecolle *et al.*,(2009) en Corse où *C.imicola* est nettement absente. Braverman *et al.*, (1974) indiquent que cette espèce est la plus abondante tant qu'elle est le vecteur majeur impliquée dans la transmission de la FCO. Mais aussi, corroborent ceux de Dusom (2012) qui n'en a recensé que 3,21% pour l'espèce *C.imicola*. Les travaux de Zientara *et al.*, (2009) effectués à l'île de Corse rapportent par contre la présence de *C.imicola* sur toute la zone prospectée. Cette fréquence faible du vecteur principal de la FCO va de paire avec l'absence de signes cliniques et/ou sérologiques positives pour la FCO, comme le signal la situation épidémiologique de la bluetongue à traves le territoire de cette province (DSA, 2014)

Les autres espèces capturées sont faiblement représentées dans la région d'Oum El Bouaghi. 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 : *C.puncticolis* ,*C.maritimus* ,*C.pulicaris*, *C.kingi*, *C.clastrieri*, *C.saevus*, *C.pictipennis*, *C.fagineus* et *C.sp.1*, *C.sp.2*, *C;sp.3*, *C.sp.4*, *C.sp.5*, *C.sp.6* sont des espèces qui présentent des taux différents varient entre 4,77% et 0,42% de l'ensemble des captures.

5.2.2.2- Richesse spécifique

En termes de richesse, la ferme de Bir Chehem s'est révélé être la plus riche avec 17 espèces, elle est suivie par la station d'Ain Diss avec 12 espèces, puis la station d'Ain Babouche avec 11 espèces. Les faibles richesses sont enregistrées dans la ferme de Berriche (7 espèces) et celle de Sigus (4 espèces). La pauvreté des stations S4 et S5 en espèces s'explique par le fait qu'au cours les

mois de piégeage, les facteurs abiotiques (à savoir une basse humidité, fortes températures, vents violents...) ont favorisé la diminution ou l'absence d'espèces, ou bien au mal placement des pièges lors des captures. On peut suggérer aussi que le facteur altitude des stations influence sur la présence d'espèces. Par contre, la richesse importante des stations S1, S2 et S3 s'explique par plusieurs facteurs biotiques (température, humidité...) et abiotiques (richesse floristique, matière organique, les eaux stagnantes...) qui favorisent aux adultes le bon déroulement de leurs activités : la fécondité, la ponte, la nourriture, le vol et la prolifération (Zimmer *et al.*, 2009).

En ce qui concerne la richesse moyenne, la valeur la plus élevée est signalée au niveau de la station d'Ain Diss 4.25 espèces. Les stations de Bir Chehem, Ain Babouche, Berriche et Sigus sont représentées par des richesses moyennes de 3, 2.75, 1.75 et 1 espèce respectivement

Par contre, ni Délecolle (1985), ni Balenghien *et al.*, (2009), ni Djerbal *et al.*, (2009) n'ont présenté des valeurs de la richesse moyenne.

5.2.2.3- Indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité

Le calcul des indices de diversité de Shannon et d'équitabilité montre que la ferme d'Ain Babouche est la seule en déséquilibre entre les individus des espèces ($H' = 1.03$, $E = 0.3$), par contre, les quatre fermes telles de Bir Chehem, El Hassi, Berriche et Sigus semblent être les plus diversifiées, les mieux structurées et équitables.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon varient entre 1.03 à 2.59 bits. La valeur la plus élevée est mentionnée au niveau de la ferme d'El Hassi avec 2.59 bits où il a été recensé 12 espèces, en revanche, la valeur la plus faible est notée respectivement au niveau de la station d'Ain Babouche avec 1.03 bits. Tandis que les fermes de Bir Chehem et Berriche et Sigus ont les valeurs respectives de 2.49 bits et 2.39 bits et 1.71 bits. 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). On peut alors, dans notre étude suggérer que les stations de Bir Chehem, Ain Diss, Berriche et Sigus sont relativement équilibrées et les peuplements sont plus homogènes. La station d'Ain Babouche par contre, présente une certaine hétérogénéité de la répartition des espèces et présente un nombre d'individus élevé (278 individus) pour un nombre d'espèces peu élevé (11). Selon Thieneman (1932), l'indice de diversité est élevé lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables ; de nombreuses espèces sont

alors observées et chacune d'elle est représentée par un petit nombre d'individus. En revanche, lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est trouvé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible. Selon Barbault (1981) l'une des causes de la diversité de certains peuplements d'insectes est la diversité spécifique des plantes. Toutes ces conditions sont remarquées dans nos stations équilibrées telle la végétation et le climat favorable à leurs diversité mais dans la station d'Ain Babouche, il semblerait que les conditions

Il est intéressant de noter que le taux d'équitabilité le plus faible a été seulement signalé dans la ferme d'Ain Babouche avec 0.30, A l'opposé, des autres fermes, ces valeurs sont assez importantes montant graduellement de 0.61 dans la ferme de Bir Chehem jusqu'à 0.85 dans les deux fermes de Berriche et Sigus avec la même valeur. D'après Barbault (1981), les valeurs d'E ont tendance à se rapprocher de 1 impliquent que toutes les espèces ont la même abondance. Ainsi, que dans les fermes où l'équitabilité est supérieure à 0.5, le peuplement est considéré équilibré (Daget, 1976) avec une répartition homogène des individus entre les espèces.

Dans les quatre fermes, B, C, D et E cette valeur tend vers 1 impliquant la tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces des *Culicoides*, de même elles présentent une meilleure stabilité, ce qui montre une station bien structurée et équilibrée dotant une répartition équitable entre les individus des espèces. La ferme d'Ain Babouche (A), la valeur d'équitabilité tend vers le 0, ceci indique que la quasi-totalité des effectifs est représentée par une seule espèce. En effet, cette ferme est peu riche d'espèces (11) avec dominance de deux espèces *C. newsteadi* et *C. punctatus*. Ce qui signifie l'existence d'une forte tendance à un déséquilibre entre les effectifs des espèces de *Culicoides* présentes dans cette station.

Cette variation de diversité pourrait être due au facteurs caractéristiques des stations d'étude. La station la plus diversifiée et équilibré indique que toutes les conditions biotiques et abiotiques sont favorables pour le développement et la survie des *Culicoides*. A l'opposé de celle peu diversifiée et déséquilibrée, il semblerait qu'un déséquilibre dans cette station est en cause.

Par ailleurs, ni Délecolle (1985), ni Balenghien *et al.*,(2009), ni Djerbal *et al.*,(2009) n'ont exploités leurs résultats par l'indice de diversité de Shannon- Weaver et l'indice d'équitabilité.

5.2.2.4- Analyse des composantes principales (ACP) et Analyse factorielle des correspondances (AFC)

Après l'application d'ACP. La représentation graphique de l'analyse principale des correspondances (ACP) illustre la répartition des stations d'étude et celle des espèces collectées en fonction de saisons.

Du point de vue stations, cette analyse montre que toutes les stations se retrouvent dans le même endroit, ceci nous a obligé de faire l'analyse factorielle des correspondances pour différencier les différentes stations avec la répartition des espèces de *Culicoides* recensés.

D'après la représentation graphique de l'AFC, les cinq stations d'étude se localisent dans quadrants différents. La station d'Ain Babouche se situe dans le quadrant IV (station déséquilibrée), la station de Bir Chehem se trouve dans le quadrant II. Le quadrant I renferme les stations d'Ain Diss et de Berriche. Et le quadrant II renferme la station de Sigus. Ceci révèle que chaque station diffère de l'autre par sa composition en espèces des *Culicoides* recensés. Mais aussi, elle nous indique que les stations de chaque ensemble présentent une certaine ressemblance entre elles. Cela s'explique par la richesse élevée et l'abondance relative importante calculée dans les deux stations S1 (11 espèces, 29.48%) et S2 (17 espèces, 39.45%). De plus, elle pourrait être due à la situation géographique et la nature des fermes prospectées car S1 et S2 sont proche l'une de l'autre, elles se caractérisent aussi, par un important couvert végétal et des endroits humides. En revanche, les St3, St4 et St5 présentent des critères communs dont la végétation est moins importante aussi bien que les endroits humides.

En ce qui concerne les espèces, l'AFC nous a permis de retrouver 4 groupements différents désignée par A, B C et D.

Nous remarquons que **groupement A** renferme l'espèce la plus représentative *C.newsteadi* (secondairement *C.punctatus*). C'est l'espèce omniprésente ubiquiste qui se retrouve dans toutes les stations d'étude avec abondance.

Le **groupement B** renferme les espèces qui représentent une abondance élevées vis-à-vis les caractéristiques des trois stations qu'elles abritent. Ce sont *C. punctatus* et *C. obseletus* et *C.sp.* Ces espèces semblent être en relation avec les stations S3, S4 et S5 qui sont respectivement Ain Diss et Sigus et Berriche dans lesquelles, elles sont largement fréquentes avec des taux de 24.52%, 25% et

38.02% pour *C.punctatus*, des taux de 10.38%, 18.96% et 15.50% pour *C.obsoletus* et avec 14.15% pour *C.sp.1* dans la S3.

Le groupement C, renferme en particulier l'espèce vue seulement dans la station S4 de Berriche à savoir *C.kingi* (1.72%) et le taux le plus élevé de *C.circumscriptus* (17.24%).

Le groupement D renferme le plus grand effectif d'individus (372 individus) et plus riche en espèces des *Culicoides* recensées (17 espèces) qui est lié à la station S2 de Bir Chehem.

Cette analyse confirme nos résultats obtenus et rejoint notre exploitation de nos données par les différents paramètres écologiques.

Par ailleurs, ni Délecolle (1985), ni Baldet, ni Djerbal *et al.*, (2009) n'ont exploités leurs résultats par ACP.

5.3- Facteurs climatiques

La diversité des insectes (vecteurs) est généralement influencée par maints facteurs. Alors, les conditions météorologiques sont connues pour avoir un impact sur la diversité et l'activité des adultes des *Culicoides* (Kettle, 1969 ; Mellor *et al.*, 2000).

Toutes ces fluctuations s'expliquent par le rôle fondamental de la pluviométrie et l'humidité relative qui agissent sur le milieu et la végétation (Boutrissa, 2005), en favorisant alors les conditions préférées pour le développement et la prolifération des *Culicoides*.

En ce qui concerne le paramètre température est un facteur essentiel au bon déroulement du cycle biologique des *Culicoides* et leur développement, mais il en résulte qu'il y a un degré idéal limitant ces fonctions. Une haute température augmente la production d'oeufs et l'augmentation de la taille de la population. Ceci est valable en dessous d'une valeur seuil, au-delà cette augmentation de température a des effets néfastes où elle peut affecter la survie des adultes de *Culicoides* (Wittmann et Baylis, 2000; Mellor *et al.*, 2000).

Dans notre cas, nous avons constaté qu'au-delà de 24°C, les *Culicoides* sont moins abondantes dans toutes les stations. Zimmer *et al.*, (2009), Perie *et al.*, (2005), Tsutsui *et al.*, (2010) ont estimés la valeur optimale pour qu'elle soit actifs est de 15°C. Wittmann et Baylis (2000) ont

montré que la durée de vie des adultes de certaines espèces était trois fois moins longue à 30°C qu'à 15°C.

Par ailleurs, les concentrations annuelles les plus importantes des *Culicoides* correspondent aux années les plus humides. Witteman et Baylis (2000) affirment que l'activité des adultes et le développement larvaire peuvent être stoppés si les précipitations sont trop importantes. En outre, 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.

Nos résultats montrent une relation de la pluviométrie et l'humidité relative avec la richesse spécifique des *Culicoides* capturées. Mais l'intervention de la haute température (en mois de juin 24°C à 28°C en juillet) rend les stations moins humides et sèche (en été). Cela entraîne une décroissance relative de l'humidité (de 63% à 52%) accompagnée d'une chute de la richesse en espèces dans toutes les stations. Mais aussi, la pluviométrie est importante au mois de juin (31.1mm), cela probablement pourrait être contribuer à la rareté d'espèces. En outre, au cours de notre étude, les températures minimales requises sont de 8.2 à 18.3°C, lesquelles semble être plus basses que celles annoncées par Tsutsui *et al.*, (2010) (supérieures à 20°C). Ces écarts pourraient être due aux différences qui peuvent exister entre espèces ou entre populations d'espèces (Viennet, 2012).

CONCLUSION GENERALE
ET PERSPECTIVES

CONCLUSION

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

A travers ce travail, la région d'étude d'Oum El Bouaghi qui a été une zone épidémique pendant les premières années de l'émergence de la maladie de la Bluetongue durant les années 2000, qui a fait l'objet d'un échantillonnage dans quelques stations, certes de courte durée, présente une faune culicoidienne diversifiée.

Par notre contribution, nous avons prospecté du mois d'avril à juillet 2013 dans cinq fermes d'élevages, réparties sur quatre stations dans la région d'OEB, localisée dans l'étage bioclimatique semi-aride, il s'agit de la ferme d'Ain Babouche, la ferme de Bir Chehem, la ferme d'El Hassi, et celles de Berriche et Sigus.

943 spécimens ont été récoltés, 21 espèces sont mises en évidence où nous avons pu identifier 15 espèces réparties sur 6 sous genres. Six espèces (6) d'entre elles (21) sont cataloguées comme douteuses qui restent à confirmer, elles sont incluses dans l'étude de la diversité illustrée dans cette étude. L'identification est basée sur les caractères morphologiques des adultes. Ce chiffre de ces résultats, présente un taux de 44.70% du taux global de la faune culicoidienne signalée en Algérie (47 espèces).

A titre d'abondances relatives. Il est intéressant de noter qu'il y a une prédominance de l'espèce de *C. newsteadi* dans toutes les stations d'échantillonnage avec un taux de 53.98 % (509 individus) du total de captures, suivie par l'espèce *C. punctatus* avec un taux 47.16 % (165 individus) et *C. obsoletus* avec 4.98% et *C. scoticus* avec 6.04%. Nous avons constaté que *C. newsteadi* est une espèce ubiquiste, c'est à dire tolérante en ce qui concerne la nature et la qualité de son habitat, mais également vis-à-vis des changements de température, elle colonise très rapidement les sites de captures et elle s'y installe. Par contre, les autres espèces sont apparues d'une façon minoritaire entre 0.1 % et 4.98 %. Cela s'explique que ces espèces ne semblent donc trouver des conditions favorables à son développement dans cette région d'étude.

Suite aux résultats obtenus dans ce travail, il est important de signaler que *C.imicola*, le vecteur potentiel de la FCO (vecteur Afro-asiatique, méditerranéen et l'Europe méridionale) est faiblement répartie dans notre région d'étude (10 individus : 1.06%), mais qu'en revanche *C.newsteadi* et *C.punctatus* sont particulièrement abondantes. Par ailleurs, les cas cliniques de la FCO dans cette région sont absolument nuls. Ce qui pourrait expliquer la faible représentativité de *C.imicola* dans les stations prospectées. Cependant, cela n'exclue pas que la FCO pourrait réapparaître. Aussi, bien que *C.imicola* soit le vecteur historique de la FCO, plusieurs espèces de ce genre pourraient l'être. Cet aspect devrait alors faire l'objet d'autres travaux.

La répartition temporelle et saisonnière des culicoides est relativement marquée durant la période printanière que la période estivale. Cette fluctuation est aussi bien pour la saison que le sexe des adultes des Culicoides recensés. Quant à la répartition spatiale, elle est fortement élevée dans la station 2 de Bir Chehem que les autres stations ;

Les cartes de répartition spatio-temporelle des *Culicoides* dans la région d'OEB, nous semblent utiles, car elles nous renseignent sur les périodes d'abondance durant lesquelles la population des *Culicoides* est à son maximum. Ces cartes pourraient aussi permettre de détecter les zones à risque pour élaborer un programme de surveillance et de suivi de ces insectes.

La population de *Culicoides* de cette région adopte 2 cycles de développement annuel comme il a été décrit dans la littérature (Rieb, 1982). Nous avons constaté une émergence (Ponte 1) au printemps après une pause larvaire hivernale ce qui a été révélé dans nos résultats par une récolte importante durant le mois d'avril et mai (675 individus), et une émergence de l'été (Ponte 2) qui est moins importante, en parallèle, de la première ponte, une diapause larvaire estivo-hivernale est en cours responsable de la prochaine génération d'hivers, et ceci a été montré dans notre étude par le faible taux de *Culicoides* récoltés durant le mois de juin et juillet (268 individus).

D'après nos résultats, on peut mettre en relief que la situation et l'occupation des fermes par les animaux sont des facteurs influençant la diversité. Aussi, les fermes les plus riches A, B, C sont situées à la proximité d'agglomération humaine et des exploitations agricoles, par contre la situation des fermes de Berriche (D) et Sigus (E) sont quasiment éloignées de telles habitations. Il est donc évident que la richesse des *Culicoides* est plus importante dans les zones hautement occupées, peuplées et habitées que celles situées dans des zones isolées.

Nos résultats révèlent une richesse spécifique importante au niveau des stations proche du milieu urbain avec présence d'un cheptel. Il ressort de ce travail, qu'il serait alors intéressant de prospecter d'autres zones éloignées sur une période plus longues afin de mieux apprécier ou confirmer nos résultats

En ce qui concerne la diversité calculée par l'indice de Shannon-Weaver. Ces indices de diversité nous conduisent de dire que Les peuplements des stations S2 Bir Chehem, S3Ain Diss, S4Berriche et S5 Sigus sont bien diversifiés (H' varie de 1.71 bits à 2.59 bits) et bien structurés (E varie de 0.61 à 0.85%) dont la station S3 (Ain Diss) présente le peuplement les plus diversifié (H' de 2.59 bits). A l'opposé, la station S1 (Ain Babouche) héberge un peuplement peu diversifié (H' de 1,03 bits) et largement déséquilibré (E de 0,30%). Ces résultats sont confortés par la présence d'un effectif total grand et anormale de 278 individus soit 3 fois plus grand d'individus que dans les autres stations d'études. Les espèces de *Culicoides* recensées dans les stations qui se caractérisent par un équilibre et une homogénéité entre leurs effectifs, ce sont des espèces semblent trouver les conditions biotiques et abiotiques favorables à leurs développement et leurs survie. Quant aux espèces de la station déséquilibrée (Ain Babouche), mise à part l'espèce ubiquiste, elles n'ont pas pu adapter aux caractéristiques de cette station (végétations, climat, altitude) ceci est marqué par leurs faibles effectifs.

La station S1 (Ain Babouche) s'individualise nettement des autres stations, de par sa composition en espèces largement simplifiée. Elle est essentiellement constitué par des espèces dominant cette ferme (*C.newsteadi* et *C. punctatus*) et des espèces sont en faible abondances. En effet, on peut constater une forte diminution en effectif d'espèces voire l'absence d'autres espèces normalement attendues vis-à-vis les caractéristiques de cette station (proche de celle de S2 : Bir Chehem).

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

L'analyse par l'ACP et l'AFC sur la distribution des différentes espèces des *Culicoides* en fonction des stations et des saisons de captures, fait ressortir que la répartition est fortement liée à

des particularités écologiques et climatiques telles la température, l'humidité relative, la pluviométrie, l'altitude, la végétation, mais aussi l'occupation des stations par les animaux.

Au terme de ce travail, bien que cette étude soit limitée à une seule région de l'est algérien (OEB), a permis de mettre en évidence une première liste des *Culicoides* existant dans cette région. De plus, elle nous a permis de contribuer à la connaissance de ces espèces et d'établir une carte de leur répartition.

L'étude de la biodiversité des espèces de *Culicoides* qui est un sujet encore peu développé en Algérie et en particulier dans notre région est à envisager et doit se poursuivre dans un cadre plus large voire national. En effet, l'importance des *Culicoides* n'est pas seulement une vision envers la santé animale et les risques dont elles occasionnent, mais également une vision envers la santé publique. Pour mieux maintenir la santé animale voire l'économie, il serait important de mettre en évidence un programme avec des stratégies de surveillance conduisant automatiquement à un programme efficace de lutte contre le vecteur et la propagation éventuelle de la maladie de la Bluetongue. D'un autre côté, pour le suivi de l'évolution et la diffusion de ces espèces à risque, il serait intéressant de disposer tous les moyens humains ou matériels pour mieux appréhender l'étude de bioécologie des *Culicoides* peu connues.

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

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

A

- Alexander, D.J. Russell, P.H.; Parsons, G.; **Abou El Zein**, E.M.E.; Ballouh, M ; Kaleta EF., 1985. Antigenic and biological characterization of avian paramyxovirus type 1 isolates from pigeons. An International Collaborative Study. *Avian Pathol.*, 14 : 365 - 376.
- Agence française de sécurité sanitaire des aliments: afsa; Bulletin épidémiologique N°35/hors série/Mars 2010/spécial FCO. p: 0-32.
- Alba, E A ; Casal F J ; Domingo H M., 2004. Possible introduction of bluetongue into the Balearic Islands, Spain, in 2000, via air streams. *The Veterinary Record* 155 ,(15)
- Anonyme, 2013 : DSA, OIE, Wikipedia, Cirad.
- Anderson G S; Belton P; Belton E M., 1993. A Population Study Of *Culicoides Obsoletus* Meigen (*Diptera, Ceratopogonidae*), And Other *Culicoides* Species In The Fraser Valley Of British- Columbia. *The Canadian Entomologist*, pp: 447.
- Arthur M., 1965. Patterns of species diversity. *Biol. Rev.* pp: 40.
- Auriault M., 1977. Contribution à l'étude biologique et écologique de *Culicoides grahamii* (Austen), 1909, (*Diptera, Ceratopogonidae*), I- Rythme d'activité des femelles. *Cah.ORSTOM., Sér.Ent.Méd. et parasitol.*, Vol.XV, n°2, pp : 171-179.
- Auriault M., 1977. Contribution à l'étude biologique et écologique de *Culicoides grahamii* (Austen), 1909, (*Diptera, Ceratopogonidae*), II- Cycle gonothrophique. *Cah.ORSTOM., sér.Ent.méd. et parasitol.*, Vol.XV, n°2, pp: 177-184.

B

- Bailly-Choumara H., Kremer M., 1970. Deuxième contribution à l'étude des *Culicoides* du Maroc (*Diptera, Ceratopogonidae*). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. parasitol.*, Vol. 8, (4) : 383- 391.
- Bailly-Choumara H., Kremer M., Hommel M.,1971.Troisième contribution à l'étude des *Culicoides* du Maroc (*Diptera, Ceratopogonidae*). Vol. 8, (4) : 383- 391 *Aiiizales de Parasitologie*
- Baylis M., Mellor P-S., 2001, Bluetongue around the Mediterranean in 2001, *Vet. Rec.*,
- Baldet T., Delecolle J C., Mathieu, B., de La Rocque, S; Roger, F., 2004. Entomological surveillance of bluetongue in France in 2002. *Veterinaria Italiana* 40 (3) , 226-231.

- Baldet T., Délecolle J C. et al., 2005. Emmergence de FCO dans la bassin méditerranéen et la surveillance en France. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. pp :125
- Baldet T., Délecolle J C., Cêtre-Sossah C., Mathieu B., Meiswinkel R., Gerbier G., 2008. Indoor activity of *Culicoides* associated with livestock in the bluetongue virus (BTV) affected region of northern France during autumn 2006. *Prev Vet Med*; 87(1-2): 84-97.
- Balenghien *et al.*, 2011. Vecteurs du virus de la fièvre catarrhale ovine : suivi des populations de *Culicoides* en 2011 en France. *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation n°54/spécial MRE. Bilan 2011*. pp : 35-40.
- Balenghien T *et al.*, 2009. La surveillance des *Culicoides* en France. *Bulletin épidémiologique n° 35/Hors-série/Spécial FCO* .pp : 8-9.
- Balenghien T. et Delécolle J C., 2009. Les *Culicoides*, moucheron vecteurs du virus de la fièvre catarrhale ovine. *Insectes*, n°154 - 3e trim. p : 25-30, 11 photos coul. nbr dessins (*Diptera, Ceratopogonidae*).
- Balenghien T., Délecolle J C., Mathieu B., Setier- Rio M L., Garros C., Baldet T., 2009. Surveillance de l'activité des *Culicoides* en France. *J.inf.echan. sur la FCO en France. RFSA*, pp
- Balenghien T., Delécolle J C., Viennet E., Setier-Rio M-L ; Mathieu B., Venail R., Guis H *et al.*, 2011. Pathogènes émergents transmis par les *Culicoides*, en particulier la fièvre catarrhale ovine : situation actuelle en Europe et en France, état d'avancement de la recherche et de l'entomo-surveillance. Congrès SFMM, SFP, GPLF. Faculté de Médecine de Strasbourg. pp : 72.
- Bagnouls F et Gaussen H., 1957. Les climats biologiques et leurs classification. *Annales de géographie*, pp : 220.
- Barbault, R., 1981. *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson. Paris. Pp :200.
- Barnard B.J.H., 1997. Some factors governing the entry of *Culicoides* spp. (*Diptera :Ceratopogonidae*) into stables. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, pp:233.
- Baylis M., Parkin H., Kreppel K., Carpenter S., Mellor P.S. et McIntyre K.M., 2010. Evaluation of housing as a means to protect cattle from *Culicoides* biting midges, the vectors of bluetongue virus. *Medical and Veterinary Entomology*, pp: 38-45.
- Benatallah A., 2009. Situation de la fièvre catarrhale ovine en Algérie. *Recueil.Epidemiol.anim*, Vol 3,109- 112.

- Beckenbach, A T; A Borkent., 2003. Molecular analysis of the biting midges (*Diptera: Ceratopogonidae*), based on mitochondrial cytochrome oxidase subunit 2. *Molecular Phylogenetics Evolution*, 27(1): 21-35.
- Benia F., 2010. Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse de Doctorat d'état Es-Sciences Option : Biologie Animale. Université Ferhat Abbas-Faculté Des Sciences- Département de Biologie –Sétif. pp : 229.
- Berchi S., 1990. Ecologie des phlébotomes (*Diptera, Psychodidae*) de l'Est algérien, mémoire de Magister en Entomologie Appliquée. Université de Constantine, pp : 116.
- Berchi S., 2000. Bioécologie de *Culex pipiens* L. (*Diptera* , *Culicidae*) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doctorat Univ. Mentouri, Constantine, 133 p.
- Bidlingmayer, W.L., 1961. Field activity studies of adult *Culicoides furens*. *Annals of Entomological Society of America*, 59: 149 -156.
- Birley M H ; Boorman J P T., 1982. Estimating the survival and biting rate of haemotophagous insectes, with particular reference to the *Culicoides obsoletus* group (*Diptera, Ceratopogonidae*) in southern England. *Journal of Animal Ecology* 51, 135-138.
- Biteau FC., 2006. Surveillance et évaluation du risque de transmission des maladies vectorielles émergentes: apport de la capacité vectorielle. Exemple de la fièvre catarrhale du mouton. Thèse de Doctorat, *Discipline : Épidémiologie Formation Doctorale: Biologie et Santé Ecole Doctorale: Sciences chimiques et biologiques. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.* pp : 238.
- Blondel J., 1979. Biogéographie et écologie. *Ed. Masson*, Paris, 173 p.
- Blondel J., Ferry C., Frochot B., 1973. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, Vol. 10, (1 - 2) : 63 - 84.
- Boorman J., 1974. *Culicoides* (*Diptera, Ceratopogonidae*) from Cyprus. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Entomol. méd. parasitol.*, Vol. 12, (1) : 7 - 13.
- Borkent A., Wirth W W., 1997. World species of biting midges (Dip, Cerato). *Bull. Ame. Nat. His. Mesuem.* Pp: 257.
- Borkent A., 2013. World Species of Biting Midges (*Diptera: Ceratopogonidae*). Research Associate of the Royal British Columbia Museum, American Museum of Natural History, and Instituto Nacional de Biodiversidad . pp: 234. Last updated: Feb. 20, 2013.

- Boudrissa A K., 2005. Etude des facteurs de risques de transmission de la leishmaniose cutanée zoonotique, cas du foyer du Chott El Hodna. Mémoire de Magister. Option : Zooparasites et vecteurs influençant leur transmission. Institut des Sciences de la Nature. Université Oum El Bouaghi.
- Boukraa S., 2009. Biodiversité des Nématocères (Diptera) d'intérêt agricole et médico-vétérinaire dans la région de Ghardaïa. Mémoire fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques, Option : Entomologie Appliquée. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. pp : 119.
- Boreham, P.F.L. and C. Garrett Jones, 1973. Prevalence of mixed blood meals and double feeding in a malaria vector (*Anopheles sacharovi*Favre). *Bulletin of the World Health Organisation*, 6: 114
- Bouyer J., 2007. UMR CMAEE. Unité de recherche- Contrôle des maladies animales exotiques et émergentes.
- Brugère-Picoux J., 1994. Maladies des moutons. Manuel pratique, *edi.France Agricole* ; E. N d'Alfort, 1ère édition, pp : 231.
- Braverman, Y ; Chechik, F., 1996. Air streams and the introduction of animal diseases borne on *Culicoides* (Diptera, *Ceratopogonidae*) into Israel. *Revue Scientifique et Technique* 15(3)37-52.
- Braverman, Y., Boreham P.F. et Galun R., 1971. The origin of blood meals of female *Culicoides pallidipennis* trapped in a sheepfold in Israel. *Journal of Medical Entomology*, 8(4): 379-381.
- Braverman, Y., Galun, R ; Ziv, M., 1974. Breeding sites of some *Culicoides* species (Diptera,*Ceratopogonidae*) in Israel. *Mosquito News* 34 (3) , 303-308.

C

- Calvete C., Estrada R., Miranda M.A., del Rio R., Borrás D., Beldron F.J., Martínez A., Calvo A.J. et Lucientes J., 2009. Entry of bluetongue vector *Culicoides imicola* into livestock premises in Spain. *Medical and Veterinary Entomology*, 23(3): 202-208.
- Capinera J.L. , 2004. Encyclopedia of entomology . *Dordrecht : Springer*, 4346 p
- Carpenter S, Wilson A, Barber J, Verones E, Mellor P, Venter G, Gubbins S., 2011. Temperature dependence of the extrinsic incubation period of Orbiviruses in *Culicoides Biting Midges*. *Plos One*. 11: e27987.

- Carsten K., Anders S R b., Peter L., 2013. Spatio-temporal optimization of sampling for Bluetongue vectors (*Culicoides*) near grazing livestock. *Parasites & vectors*.Vol.6:151.
<http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/151> PubMed Absract I BioMedcentral Full text I.
- Cêtre- Soussah C., Baldet T., Délecolle J C., Mathieu B., Perrin A., Grillet C., Albina E., 2004. Moleccular detection of *Culicoides* spp. And *Culicoides imicola*, the principal vector of blue tongue and AHS in Africa and Europe. *Veterinary research*. Pp: 220.
- Cêtre- Soussah C., Madani H., Nomiko K., Sadaoui H., Zientara S., Maan S., Maan N., Mertens P., Albina E., 2010. Molecular epidemiology of bluetongue virus serotype 1 isolated in 2006 from Algeria. Cirad, UMR contrôle des maladies. *Elsevier Ltd.*(PubMed)
- Chaker E., 1981. Contribution à l'étude des *Culicoides* de Tunisie, systématique, chorologie et écologie. Univ. past. Strasbourg. Fac. Med. Pp : 196.
- Chaker E., 1983. Contribution à l'étude de la morphologie et de la diagnose des larves de *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). The 3 cycle : Sciences Pharmaceutiques, Strasbourg.
- Chaker *et al.*, 2005. Note faunistique sur les *Culicoides* de Gouvernorat de Monastir Tunisie, Article available at <http://www.parasite-journal.org> or <http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2005124359>. pp: 359- 361.
- Chatry A ., 2012. Epizootie de fièvre catarrhale ovine Sérotype 8 en Europe du nord en 2006 : Points de vue et divergences en France. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Faculté de médecine de Créteil. pp : 198.
- Cirad. Programme nationale de surveillance de l'activité des *Culicoides*, vecteurs de la fièvre catarrhale ovine ; manuel technique pour l'année 2011, pp : 24. (Anonyme)
- Cirad., 2007. La fièvre catarrhale ovine (Bluetongue). (Anonyme)
- Cirad., 2009. La bluetongue ou fièvre catarrhale: le point chez les camélidés. (Anonyme)
- Cirad., EID méditerranée, Ministère de l'agriculture et de la pêche., 2011. Réseau de surveillance des populations de *Culicoides*. (Anonyme)
- Coetzee P., Stokstad M., Venter E H., Myrmel M., Van Vuuren M., 2012. Bluetongue: a historical and epidemiological perspective with the emphasis on South Africa. *Virol J.*;9 :198 (*BioMed Central*).
- Cornet M., 1969. Les *Culicoides* (Diptera : Ceratopogonidae) de l'Ouest Africain (1ere note) *Cah. O.R.S.T.O.M. : Ent. med. Parasitol.*, **3**(4): 341-364.

- Cornet, M. et Chateau R.. 1971. Les *Culicoides* de l'Ouest africain (2e note) Espèces apparentées à *C. similis* Carter, Ingram et Macfie, 1920 (Diptera, Ceratopogonidae). Cahiers ORSTOM, Série Entomologie Médicale et Parasitologie 8:141-173 (1970).
- Cornet M., Brunhes J., 1994. Révision des espèces de *Culicoides* apparentées à *C. schultzei* (Enderlein, 1908) dans la région afrotropicale (Diptera, Ceratopogonidae) : *Bulletin de la Société entomologique de France*, 99 (2), 149-164.
- Craplet C., Thibier M., 1984. Le mouton : Production- Reproduction- Génétique- Alimentation- Maladies. Tome IV. *Edition Vigot*. Paris., pp :473 (575).ISBN.2711.0718.7
- Clements, A.N., 1999. The biology of mosquitoes. Sensory reception and behaviour. New York: CABI.

D

- Daget P., 1976. Les modèles mathématiques et écologiques. *Ed. Masson*. Paris. 478 p
- Dajoz R., 1971. Précis d'écologie. *Ed. Dunod*, Paris, 343 p.
- Dajoz R., 2000. Précis d'écologie. 7^{ème} édition. pp : (615). *Edition Dunod*. Paris.
- Dajoz R., 2003. Précis d'écologie. *Edition Dunod*. Paris.
- Dajoz R., 2008. La Biodiversité l'avenir de la planète et de l'homme. pp : 49-95 (269). *Edition ellipses*. Paris.
- Dagnelie P., 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Ed. Les presses agronomiques, Gembloux, pp :362.
- De La Roque S., Rioux J.A., 2008. Influence des changements climatiques sur l'épidémiologie des maladies transmissibles. Conférences du Centenaire de la SPE. *Bull Soc Pathol Exot* : 213-219.
- Delagarde J., 1983. Initiation à l'analyse des données. *Ed. Dunod*, Paris, pp :157.
- Délecolle J.C., 1985. Nouvelle contribution à l'étude systématique et iconographique des espèces du genre *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) du Nord- Est de la France. Université Louis Pasteur de Strasbourg, U.F.R des sciences de la vie et de la terre. pp: 238.
- Delécolle J C., 1995. Des moucherons peu connus : les *Ceratopogonidés*. *Bull. Ass.Alsace & Lorraine*, 31 : 35.
- Delécolle J C., 1995. Polycopie entomologique. TP d'entomologie, les Ceratopogonidae (Diptera : Nematocera). Institut de Parasitologie et de Pathologie Tropicale, Faculté de Médecine, Université de Strasbourg. pp : 42.

- Delécolle J C., 1996. Deux *Culicoides* nouveaux pour la faune de France : *C. dendriticus* Boorman et *C. shaklawensis* Khalaf, (*Diptera, Ceratopogonidae*). *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*P: 37-46.
- Délecolle J C., 1999. Cératopogonidés (*Diptera, Nematocera*) de Los Monegros.*Bol. S.E.A.*,24) : 137.
- Délecolle J C., Schaffner F. Vecteurs des arboviroses. In Lefèvre PC., Blancou J., Chermette R., 2003. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail : Europe et régions chaudes. *Tec & Doc Lavoisier*. Paris. pp : 123-128.
- Delécolle J.-C., Zingg S., 2000. Contribution à l'étude des *Cératopogonidés* de Côte d'Ivoire. Redescription de la larve, de la nymphe et de l'imago de *Forcipomyia castanea* (Walker, 1848) (*Diptera, Nematocera*). *Bulletin de la Société entomologique de France*, T 105, fasc.3, pp. 241-251.
- Délecolle JC, De La Roque 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 (*Diptera, Ceratopogonidae*). *Bull Soc Entomol Fr*; 107: 371-379.
- De Liberato, C., Purse, B. V., Goffredo, M., Scholl, F ; Scaramozzino, P., 2003. Geographical and seasonal distribution of the bluetongue virus vector, *Culicoides imicola* , in central Italy. *Medical and Veterinary Entomology* 17 (4)
- Dervin C., 1992. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? *Ed. Institut technique Cent. Ecol. (I.T.C.E.)*, Paris, pp : 72 .
- Dick B., 2012. Détermination des espèces de *Culicoides* potentiel vecteurs des virus de l'épizootie hémorragique en Anatolie du sud. *Revue de Medecine Vétérinaire*.
- Djerbal M., Délecolle J C., 2009. Entomological survey in Algeria. *Medreonet, Third Annual Meeting, Lisbon 2nd -4th December 2009*.
- 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.
- Ducheyne E., De Deken R., Bécu S., Codina B., Nomikou K, *et al.*, 2007. Quantifying the wind dispersal of *Culicoides* species in Greece and Bulgaria. *Geospatial Health* 2. pp: 177-189.
- 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.

- Dyce A I., 1969. The recognition of nuliparous and parous Culiocides (D, C) without dissection. *Journal of Australian Entomological Society*.

E

- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev .Labo. Bot.Géol.Zoo.Fac.Sci.Montpellier*. p :43.
- Erasmus B J., 1975. Bluetongue in sheep and goats. *Aust Vet J*; 51(4): 165-170.
- Euzeby J., 1984. Les parasitoses humaines d'origine animale. Caractères épidémiologiques. *Ed. Flammarion*. Paris. Pp :324.

F

- Fassotte C ; Delécolle J C ; Cors R ; Defrance T ; De Dken R ; Haubruge E ; Losson B., 2008. *Culicoides* trapping with Rothamsted suction traps before and during the bluetongue epidemic of 2006 in Belgium. *Preventive Veterinary Medicine* 87 : 74-83
- Fièvre catarrhale du mouton (Bluetongue), chapitre 2.1.3. 2008. *Manuel terrestre de l'OIE*: 172-177.
- Fièvre catarrhale du mouton (Bluetongue), chapitre 2.1.9. *Manuel terrestre de l'OIE* 2005: 220-227.
- Foxi C., Delrio G., Deliperi S., *et al.*, 2002. Osservazioni in Sardegna sulla dinamica di popolazione di *Culicoides imicola* Kieffer vettore della Bluetongue. In XIX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, June 10 - 15. Catania, Italy 1089-1094.
- 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.
- Faurie C., Ferra C., Medori P., 1984. *Ecologie*. Ed. Baillièrre J. B., Paris, 168 p.

G

- Gambles, R M., 1949. Bluetongue of sheep in Cyprus. *Journal of Comparative Pathology* (59) 176-190.
- Garros C., Balenghien T., 2010. Emergence de la Blue Tongue en Europe. Module d'Entomologie Médicale ppt. CIRAD, UMR, IRD, contrôle des maladies, Montpellier.

- Geoffroy E.I.D ., 2010. Fièvre catarrhale ovine : Etude épidémiologique de l'épizootie à sérotype 8 dans le nord de l'Europe en 2006. Thèse de Doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort . Faculté de médecine de Créteil. pp : 125.
- Goetghebuer M., 1952. Le genre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) et ses représentants en Belgique. Biologisch jaarboek. pp : 191.
- Gerbier G., Parodi J., Biteau-Coroller F *et al.*, 2006. Surveillance de la fièvre catarrhale ovine (Bluetongue) en France et dans l'ouest méditerranéen : bilan et perspective. *Epidémiol.et Santé Anim.*, 49, 37- 44.
- Gerbier G., Sailleau C., Bréard E., Viarouge C., Desprat A., Lasne L., Gouyet L ., Desvars A., Baldet T., Biteau F., Délecolle J C., Garros C., Roger F., Zientara S., 2010. Epidémiologie comparée des Orbivirus en Guadeloupe et à la Réunion. *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation* n°43/Sécial DOM-TOM. pp : 39-42
- Gillot C., 1995. Entomology. 2nd edition- New York and London. *Plenum press*. Pp:782.
- Gullon PJ; Cranston PS., 2005. The Insects : an outline of entomology. 3rd ed. London : *Blackwell publishing*, 50
- Guis H., 2007. Géomatique et épidémiologie: Caractérisation des paysages à *Culicoides imicola*, vecteur de la fièvre catarrhale ovine en Corse. Thèse pour docteur de l'Université de Franche - Comté, spécialité : Sciences de la vie et de la santé, Ecole Doctorale << Homme, Environnement, Santé >>.Université de Franche-Comté Faculté de Médecine et de Pharmacie. pp : 392.

H

- Hendrikx P., De LaRoque S., Albina E., Délecolle J C., Zientara S., Gregory M., 2000. Les maladies émergentes consécutives au réchauffement et à l'extension des zones humides, Les incidences sur la santé animale : l'exemple de la fièvre catarrhale du mouton. Changement climatique fantasme ou réalité.
- Heung Chul Kim, Glenn A Bellis, Myung-Soon Kim, Sung-tae Chong, Dong-Kyu Lee, Jee-YongPark, Jung-Yong The, Terry A Klein., 2012. Seasonal Abundance of Biting Midges, *Culicoides spp.* (Diptera: Ceratopogonidae) collected at cow cheds in the Southern part of the Republic of Korea. *The Korean j parasitol.* 50: 127-131.

- Himmi O., 2007. Les Culicidés (*Insectes, Diptère*) du Maroc : Systématique, Ecologie et étude épidémiologique pilotes. Thèse de Doctorat d'Etat, Discipline : Biologie, Spécialité: Ecologie. Université Mohamed V- AGDAL, Faculté des Sciences. Rabat. pp : 334.
- Hoffmann B., Bauer B., Batza H J., Beer M., Mehlhorn H *et al.*, 2009. Monitoring of putative vectors of bluetongue virus serotype 8, Germany. Emerging infectious disease ISSN:1080-6059.(CDC: centers for diseases control and prevention).p: 1481-1484.
- Humphreys, J.G. and J.E.C. Turner, 1973. Bloodfeeding activity of female *Culicoides* (*Diptera: Ceratopogonidae*). *Journal of Medical Entomology*, 10(1): 79- 83

J

- Jones R H., 1961. Observations on the larval habits of some North american species of *Culicoides* (*Diptera: Ceratopogonidae*). *Ann Entomol Soc Am*; 54 (5): 702-710.
- Jones P D, Wigley TM., 1990. Global warming trends, *Scientific American*, 66-73.

K

- Kaufmann C., Schaffner F., Ziegler D., Pflugger V., Mathis A., 2012. Identification of field-caught *Culicoides* biting midges using matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry. *Parasitology. Cambridge University Press*. Vol 139(02); pp: 248- 258.
- Kaufmann C., Schaffner F., Ziegler D., Pflugger V., Mathis A., 2011. Evaluations of matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry for characterization of *Culicoides nubeculosus* biting midges. *Med.vet.Entomol*; 25(1): 32- 38.
- Kettle D S., 1956. Rainfall and larval density of *Culicoides impunctatus* Goetghebuer (*Diptera: Ceratopogonidae*). *Proc R Ent Soc Lond*; 31 (10-12): 173-177.
- Kettle D S., 1977. Biology and bionomics of bloodsucking ceratopogonids. *Ann Rev Entomol*; 22: 33-51.
- Kettle D S., 1984. *Ceratopogonidae* in : *Medical and Veterinary Entomology*, Bristol, Leaper and Gard Ltd, 159p.
- Kettle D S., 1995. *Medical and veterinary entomology. 2nd ed. Walling food. CAB International*. pp: 725.
- Kremer M, Waller J, Messadeq N., 1987. Quelques aspects nouveaux de l'éthologie, l'écologie, la physiologie et la systématique biochimique des *Culicoides*. *Bull. séanc. Acad.r. Scien. Outre-Mer* ; 33 (1987-3) : 391-410 (1988). [www.Meded.Zitt.K.Acad.overzeese wet](http://www.Meded.Zitt.K.Acad.overzeese.wet).

- Kremer M., 1965. Contribution à l'étude du genre *Culicoides* Latreille particulièrement en France. Encyclopédie Entomologique. pp :300, 479 fig. *Edi.Paul Lechevalier. Paris.*
- Kremer M., 1965. Contribution à l'étude du genre *Culicoides* Latreille: particulièrement en France. Paris: P. Lechevalier.
- Kremer M., Délecqle J C., Bailly-Choumara., Chaker E., 1979. Cinquième Contribution à l'étude faunistique des *Culicoides* (*Diptera, Ceratopogonidae*) du Maroc, Description de *C. Calloti*.sp. *Cah.O.R.S.T.O.M., sér.méd. et Parasitol.,Vol.XVII, (3) :195-199.*

L

- La fièvre catarrhale, SD. Le Bulletin EMPRES des maladies animales transfrontières N° 24 : 29.
- Lardeux, F., P. Loayza, B. Bouchité ; T. Chavez., 2007. Host choice and human blood index of *Anopheles pseudopunctipennis* in a village of the Andean valleys of Bolivia. *Malaria journal*, 6.
- Lassen,S B., Nielsen S A., Kristensen,M., 2012. Identity and diversity of blood meal hosts of biting midges (*Diptera: Ceratopogonidae: Culicoides Latreille*) in Denmark. *Parasit.Vectors.* 5:143. Published online (BioMed Central).
- Lefèvre PC., 2003, La fièvre catarrhale du mouton (667-687) In :Lefevre PC, Blancou J, Chermette R. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail : Europe et régions chaudes. *Tec & Doc Lavoisier. Paris.* pp :1762.
- Legendre L., Legendre P., 1984a. Ecologie Numérique, la structure des données écologiques. *Ed. Masson, Paris, Presse Univ. Québec, T. 2, 335 p.*
- Legendre L., Legendre P., 1984b. Ecologie Numérique, le traitement multiple des données écologiques. *Ed. Masson, Paris, Presse Univ. Québec, T.1, 260 p.*
- Lepidi V., Dubeuf J P., 2000. Fièvre catarrhale du Mouton (Bluetongue). Recherche documentaire, pp :14 ([http //jeanpaul ;dubeuf ; pagesperso-orange.fr](http://jeanpaul;dubeuf;pagesperso-orange.fr))
- Linley JR., 1966. The ovarian cycle in *Cudicoides barbosai* (Wirth and Blanton) and *C.furens* (Poey) (*Diptera, Ceratopogonidae*). *Bull. Ent. Res.*, 57, 1-17.
- Losson B., Smeets F ., Robert N., Caron Y., Zimmer J-Y., Haubruge E., 2011. *Les Culicoides (Ceratopogonidae) : Un aperçu sur leur biologie, leur rôle vectoriel, le suivi de leur population et quelques essais visant à les contrôler.* livre de résumés, les 9èmes journées des sciences vétérinaires : Les Maladies Vectorielles: impact sur la santé humaine et animale, 3^{ème} session : Vecteurs des Pathogènes et Changement Climatiques. JSV-ENSV: 20 et 21 Avril. pp : 16-17.

M

- Madani H., Casal J., Alba A., Allepuz A., Cêtre –Sossah C *et al.*, 2011. Animal diseases caused by Orbiviruses, *Algeria. Emerg. Infect. Dis*; 17(12): 2325- 2327.
- Mathieu B., 2011. Les espèces de *Culicoides* du sous-genre *Avaritia* (*Diptera* : *Ceratopogonidae*) dans le monde: Révision systématique et taxonomique des espèces d'intérêt dans la transmission d'Orbivirus. Thèse de doctorat des sciences du vivant. Université de Strasbourg, Ecole doctorale sciences de la vie et de la santé, faculté de médecine .*inst. paras. pathol. trop.* pp: 259.
- Mecham, J O., 2006. Detection and titration of bluetongue virus in *Culicoides* insect cell culture by an antigen- capture enzyme-linked immunosorbent assay. *J Virol Metho.* pp135:269-271.(www.elsevier.com/locate/jviromet)
- Meiswinke I, R., M. Baylis et K. Labuschagne, 2000., Stabling and the protection of horses from *Culicoides bolitinos* (*Diptera* : *Ceratopogonidae*), a recently identified vector of African horse sickness. *Bulletin of Entomological Research*, 90(6): 509 515.
- Meiswinkel, R., L.M. Gomulski, J.C. Delécolle, M. Goffredo et G. Gasperi., 2004. The taxonomy of *Culicoides* vector complexes unfinished business. *Veterinaria Italiana*, 40 (3): 151-159
- Meiswinkel R., Van Rijn P., Leus P., Goffredo M., 2007. Potential new *Culicoides* vectors of bluetongue virus in northern Europe. *Veterinary Record: journal of the British veterinary Association*; Vol.161 (16). p: 564.
- Meiswinkel R., Baldet T., De Deken R., Takken W., Delécolle J C., Mellor P S., 2008. The 2006 outbreak of perspective. *Prev. Vet. Med.*
- Mellor PS., Jennings M et Boorman JPT., 1984. *Culicoides* from Greece in relation to the spread of bluetongue virus. *Revue d'élevage et de Medecine Vétérinaire des pays tropicaux*, 286-289.
- Mellor PS., J. Boorman and M. Baylis, 2000. *Culicoides* biting midges: Their role as arbovirus vectors. *Annual Review of Entomology*, 45: 307-340.
- Mellor PS., S. Carpenter, L. Harrup, M. Baylis and P.P.C. Mertens, 2008. Bluetongue in Europe and the Mediterranean basin: history of occurrence prior to 2006. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(1-2): 4-20.
- Metallaoui A., 2009. Renforcement de la surveillance et des systèmes d'alerte pour la fièvre Catarrhale ovine, la fièvre du Nil Occidental et la rage au Maroc, en Algérie et en Tunisie. Historique et situation épidémiologique de la FCO en Algérie. Projet GCP/RAB/002/ FRApp : 14.

- Moulai R ; Aissat L., 2010. Contribution à l'analyse de la diversité entomologique des milieux insulaires de la région de Jijel (Algérie). *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology* 2011.63(3), 109-113.
- Murray MD., 1991. The seasonal abundance of femal biting midges *Culicoides brevitarsis*(Diptera, Ceratopogonidae) in coastal south eastern Australia. *Australien journal of Zoology*, pp: 333-342.
- Mullens BA., Tabachnik WJ., Hobrook FR et Thompson LH., 1995. Effets of temperature on virogenesis of bluetongue virus serotype 11 in *Culicoides variipenis sonorensis*. *Medical and Veterinary Entomology*, 71-76.

N

- Nevill E M., 1971. Cattle and *Culicoides* biting midges as possible overwintering hosts of bluetongue, article en line.
- Ninio C., 2011. Fièvre catarrhale ovine dans les Ardennes: étude de la biologie des *Culicoides* et de leur rôle épidémiologique. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Reims Champagne-Ardenne Discipline : Parasitologie. Université de Reims Champagne-Ardenne (UFR) de pharmacie Ecole Doctorale : sciences technologie santé. pp: 255.
- Ninio C., Augot D., Dufour B., Depaquit J., 2011. Emergences massives de *Culicoides Obsoletus* (Diptera : Ceratopogonidae) à partir de prélèvements réalisés à l'intérieur d'étables et dans les pâtures, dans le nord de la France. Congrès SFMM, SFP, GPLF. Faculté de Medecine de Strasbourg. pp: 75.
- Nolan DV., Dallas JF., Piertney SB., Mordue luntz AJ., 2008. Incursion and range expansion in the bluetongue vector *Culicoides imicola* in the Mediterranean basin: a phylogeographic analysis; 22(4): 340-351.

P

- Patrick G., 2006. Changement climatique et biodiversité - écologie Biologie Environnementale. Usc Inra Université De Franche-Comté. 20 Espaces naturels n°15 juillet 2006.
- Périe P., 2003. Fièvre catarrhale du mouton : méthodes en diagnostic et situation épidémiologique en Corse.-Thèse Médecine Vétérinaire : Alfort , 124p.
- Périe P., Chermette R., Millemann Y., Zientara S., 2005. Les *Culicoides*, Diptères hématophages vecteurs de la fièvre catarrhale du mouton. *Bull.Acad.Vet. France* – 2005- Tome 158-N° 3. Mémoire : 213- 224.

- Perrin A., 2007. Contribution au développement de vaccins capripoxviraux recombinants contre la fièvre Catarrhale Ovine. Thèse de Doctorat de l'Université Montpellier II, Discipline : Virologie, formation doctorale : Parasitologie. Université de Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc. pp: 213.
- Guis H., Pioz M., Crespin L., Gay E., Durand B., Ducrot C., 2012. Why did Bluetongue spread the way it did? Environmental factors influencing the velocity of Bluetongue virus serotype 8 Epizootic waves in France. *Plos One*; 7(8): e 43360.
- Pujols M.A ., 2012. Les Conséquences de la Fièvre Catarrhale Ovine (FCO) Sur La Reproduction Des Petits Ruminants. Thèse de Doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Faculté de médecine de Créteil. pp : 153.
- Purse, B.V; D.J. Rogers., 2009. Bluetongue virus and climate change. In: Bluetongue, P. S. Mellor M. Baylis and P. P. C. Mertens, (Eds.). *Elsevier*: pp: 343-364.
- Purse., Bethan V., Mellor P., Philip S., Rogers *et al.*, 2005. Opinion: Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Academic journal. Nature Reviews Microbiology*; Feb, Vol. 3 (2), p: 171.

R

- Ramade F., 1984. Eléments d'écologie, écologie fondamentale. *Ed. McGraw-Hill*, Paris, pp 397.
- Ramade F., 2003. Elément d'écologie, écologie fondamentale. 3^{ème} édition. pp (690). Paris.
- Ramade F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. pp : 726. *Edition Dunod*. Paris.
- Rhodain F., Perez C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. *Ed. Maloine*. Paris. pp : 458.
- 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:.
- Rigot T., Gilbert M., 2012. Quantifying the spatial dependence of *Culicoides* midge samples collected by Onderstepoort-type blacklight traps: an experimental approach to infer the range of attraction of light traps. *Biological Control and Spatial ecology (LUBIES)*, Université Libre de Bruxelles, Belgium. June; 26(2): 152- 161.
- Roger F., Tatem A., DeLaRoque S., hendrix P., Baylis M., Délecolle J C., Rogeers D. 2002. *Bulletin EMPRES*, N°24

- Raich, T., M. Jacobson, F. Holbrook, R. Babion, C. Blair and B. Beaty, 1997. *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) host selection in Colorado. *Journal of Medical Entomology*, 34(2): 247- 249

S

- Saheb M ., 2009. Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* et de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans les hautes plaines de l'Est-algérien. Thèse de Doctorat. Université d'Oum El Bouaghi.
- Savelli A., 2003. Epidémiologie de la fièvre catarrhale maligne en Europe .Thèse d'exercice - Ecole nationale vétérinaire de Toulouse 3-ENTV. pp : 88.
- Savini G., Goffredo M., Monaco F., Di Gennaro A., Cafiero M.A., Baldi L., De Santis P., Meiswinkel R. et Caporale V., 2005. Bluetongue Virus Isolations From Midges Belonging To The *Obsoletus* Complex (*Culicoides*, Diptera : Ceratopogonidae) In Italy. *Veterinary Record*, Pp :157.
- Schaeffner E G., Venter G J., Labuschange K., Page P C., Mullens B A., Maclachlan N.J., Osterrieder N., Guthrie A J., 2012. Comparison of two trapping methods for *Culicoides* biting midges and determination of African horse sickness virus prevalence in midge populations at Onderstepoort, South Africa. *Equine Research center, Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria, South Africa.*, 30; 185(2-4): 265- 273.
- Schulz C., 2012. *Culicoides* Fauna and Bluetongue Virus Serotype 8 infections in South American Camelid Herds in Germany. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire. *Institut Für Parasitologie, justus-liebig-universität Gießen, Germany.* pp : 149.
- Sellers R F., 1975. Bluetongue in Cyprus . *Australian Veterinary Journal* 51: 198-203.
- Sellers R F; Pedgley D E; Tucker M R., 1977. Possible spread of African horse sickness on the wind: *Journal of Hygiene*, 79 (2): 279- 298
- Sellers, R F., Pedgley, D. E ; Tucker, M R., 1978. Possible windborne spread of bluetongue to Portugal, June-July 1956. *Journal of Hygiene (London)* 81 (2) ,189-96.
- Sellers R F; Maarouf A R., 1989. Trajectory analysis and bluetongue virus serotype 2 in Florida 1982. *Canadian Journal of Veterinary Research* 53: 100-102.
- Sellers R F; Maarouf A R., 1991. Possible introduction of epizootic hemorrhagic disease of deer virus (serotype 2) and bluetongue virus (serotype 11) into British Columbia in 1987 and 1988 by infected *Culicoides* carried on the wind. *Canadian Journal of Veterinary Research* 55: 367-370.

- Smeets F., Zimmer J Y., Fassotte C., Losson B *et al.*, 2006. Les *Culicoides* importants vecteurs des maladies du bétail. Université de Liège.
- Stewart J P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Doc.Hist. Nat. Agro*, p :24-25.
- Szadziewski R., 1984. *Ceratopogonidae* (Diptera) from Algeria.VI. *Culicoides* Latr.Bulletin Entomologique de Pologne. Tome 54, 163-182. 30 IV 1984.

T

- Tamaloust., 2007. Bioécologie des Nématocères dans l'algérois. Essai de lutte biologique par *Metarhizium anisopliae* contre les larves de *Culex pipiens* Linné, 1758 (*Nematocera*, *Culicidae*). Thèse Magister, *Inst. nati. agro*.El Harrach.152 p.
- Tanner, G.D.et J.E.C. Turner., 1974. Vertical activities and host preferences of several *Culicoides* species in a southwestern Virginia Forest. *Mosquito News*, 34(1): 66-70.
- Tabachnick, W J., 2004. *Culicoides* and the global epidemiology of bluetongue virus infection. *Bluetongue, Pt 1, Proceedings*, 40(3)
- Tabachnick, W.J.,2010. Challenges in predicting climate and environmental effects on vector borne disease epistystems in a changing world. *The Journal of Experimental Biology*, 213: 946- 954.
- Takken, W., N. Verhulst, E.J. Scholte, F. Jacobs, Y. Jongema and R. van Lammeren., 2008. The phenology and population dynamics of *Culicoides* spp. in different ecosystems in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(12): 41-54.
- Thienneman A., 1932. Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. *ArchHydrob* 35, 267-285.
- Thibaud R., 2011. The space-time distribution of Palaearctic *Culicoides* spp., vectors of Bluetongue disease in Europe, Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique. Université libre de Bruxelles. pp : 126.
- Torina, A., S. Caracappa, P.S. Mellor, M. Baylis et B.V. Purse, 2004. Spatial distribution of bluetongue virus and its *Culicoides* vectors in Sicily. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(2): 81- 89.
- 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.
- Tsutsui, T., Hayama Y., Yamakawa M., Shirafuji H et Yanase T., 2010. Flight behavior of adult *Culicoides oxystoma* and *Culicoides maculatus* under different temperatures in the laboratory. *Parasitol Res* 108(6): 1575-1578.

V

- Verwoerd, D. W ; Erasmus, B J., 1994. Bluetongue. pp. 443-459 in Coetzer J.A.W., T. G. R., Tustin R.C. (Ed.) Infectious disease do livestock with special reference to southern Africa *Vol. 1. 2 vols. Capetown (Afrique du Sud), oxford university press.*
- 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.
- Viennet E., Garros C., Lancelot R., Allène X., Gardes L *et al.*, 2011. Assessment of vector: host contact: comparison of animal- baited traps and UV-light/suction trap for collecting Culicoides biting midges (*Diptera: Ceratopogonidae*), vectors of Orbiviruses. *Parasit Vectors.*; 4: 119. (*BioMed Central*).

W

- Waage, J K., 1979. The evolution of insect/vertebrate associations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 12.
- Ward MP., 1994a. Climatic factors associated with the prevalence of bluetongue virus infection of cattle herd in Queensland. Australia, *The Veterinary record*, pp: 410.
- Ward MP., Thurmond MC., 1995. Climatic factors associated with risk of seroconversion of cattle to blue tongue vruses in Queensland. *Preventive Vetrinary Medecine*, p 129-136.
- Waller, Shearer D., 1997. Veterinary entomology. London : *Chapman & Hall*, 456 p.
- Walzer B.G.W., 2009. Les insectes du genre *Culicoides* vecteurs de maladies animales. Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Faculté de médecine de Créteil. pp : 215.
- Wittmann EJ., Baylis M., 2000. Climate change : effects on Culicoides- transmitted viruses and implications for the UK. *The Vetrinary Journal*. P: 160.
- Wirth W Wet Hubert A., 1960a. *Ceratopogonidae (Diptera)* reared from cacti, with a review of the *copiosus* group of *Culicoides*. *Annals of the Entomological Society of America* 53:639-658.

Y

- Yajun Ma , Jiannong Xu , Zhenzhou Yang, Xiaohua Wang , Zhongling Lin, Wei Zhao , Yan Wang , Xiangyu Li , Hua Shi., 2013. A video clip of the biting midge *Culicoides anophelis*

ingesting blood from an engorged *Anopheles* mosquito in Hainan, China. *Parasites & Vectors* 2013, 6:326. Short Report.

Z

- Zientara S., De la Rocque S., Gourreau J.M., Grégory M., *et al.*, 2000. La Fièvre catarrhale ovine en Corse en 2000. *Epidemiol. et Santé Anim.*, 38,133-144.
- Zientara S., Grillet C., De LA Rocque S., Gourreau J.M., Gregory M., Hendrickx P., Libeau G., Sailleau C., Albina E., Breard E., Delécolle J C., 2001. La fièvre catarrhale ovine en Corse en 2001. *Epidémiologie et Santé animale*, T 40, p : 129-134.
- Zimmer J.Y., 2007. Contribution à l'étude écologique des larves du genre *Culicoides* (*Diptera*, *Ceratopogonidae*), comprenant les espèces vectrice de la fièvre catarrhale ovine (Bluetongue).Travail de fin d'études (Option: Nature, eaux et Forêts).Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. pp : 83.
- Zimmer J-Y ., Losson B., Haubruge E., 2008. Biologie et écologie des *Culicoides* (*Diptera*), vecteurs de la fièvre catarrhale ovine. *Entomologie Faunistique- Faunistic Entomology* - 61(1-2), 53-57.
- Zimmer J-Y ., Haubruge E., Francis F., Bortels J., Somonnon G., Losson B., *et al.*, 2008a. Breeding sites of bluetongue vectors on Belgium farms. *The veterinary Record*, pp: 131.
- Zimmer J-Y ., Haubruge E., Francis F., Bortels J., Somonnon G., Losson B., *et al.*, 2008b. Distribution of potentiel bluetongue vectors on Belgium farms. *The veterinary Record*, pp: 700.
- Zimmer J Y., Losson B., Saegerman C., Haubruge E., 2009. Ecologie et distribution des espèces des *Culicoides Latreille 1809* (*Diptera : Ceratopogonidae*) à proximité d'une exploitation bovine en Belgique.*Ann.soc.entomol.fr* (n,s.), 45(3) : 393-400.

Webographie

- <http://www.bluetongue.cirad.fr>
- <http://www.cdc.gov/eid/article>
- <http://www.parasitesandvectors.com/contents/5/1/143>
- <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=ceratopogonidae&oldid=86994531>
- Ceratopogonidae (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomie/Browser>)
- <http://www.tageo.com>
- [Fr.climat-data.org/location](http://www.climat-data.org/location)
- Pub Med
- www.rfsa.net/Manifestations/2010/Résumés/TB.pdf
- <http://aramel.free.fr/INSECTES15%27-2.shtml>
- <http://www.openbedition.org/6540>
- <http://www.books.openedition.org/irdedition/docannexe/images/1323/img->
- <http://www.afsa.fr>
- <http://avabase.cirad.fr/> taxon.
Arthropod vectors of interest for animal health database
- <http://iikculocoides.net>
- <http://www.Culicoides.net>
Incorporating the UK Culicoides reference Laboratory
- <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:39831>: Cornet M., 1970. Révision de la biodiversité de Culicoides.
- <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:35429>: (Délecolle J C ; Rieb , 1991)
- <http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/333>. *Biomed central*;2013: *Katharina Brugger and Franz Rubel*.
- http://www.defend.com/les_Culicoides/2014/
- <http://www.maphill.com/algeria>
- www.Parasite-journal.org/articles/parasites/pdf/parasites_2005124_p_359_Melhorn_H.
- [www.Mapress.com/zootaxa/Schumacher B., 2008. Parasitol ReS \(3\) 102 ; p : 515-518](http://www.Mapress.com/zootaxa/Schumacher_B_2008_Parasitol_ReS_3_102_p_515-518)
- [Parasite-journal ; vol 14. N°2, june 2007/page : 173-177.](http://www.Parasite-journal.org/vol_14_N2_june_2007/page_173-177)
Doi : http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2007142173 ; published online :15 june 2007.

- www.ece2014.com : Foxi C, Delrio G., 2010. Larval habitats and seasonal abundance in Sardinia-Italy. *Medical Veterinary Entomology* (2010).
- <http://phil.cdc.gov/phil/home.asp>. *Public Health Image Library*
- <http://www.butox-info.com/ectoparasites/Culicoides.asp>.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubMed/20419678>
- www.v1.agora21.org
Web Agora21 ARMINES/ENSM-SE-1999. Impact potentiel du changement climatique
- www.maphill.com (carte géographiques)
- http://www.oie.int/fr/maladies/fiches/f_A090.htm. Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE).

ANNEXES

Annexe I (Tableaux)

Tableau 1 : Synonymes de quelques espèces de *Culicoides*

Espèces	Synonymes
<i>Culicoides (Beltranmyia) circumscriptus</i> Kieffer, 1918	<ul style="list-style-type: none"> • <i>nadayanus</i> Kieffer, 1918: 95. Turkey. • <i>edwardsi</i> Goetghebuer, 1921: 177. Belgium. • <i>algarum</i> Kieffer, 1924: 18. Germany. • <i>salicola</i> Kieffer, 1924: 405. Norway. • <i>pictidorsum</i> Kieffer, 1924: 406 (as variety of <i>salicola</i>). Norway. • <i>albonotatus</i> Vimmer, 1932: 133 (preoccupied by <i>C. albonotatus</i> Kieffer, 1918). • <i>albosignatus</i> Vimmer, 1932: 135. Israel. • <i>polymaculatus</i> Vimmer, 1932: 135. Israel. • <i>pulcher</i> Zilahi-Sebess, 1934: 155 (misspelled as <i>pulscher</i>). Bulgaria. • <i>kirovabadicus</i> Dzhafarov 1964: 228. Azerbaijan. • <i>matsuensis</i> Lien, Weng and Lin, 1996: 20 (valid subspecies of <i>circumscriptus</i>). Taiwan. • <i>meridionalis</i> Xue, Liu and Yu, 2003: 112 (valid subspecies of <i>circumscriptus</i>). China.
<i>Culicoides (Pontoculicoides) saevus</i> Kieffer, 1922	<ul style="list-style-type: none"> • <i>drenskii</i> Zilahi-Sebess, 1934: 154. Bulgaria. • <i>puncticeps</i> Goetghebuer, 1934: 91. Austria. • <i>micromaculithorax</i> Khalaf, 1957: 340. Iraq.

Annexe I (Tableaux)

<p><i>Culicoides (Monoculicoides) puncticollis</i> (Becker, 1903)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>algecirensis</i> (strobl), 1900: 170 (ceratopogon, as form of pulicaris). Spain. Name suppressed by iczn opinion 1643. • <i>impressus</i> kieffer, 1918: 47. Tunisia. • <i>distigma</i> kieffer, 1922: 502. Algeria. • <i>donatieni</i> kieffer, 1922: 504. Algeria. • <i>sciniphes</i> kieffer, 1925: 261. Egypt. • <i>bipunctatus</i> vimmer, 1932: 133. Israel. • <i>tripunctatus</i> vimmer, 1932: 137. Israel. • <i>wenigi</i> vimmer, 1932: 138. Israel. • <i>flavitaris</i> vimmer, 1932: 137. Israel. • <i>griseovittatus</i> vimmer, 1932: 133. Israel. • <i>luteosignatus</i> vimmer, 1932: 140. Israel
<p><i>Culicoides (Culicoides) punctatus</i> (Meigen, 1804)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>punctatus</i> Latreille, 1809: 252 (preoccupied by <i>Culicoides punctatus</i> (Meigen), 1804). France. • <i>ocellaris</i> Kieffer, 1921: 276 (as variety of pulicaris). Latvia. • <i>kasachstanicus</i> Shakirzjanova, 1963 (as subspecies of pulicaris). Kazakhstan.
<p><i>Culicoides (Culicoides) pulicaris</i> (Linnaeus, 1758)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>setosinervis</i> Kieffer, 1913: 8. Germany. • <i>pullatus</i> Kieffer, 1915: 474. Germany. • <i>stephensi</i> Carter, 1916: 135. Egypt. • <i>cinerellus</i> Kieffer, 1919: 40. Ukraine. • <i>ouinquepunctatus</i> Goetghebuer, 1921: 177. Belgium. • <i>flaviplumus</i> Kieffer, 1924: 19. Germany. • <i>sawamotoi</i> Kono and Takahasi, 1940: 75. Russia.
<p><i>Culicoides pictipennis</i> (Staeger, 1839)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>arcuatus</i> (Winnertz), 1852: 39 (Ceratopogon). Germany. • <i>guttularis</i> Kieffer, 1919: 45. Hungary. • <i>maculatus</i> Zilahi-Sebess, 1936a: 202 (as variety of pictipennis, preoccupied by <i>Culicoides maculatus</i> (Shiraki), 1913). Hungary. • <i>achkamalicus</i> Dzhafarov, 1964: 251. Azerbaijan. • <i>luganicus</i> Shevchenko, 1972: 75. Ukraine.

Annexe I (Tableaux)

<p><i>Culicoides (Avaritia) obsoletus (Meigen, 1818)</i> ou <i>Culicoides (Avaritia) scoticus Downes & Kettle, 1952</i></p> <p><i>Culicoides (Avaritia) obsoletus (Meigen, 1818)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>varius</i> (winnertz), 1852: 35 (ceratopogon). Germany. • • <i>yezoensis</i> (matsumura), 1911: 60 (ceratopogon). Russia. • <i>obscuripes</i> santos abreu, 1918: 297 (as variety of <i>varius</i>). Canary islands (spain). • <i>lacteinervis</i> kieffer, 1919: 47. Slovak republic, ukraine. • <i>rivicola</i> kieffer, 1921: 56. Germany. • <i>clavatus</i> kieffer, 1921: 56. Germany. • <i>heterocerus</i> kieffer, 1921: 57. Germany. • <i>pegobius</i> kieffer, 1922: 235. Germany. • <i>kabyliensis</i> kieffer, 1922: 505. Algeria. • <i>concitus</i> kieffer, 1922: 71. Germany. • <i>intermedius</i> okada, 1941: 22 (as variety of <i>obsoletus</i>, preoccupied by <i>dasyhelea intermedia</i> (santos abreu), 1918).japan. • <i>sintrensis</i> cambournac, 1956: 591. Portugal. • <i>seimi</i> shevchenko, 1967: 173. Ukraine.
<p><i>Culicoides (Culicoides) newsteadi Austen, 1921</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>biclavatus</i> Kieffer, 1924: 14. Germany. • <i>halophilus</i> Kieffer, 1924: 404. Norway. • <i>edwardsi</i> Goetghebuer, 1933: 46 (as variety of <i>pulicaris</i>, preoccupied by <i>Culicoides edwardsi</i> Goetghebuer, 1921). Europe. • <i>edwardsianus</i> Goetghebuer, 1933: 367 (as variety of <i>pulicaris</i>). Great Britain
<p><i>Culicoides (Avaritia) imicola Kieffer, 1913</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>pallidipennis</i> carter, ingram and macfie, 1920: 265. Ghana. • <i>iraqensis</i> khalaf, 1957: 343. Iraq. • <i>minutus</i> sen and das gupta, 1959: 622. India. • <i>pseudoturgidus</i> das gupta, 1962: 537. India.
<p><i>Culicoides (Oecacta) kingi Austen, 1912.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>nilotes</i> kieffer, 1925: 257. Egypt

Annexe I (Tableaux)

Principales infestations parasitaires d'intérêt vétérinaire et médicale transmises par les *Culicoides*

Tableau 2 : Principaux Protozoaires parasites transmis par les *Culicoides*

PROTOZOAIRE	ESPECES AFFECTEES	VECTEURS
<i>Haemoproteus nettionis</i>	Oiseaux (canards)	<i>Culicoides piliferus</i>
<i>Haemoproteus canachites</i>	Oiseaux	<i>Culicoides sphagnumensis</i>
<i>Akiba caulleryi</i>	Oiseaux (poulets)	<i>Culicoides festivipennis</i> <i>Culicoides arakawae</i> <i>Culicoides circumscriptus</i> (exp)
<i>Hepatocystis kochi</i>	Singe	<i>Culicoides adersi</i>
<i>Hepatocystis brayi</i>	Ecureuil	<i>Culicoides variipennis</i> (exp) <i>Culicoides nubeculosus</i> (exp)

Tableau 3: Principaux *Filaridae* parasites transmis par les *Culicoides*

FILARIDAE	ESPECES AFFECTEES	VECTEURS
<i>Macacanema formosana</i> (<i>Dirofilarinae</i>)	Singe	<i>Culicoides sumatrae</i>
<i>Mansonella marmosetae</i> (<i>Onchocercinae</i>)	Singe	<i>Culicoides</i> spp ?
<i>Mansonella ilewellyni</i> (<i>Onchocercinae</i>)	Carnivores (raton laveur)	<i>Culicoides bollensis</i>
<i>Mansonella ozzardi</i> (<i>Onchocercinae</i>)	Homme	<i>Culicoides. fuvens</i> <i>C.phlebotomus</i> <i>C.guttatus</i> <i>C. barbosai</i>

Annexe I (Tableaux)

		<i>C. insinuatus</i> <i>exp. C. varripennis</i> <i>C. nubeculosus</i> <i>C. paraensis</i>
<i>Masonnela perstans (Onchocercinae)</i>	Homme	<i>C. milnei</i> <i>C. inornatipennis</i> <i>C. grahamii</i>
<i>Masonnela streptocerca (Onchocercinae)</i>	Homme	<i>C. grahamii</i>
<i>Onchocerca cervicalis (Onchocercinae)</i>	Equidés	<i>Culicoides nubeculosus</i> <i>Culicoides variipennis</i>
<i>Onchocerca reticulata (Onchocercinae)</i>	Equidés	<i>Culicoides spp ?</i>
<i>Onchocerca gibsoni (Onchocercinae)</i>	Bovidés	<i>Culicoides pungens</i> <i>Culicoides oxystoma</i>
<i>Onchocerca gutturosa (Onchocercinae)</i>	Bovidés	<i>Culicoides kingi</i> <i>Culicoides nubeculosus (exp)</i>
<i>Eufilaria delicata (Eufilariinae)</i>	Oiseaux (merle)	<i>Culicoides nubeculosus (exp)</i>
<i>Eufilaria bartlettae (Eufilariinae)</i>	Oiseaux (merle)	<i>Culicoides nubeculosus (exp)</i>
<i>Eufilaria longicaudata (Eufilariinae)</i>	Oiseaux	<i>Culicoides crepuscularis</i> <i>Culicoides haematopotus</i>
<i>Eufilaria kalifai (Eufilariinae)</i>	Oiseaux	<i>Culicoides nubeculosus</i>
<i>Splendidofilaria californiensis (Splendidofilariinae)</i>	Oiseaux (caille)	<i>Culicoides multidentatus</i>
<i>Splendidofilaria picacardina (Splendidofilariinae)</i>	Oiseaux	<i>Culicoides crepuscularis</i>
<i>Chandlerella quisicali (Splendidofilariinae)</i>	Oiseaux (mainate)	<i>Culicoides crepuscularis</i>
<i>Chandlerella srtiatospicula (Splendidofilariinae)</i>	Oiseaux	<i>Culicoides haematopotus</i>

Annexe I (Tableaux)

Tableau 4 : Principaux virus transmis par les *Culicoides*

VIRUS	MALADIES	ESPECES AFFECTEES	VECTEURS	RESERVOIRS
<i>Orbivirus (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 (Reoviridae)</i>	Peste équine (African Horse Sickness AHS)	Equidés	<i>C. variipennis</i> <i>C. sp ?</i>	Equidés et autres ?
<i>Orbivirus (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 (Reoviridae)</i>	Changuinola	Homme	<i>Phlebotomus.sp</i> <i>C.sp ?</i>	Rongeurs
<i>Orbivirus (Reoviridae)</i>	Encephalose équine	équidés	<i>C.sp ?</i>	<i>Equidés</i>
<i>Orbivirus (Reoviridae)</i>	Palayam	Ovins, bovins	<i>C.sp ?</i>	
<i>Orbivirus (Reoviridae)</i>	Warrego et Wallal	marsupiaux	<i>C.sp ?</i>	

Annexe I (Tableaux)

<i>Rhabdoviridae</i>	Fièvre bovine éphémère (fièvre des trois jours)	Bovins	<i>C.sp?</i>	Ruminants sauvages
<i>Bunyavirus</i> (<i>Bunyaviridae</i>)	Maladie d' Akabane	Bovins	<i>C. brevitarsis</i> <i>C.imicola</i> <i>C. sp ?</i>	<i>Ruminants sauvages</i>
<i>Oropouche Virus</i>	Animaux domestiques	Bovidés	<i>C. paraensis</i>	
<i>West Nile Virus</i>		Homme	<i>Culicoides (Culex molestus)</i> <i>Culicoides ?</i>	
	Fièvre de la Vallée de Rift (Rift Valley Fever)	Homme mammifères	<i>Culicoides sp ?</i> <i>Culicoides sp?</i>	Rongeurs

Annexe I (Tableaux)

Tableau 13: Données météorologiques de la station d'Oum El-Bouaghi durant dix années (2004-2013).

Paramètres Mois	Température moyenne mensuelle (°C)	Précipitation moyenne mensuelle (mm)	Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)	Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
Janvier	9.56	36.77	10.02	1.95
Février	9.53	36.21	11.09	2.29
Mars	15.92	37.82	15.47	5.17
Avril	20.78	44.37	17.68	7.61
Mai	26.06	60.73	24.25	12.16
Juin	33.30	19.84	31.10	17.09
Juillet	39.65	11.83	35.50	20.84
Août	38.44	22.75	34.15	19.65
Septembre	32.27	39.87	28.77	16.2
Octobre	27.75	28.62	24.02	12.65
Novembre	16.25	33.43	14.35	5.61
Décembre	11.9	42.05	10.40	2.64
Total annuel	281.41	414.29	256.8	123.86

Annexe I (Tableaux)

Tableau 14

Situation épidémiologique de la blue tongue dans la wilaya d'Oum El Bouaghi durant la période 2000- 2011(DSA, 2013)

Année	Nombre de foyers déclarés	Nombre d'animaux Atteints	
		OVINS	CAPRINS
2000	06	20	27
2001	-	-	-
2002	-	-	-
2003	-	-	-
2004	-	-	-
2005	-	-	-
2006	41	353	462
2007	-	-	-
2008	-	-	-
2009	10	25	17
2010	-	-	-

Annexe I (Tableaux)

Tableau 15 : Fiche de renseignements de piégeagesââ

Entomo-surveillance DZ	Fiche de piégeage / résultats		Culicoides d' Algérie vecteurs FCO	
Wilaya :			Date :	
Piège Lumineux tube n°			<i>Opérateur PL :</i>	
Commune :				
Lieu-dit :			GPS :	Altitude :
Ferme (nom du propriétaire) :			Elevage :	
Environnement du site :				
Heure début de piégeage :		T° :	Météo :	
Heure fin de piégeage :		T° :	Météo :	
Animaux sur le site de piégeage :	<i>oui /non</i>	Obs. compl. :		
Déterminateur/s - Equipe :				
Résultat tri & prédétermination :		Résultat définitif :		

Annexe III (Cartographies)

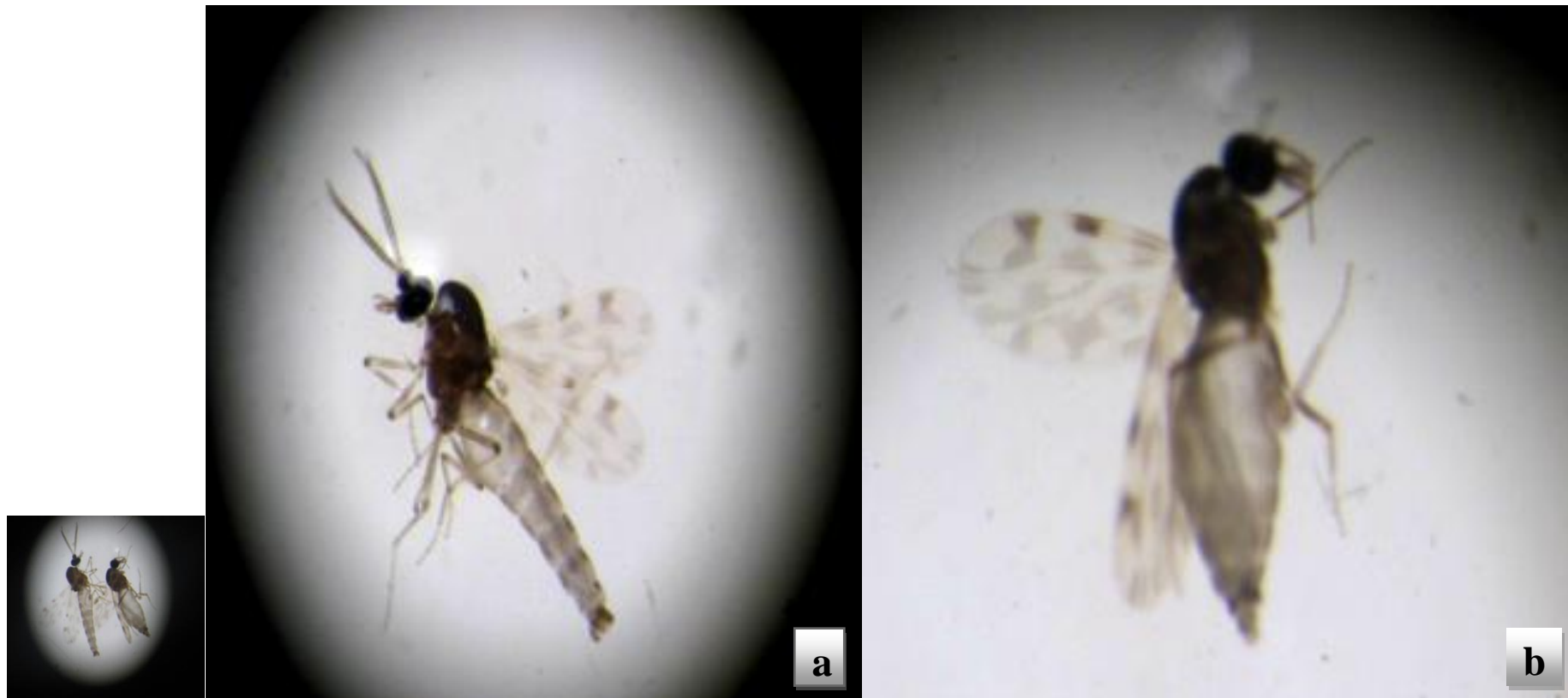


Figure 63 : Photographie d'un *Culicoides imicola* (a) mâle et (b) femelle

Annexe III (Cartographies)



Figure 64 : Photographie de *Culicoides punctatus* (femelle)



Figure 65 : Photographie de *Culicoides circumscriptus*(femelle)

Annexe III (Cartographies)



Figure 66 : Photographie de *Culicoides scoticus* (femelle)

Annexe III (Cartographies)



Figure 67 : Photographie de *Culicoides obsolete* (femelle)

Annexe III (Cartographies)



Figure 68a : Photographie de *Culicoides newsteadi* (femelle)(vue ventrale)

Annexe III (Cartographies)



Figure 68b: Photographie de *Culicoides newsteadi* (femelle)(vue de profil)

Annexe III (Cartographies)

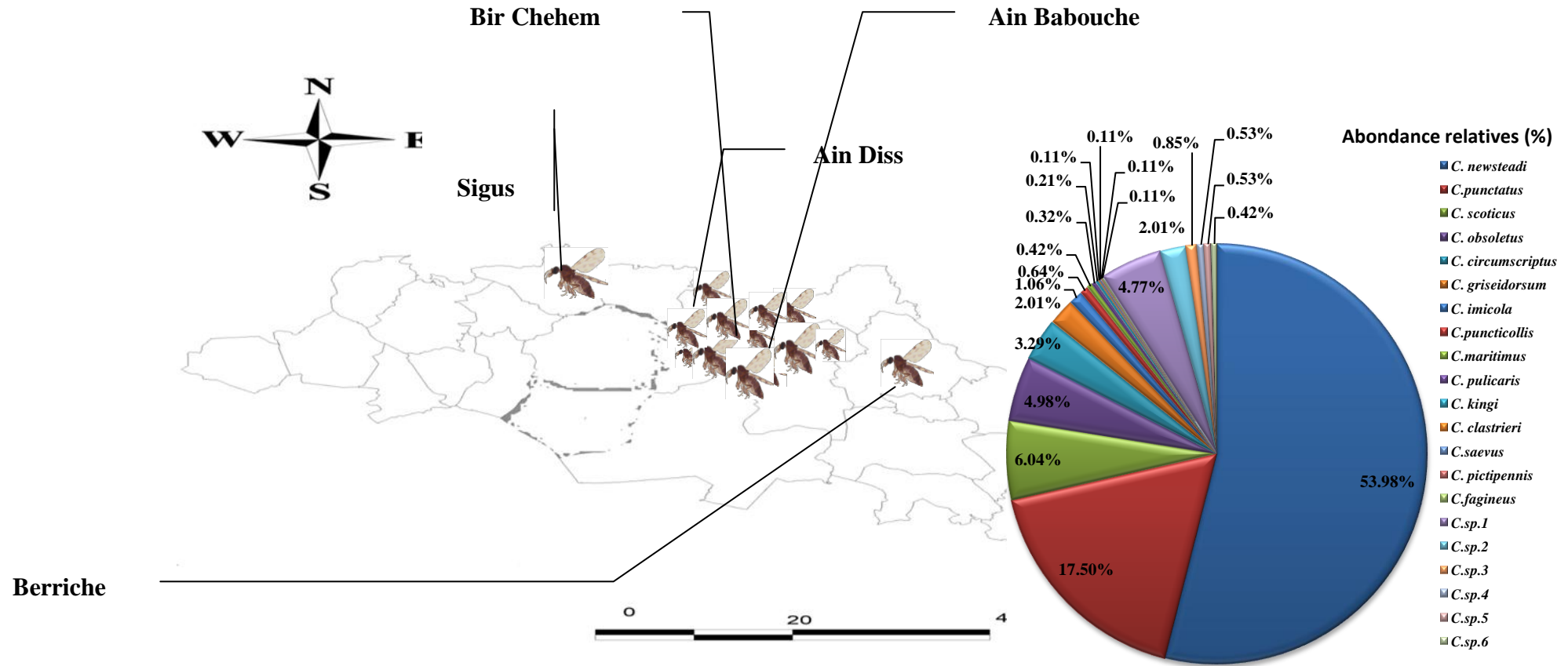


Figure 69 : Cartographie représente la répartition spatiale des espèces des *Culicoides* dans la région d'étude Oum El Bouaghi

Annexe III (Cartographies)

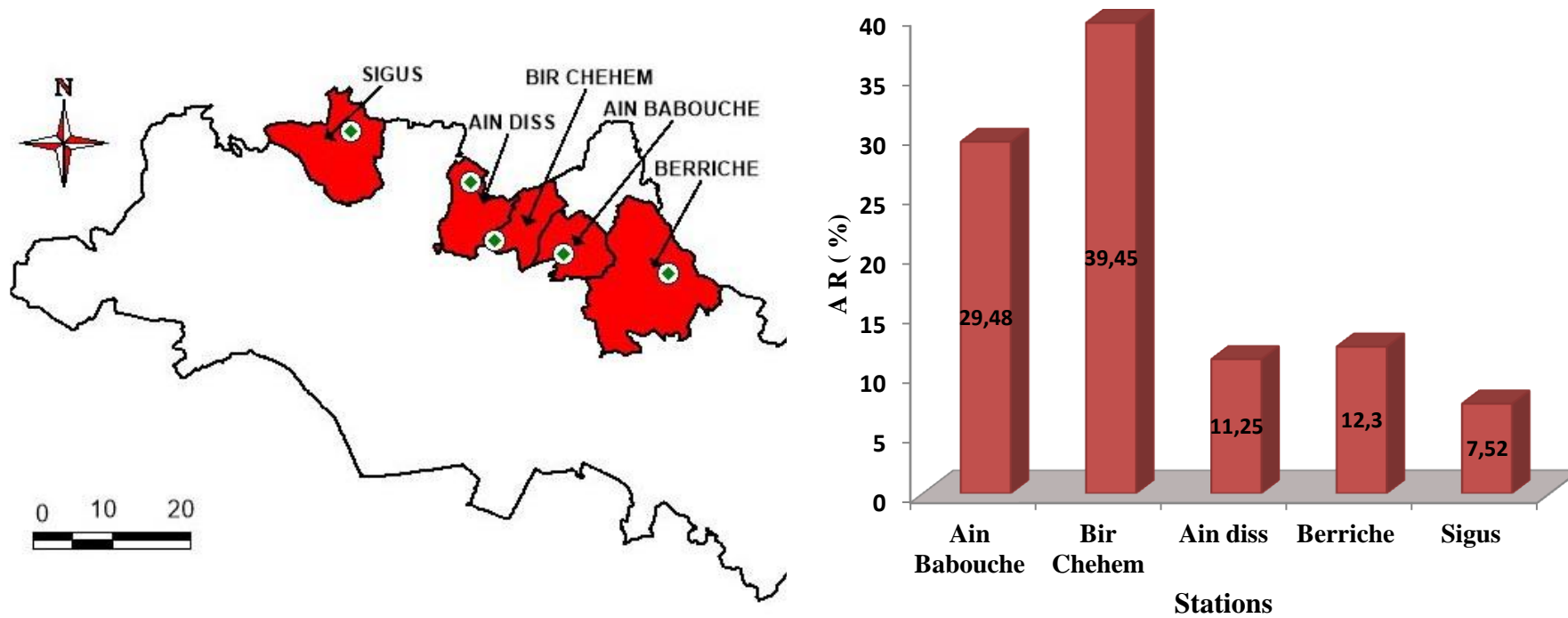


Figure 70 : Cartographie représente l'abondance relative des espèces des *Culicoides* recensés dans la région d'étude Oum El Bouaghi

RESUME

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIODIVERSITE DES *CULICOIDES* (*CERATOPOGONIDAE*: *DIPTERA*) VECTEURS RESPONSABLES DE LA MALADIE DE LA BLUETONGUE DANS LA REGION DE L'EST ALGERIEN, CAS DE LA WILAYA D'OUM EL BOUAGHI

Résumé

La Bluetongue est une maladie réputée, virale, arbovirose, non contagieuse, transmissible à déclaration obligatoire. Elle est non zoonotique, affectant les ruminants domestiques et sauvages principalement les ovins. Inscrite sur la liste A de l'OIE, elle est transmise par la piqûre des insectes du genre *Culicoides*, qui sont des diptères hématophages de la famille des *Ceratopogonidae*.

Dans le but d'étudier la diversité de la faune culicoidienne, un échantillonnage de population de *Culicoides* a été mené dans la région d'Oum El Bouaghi (Est algérien) pendant une période d'étude de 04 mois (Avril- juillet) 2013. La collecte s'est déroulée sur 5 stations localisées sur le territoire de la wilaya d'Oum El Bouaghi, où il a été utilisé les pièges à lumière ultra-violette (PLUV) dans chaque site de capture (ferme d'élevage). L'identification des spécimens récoltés s'est basée sur la clé dichotomique de la détermination des *Culicoides*. Un total de 943 spécimens est capturé. On y dénombre 21 espèces dont 15 *Culicoides* ont été identifiées et 6 espèces sont considérées comme douteuses. En terme d'abondance, *C. newsteadi* est l'espèce la plus abondante, tous sites confondus, avec 53.97% suivie par *C.punctatus* avec un taux égal à 17.49%, puis *C.scoticus* avec 6.04% et *C. obsoletus* avec 4.98%. Les autres espèces fluctuent entre 0.1% et 4.77%. Les résultats obtenus sont traités par des indices écologiques et analyses statistiques (ACP et AFC).

Mots clés : *Culicoides*, vecteurs, diversité , identification, Bluetongue, Oum El Bouaghi

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE BIODIVERSITY OF THE *CULICOIDES* (*CERATOPOGONIDAE*: *DIPTERA*) VECTORS RESPONSIBLE FOR THE BLUETONGUE DISEASE IN THE EASTERN REGION OF ALGERIA, THE CASE OF THE WILAYA OF OUM EL BOUAGHI

Abstract

Bluetongue disease is a renowned, viral, reovirus or orbivirus, non-contagious disease that is compulsorily transmissible. It is a non-zoonotic disease, affecting domestic animals and wild ruminants and more particularly the ovine. Registered on the A list of the diseases to notify to the OIE, the BT is transmitted by the bite of a small hematophagous diptera of *Ceratopogonidae* family (*Culicoides* genus).

In order to study the diversity of the culicoidian fauna, a selection of samples of *Culicoides* population was conducted in the province of Oum El Bouaghi (East of Algeria) for a period of four months from April to July 2013. The collection of these insects took place on five stations situated in the region of Oum El Bouaghi where a UV- light/suction trap was used in each site of capture (sheep farm). All the collected specimens were morphologically identified using the identification key for palearctic *Culicoides* species. In total, 943 specimens were collected. Twenty-one (21) species were numbered of which 15 *Culicoides* were identified and six species are considered doubtful.

In terms of abundance, *C. newsteadi* is the most abundant species with 53.97%, followed by *C. punctatus* with 17.49% and *C.scoticus* with 6.04% and *C.obsoletus* with 4.98%. The abundance of the other species fluctuates between 0.1% and 4.77%. Finally, the results obtained in this study are treated by using ecological indexes and statistical analyses (ACP and AFC).

Key Words: *Culicoides*, *vectors*, *diversity*, *identification*, *Bluetongue*, *Oum El Bouaghi*

المساهمة في دراسة التنوع الحيوي لحشرة *Culicoides*

(*Ceratopogonidae*، *Diptera*) المتسببة في داء اللسان الأزرق بالشرق الجزائري

منطقة أم البواقي

ملخص:

يعتبر مرض اللسان الأزرق مرض فيروسي، متنقل، غير معدي من بين الأمراض ذات التصريح الإجباري. كما أنه ليس من الأمراض المتنقلة عبر الحيوان للإنسان، و هو مصنف ضمن القائمة (أ) التابعة للديوان العالمي للأوبئة الحيوانية. يصيب هذا المرض المجترات خاصة الأغنام و يسببه فيروس *Orbivirus*، حيث أن الماشية تعمل كمخازن رئيسية حاملة للفيروس. يتم نقل هذا المرض عن طريق لدغة حشرة ماصة للدم *hematophage* من جنس *Culicoides*، تنتمي إلى رتبة ثنائية الأجنحة *Diptera*، عائلة *Ceratopogonidae*.

لهدف دراسة و معرفة التنوع الحيوي لمجتمع هذه الحشرة، قمنا بأخذ عينات بمنطقة الدراسة- أم البواقي- لمدة أربعة أشهر (من شهر أبريل إلى غاية جويلية) خلال سنة 2013. كانت عملية جمع العينات المصطادة على مستوى خمس محطات التي بها مواقع الأفخاخ (مزارع تربية المواشي)، أين تم استعمال تقنية الأفخاخ المضيئة (الضوء فوق البنفسجي).

من خلال هذه الدراسة، تم جرد 943 حشرة، و تعيين 21 نوع، حيث توصلنا إلى تشخيص 15 نوع و 6 أنواع بقيت غير محددة. من ناحية الوفرة، النوع السائد في جميع المحطات تمثل في النوع *C.newsteadi* بنسبة 53.97%، يليه النوع *C.punctatus* بنسبة 17.94%، ثم النوع *C.scoticus* (6.04%) و *C.obsoletus* بنسبة 4.98%. أما الأنواع الأخرى تتراوح نسبة وفرتها من 0.1% إلى غاية 4.77%.

النتائج المتحصل عليها تم معالجتها و تحليلها بواسطة معاملات إيكولوجية (بيئية) تركيبية و تكوينية إضافة إلى الدراسة الإحصائية.

الكلمات المفتاحية: *Culicoides*، ناقل، التنوع الحيوي، تشخيص، اللسان الأزرق، أم البواقي

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIODIVERSITE DES *CULICOIDES* (*CERATOPOGONIDAE*: *DIPTERA*) VECTEURS RESPONSABLES DE LA MALADIE DE LA BLUETONGUE DANS LA REGION DE L'EST ALGERIEN, CAS DE LA WILAYA D'OUM EL BOUAGHI

Résumé

La Bluetongue est une maladie réputée, virale, arbovirose, non contagieuse, transmissible à déclaration obligatoire. Elle est non zoonotique, affectant les ruminants domestiques et sauvages principalement les ovins. Inscrite sur la liste A de l'OIE, elle est transmise par la piqûre des insectes du genre *Culicoides*, qui sont des diptères hématophages de la famille des *Ceratopogonidae*.

Dans le but d'étudier la diversité de la faune culicoidienne, un échantillonnage de population de *Culicoides* a été mené dans la région d'Oum El Bouaghi (Est algérien) pendant une période d'étude de 04 mois (Avril- juillet) 2013. La collecte s'est déroulée sur 5 stations localisées sur le territoire de la wilaya d'Oum El Bouaghi, où il a été utilisé les pièges à lumière ultra-violette (PLUV) dans chaque site de capture (ferme d'élevage). L'identification des spécimens récoltés s'est basée sur la clé dichotomique de la détermination des *Culicoides*. Un total de 943 spécimens est capturé. On y dénombre 21 espèces dont 15 *Culicoides* ont été identifiées et 6 espèces sont considérées comme douteuses. En terme d'abondance, *C. newsteadi* est l'espèce la plus abondante, tous sites confondus, avec 53.97% suivie par *C.punctatus* avec un taux égal à 17.49%, puis *C.scoticus* avec 6.04% et *C. obsoletus* avec 4.98%. Les autres espèces fluctuent entre 0.1% et 4.77%. Les résultats obtenus sont traités par des indices écologiques et analyses statistiques (ACP et AFC).

Mots clés : *Culicoides*, vecteurs, diversité , identification, Bluetongue, Oum El Bouaghi