

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L' ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE - EL HARRACH - ALGER

# Thèse de doctorat en sciences agronomiques

Département : Zoologie agricole et forestière

Option : Entomologie

**Bioécologie de quelques espèces de nématocères  
recensées dans les élevages de la plaine de la Mitidja**

Présenté par Mr **NEBRI Rachid**

Devant le Jury :

Présidente : **Mme DOUMANDJI – MITICHE Bahia** Professeur (E.N.S.A.) El Harrach

Directeur de thèse : **M. DOUMANDJI Salaheddine** Professeur (E.N.S.A.) El Harrach

Examineurs : **Mme GUENDOUZ –BENRIMA Atika** Professeur Université de Blida1

**M. DJAZOULI Zahr eddine** Maitre de conférences A Université de Blida1

**M. HAMMACHE Miloud** Maitre de conférences A (E.N.S.A) El Harrach

**Mme MARNICHE Faïza** Maitre de conférences A (E.N.S.V.) El Harrach

Soutenu en Mars 2015

## Remerciements

Au terme de ce travail je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon Directeur de Thèse Monsieur DOUMANDJI Salaheddine Professeur au département de Zoologie agricole et forestière pour le temps qu'il a consacré pour achever ce travail, ses précieux conseils et ses encouragements.

*Ma* reconnaissance et mes remerciements s'adressent également à Madame DOUMANDJI-MITICHE Bahia Professeur au département de Zoologie agricole et forestière, qui a bien voulu présider mon jury et pour son soutien durant la période de ce travail.

*Je* tiens à remercier Madame GUENDOUZ – BENRIMA Atika Professeur et doyenne de la faculté des naturelles et de la vie de l'université de Blida1

Mes remerciements vont également à Monsieur DJAZOULI Zahr eddine Maître de conférences au département d'Agronomie de l'université de Blida1

Monsieur HAMOUCHE M. HAMMACHE Miloud Maître de conférences au département de Zoologie agricole et forestière, ainsi que Mme MARNICHE FAIZA Maître de conférences à L'Ecole nationale supérieure vétérinaire el Harrach Alger

*Je* tiens à remercier Mme DJAZOULI Zahra pour son maître de conférences au département de biologie de l'université de Blida pour son aide

*Mes* vifs remerciements vont également à Melle BERROUANE Fatima

pour son aide et ses encouragements

## Sommaire

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Abréviations

Introduction.....	2
Chapitre I - Présentation de la plaine de la Mitidja .....	5
1.1. - Situation géographique de la région d'étude.....	5
1.2. - Facteurs abiotiques de la plaine de la Mitidja.....	7
1.2.1. – Facteurs édaphiques de la Mitidja.....	7
1.2.2. – Facteurs climatiques.....	7
1.2.2.1. – Variations des températures.....	7
1.2.2.2. – Pluviométrie.....	9
1.2.2.3. – Vents dominants et sirocco.....	11
1.2.2.4. – Insolation.....	11
1.2.2.5. - Brouillard.....	13
1.2.2.6. – Grêle.....	13
1.2.2.7. – Orages.....	13
1.2.2.8. – Gelée.....	13
1.2.2.9. - Synthèse climatique.....	13
1.2.2.9.1. – Place de Dar El Beida dans le diagramme ombrothermique de .....	14
1.2.2.9.2. - Climagramme d'Emberger.....	15
1.3. - Facteurs biotiques de la plaine de la Mitidja.....	17
1.3.1. – Données bibliographiques sur la végétation de la Mitidja.....	17
1.3.2. – Données bibliographiques sur la faune de la Mitidja.....	18
Chapitre II - Matériel et Méthodes.....	20
2.1. – Présentation des modèles biologiques.....	20
2.2. - Choix de la station.....	22
2.2.1. – Présentation de la station expérimentale de l'institut vétérinaire.....	22
2.2.2. - Description des Bâtiments d'élevages .....	23

2.3. - Méthodes utilisées sur le terrain.....	27
2.4. - Assiettes jaunes.....	27
2.4.1. - Description de la méthode des assiettes jaunes.....	27
2.4.2. - Avantages de la technique des assiettes jaunes.....	28
2.4.3. - Inconvénients de la méthode des assiettes jaunes.....	28
2.5. – Techniques employées au laboratoire .....	31
2.6. – Exploitation des résultats .....	31
2.6.1. – Diversité des Nématocères.....	31
2.6.2. – Répartition des Nématocères.....	32
2.6.3. – Equirépartition des espèces.....	33
2.6.4. – Exploitation des résultats par une analyse factorielle des correspondances.....	34
2.7.- Diagramme rang/fréquence des espèces de Nématocères recensées dans les 4 types de logements pour les cheptels .....	34
 Chapitre III – Résultats sur les nématocères dans les bergeries, les étables et les écuries.....	37
3.1. – Exploitation des espèces de Nematocera piégées dans les assiettes jaunes.....	37
3.2. – Détails des captures des Nematocera.....	38
3.3. – Traitement par des indices écologiques des espèces piégées dans les écuries, l'étable et la bergerie du complexe animalier.....	40
3.4. - Liste des espèces capturées dans les pièges colorés.....	44
3.5. - Affinités des Nématocères aux quatre cheptels.....	44
3.5. - Affinités des Nématocères aux quatre étables.....	45
3.6. - Diversité comparée des nématocères circulants selon les hôtes.....	48
3.6.1. - Diversité comparée des nématocères circulants sur le couplet: Bovins/Camelins.....	48
3.6.2. - Diversité comparée des nématocères circulants sur le couplet. camelins /équidés.....	52
3.6.3. - Diversité comparée des Nematocera selon le couplet bovins – équidés.....	56
3.7. – Structuration des nématocères selon la variation de leurs hôtes.....	59
 Chapitre IV – Discussion.....	64
4.1. - Inventaire des nématocères sur les quatre cheptels.....	64

4.2. - Exploitation des espèces piégées dans les assiettes jaunes.....	66
4.3. - Affinités des Nématocères aux quatre cheptels.....	66
4.4. - Diversité comparée des nématocères circulants selon les hôtes.....	69
4.4.1. - Diversité comparée des nématocères circulants selon le couplet bovins /camelins.....	69
4.4.2. - Diversité comparée des nématocères circulants selon le couplet camelin/ équidés.. .....	71
4.4.3. - Diversité comparée des nématocères circulants selon le couplet bovins / équidés.....	71
4.5. - Structuration des nématocères selon la variation de leurs hôtes.....	72
Conclusion générale.....	74
Références bibliographiques .....	78

**Fig. 1** – Présentation de la région d'étude (MUTIN, 1977, modifié)

**Fig. 2** – Températures moyennes mensuelles des maxima et des minima, enregistrées au cours de l'année 2013 dans la station de Dar Beida (O.N.M., 2013)

**Fig. 3** – Précipitations mensuelles exprimées en mm enregistrées au cours de l'année 2013 dans la station de Dar Beida (O.N.M., 2013)

**Fig. 4** - Insolation moyenne mensuelle (latitude 36°) (SELTZER, 1946)

**Fig. 5** - Diagramme ombrothermique de Gaussen de la Mitidja en 2013

**Fig. 6** - Localisation de la partie centrale de la Mitidja dans le climagramme d'Emberger

**Fig. 7** - Morphologie schématique de la tête de Culicinae (vue de profil) (WOOD *et al.*, 1979)

**Fig. 8** - Plan parcellaire de la station d'étude (Original)

**Fig. 9** - Etable de l'élevage bovin

**Fig. 10** - Bâtiment de l'élevage équin

**Fig. 11**- Enclos de l'élevage camelin

**Fig.12** - L'extérieur d'un bâtiment d'élevage et l'intérieur d'un bâtiment d'élevage

**Fig. 13**- Vue générale de la station expérimentale

**Fig. 14** – Troupeau de moutons, sujet de l'expérimentation

**Fig. 15** -Assiettes jaunes dans l'élevage bovin

**Fig. 16** - Assiette jaune dans l'élevage bovin

**Fig. 17** - Assiette jaune dans l'élevage bovin (étable)

**Fig .18** – Modèle de l'ajustement structurel de Motomura

**Fig. 19** - Histogramme montrant les effectifs des nématocères récoltés dans la bergerie, l'étable bovine ,les écuries camelines et équines

**Fig. 20** - Graphique montrant l'abondance relative des espèces de nématocères capturées

**Fig. 21** -Histogramme montrant les effectifs des nématocères récoltés selon le cheptel

**Fig. 22** –Dendrogramme et droite de troncature

**Fig. 23** - Analyse factorielle des correspondances

**Fig. 24** - Histogramme montrant le nombre d'espèces infestant le couplet Bovins/camelins

**Fig. 25** - Histogramme montrant le nombre d'individus de nématocères infestant le couplet Bovins/camelins

**Fig. 26** - Histogramme montrant la dominance des espèces infestant le couplet

**Fig. 27** - Histogramme montrant l'indice de diversité de Shannon pour le couplet bovins/camelins bovins/camelins

**Fig. 28** -Histogramme l'équitabilité le couplet Bovins/camelins

**Fig. 29** - Histogramme montrant le nombre d'espèces infestant le couplet camelins/Équidés

**Fig. 30** - Histogramme montrant le nombre d'individus infestant le couplet Camelins/équidés

**Fig. 31** -Histogramme l'indice de diversité de Shannon sur le couplet camelins/équidé

**Fig. 32** -Histogramme la dominance des espèces sur le couplet camelins/équidés

**Fig. 33** - Histogramme montrant l'équitabilité sur le couplet camelins/équidés

**Fig. 34** -Histogramme montrant le nombre d'espèces infestant le couplet Bovins/equidés

**Fig. 35** -Histogramme montrant le nombre d'individus infestant le couplet bovins/équidés

**Fig. 36** - Histogramme montrant dominance sur le couplet bovins/équidés

**Fig. 37** -Histogramme montrant l'indice de diversité de Shannon sur le couplet Bovins/équidés

**Fig. 38** - Histogramme montrant l'équitabilité sur le couplet bovins/équidés **Fig.**

**39** - Rang/Fréquence des espèces de Nématocères selon les hôtes (Bovins) **Fig.**

**40** - Rang/Fréquence des espèces de Nématocères selon les hôtes (camelins) **Fig.**

**41** -Rang/Fréquence des espèces de Nématocères selon les hôtes (équins)

## Liste des Tableaux

**Tableau 1** - Espèces piégées dans la bergerie, l'étable et l'écurie du complexe animalier

**Tableau 2** - Espèces capturées dans le complexe animalier de la station expérimentale

**Tableau 3** - Liste et effectifs et les familles des espèces capturées dans les assiettes jaunes

**Tableau 4** - Espèces prises dans les assiettes jaunes placées dans l'étable, les écuries et la bergerie

**Tableau 5** - Codifications des espèces

**Tableau 6** - Diversité comparée des Nematocera selon le couplet Bovins –Camelins

**Tableau 7** - Diversité comparée des Nematocera selon le couplet camelins- équidés

**Tableau 8** - Valeurs de la diversité comparée des Nématocères selon le couplet Bovins –

Equidés



A.C.P. Analyse factorielle des correspondances, en composantes principales

A.F.C. Analyse factorielle des correspondances

A.R. Abondance relative

B.1 Bâtiment N°1 d'élevage N° 1

B.2 Bâtiment N°2 d'élevage N°2

B.3 Bâtiment N°3 d'élevage N°3

B.4 Bâtiment N°3 d'élevage N°4

B.5 Bâtiment N°4 d'élevage N°5

B.6 Bâtiment N°5 d'élevage N°6

°C Degré Celsius

Fig. Figure

C.H.A. Classification hiérarchique ascendante

N Nombre

O.N.M. Office National de Météorologie

T° Température

Tab. Tableau

Ver . Version

Introduction

## Introduction

L'entomologie médicale et vétérinaire considère que les diptères spécialement les Nématocères sont les principaux vecteurs de maladies infectieuses. Ils peuvent héberger des virus, des bactéries, des protozoaires et des helminthes (CALLOT et HELLUY, 1958). DEEKS (1946) rapporte que le paludisme est transmis à l'Homme par une dizaine de Culicidés. Certaines espèces afro-méditerranéennes de Culicidae transportent la filariose de Bancroft, ou encore la fièvre jaune et la dengue (BRUNHES *et al.*, 2000). Les microorganismes inoculés provoquent diverses maladies chez l'être humain d'une part et les animaux d'autre part. Parmi les Nématocères, les Cératopogonides peuvent injecter des arbovirus aux bovins, aux ovins et aux caprins et impliquent des pertes économiques notables (BALENGHIEN et DELECOLLE, 2009). En effet la bleuetongue est responsable d'une grave infection mortelle pour les ruminants sauvages et domestiques comme le mouton (RODHAIN et PEREZ, 1985) C'est une affection virale non contagieuse du mouton et de beaucoup d'autres ruminants. Cette maladie est répercutée par des Nématocères du genre *Culicoides* qui en sont les vecteurs les plus fréquents (LEPIDI et DUBOEU, 2000). Récemment le virus Schmallerberg est identifié en Allemagne en novembre 2011 chez les bovins et dont la maladie se manifeste par une chute considérable des productions laitières. Elle est vraisemblablement véhiculée par les *Culicoides* (MARTINELLE *et al.*, 2012). Par ailleurs les phlébotomes sont des Nématocères vecteurs de différentes formes de leishmanioses, sévissant en particulier dans d'importants foyers nord-africains. Ce sont des maladies émergentes et étroitement liées à l'état de l'environnement (ASHFORD, 2000). D'autres espèces de Nématocères interviennent dans la stabilité des équilibres écologiques, comme les larves de certaines espèces de Chironomidae qui font partie pour plus de 10 % des aliments des poissons et des batraciens des lacs et des marécages (FONTAINE *et al.*, 1976). Abondamment de travaux sont réalisés dans le monde concernant la taxonomie et la biologie de certaines familles de Diptères, Brachycères et Nématocères (PERRIER, 1973; SEGUY, 1924, 1950, 1951; MATILE, 1993, 1995), et particulièrement sur les Culicidae (SEGUY, 1923; RIOUX *et al.*, 1998; BRUNHES et DUFOUR 1992; BRUNHES, 1999; BRUNHES *et al.*, 2000). Ces aspects sont également étudiés sur les Ceratopogonidae (DELECOLLE, 1999; KREMER *et al.*, 1979) et sur les Psychodidae Phlebotominae (ABBONEC, 1972). Cependant les travaux accomplis en Algérie, demeurent relativement restreints. Il y a celui de BERCHI (2000) qui s'est penchée sur la bioécologie des Culicidae dans le Constantinois, HASSAINE (2002) à Tlemcen et LOUNACI (2003) BRAHMI *et al.* (2013) dans l'Algérois et près de

Tizi-Ouzou. NEBRI *et al.* (2014) se sont intéressés à la répartition et à la diversité comparée des nématocères sur quatre types d'élevages de ruminants localisés dans la plaine de la Mitidja. D'autres études touchant la bio-écologie des Phlébotomes (DEDDET et ADDADI, 1984) ont été entreprises. Quelques chercheurs en Algérie ont employé les pièges colorés pour capturer différents groupes d'Invertébrés notamment BOUKRAA *et al.* (2010), AOUATI *et al.*, (2010), BERROUANE *et al.*, (2010) et GUENDOUZ- BENRIMA et MAHDOUBI (2014) . L'actuel travail porte sur l'importance des nématocères dans les élevages d'animaux domestiques ; essentiellement sur les aspects de la systématique de l'écologie ainsi que de la diversité et la répartition des nématocères inventoriées dans les élevages bovin, ovin équin et camelin situés en Mitidja. Ce choix est imposé par les problèmes posés par plusieurs espèces de Nématocères vis à vis de la santé animale et humaine. La structure de la présente thèse comprend une introduction, quatre chapitres et une conclusion. Le premier chapitre a trait à la présentation de la région d'étude dans laquelle ses caractéristiques abiotiques et biotiques sont développées. La méthodologie adoptée est agencée dans le second chapitre. Elle renferme d'une part la description des stations d'étude et d'autre part les techniques employées sur le terrain avec la mise en place de pièges colorés attractifs et au laboratoire pour la détermination des espèces, l'étude systématique et les méthodes mises en œuvre pour l'exploitation des résultats par des indices écologique et par des analyses statistiques. Le troisième chapitre rassemble les résultats obtenus. Les discussions sont incorporées dans le quatrième chapitre. Enfin une conclusion générale assortie de perspectives clôture ce travail..

# Chapitre 1

## **Chapitre I - Présentation de la plaine de la Mitidja**

Les différents aspects de la région d'étude sont exposés, notamment sa situation géographique, ses facteurs abiotiques et biotiques.

### **1.1. - Situation géographique de la région d'étude**

Cette étude est accomplie dans des étalles localisées au centre de la vaste plaine de la Mitidja située aux latitudes allant de 36° 43' 50" à 36° 56' 25" N. et aux longitudes 2° 53' à 3° 24' E. Elle est orientée parallèlement au relief côtier dans une direction de l'est-nord-est vers l'ouest-sud-ouest (Fig. 1). Elle est limitée à l'est par Oued Boudouaou, au nord par les collines du Sahel algérois, à l'ouest par Oued Nador et au sud par l'Atlas blidéen (COTE, 1996). La Mitidja s'étire de l'est vers l'ouest en une longue plaine sur une centaine de kilomètres. Sa largeur varie entre 5 et 20 km (SEMMOUD, 2006). D'altitude moyenne de 50 m, elle présente une faible pente dirigée vers la mer (COTE, 1996). La Mitidja se divise en deux unités physiques, désignées par la Basse Mitidja et la Haute Mitidja ou partie occidentale de la plaine (SEMMOUD, 2006). Vers Blida, les altitudes dépassent toujours 160 m, jusqu'à 200 m même. Elles s'abaissent vers le nord-est dans la basse plaine à près de 20 m. Par contre aux deux extrémités, les altitudes se relèvent de 60 à 70 mètres à l'ouest et de 60 à 100 m à l'est (MUTIN, 1977).

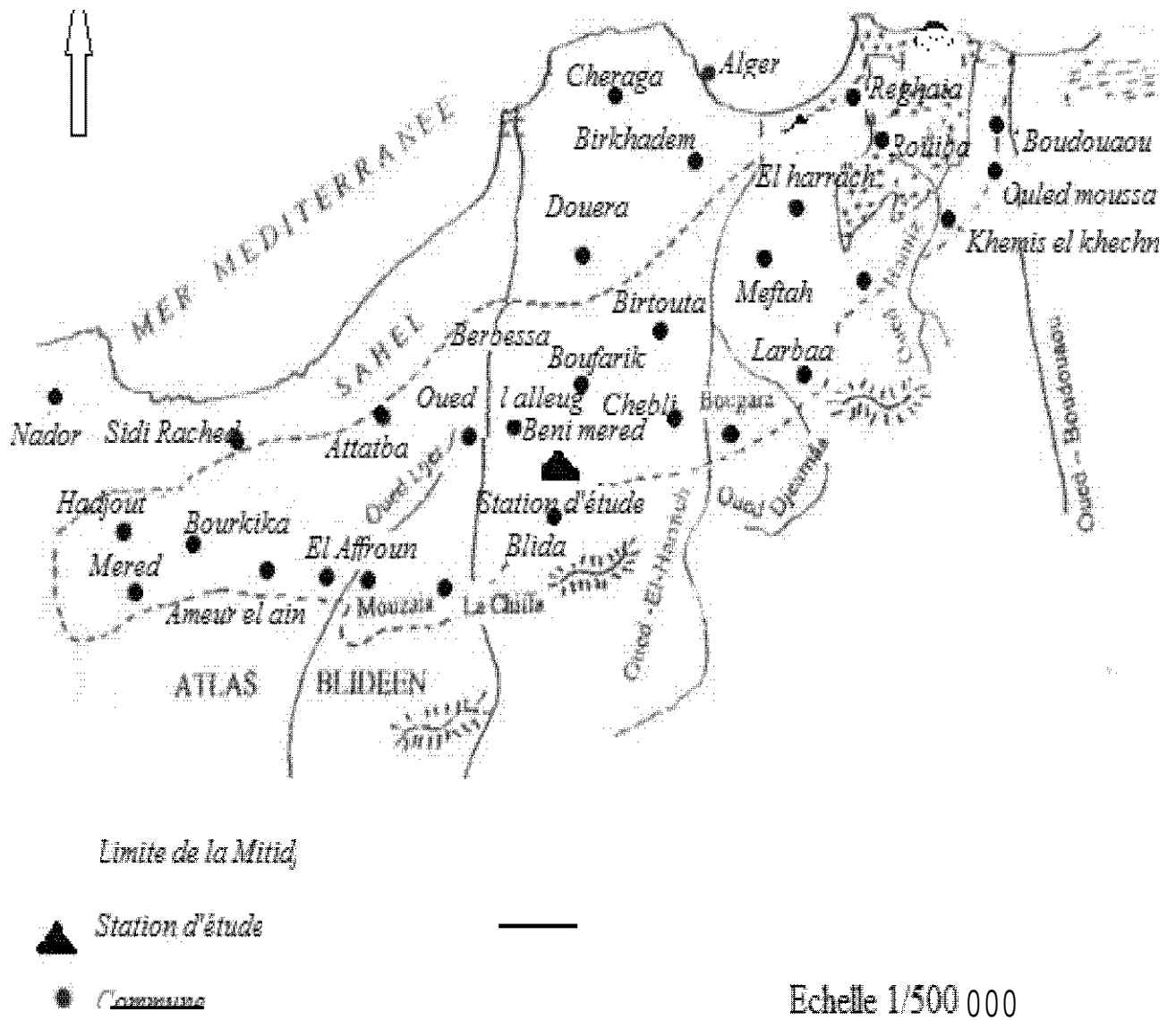


Fig. 1 -Présentation de la région d'étude (MUTIN, 1977, modifié)

## **1.2. - Facteurs abiotiques de la plaine de la Mitidja**

Les facteurs édaphiques sont traités les premiers. Ils seront suivis par les considérations climatiques.

### **1.2.1. – Facteurs édaphiques de la Mitidja**

La formation de la Mitidja a fait participer trois facteurs, ceux du plissement, du remblaiement et du déblaiement (GLANGEAUD, 1932). DURAND (1954) soutient que la formation des sols dépend foncièrement de la nature de la roche-mère ainsi que de la topographie. Les facteurs édaphiques sont moins importants que les facteurs climatiques. Ils comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants (DREUX, 1980). Pourtant, d'après RAMADE (1984) le sol constitue l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes. Selon HALITIM (1988) le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et qui entraîne des conséquences très graves à court et à long terme. HARTANI (2004) affirme que les sols situés au centre de la Mitidja sont évolués, profonds, développés sur des alluvions anciens et de texture grossière sablo-limoneuse à sableuse dans les horizons de surface et limono-sableuse en profondeur. La formation du bassin de la Mitidja s'est faite vers la fin du tertiaire et le début du quaternaire au même temps que s'élevait le Sahel. (GLANGEAUD, 1932)

### **1.2.2. – Facteurs climatiques**

Les principaux facteurs climatiques qui caractérisent la région d'étude prise en considération sont la température, la pluviométrie et le vent, l'insolation, le brouillard, la grêle ainsi que la gelée. Les variations du climat constituent des facteurs importants agissant sur l'évolution de la biosphère. En effet, elles peuvent jouer un rôle fondamental dans les fluctuations d'abondance de nombreuses espèces d'invertébrés terrestres et des insectes en particulier (RAMADE, 2009).

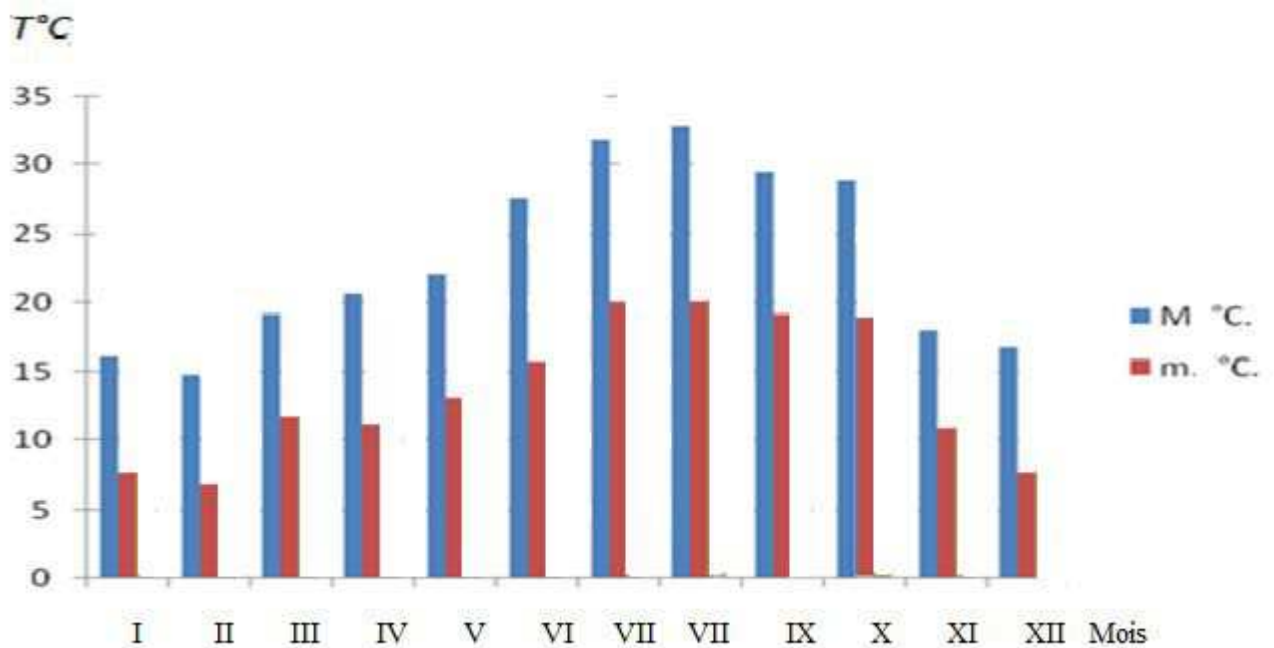
#### **1.2.2.1. – Variations des températures**

La température est une grandeur foncièrement variable. Elle s'abaisse avec l'altitude (ELHAI, 1968). Ce n'est que dans certains milieux comme l'eau qu'elle reste stable



pendant un certains temps car l'eau possède une chaleur spécifique très élevée comparée à l'air (DREUX, 1980). La température est un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, synthétiques et fermentaires. Elle conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Les températures moyennes mensuelles des maxima et des minima de la station de Dar Beida de l'année 2013 sont rassemblées dans la figure 2.



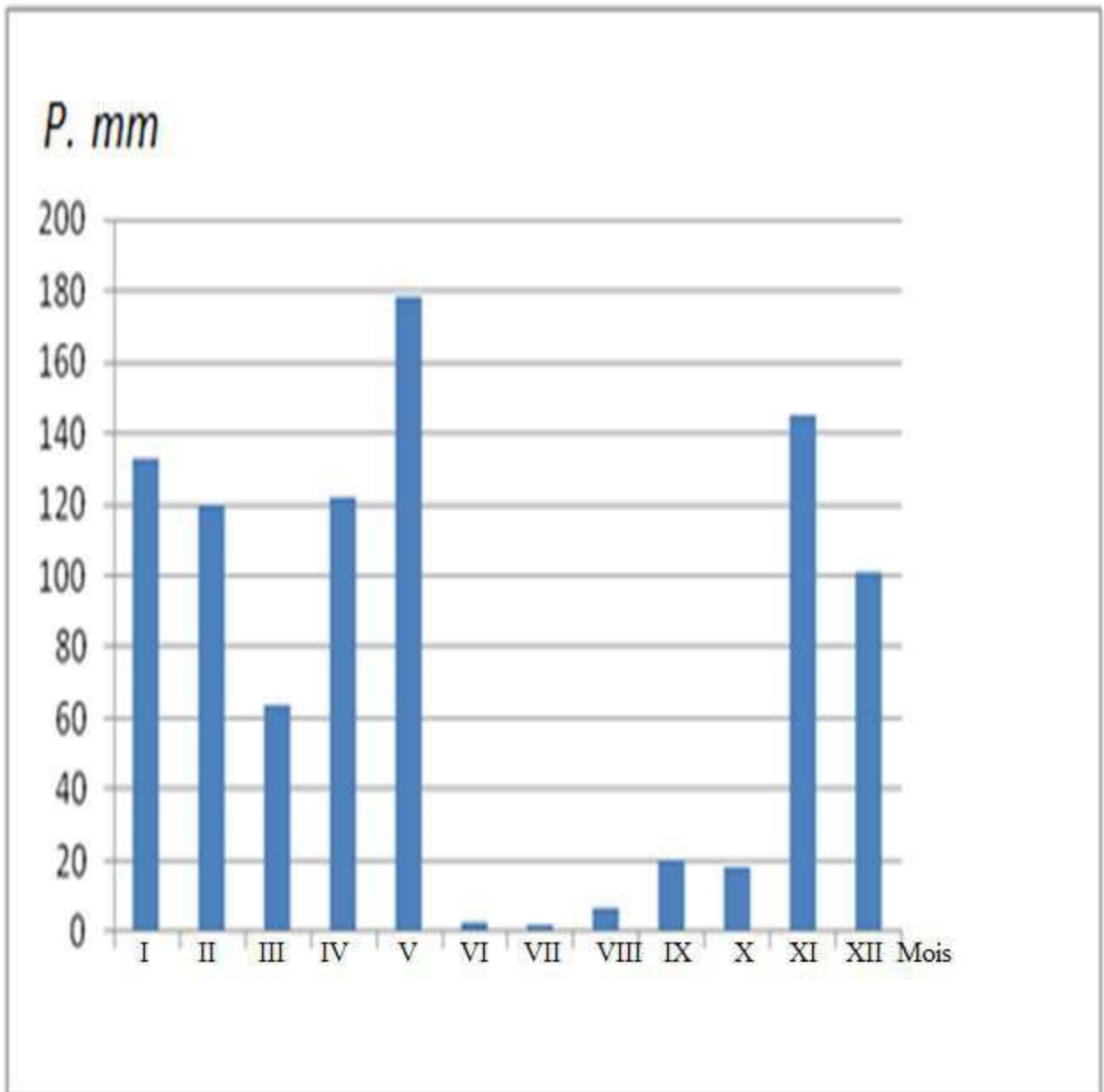
**Fig. 2** – Températures moyennes mensuelles des maxima et des minima, enregistrées au cours de l'année 2013 dans la station de Dar Beida (O.N.M., 2013)

M: Moyenne mensuelle des températures maxima; m: Moyenne mensuelle des températures minima;  $(M + m) / 2$ : Moyenne mensuelles des températures

La plus basse température moyenne mensuelle égale à 10,5 °C., est enregistrée durant le mois de février 2013, alors qu'en juillet elle est la plus élevée et atteint 25,5 °C. (Fig. .2). Il est à remarquer que la moyenne des minima du mois le plus froid est égale à 6,8 °C. et celle-ci a été noté en février.

#### 1.2.2.2. – Pluviométrie

La pluviométrie agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité (DAJOZ, 1971). Elle est définie comme la hauteur annuelle des précipitations tombées dans un milieu, exprimée en millimètres (DREUX, 1980). Elle constitue un facteur écologique d'importance principale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres mais aussi pour certains écosystèmes limniques tels que les mares et les lacs temporaires (RAMADE, 2009). Les précipitations mensuelles exprimées en mm, obtenues au cours de l'année 2013 fournies par la station météorologique de Dar Beida et qui concernent le centre de la Mitidja sont présentées dans la figure 3. La somme des précipitations de l'année 2013 atteint 913 mm, ce qui permet de dire que cette année est pluvieuse.



**Fig. 3** – Précipitations mensuelles exprimées en mm enregistrées au cours de l’année 2013 dans la station de Dar Beida (O.N.M., 2013)

La somme totale des précipitations de l'année 2013 est de 843 mm. La quantité pluviométrique la plus importante est enregistrée durant le mois de mai 2013 au cours duquel elle atteint 178 mm suivie par celle de novembre avec 145 mm, de janvier avec 133 mm et celle de février avec 120 mm (Fig. .3). Les mois les plus secs sont juin et juillet avec respectivement 3 et 2 mm.

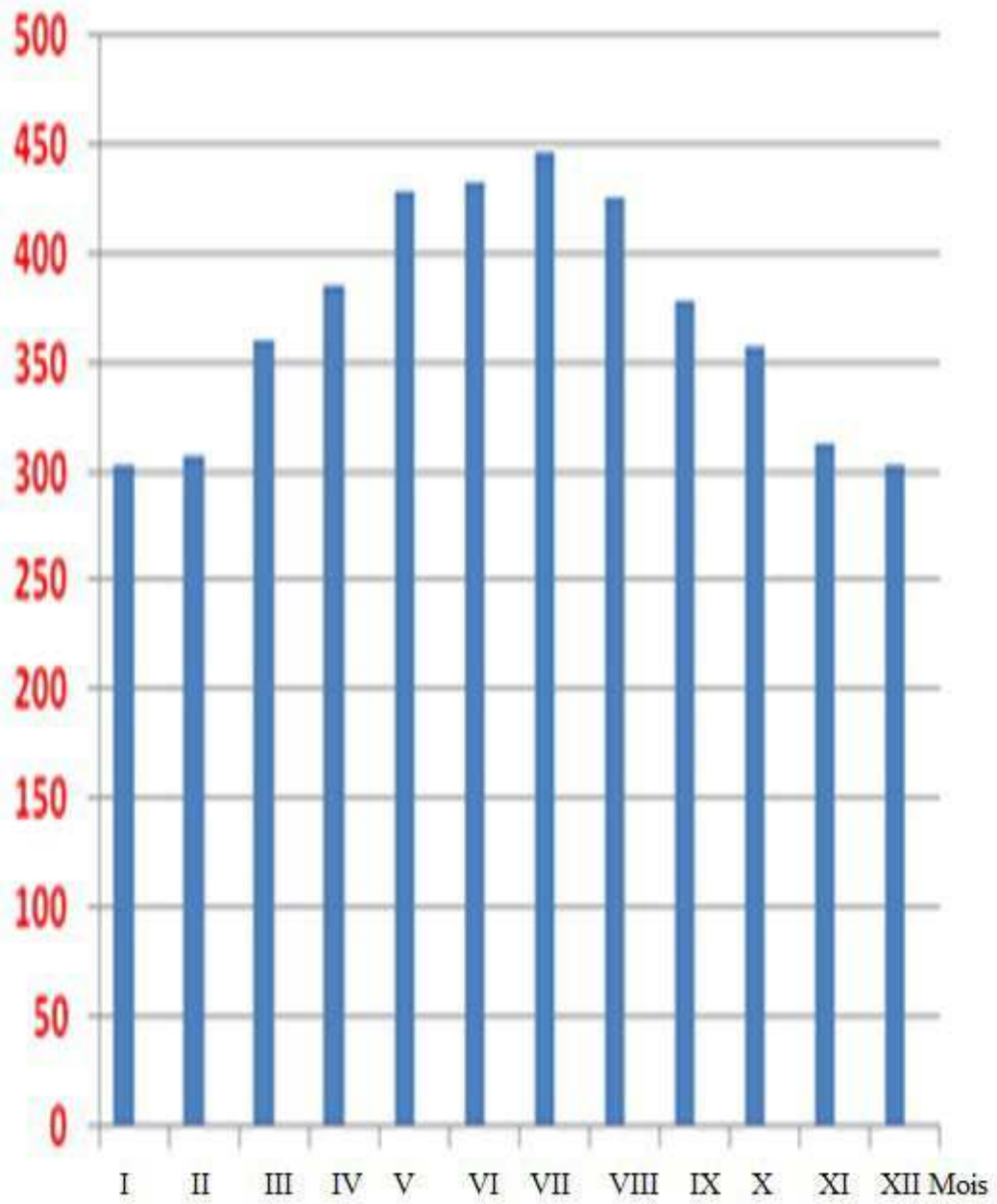
#### 1.2.2.3. – Vents dominants et sirocco

Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants (FAURIE *et al.*, 1984). Il constitue dans certains biotopes un facteur limitant (RAMADE, 1984). DAJOZ (1996) signale que le vent a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité. Les vents dominants en Mitidja soufflent du nord-est et de l'ouest avec une vitesse moyenne de l'ordre de 2,5 à 3 m/s. Les vents du nord sont généralement froids et se produisent durant la quasi-totalité de l'année surtout en hiver. Quant aux vents du sud, représentés par le sirocco sont souvent chauds et secs. Ils soufflent en moyenne 13 jours par an (juillet, août), (SELTZER, 1946).

#### 1.2.2.4. – Insolation

L'insolation est la durée d'apparition du soleil, elle est exprimée en heures, elle varie en fonction de latitudes qui détermine la longueur des jours et le degré d'obliquité des rayons solaires, la figure 4 représente les valeurs d'insolation mensuelle moyenne exprimées en heures sur une année dans la région d'étude particulièrement à la latitude 36° 56'N

*Moyenne en heures*



**Fig. 4 -** Insolation moyenne mensuelle (latitude 36°) (SELTZER, 1946)

#### 1.2.2.5. - Brouillard

Le brouillard est fréquent sur la plaine de la Mitidja, au cours de toute l'année. Le maximum, est remarqué en juillet et en août.

#### 1.2.2.6. - Grêle

En général, les chutes de grêles ont lieu en hiver, le nombre moyen de jours de grêle des stations de Tipaza et Sidi Rached est respectivement 4,3 et 4,7 jours/an

#### 1.2.2.7. – Orages

SELTZER (1949) donne le nombre moyen de jours d'orages sur 23 ans pour la station de Sidi Rached, sise à la latitude 36°N 56' les fréquences mensuelles maximales se situent dans les mois de mai, juin, août, et septembre, alors que le minimum est observé durant les mois de janvier et juillet. En 2015 quelques orages avec tonnerre et éclairs sont observés en janvier et en février au dessus de la plaine.

#### 1.2.2.8. – Gelée

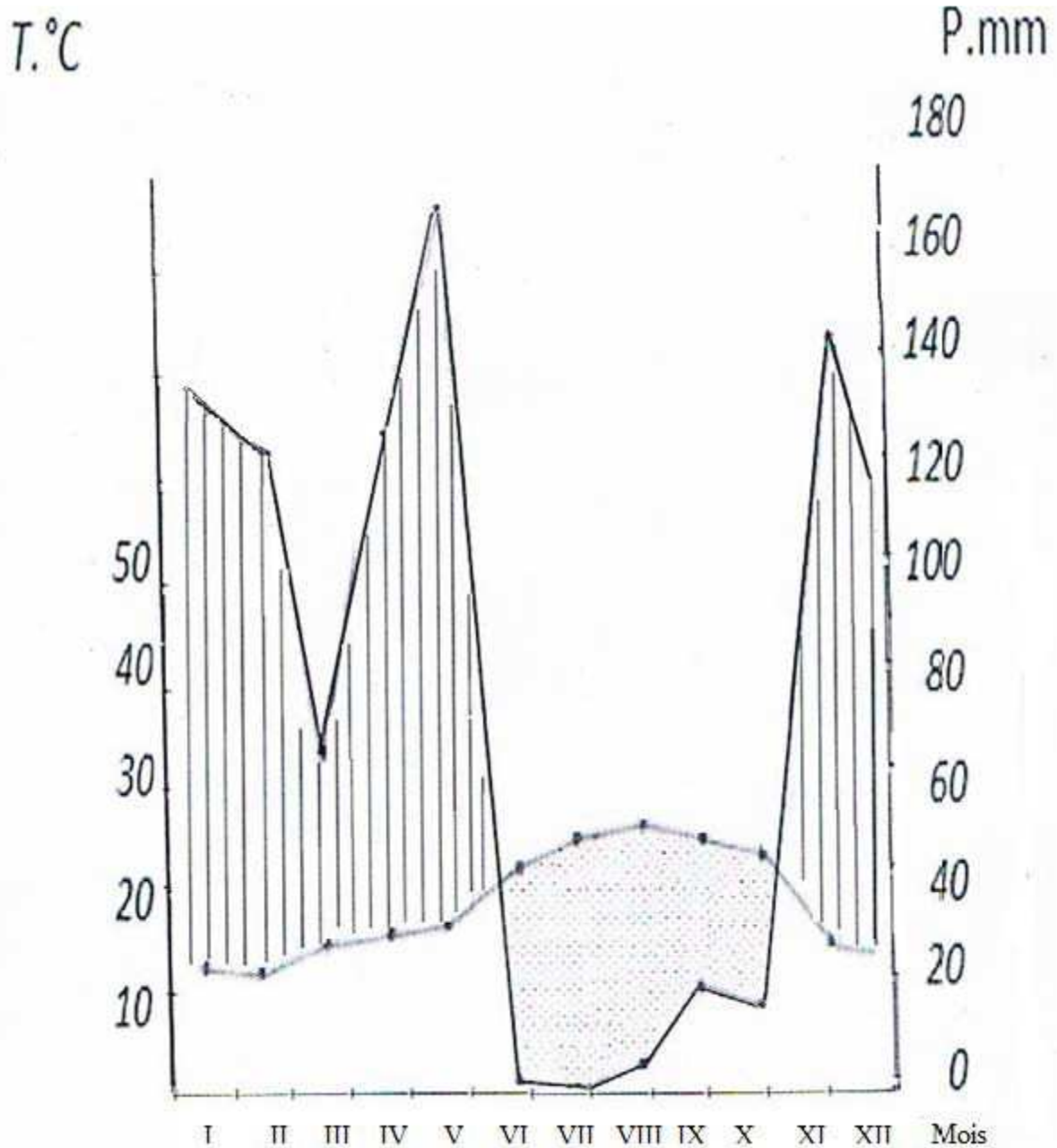
La gelée est la baisse de température au dessous de 0 °C, transformant l'eau en glace. Les gelées sont fréquentes en hiver, au printemps, mais absentes en été et en automne. Selon l'O.N.M, le maximum de jours de gelée enregistré en Mitidja durant l'année 2013 est de 10 jours.

#### 1.2.2.9. - Synthèse climatique

Pour bien décrire le climat de la région d'étude et faire ressortir spécialement les périodes sèches et humides en 2013, le diagramme ombrothermique de Gaussen est employé. De même pour mettre en évidence l'étage bioclimatique auquel appartient la Mitidja, l'utilisation du climagramme pluviométrique d'Emberger est indispensable. Dans ce but les données thermiques et pluviométriques de la station météorologique de Dar El Beida sont utilisées (O.N.M., 2013).

#### 1.2.2.9.1. – Place de Dar El Beida dans le diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen consiste à porter en abscisses les mois et en ordonnées à la fois les précipitations (P) à droite et les températures (T) à gauche avec une échelle thermique double de celle de la pluviométrie ( $2T = P$ ), pour obtenir en fait deux diagrammes superposés. La période de sécheresse apparaît dès que la courbe pluviométrique descend en dessous de la courbe thermique (RAMADE, 2009). Dans le cadre de la présente étude, c'est le diagramme ombrothermique de 2013 de la station de Dar El Beida qui est pris en considération. À partir du diagramme ombrothermique de la campagne étudiée, il ressort, que durant 2013, la période sèche commence au début de juin jusqu'à la fin d'octobre. Quant à la période humide, elle s'étend de la fin octobre jusqu'à la fin du mois de mai (Fig. 5).



**Fig. 5** - Diagramme ombrothermique de Gausson de la Mitidja en 2013

#### 1.2.2.9.2. - Climagramme d'Emberger

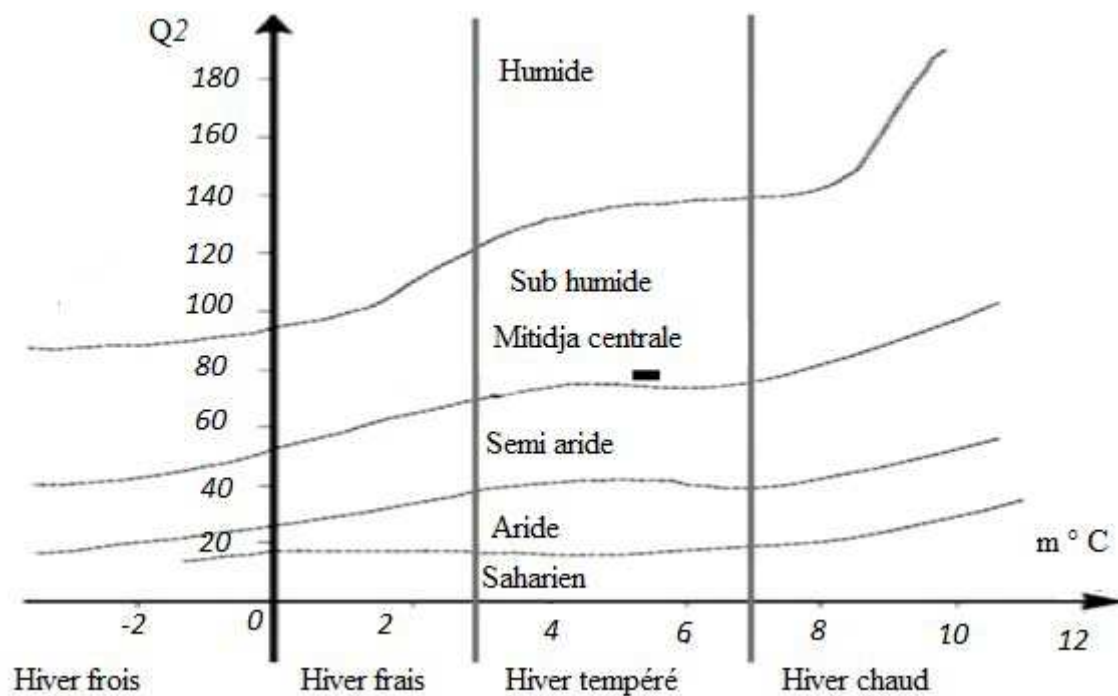
Pour placer la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger, nous avons fait appel au quotient pluviométrique d'Emberger qui se base sur le régime des précipitations et des températures. Le coefficient pluviométrique d'Emberger est calculé selon la formule adaptée par STEWART (1969) :



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

Q2: Quotient d'Emberger; P: Pluviométrie annuelle (mm); M: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud; m: Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La température moyenne minimale du mois le plus froid est placée en abscisse et la valeur du coefficient pluviométrique Q2 est mise en ordonnée. Elles donnent la localisation de la station choisie dans le climagramme. Pour calculer ce quotient, il faut prendre en considération les données de 10 ans (2001 à 2011), la pluviométrie (P = 634 mm), la moyenne des températures maxima (m °C = 32,6 °C) et celle des minima (m °C = 5,4°C). En reportant la valeur Q2 = 79,95 dans le climagramme d'Emberger, il en ressort que la partie médiane de la Mitidja se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (Fig. 6).



**Fig. 6 - Localisation de la partie centrale de la Mitidja dans le climagramme d'Emberger**

La Mitidja est située dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux. Le type de climat de la Mitidja est du type méditerranéen à tendance sub-tropicale à causes des brusques variations saisonnières (Fig. 5). Le climat de cette plaine sublittorale est caractérisé par une concentration des pluies durant la période froide de l'année. Par contre il y a coïncidence entre la période sèche avec les mois chauds (BEN ROUINA et TRIGUI, 2007).

### 1.3. - Facteurs biotiques de la plaine de la Mitidja

Les données bibliographiques concernent la végétation et la faune de la région d'étude.

#### 1.3.1. – Données bibliographiques sur la végétation de la Mitidja

Selon FAURIE *et al.* (1984), les plantes constituent souvent le meilleur reflet des conditions du milieu. Une étude détaillée de la végétation, aussi bien qualitative que quantitative, apporte de précieux renseignements sur les différents facteurs qui déterminent ce

milieu. Le couvert végétal mitidjien apparaît sous la forme d'une mosaïque de parcelles alternées, de vergers d'agrumes, de pommiers et de néfliers, de sols de maraîchères, de parcelles de plantes fourragères et de champs emblavés en orge ou en blé tendre (ABDELKRIM et KIARED, 1988; ABDELKRIM et DJAFOR, 2005). Les brise-vent formés de filaos (*Casuarina torulosa* Aiton, 1795), de cyprès (*Cupressus sempervirens horizontalis* Linné, 1753) et de caroubiers (*Ceratonia siliqua* Linné, 1753) constituent le plus souvent la strate arborescente à laquelle s'associent des bosquets d'Eucalyptus. Deux autres strates apparaissent, l'une herbacée formée notamment par des plantes adventices et les cultures annuelles et l'autre, par des haies vivantes constituées entre autres par le buisson ardent (*Crataegus pyracantha* Medik s.d. syn. *Pyracantha coccinea* M. Roem, 1847). Selon FAURIE *et al.* (1984), les plantes constituent souvent le meilleur reflet des conditions du milieu. Une étude détaillée de la végétation, aussi bien qualitative que quantitative, apporte de précieux renseignements sur les différents facteurs qui déterminent ce milieu.

### 1.3.2. – Données bibliographiques sur la faune de la Mitidja

La faune de la de la Mitidja se compose d'Invertébrés et de Vertébrés. Les Invertébrés renferment des nématodes (MOKABLI *et al.* 2001, 2006), des annélides Oligochaeta, BAHA, 1997 a, b), des Gastropoda Pulmonés avec *Milax nigricans*, *Helix aspersa* et *Rumina decollata* (BENZARA, 1982) et des arthropodes arachnides et insectes (DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1988; DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, et DOUMANDJI 1992). L'entomofaune est très riche (PIGUET, 1960). Ces auteurs ont accordé une importance surtout aux invertébrés nuisibles d'intérêt agricole en Mitidja. Les différentes études consacrées précisément à l'entomofaune démontrent que les insectes inventoriés en Mitidja appartiennent aux ordres tels que ceux des Blattodea, des Mantodea, des Cheleutoptera, des Orthoptera, des Dermaptera, des Thysanoptera, des Psocoptera, des Heteroptera, des Homoptera, des Coleoptera, des Hymenoptera et des Diptera Brachycères et. Nématocères NEBRI *et al.* (2014). A 5 classes appartiennent les Vertébrés présents dans la région d'étude. ARAB et DOUMANDJI (2003) ont traité des régimes trophiques de quelques Reptilia notamment de *Tarentola mauritanica* (Linné, 1758), de *Chalcides ocellatus* (Forskål, 1775) et de *Psammodromus algirus* (Linné, 1758). Les espèces aviennes sont les mieux représentées (OCHANDO-BLEDA, 1978; DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1992). Quant aux Mammalia, ils sont abordés par BAZIZ *et al.* (2006).

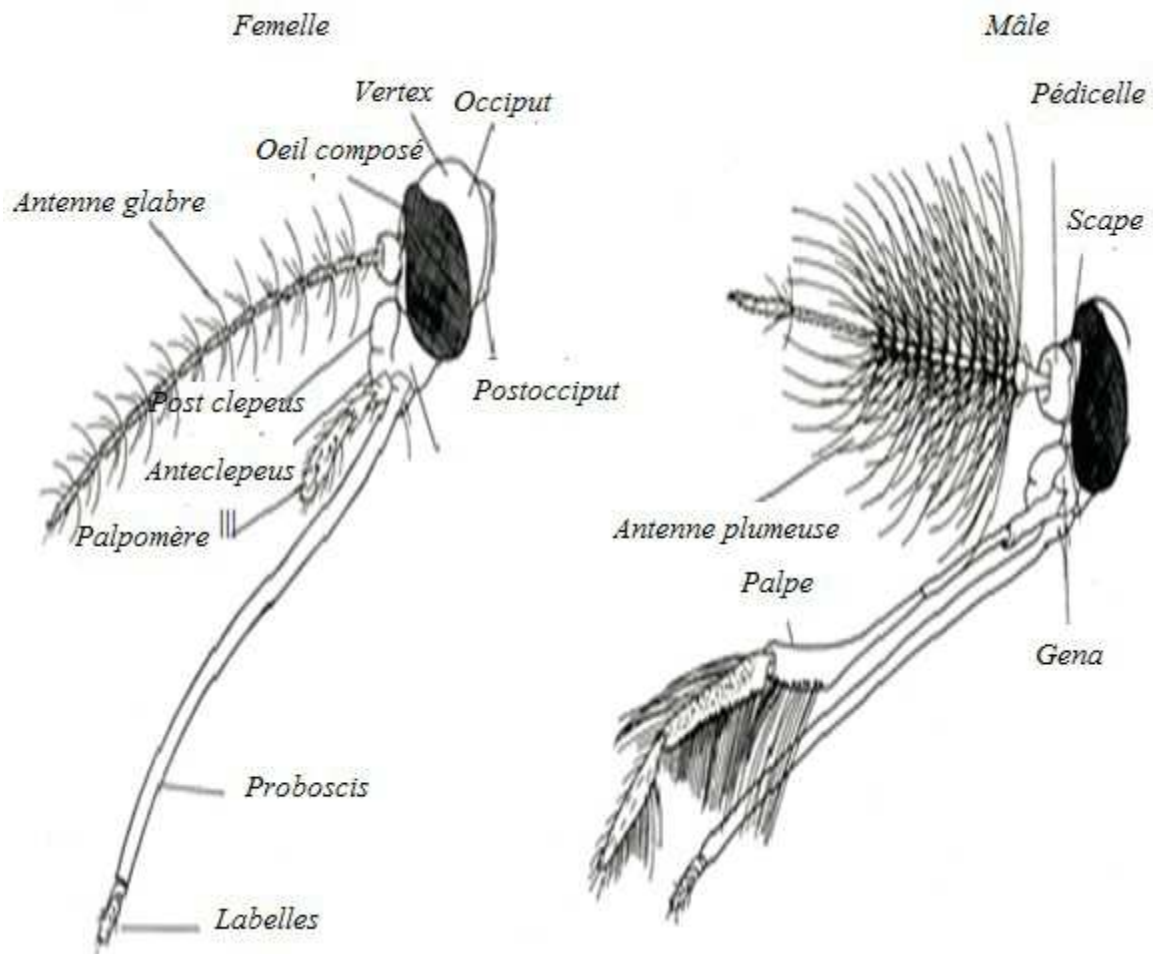
# Chapitre 11

## Chapitre II - Matériel et Méthodes

Dans ce chapitre, dans un premier temps les modèles biologiques sont exposés. Ils sont suivis par le choix de la stations d'étude. Puis les différentes méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire sont décrites. Et enfin les procédés d'exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances, des indices écologiques et les diagrammes rang/fréquences sont étendus.

### 2.1. – Présentation des modèles biologiques

Les modèles biologiques retenus appartiennent aux Insecta relevant du sous-ordre des Nematocera, dont les caractères principaux résident dans le nombre supérieur à 3 des articles antennaires lesquels peuvent être très longs comme pour les Culicidae, les Psychodidae (phlébotomes) et les Chironomidae ou courts comme chez les Bibionidae (Fig. 7). Les caractères des ailes peuvent intervenir particulièrement pour mettre en exergue les Cecidomyidae. Il est à rappeler que les cécidomyes possèdent des ailes à nervulation simple et réduite. Les Pychodidae dont les genres *Psychoda* et *Phlebotomus* ont des ailes dont les nervures portent des soies disposées tout le long de leur parcours.



**Fig. 7** - Morphologie schématique de la tête de Culicinae (vue de profil) (WOOD *et al.*, 1979)

Les nématocères ou diptères à antennes longues sont répartis dans le monde entier. Ils sont cosmopolites. Ils sont communément réunis en insectes inopportuns, malpropres et dangereux par leur contact et leur piqure. En effet, de nombreuses espèces jouent un rôle d'agents actifs dans la transmission de maladies, pouvant être légères, graves, ou voire même mortelles. Leurs connaissances et leurs identifications sont indispensables pour les médecins, écologistes, hygiénistes, zoologistes, et entomologistes. Il existe plus de 100.000 espèces dans le monde et 14.000 sont recensées en France (SEGUY, 1924 *in* BRAHMI, 2013). L'entomologie médicale et vétérinaire considère que les diptères notamment les hématophages sont des insectes toujours hygrophiles occasionnellement saproxylophages, phytophages ou coprophages (SEGUY, 1940).

## 2.2. - Choix de la station

Quatre types de locaux pour loger différents types de cheptels sont choisis, notamment une écurie et une bergerie de la station expérimentale de la faculté agro-vétérinaire de l'université de Blida. Les deux étables accueillent des bovins, et des camélins.

### 2.2.1. – Présentation de la station expérimentale de l'institut vétérinaire

La station expérimentale de l'ex-faculté agro-vétérinaire est située dans partie nord de l'université de Soumaâ, près du piémont de l'Atlas blidéen, au centre de la Mitidja (36° 28' N.; 2° 50 E). D'une superficie de 150 ha, elle est constituée d'un grand complexe animalier composé de 6 bâtiments conçus selon les normes standards pour l'élevage bovin ovin, équin, camelin, volailles et lapin.(Fig. 8) d'un terrain d'une superficie de près de 80 ha destinés aux expérimentations diverses notamment de la plasticulture, de maraichages et d'arboriculture.

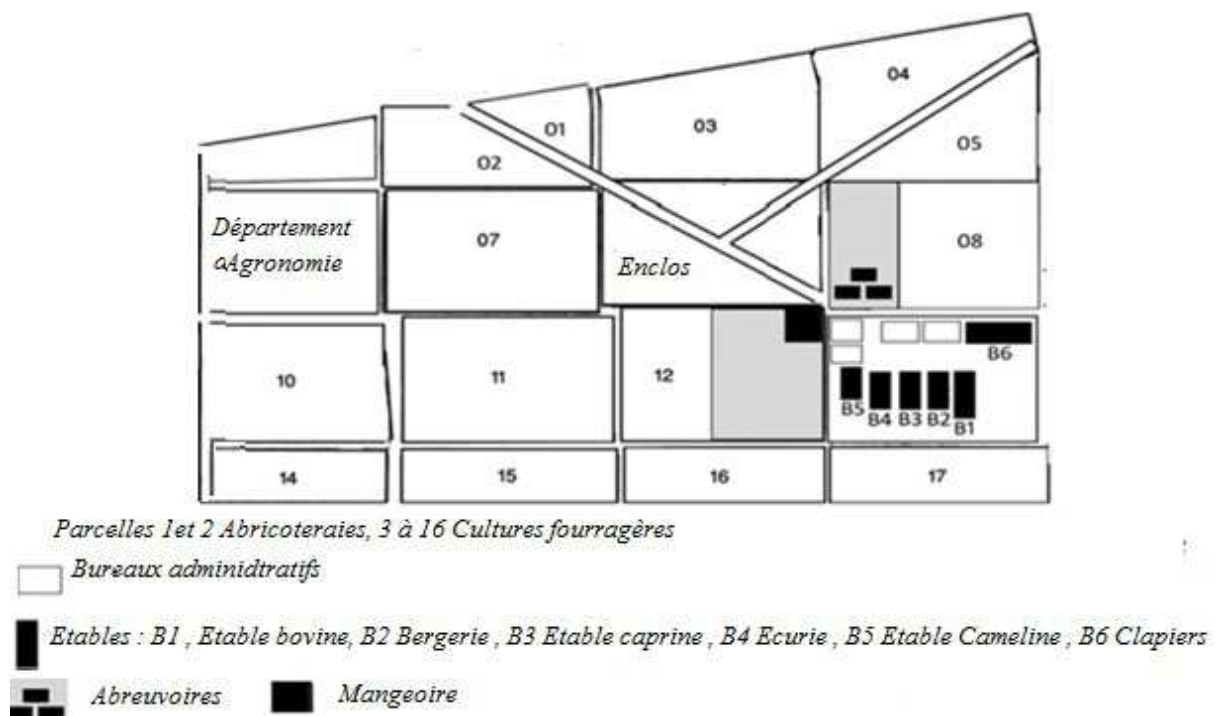


Fig. 8 - Plan parcellaire de la station d'étude (Original)

### 2.2.2. - Description des Bâtiments d'élevages

L'étable bovine du complexe animalier se situe au centre des bâtiments d'élevages. Elle a une forme en chapelle, constituée de deux compartiments accolés, dont le premier est de dimensions 20 x 18 m, divisé en 2 parties. La première est constituée de 5 stalles réservées à la maternité. La seconde composée du même nombre de stalles est destinée aux veaux. Le deuxième compartiment de dimensions 60 x 25 m avec une partie à ciel ouvert est constitué de 6 stalles avec auge et un abreuvoir. Les stalles sont longées par un couloir de service de 1,5 m de largeur. (Fig. 9).

L'écurie est un bâtiment carré de 20 x 20 m de dimensions, composé de deux salles dont la première est réservée à l'examen général des équins. Quant à la deuxième, elle est composée de 3 stalles pouvant contenir 3 équins chacune avec mangeoire et abreuvoir (Fig. 10).

La bergerie est de forme rectangulaire de 50 m de long sur 25 m de large avec 25 stalles de part et d'autre séparées par un couloir de service de 2 m de large.

Le local réservé pour les camelins, est un vaste enclos ou parc grillagé de 100 m sur 100 m, présentant aussi deux salles de 5 m sur 5 m, placées de part et d'autre, aux extrémités de l'enclos (Fig. 11).



a

**Fig. 9** - Etable de l'élevage bovin (Original)





b

**Fig. 9 - Etable de l'élevage bovin (Original)**



**Fig. 10 - Bâtiment de l'élevage équin (Original)**



**Fig. 11- Enclos de l'élevage camelin (Original)**



**Fig.12** - L'extérieur d'un bâtiment d'élevage et l'intérieur d'un des bâtiments d'élevage (Original)



**Fig. 13-** Vue générale de la station expérimentale (Original)



**Fig. 14** – Troupeau de moutons, du complexe animalier (Original)

### **2.3. - Méthodes utilisées sur le terrain**

Le type de la technique d'échantillonnage dépend selon RAMADE (2009) du milieu auquel la population étudiée est inféodée. Dans le but de pouvoir ramasser le maximum d'arthropodes du point de vue qualitatif et quantitatif dans les troupeaux étudiés, il est opté pour la méthode d'échantillonnage des assiettes jaunes.

### **2.4. - Assiettes jaunes**

D'abord la technique des pièges colorés est décrite. Sa description est accompagnée par les avantages et les inconvénients observés par l'opérateur lors de sa mise en œuvre.

#### **2.4.1. - Description de la méthode des assiettes jaunes**

Les pièges colorés sont employés pour capturer des insectes ailés. Leur attractivité est double grâce à la couleur jaune et au scintillement de l'eau sous l'effet de la lumière. C'est par ailleurs, l'élément vital pour les insectes (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). La couleur recherchée par la majorité des insectes est le jaune citron et la taille des captures faites avec les pièges jaunes est élevée (ROTH, 1972). Il suffit d'installer à même le sol ou à quelques

dizaines de centimètres de hauteur un certain nombre de récipients en métal ou en matière plastique de teinte jaune BENKHELIL (1992). Dans la présente étude 7 pièges jaunes sont installés par terre en ligne à intervalles de 5 m. Ils sont laissés en place durant 24 h, de midi jusqu'au lendemain à la même heure, entre le 13 et le 15, et le 28 et le 30, soit deux fois par mois. La période d'expérimentation va de novembre 2013 à mai 2014. Chaque récipient est remplie à moitié avec de l'eau. Comme mouillant une pincée de détergent est utilisée dans chaque piège. Puis 24 heures plus tard le contenu de chaque assiette est versé sur une passoire et les espèces capturées sont mises séparément dans une boîte de Pétri portant des indications de date, de lieu et de température. Les spécimens sont ramenés jusqu'au laboratoire pour effectuer les déterminations.

#### **2.4.2. - Avantages de la technique des assiettes jaunes**

L'avantage primordial de ce procédé, c'est qu'il est très peu onéreux et ne requiert aucune source d'énergie. Indubitablement les assiettes colorées se prêtent bien pour être choisies dans des lieux isolés où il apparaît difficile de mettre en œuvre d'autres types de procédés d'interception. Elles attirent de nombreux insectes, notamment des diptères Syrphidae (LERAUT, 2003). Les résultats obtenus se prêtent bien aux techniques d'exploitation écologiques et statistiques.

#### **2.4.3. - Inconvénients de la méthode des assiettes jaunes**

La principale incommodité que présente cette technique, c'est la sélectivité qu'elle exerce vis à vis des insectes. Elle n'attire pas d'une façon égale toutes les espèces présentes dans le milieu. En conséquence, compte-tenu de ce phénomène l'échantillon risque fort de ne pas être représentatif quantitativement de la faune locale (BENKHELIL, 1992). Ce modèle de piège capture davantage les insectes les plus actifs, ce qui multiplie les chances pour qu'ils se retrouvent à proximité des assiettes jaunes et d'être attirés davantage par la couleur et la surface de l'eau qui scintille.



**a**



**b**

**Fig. 15** -Assiettes jaunes dans l'élevage bovin (Original)

a Etable bovine    b Etable bovine



**c**



**d**

**Fig. 16** - Assiette jaune dans l'élevage bovin (Original)

*c* Box équin    *d* Parc à camelin



**Fig. 17** - Assiette jaune dans l'élevage bovin (étable) (Original)

## **2.5. – Techniques employées au laboratoire**

Pour discerner les espèces recueillies sur le terrain une loupe binoculaire à image non inversée et un microscope optique sont utilisés. L'identification ainsi que la classification des espèces récoltées se font sur la base des clés de détermination proposées par plusieurs auteurs particulièrement celles de MCALPINE *et al.*, (1981) et de ZAHRADNIK (1984). Le travail de la reconnaissance des espèces est fait en équipe aussi loin que possible. En Algérie de nombreux auteurs ont utilisés ces guides pour reconnaître des insectes les plus connus sont essentiellement ceux publiés par GHENAM et SI BACHIR (2011) dans la région de Batna et qui ont trait à l'étude de quatre ordres d'insectes.

## **2.6. – Exploitation des résultats**

Les résultats sur les Nématocères capturés dans les étables du complexe animalier de l'institut des sciences vétérinaires de Blida sont exploités par diverses techniques notamment par des indices écologiques

### **2.6.1. – Diversité des Nématocères**

Selon RAMADE (2009) l'indice de diversité de Shanon-Weaver ( $H'$ ) répond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté. Ici, les catégories d'événements seront donc montrées pour les espèces et leur probabilité d'occurrence ( $P_i$ ) par le rapport du nombre d'unités de chacune d'elles ( $n_i$ ) au nombre total d'individus présent dans la communauté  $N$ . La diversité correspond au caractère d'un écosystème qui représente les différentes solutions ou possibilités (VIERA DA SILVA, 1979). Selon DAGET (1979), elle donne des précisions sur la structure du peuplement d'où provient l'échantillon et sur la manière avec laquelle les effectifs sont répartis entre les diverses populations. A ce propos BARBAULT (1981) écrit que des peuplements à physionomies très différentes peuvent avoir une même diversité. Dans la pratique, comme il n'est pas possible le plus souvent de dénombrer la totalité des individus qui constituent une communauté, l'hypothèse suivante est posée :

$$P_i \cdot f_i = n_i / N$$

Les probabilités d'occurrence  $P_i$  seront remplacées par les fréquences des espèces  $f_i$  puisque



le calcul de la diversité s'effectue sur un échantillon de la communauté ou du peuplement étudié, de façon que l'expression de la diversité selon Shannon-Weaver s'écrit :

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

Dans la présente étude  $n_i$  symbolise le nombre d'individus de chacune des espèces réelles prises en considération l'une après l'autre et  $N$  le nombre total des effectifs de toutes les espèces confondues.

### 2.6.2. – Répartition des Nématocères

Les individus qui constituent une population peuvent arborer divers types de répartitions spatiales traduisant leurs réactions vis-à-vis de diverses influences telles que la recherche de la nourriture ou de conditions physiques favorables, ou les effets de compétition (DAJOZ, 1971)

la variance  $\alpha^2$  est donné par la formule suivante

$$\alpha^2 = \frac{\sum (x_i - m)^2}{(n-1)}$$

$n$  est le nombre de prélèvements  $m$  est le nombre moyen des individus notés par prélèvement  
La répartition est du type uniforme lorsque la variance  $\alpha^2$  est égale à zéro. Elle est régulière quand la variance  $\alpha^2$  est plus petite que la moyenne  $m$ . La répartition est du type aléatoire quand la variance  $\alpha^2$  et la moyenne sont égales. Elle est du type contagieux dans le cas où la variance est supérieure à la moyenne  $m$ . Dans le présent travail le type de répartition est utilisé pour caractériser la dispersion des moustiques dans les logements du chpetel. Comme moyen alternatif l'indice de dispersion  $i.d.$  est utilisé. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$i.d. = \frac{\alpha^2}{m}$$

Si  $\frac{\alpha^2}{m}$  égale 0, la répartition est uniforme

Si  $\frac{\alpha^2}{m}$  se situe entre 0 et 1, la répartition est du type régulier.

Si  $\frac{\alpha^2}{m}$  est presque égal à 1, la répartition est du type aléatoire.

Si  $\frac{\alpha^2}{m}$  est supérieur à 1, la répartition est du type contagieux.

### **2.6.3. – Equirépartition des espèces**

L'indice d'équirépartition est le rapport de l'indice de diversité observé  $H'$  à l'indice de la diversité maximale  $H'_{\max}$ . (WEESIE et BELEMSOBGO, 1997). La formule suivante est employée lors de son calcul :

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

Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Elle tend vers zéro quand presque la totalité des effectifs appartiennent à une seule espèce. Au contraire elle tend vers 1, lorsque toutes les espèces sont représentées par le même nombre d'individus (RAMADE, 1984). L'équitabilité selon RAMADE (2009) est le rapport entre la diversité effective de la communauté et sa diversité maximale théorique compte tenu de sa richesse spécifique. Dans le présent travail  $H'$  est l'indice de diversité des espèces capturées dans l'un ou l'autre type de piège, lumineux, coloré ou fauchage.

### **2.6.4. – Exploitation des résultats par une analyse factorielle des correspondances**

Le but principal de la présente étude est, d'abord d'inventorier les Nématocères côtoyant chacun des types de cheptels pris en considération, ensuite de connaître leur diversité et leur répartition. Pour mieux illustrer ces aspects, il est opté pour l'analyse factorielle des correspondances ou A.F.C.; cette méthode mathématique d'analyse multi-variable, a pour fin la représentation dans un espace à 2 ou 3 dimensions d'un ensemble de points. Elle permet d'extraire à partir de la matrice de données, des fonctions numériques successives, non corrélées d'importances décroissantes. Ces fonctions successives traduisent les liaisons statistiques qui apparaissent dans un espace multidimensionnel. Les relations multi-variées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (ACP) (TER BRAAK et PRENTICE, 1988). Dans cette analyse, les nématocères sont groupés selon leur groupe d'hôtes. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des nématocères est réalisée dans le but de détecter les affinités d'installation. La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode de "Ward", basée sur les mesures de similarité entre variables, a été prise en compte. Cette analyse est le mode de représentation graphique de tableaux de contingence. Elle cherche à regrouper en une ou en plusieurs figures, la plus grande partie possible de

l'information contenue dans un tableau (DELAGARDE, 1983). Sur différents types de données, la dépendance ou la correspondance entre deux ensembles de caractères est décrite (DERVIN, 1992). Cet examen statistique est réalisé à l'aide du logiciel Past ver. 3.0 (HAMMER *et al* 2001).

#### **2.6.4. – Exploitation des résultats par une analyse factorielle des correspondances**

L'analyse factorielle des correspondances ou A.F.C. est une méthode mathématique d'analyse multi-variable. Elle a pour objet la représentation dans un espace à 2 ou 3 dimensions d'un ensemble de points. L'A.F.C. permet d'extraire à partir de la matrice de données, des fonctions numériques successives, non corrélées d'importances décroissantes. Ces fonctions successives traduisent les liaisons statistiques qui apparaissent dans un espace multidimensionnel entre les résultats et entre les mois. Pour les espèces prises dans les pièges, l'A.F.C. est utilisée séparément pour les deux stations d'étude. Cette analyse est le mode de représentation graphique de tableaux de contingence. Elle cherche à regrouper en une ou en plusieurs figures, la plus grande partie possible de l'information contenue dans un tableau (DELAGARDE, 1983). Sur différents types de données, la dépendance ou la correspondance entre deux ensembles de caractères est décrite (DERVIN, 1992). C'est à GUINOCHET et LACOSTE cités par RAMADE (2009) que revient le mérite d'avoir systématisé l'application de l'A.F.C. à la phytosociologie.

#### **2.7.- Diagramme rang/fréquence des espèces de Nématocères recensées dans les 4 types de logements pour les cheptels**

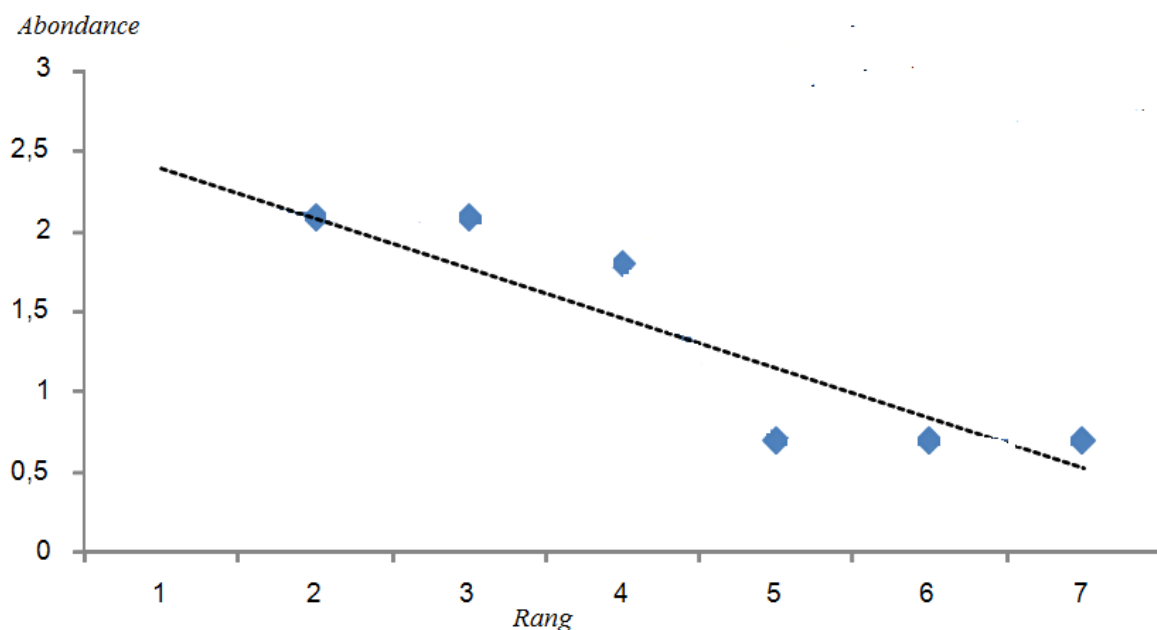
Dans le but d'évaluer l'ordre des Nématocères répertoriés dans les diverses étables un diagrammes rang/fréquences est conçu afin d'estimer la chronologie de la biocénose induite par la présence des différentes espèces de moustiques sur les animaux, modèles biologiques choisis. Le modèle de Motomura (Fig.18) est devenu classiques en écologie (DADET. 1976). LAIR *et al.* (1985) cités par CAGNIANT (1989) et LASSERRE (2004) notent qu'un peuplement est caractérisé par un espace géographique, le nombre de populations qui le composent et l'abondance de chacune d'elles. L'environnement et les interactions entre les différentes populations conduisent à une hiérarchie d'abondance des populations les unes par rapport aux autres qui permettent de définir une organisation. Le présent test a pour visée

d'identifier les outils disponibles qui permettent de définir une organisation du peuplement et d'interpréter les mécanismes probables qui ont conduit à une situation observée afin de :

- faire un diagnostic des perturbations des espèces de moustiques dans les locaux d'hébergement des cheptels,
- identifier l'origine des perturbations mises en évidence.

L'objectif de cet essai est aussi de rechercher à partir de relevés effectués dans les étables de bovins, les écuries de camelins et des équidés et les bergeries des ovins, les enseignements sur les moustiques relevés dans ces lieux. Les espèces récoltées durant la période d'étude sont classées par les fréquences absolues et relatives décroissantes. L'axe des abscisses est représenté par le rang des espèces ou le nombre des espèces, et celui des ordonnées par le nombre des spécimens.

La courbe logarithmique d'abondance des espèces exprimées en effectifs et classées par rangs décroissants révèle que les espèces listées dans le site obéit à la loi de log normale de Motomura (progression géométrique) (Fig.18) qui stipule que chaque taxon utilise des ressources auxquelles elle a accès selon sa position hiérarchique. La valeur du coefficient de corrélation calculée ( $r = 0,96547$ ) tend vers 1, c'est-à-dire la distribution des espèces au sein des différents logements des cheptels obéit à la loi de log normale ou géométrique de Motomura. Ainsi les partages des ressources du milieu, ainsi que l'occupation du milieu se fait selon une hiérarchie bien établie (du plus grand au plus petit).



**Fig .18** – Modèle de l'ajustement structurel de Motomura

# Chapitre III

### Chapitre III – Résultats sur les nématocères dans les bergeries, les étables et les écuries

Les résultats sur les nématocères piégés dans écuries pour les équins et les camelins, dans les bergeries pour les ovins et dans les étables pour les bovins du complexe animalier sont exploités par diverses techniques

#### 3.1. – Exploitation des espèces de Nematocera piégées dans les assiettes jaunes

Les espèces de Nematocera répertoriées dans les locaux abritant les équins, les camelins, les ovins et les bovins sont mentionnées dans le tableau 1.

**Tableau 1** - Espèces piégées dans la bergerie, l'étable et l'écurie du complexe animalier  
+Présence - Absence

Espèces	Ovins	Bovins	Equins	Camelins
<i>Psychoda alternata</i> Say, 1824	+	+	+	-
<i>Psychoda phalaenoïdes</i> Linné, 1758	-	+	-	-
<i>Culicoides pulicaris</i> Linné, 1758	+	-	-	-
<i>Culicoides</i> sp.	+	-	-	-
<i>Scatopse notata</i> Linné, 1758	-	+	-	-
<i>Ectaeitia</i> sp.	-	-	-	+
<i>Chironomus</i> sp.	-	+	-	-
<i>Orthocladius</i> sp.	-	+	+	+
<i>Sciara bicolor</i> Meigen, 1818	-	+	+	+
<i>Trichocera regelationis</i> Linné, 1758	-	-	+	+
<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	-	-	-	+
<i>Contarinia</i> sp.	-	-	+	-
<i>Ttpula</i> sp.	-	+	-	+
Totaux 13	3	6	5	5

Les espèces dénombrées lors de l'expérimentation dans les étables sont mentionnées dans le tableau 1. Ces résultats indiquent qu'aucune espèce n'est présente sur les quatre types de

troupeaux; il ressort également que seules *Sciara bicolor*, *Orthocladus* sp. et *Psychoda alternata* sont présentes sur trois élevages, ceux des bovins, des équins et des camelins.

### 3.2. – Détails des captures des Nematocera

Les informations sur les dates, les heures et les températures qui caractérisent les conditions dans lesquelles les nématocères sont piégés dans les différents locaux occupés par les ovins, les caprins, les bovins, les équidés et les camelins sont rassemblées dans le tableau 2.

**Tableau 2** - Espèces capturées dans le complexe animalier de la station expérimenta

Dates	Heures	T°	Elevages	Espèces	Abréviation	Nombre
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Ovins	-	-	0
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Caprins	-	-	0
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Bovins	<i>Scatopse notate</i>	Sca	1
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Bovins	<i>Chironmus</i> sp.	Chi	1
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Bovins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	1
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Bovins	<i>Psychoda phalaenoïdes</i>	Psy	1
17 XI 2013	12h 30'	11°C	Camelins	<i>Culex pipiens</i>	Cul	1
2 XII 2013	10h 27'	10° C	Camelins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	1
2 XII 2013	10h 27'	10° C	Camelins	<i>Orthocladus</i> sp.	Ort	3
2 XII 2013	10h 27'	10° C	Bovins	<i>Orthocladus</i> sp.	Ort	1
2 XII 2013	10h 27'	10° C	Camelins	<i>Orthocladus</i> sp.	Ort	2
2. XII.2013	10h 27'	10° C	Ovins	<i>Psychoda alternata</i>	Psy	1
2. XII.2013	10h 27'	10° C	Equidés	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	1
16.XII.2013	10h 30'	10° C	Equidés	<i>Psychoda alternate</i>	Psa	1
16. XII .2013	10h30'	10° C	Bovins	<i>Psychoda phalaenoïdes</i>	Psy	1
16. XII .2013	10h30'	10° C	Camelins	<i>Psychoda phalaenoïdes Sciara bicolor</i>	Psy Sci	1
30. XII .2013	10h30'	11°C	Ovins	<i>Culicoïdes</i> sp.	Cus	2

30.XII.2013	10h30'	11°C	Equidés	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	1
30. XII .2013	10h30'	11°C	Bovins			1
30. XII .2013	10h30'	11°C	Camelins	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	1
30. XII .2013	10h30'	11°C	Equidés	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	2
30. XII .2013	10h30'	11°C	Equidés	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	2
30. XII .2013	10h30'	11°C	Bovins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	1
30. XII .2013	10h30'	11°C	Camelins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	2
30. XII .2013	10h30'	11°C	Equidés	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	1
30. XII .2013	10h30'	11°C	Equidés	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	1
13.I.2014			Camelins	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	1
13.I.2014			Equidés	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	2
13.I.2014			Equidés	<i>Orthocladius</i> sp	Ort	2
27.I.2014			Bovins	<i>Psychoda phalaenoïdes</i>	Psy	1
27.I.2014			Bovins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	1
27.I.2014			Camelins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	2
10.II.2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	4
10. II .2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	3
10. II .2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Psychoda alternata</i>	Psa	5
10. II .2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Contarinia</i> sp.	Con	1
10. II .2014	11h.00'	10°C	Bovins	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	3
10. II .2014	11h.00'	10°C	Bovins	<i>Psychoda alternata</i>	Psa	2
10. II .2014	11h.00'	10°C	Bovins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	2
10. II .2014	11h.00'	10°C	Bovins	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	3
10. II .2014	11h.00'	10°C	Bovins	<i>Psychoda alternata</i>	Psa	2
10. II .2014	11h.00'	10°C	Bovins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	2
10. II .2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Psychoda alternata</i>	Psa	9
10. II .2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	1
10. II .2014	11h.00'	10°C	Equidés	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	1
24. II .2014	12h.00'	19°C	Camelins	<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	2
24. II .2014	12h.00'	19°C	Camelins	<i>Ectactia</i> sp.	Ect	1
24. II .2014	12h.00'	19°C	Bovins	<i>Psychoda alternata</i>	Psy	2
24. II .2014	12h.00'	19°C	Bovins	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	1
14 III. 2014	11h.00'	22°C	Ovins	-	-	0
14 III . 2014	11h.00'	22°C	Equidés	-	-	0
14 III . 2014	11h.00'	22°C	Bovins	<i>Tipula</i> sp.	Tip	1
14 III . 2014	11h.00'	22°C	Camelins	<i>Tipula</i> sp.	Tip	2
22.IV.2014	11h.00'	22°C	Bovins	<i>Psychoda alternata</i>	Psa	2



22. IV .2014	11h.00'	22°C	Bovins	<i>Psychoda phalaenoïdes</i>	Psy	2
22. IV .2014	11h.00'	22°C	Bovins	<i>Orthocladius</i> sp.	Ort	1
22. IV .2014	11h.00'	22°C	Camelins	<i>Tupila</i> sp.	Tip	1
22. IV .2014	11h.00'	22°C	Camelins	<i>Culicoïdes picularis</i>	Cuc	1
22. IV .2014	11h.00'	22°C	Camelins	<i>Ectaetia</i> sp.	Ect	1
22. IV .2014	11h.00'	22°C	Equidés	<i>Sciara bicolor</i>	Sci	2

Les espèces de nématocères recueillies pendant six mois, durant la période allant de novembre 2013 au mois de mai 2014 dans les étables des bovins, la bergerie, les écuries des équins et celles des camelins du complexe animalier de l'institut des sciences vétérinaires sont au nombre de 13. Il s'agit de : *Scatopse notata*, *Chironomus* sp., *Sciara bicolor*, *Psychoda phalaenoïdes*, *Culex pipiens*, *Orthocladius* sp., *Psychoda alternata*, *Trichocera regelationis*, *Culicoïdes* sp., *Contarinia* sp., *Ectaetia* sp., *Tipula* sp. et *Culicoides picularis*.

### **3.3. – Traitement par des indices écologiques des espèces piégées dans les écuries, l'étable et la bergerie du complexe animalier**

Les espèces de nématocères capturées grâce aux assiettes jaunes dans la bergerie, les écuries et l'étable du complexe animalier de la ferme expérimentale sont exploitées par une analyse factorielle des correspondances, par des tests statistiques, par l'indice de Shannon et enfin elles sont comparées à l'ajustement du modèle naturel de Motomura.

### **3.4. - Liste des espèces capturées dans les pièges colorés**

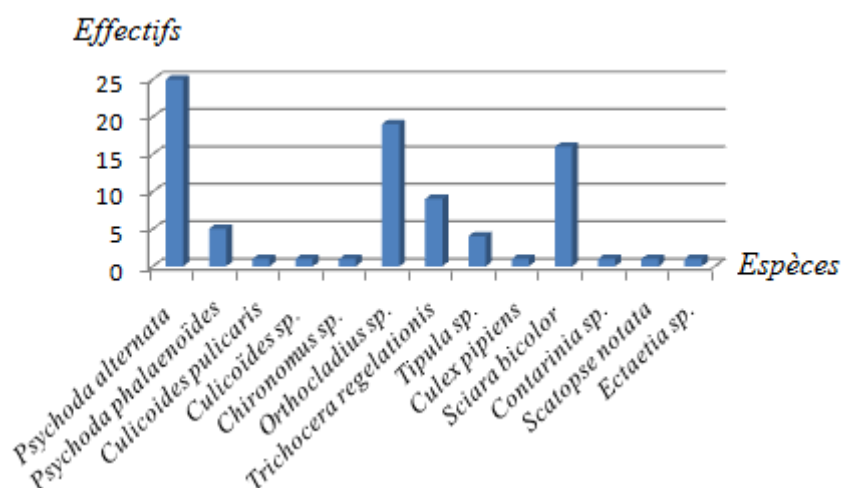
La liste et les effectifs ainsi que les familles des espèces capturées dans les assiettes jaunes, sont mentionnées dans le tableau 3.

Dans la bergerie, les écuries et l'étable prises en considération la liste des nématocères capturés dans les pièges colorés regroupe 13 espèces appartenant à 9 familles (Tab.3) dont les plus représentées sont celles des Ceratopogonidae, des Psychodidae, des Chironomidae et des Scatopsidae avec 2 espèces chacune suivies par celles des Sciariidae, des Trichoceridae, des Culicidae, des Tipulidae et des Cecidomyidae (Tab.3). En effectifs la famille des Psychodidae occupe la première place avec 30 individus dont 25 *Psychoda alternata* et 5 *Psychoda phalaenoïdes*. La famille des Chironomidae vient en deuxième position avec 19 individus (*Orthocladius* sp., *Chironomus* sp.). Les Sciariidae occupent la

troisième place avec 16 individus comme *Sciara bicolor*. La famille des Tipulidae est représentée par 4 individus de *Tipula* sp. Les autres familles sont mentionnées par une seule espèce avec un individu pour chacune d'elles. La figure 18 illustre les effectifs échantillonnés dans l'étable bovine, la bergerie, et les écuries cameline et équine.

**Tableau 3** - Liste et effectifs et les familles des espèces capturées dans les assiettes jaunes

Familles	Espèces	Effectifs	Espèces	Effectifs
Psychodidae	<i>Psychoda alternata</i>	25	<i>Psychoda phalaenoïdes</i>	5
Ceratopogonidae	<i>Culicoïdes</i> sp.	1	<i>Culicoides pulicaris</i>	1
Sciaridae	<i>Sciara bicolor</i>	16		
Scatopsidae	<i>Scatopse notata</i>	1	<i>Ectaeitia</i> sp.	1
Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	1	<i>Orthocladius</i> sp.	19
Trichoceridae	<i>Trichocera regelationis</i>	9		
Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	4		
Culicidae	<i>Culex pipiens</i>	1		
Cecidomyiidae	<i>Contarinia</i> sp.	1		



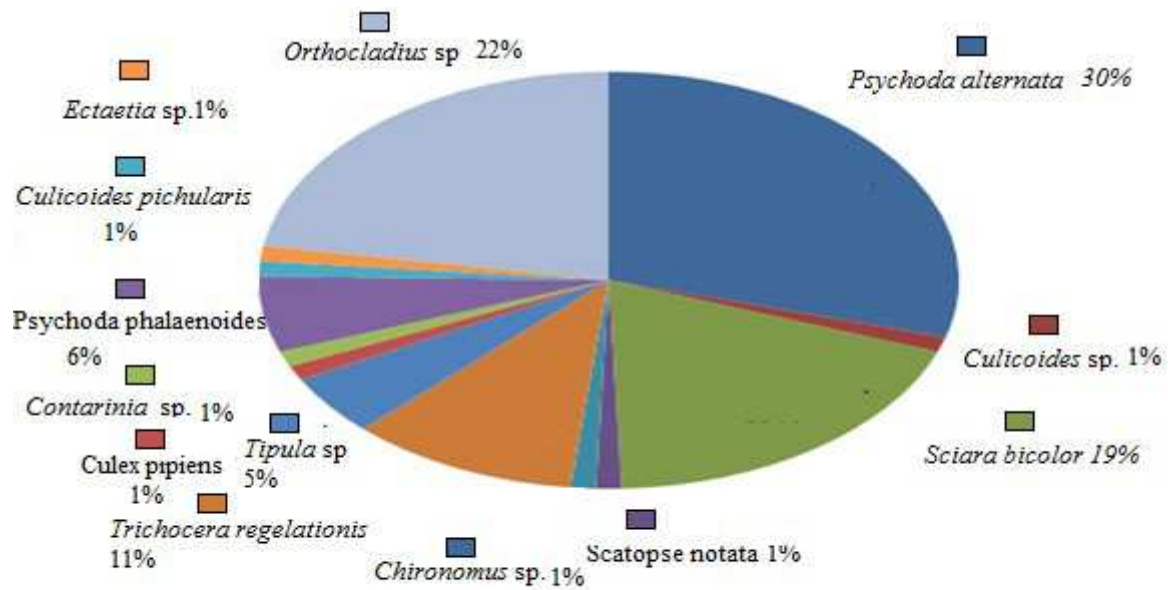
**Fig. 19** - Histogramme montrant les effectifs des nématocères récoltés dans la bergerie, l'étable bovine, les écuries camelines et équines

L'histogramme présenté dans la figure 19 indique que *Psychoda alternata* est le nématocère le plus représenté dans les élevages observés avec 25 individus capturés suivi de *Orthocladus* sp. avec 19, par *Sciara bicolor* avec 16 individus, par *Trichocera regelationis* avec 9 individus. *Psychoda phalaenoïdes* (N = 5) et *Tipula* sp. (N = 4) sont plus modestement notées. Les autres comme *Scatopse notata*, *Ectaetia* sp., *Culex pipiens*, *Culicoides picularis*, *Chironomus* sp., *Culicoides* sp. et *Contarinia* sp. sont très peu capturées avec 1 seul individu chacune (Fig. 20). Les espèces dénombrées lors de l'expérimentation par type d'animal sont mentionnées dans le tableau 4.

**Tableau 4** - Espèces prises dans les assiettes jaunes placées dans l'étables, les écuries et la bergerie

Espèces	Bovins	Camelins	Equidés	Ovins
<i>Scatopse notata</i>	1	0	0	0
<i>Chironomus</i> sp.	1	0	0	0
<i>Sciara bicolor</i>	7	4	5	0
<i>Psychoda phalaenoïdes</i>	5	0	0	0
<i>Orthocladus</i> sp.	7	5	7	0
<i>Psychoda alternata</i>	8	0	16	1
<i>Tipula</i> sp.	1	3	0	0
<i>Culex pipiens</i>	0	1	0	0
<i>Trichocera regelationis</i>	0	3	6	0
<i>Ectaetia</i> sp.	0	1	0	0
<i>Culicoïdes picularis</i>	0	1	0	0
<i>Contarinia</i> sp.	0	0	1	0
<i>Culicoïdes</i> sp.	0	0	0	1

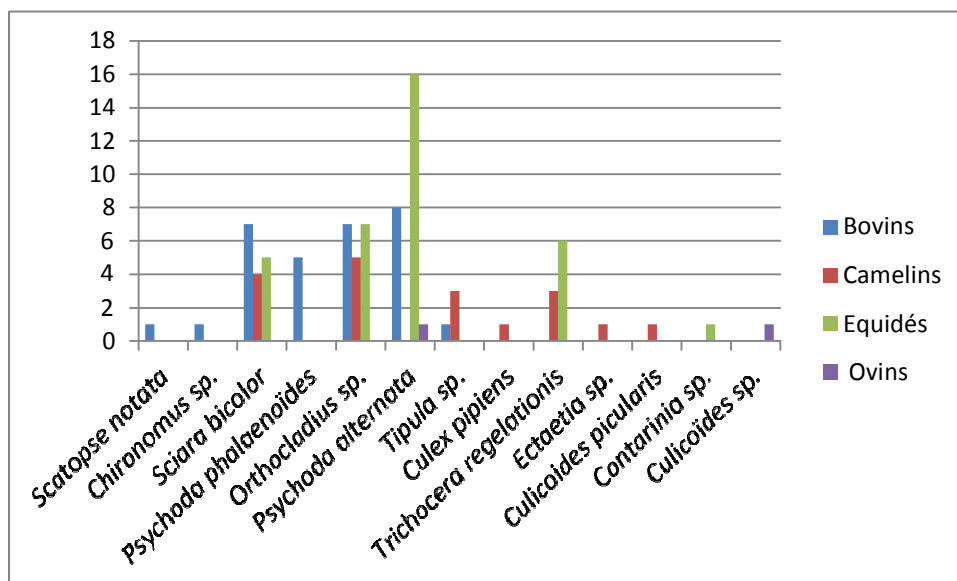
Les espèces dénombrées lors de l'expérimentation par type de local d'élevage rappelés dans le tableau 8. Indiquent qu'aucune espèce n'est présente sur les quatre types de cheptels; il ressort également que seules *Sciara bicolor*, *Orthocladus* sp. et *Psychoda alternata* sont présentes sur trois élevages à la fois. *Sciara bicolor* et *Orthocladus* sp. se retrouvent sur les bovins, les équins et les camelins. Mais *Psychoda alternata* fréquente les bovins, les équins et les ovins. *Psychoda alternata* en nombre vient en première position avec 16 individus sur les équidés et 8 sur les bovidés (Tab. 4). Il est à remarquer que les ovins sont les moins visités par les nématocères aussi bien en espèces qu'en individus.



**Fig. 20** - Graphique montrant l'abondance relative des espèces de nématocères capturées

*Psychoda alternata* est la plus abondante (A.R. %) dans les élevages inspectés (A.R. % = 30 %) de l'effectif des nématocères capturés, suivie par *Orthocladus sp.* (A.R. % = 22 %), par *Sciara bicolor* (A.R. % = 19 %), par *Trichocera regelationis* (A.R. % = 11 %), par *Psychoda phalaenoides* (A.R. % = 6 %) et par *Tipula sp.* (A.R. % = 5 %) (Fig. 19). Par contre *Scatopse notata* (A.R. % = 1 %), *Ectactia sp.* (A.R. % = 1 %), *Culex pipiens* (A.R. % = 1 %), *Culicoides pichularis* (A.R. % = 1 %), *Chironomus sp.* (A.R. % = 1 %), *Culicoides sp.* (A.R. % = 1 %) et *Contarinia sp.* (A.R. % = 1 %) sont très faiblement capturées (Fig.20).

La figure 21 montre les effectifs des différentes espèces de nématocères



**Fig. 21** -Histogramme montrant les effectifs des nématocères récoltées selon le cheptel

L'inventaire des nématocère fait dans les locaux d'élevage donne 13 espèces. Certaines parmi elles, ne cohabitent pas avec d'autres et sont spécifiques à certains types de cheptels. Il s'agit notamment de *Scatopse notata* et de *Chironomus sp.* qui sont prélevées, d'ailleurs en faible nombre, seulement sur les bovins. Mais si *Psychoda phalaenoïdes* n'est retrouvée que sur les bovidés, elle l'est relativement en grand effectif. Par contre *Culex pipiens*, *Ectactia sp.* et *Culicoides pichularis* ne sont observées que sur les camelins. Il en est de même pour *Contarinia sp.* et *Culicoides sp.* qui sont recueillies respectivement sur les équidés et les ovins (Fig. 21.). Il est déjà signalé que *Sciara bicolor* et *Orthocladus sp.* sont dénombrées dans les locaux hébergeant les cheptels bovins, équins et camelins, en nombres équivalents. *Psychoda alternata*, échantillonnée sur les bovins, les équidés et les ovins, est signalée surtout sur les équidés. *Trichocera regelationis* est circonscrite dans les écuries camelines et équines d'une manière sub-égales.

### 3.5. - Affinités des Nématocères aux quatre cheptels

Les relations multi-variées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances, en composantes principales (ACP) (TER BRAAK et PRENTICE, 1988).

Dans cet exposé, les nématocères sont groupés selon leurs hôtes. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des nématocères est réalisée dans le but de détecter les affinités d'installation. La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50% de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode de 'Ward', basée sur les mesures de similarité entre variables est prise en compte. Le test est déroulé par le logiciel (Past ver. 1.37) (HAMMER *et al.*, 2001).

L'analyse factorielle des correspondances prise en considération a pour finalité de faire ressortir la répartition des différentes espèces prises dans les pièges colorés placés dans les quatre élevages, bovin, ovin, équin et camelin. La somme des contributions à l'inertie totale des espèces de moustiques capturées pour l'élaboration des axes 1 et 2, étant égale à 54,8 %, le plan formé par ces deux axes suffit pour exploiter les présents résultats.

### 3.5. - Affinités des espèces de nématocères aux quatre étables

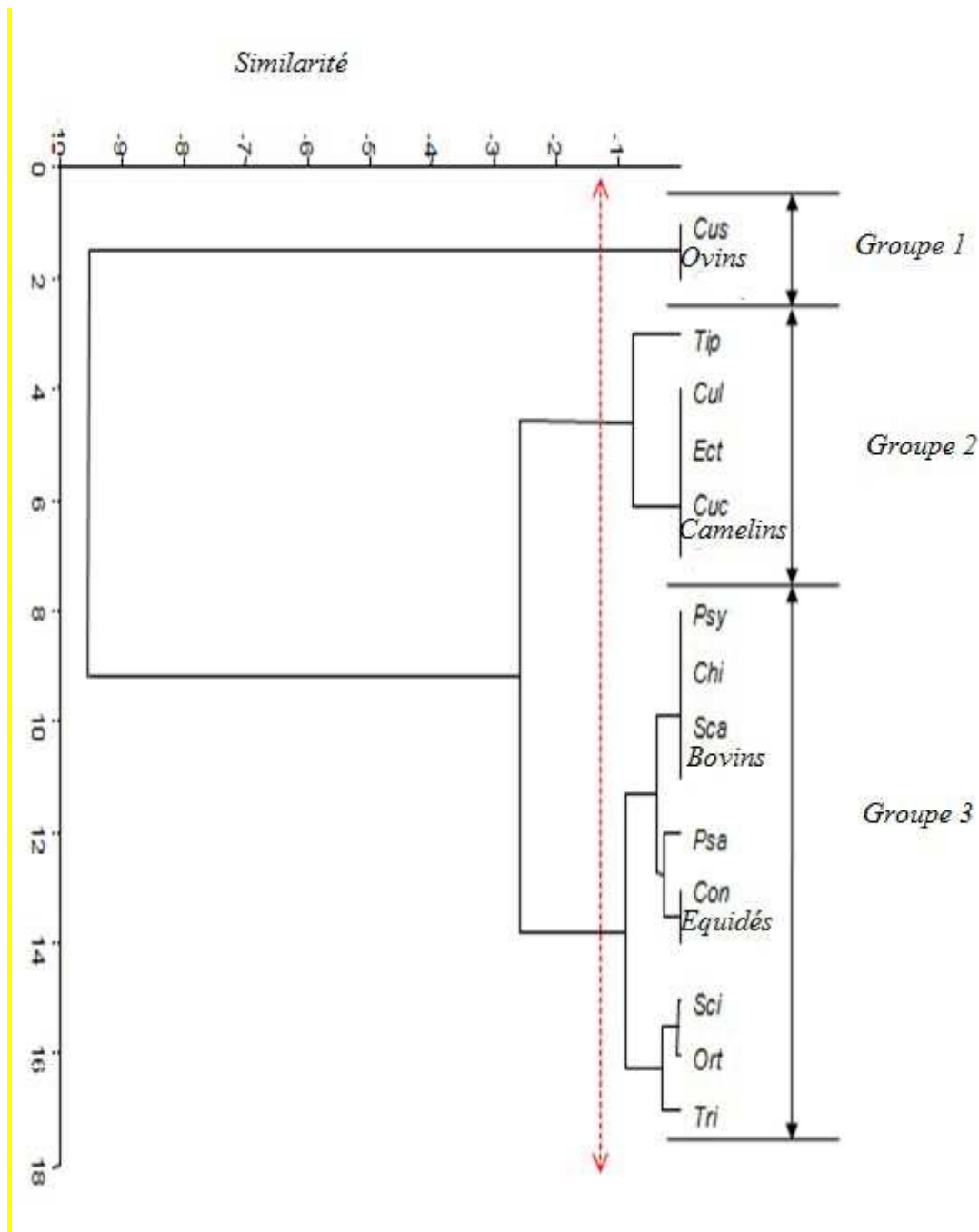
L'analyse factorielle des correspondances adoptée a pour but de faire ressortir la répartition des différentes espèces prises dans les pièges. Les relations multi-variées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales.

Pour l'utilisation du logiciel les espèces listées sont codifiées et portées dans le tableau 5.

**Tableau 5 - Codifications des espèces**

<i>Scatopse notate</i>	<b>Sca</b>
<i>Chironomus</i> sp.	<b>Chi</b>
<i>Sciara bicolor</i>	<b>Sci</b>
<i>Psychoda phalaenoides</i>	<b>Psy</b>
<i>Orthocladus</i> sp.	<b>Ort</b>
<i>Psychoda alternata</i>	<b>Psa</b>
<i>Tipula</i> sp.	<b>Tip</b>
<i>Culex pipiens</i>	<b>Cul</b>
<i>Trichocera regelationis</i>	<b>Tri</b>
<i>Ectactia</i> sp.	<b>Ect</b>
<i>Culicoides pichularis</i>	<b>Cuc</b>
<i>Contarinia</i> sp.	<b>Con</b>
<i>Culicoides</i> sp.	<b>Cus</b>

Le tableau 5 renferme toutes les espèces recensées dans l'étable bovine et les écuries et indique les codes affectés aux espèces de nématocères capturées dans les pièges pour leur traitement avec le logiciel Hammer ver.3.0. L'établissement du graphique de l'analyse factorielle des correspondances ou nuage électronique obéit à un dendrogramme donné par le logiciel Hammer ver. 3.0. La figure 22 représente le dendrogramme résultant du traitement des données par le logiciel.



**Fig. 22** –Dendrogramme et droite de troncature

Sur le dendrogramme la droite de troncature est placée d'une façon à enregistrer une seule valeur de similarité le choix de la valeur de celle-ci doit se faire de manière à avoir des groupes de variables dont il est possible d'expliquer logiquement l'affinité. Cette droite ainsi tracée montre trois groupes celui des ovins, celui des camelins et un autre groupe réparti en deux sous ensembles composés de bovins et des équidés (Fig. 22). La figure 23 est le graphique découlant de la conversion du dendrogramme en nuage électronique indiquant dans de petits cercles les espèces ayant des affinités non seulement entre elles mais également avec leurs hôtes respectifs

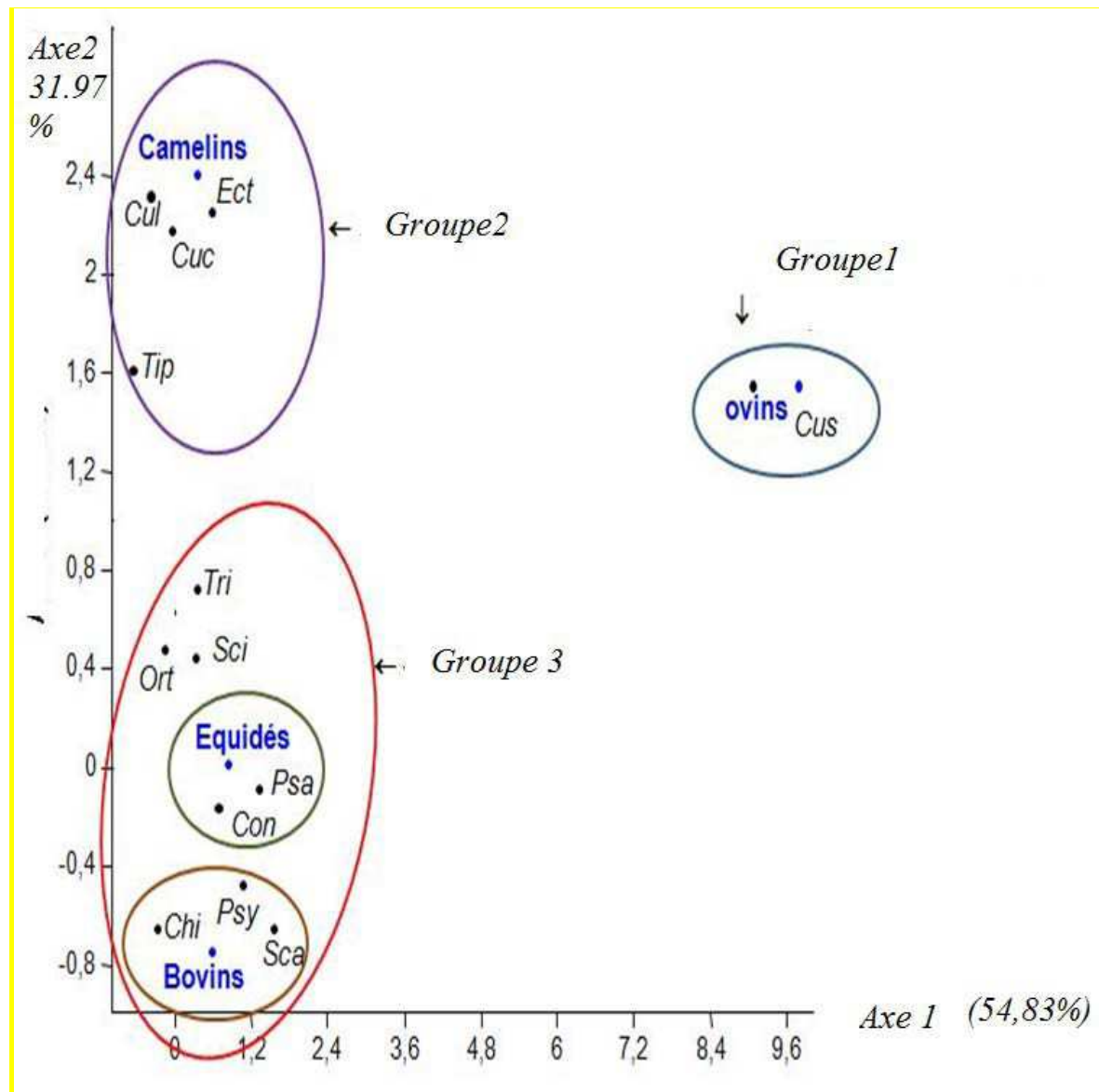


Fig. 23 - Analyse factorielle des correspondances



L'analyse factorielle des correspondances par rapport à la structure d'infestation des différents hôtes par diverses espèces de nématocères échantillonnées sur les quatre troupeaux est adéquate dans la mesure où la somme des deux axes dépasse 40 %. Sur la base d'une similarité de (-1, 2) la classification hiérarchique ascendante (C.H.A.), permet d'obtenir 3 groupes de nématocères affiliées aux quatre hôtes. Le groupe 1, celui des ovins ne contient que *Culicoides* sp. (Cus). Le groupe, 2 c'est-à-dire celui des camelins assemble *Culex pipiens* (Cul), *Ectactia* sp (Ect), *Culicoides pichularis* (Cuc) et *Tipula* sp. (Tip). Le troisième groupe contient les équins et les bovins et assemble *Trichocera regelationis* (Tri), *Sciara bicolor* (Sci), et *Orthocladus* sp.; ces trois espèces possèdent des penchants aussi bien pour les bovins que pour les équins. Cependant au sein de ce même groupe se dessinent deux sous-ensembles dont le premier est relatif aux équins et renferme *Psychoda alternata* (Psa) et *Contarinia* sp. le second sous-ensemble intéresse les bovins avec *Psychoda phalaenoïdes* (Psy), *Scatopse notata* (Sca) et *Chironomus* sp. ( Chi) ( Fig. 23).

### **3.6. - Diversité comparée des nématocères circulants selon les hôtes**

La diversité des nématocères circulants dans les écuries et l'étable sont étudiés par couplet celui des Bovins/Camelins, celui des Camelins/équidés et enfin celui des Bovins équidés

#### **3.6.1. - Diversité comparée des nématocères circulants sur le couplet: Bovins/Camelins**

Le Tableau 6 mentionne l'analyse comparative de la diversité pour le couplet bovins-camelins.

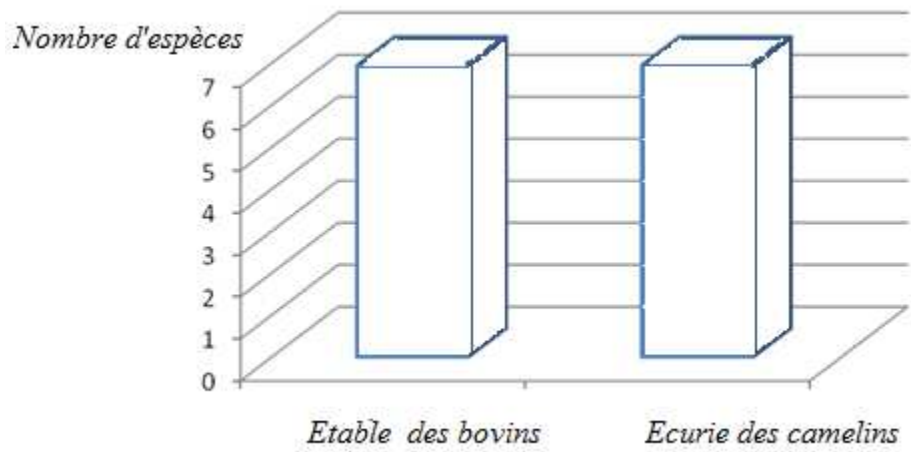
**Tableau 6** - Diversité comparée des Nematocera selon le couplet Bovins -Camelins

	<b>Bovins</b>	<b>Camelins</b>	<b>Boot p(eq)</b>	<b>Perm p(eq)</b>
<b>Taxa S</b>	7	7	1 <sup>NS</sup>	1 <sup>NS</sup>
<b>Individuals</b>	30	18	0***	0***
<b>Dominance</b>	0,211	0,191	0,714 <sup>NS</sup>	0,708 <sup>NS</sup>
<b>Shannon H</b>	1,67	1,769	0,706 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>
<b>Evenness e<sup>H/S</sup></b>	0,759	0,837	0,455 <sup>NS</sup>	0,515 <sup>NS</sup>
<b><u>Equitability J</u></b>	0,858	0,909	0,402 <sup>NS</sup>	0,427 <sup>NS</sup>

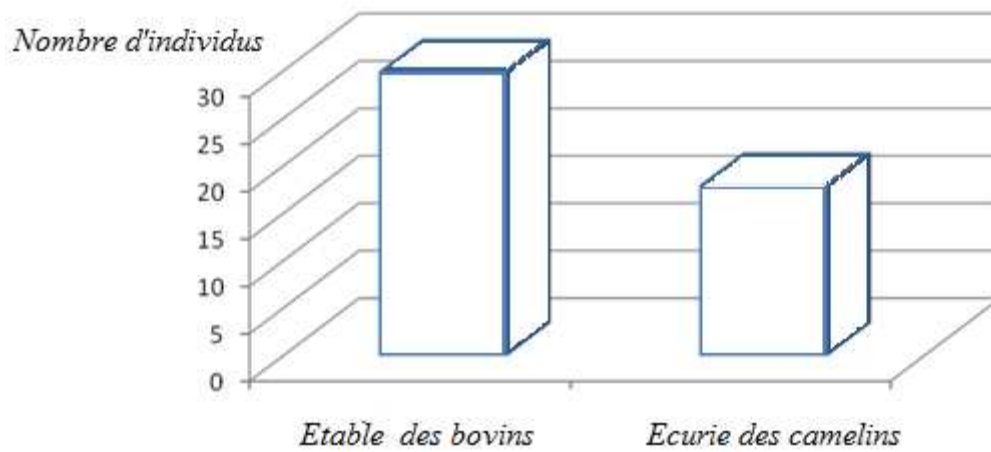
Sur le plan taxonomique les espèces récoltées sont au nombre de 7 (Tab.6 ; Fig. 24). Par contre, en termes de nombre d'individus, les bovins sont les plus réceptifs avec 30 individus pour les bovins contre seulement 18 pour les dromadaires (Tab. 6, Fig. 25). Pour ce qui est de la dominance, le même tableau illustre une très légère dominance des espèces affectant les bovins avec 0,211 contre 0,191 pour les dromadaires. Néanmoins cette dominance n'est pas significative si les probabilité 0,714 pour les bovins et 0,708 pour les Camelidae sont prises en compte (Tab.6, Fig. 26).

À propos de l'indice de diversité de Shannon, là aussi la diversité est la même si les probabilités 0,706<sup>NS</sup> pour les bovins et 0,71<sup>NS</sup> pour les camelins sont prises en considération bien que en termes d'indice celui des camelins soit supérieur 1,769 bits contre 1,67 bits pour les bovins (Tab. 6, Fig. 27)

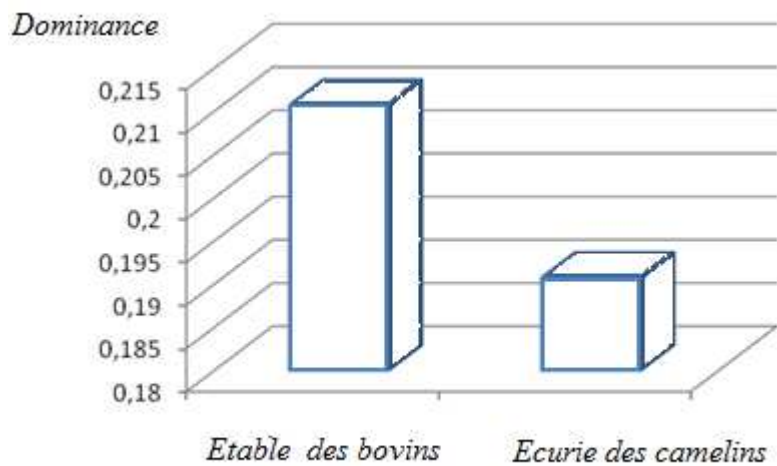
Pour l'équitabilité, les mêmes constatations s'imposent. Une insignifiante supériorité est signalée chez les camelins 0,909 contre 0,858. Toutefois les probabilités indiquent que l'équitabilité est presque la même ou pas significative pour ce couplet bovins- camelins avec 0,402<sup>NS</sup>, 0,427<sup>NS</sup>) (Tab.6, Fig. 28). En définitif, la diversité comparée pratiquée pour les espèces de nématocères prises dans les pièges colorés pour ce couplet fait découler que les dominances, la diversité voire l'équitabilité sont les mêmes ou sans différenciation significative. L'analyse comparative de la diversité pour le couplet bovins/camelins, montre que sur le plan taxonomique, les espèces récoltées sont au nombre de 7 (Fig. 24).



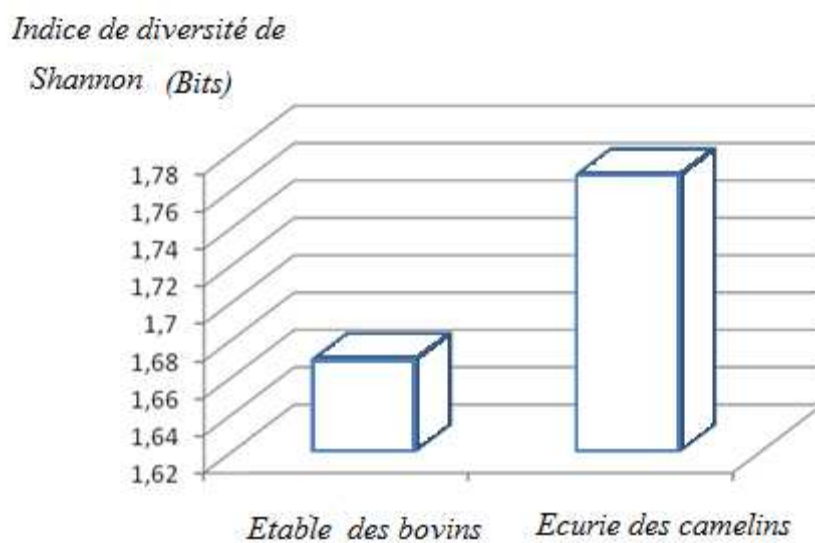
**Fig. 24** - Histogramme montrant le nombre d'espèces infestant le couplet Bovins/camelins



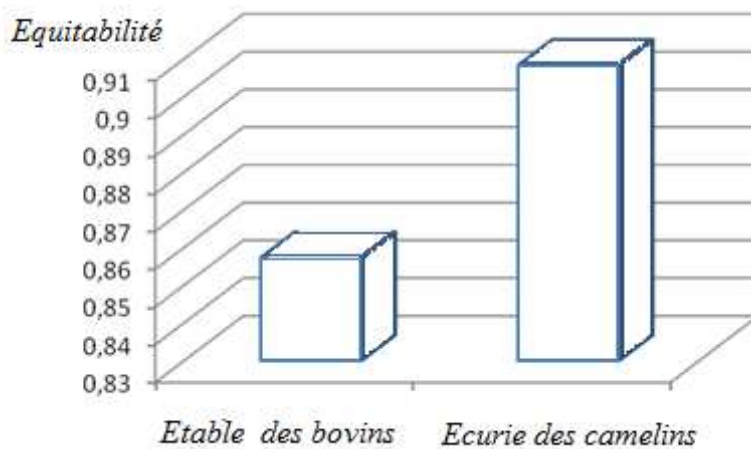
**Fig. 25** - Histogramme montrant le nombre d'individus de nématocères infestant le couplet Bovins/camelins



**Fig. 26** - Histogramme montrant la dominance des espèces infestant le couplet bovins/camelins



**Fig. 27** - Histogramme montrant l'indice de diversité de Shannon pour le couplet bovins/camelins



**Fig. 28** -Histogramme l'équitabilité le couplet Bovins/camelins

Dans ce paragraphe la diversité du couplet Camelins équidés est étudiée

### 3.6.2. - Diversité comparée des nématocères circulants sur le couplet. camelins /équidés

L'analyse comparative de la diversité pour le couplet camelins /équidés est présentée dans le tableau 7.

**Tableau 7** - Diversité comparée des Nematocera selon le couplet camelins- équidés

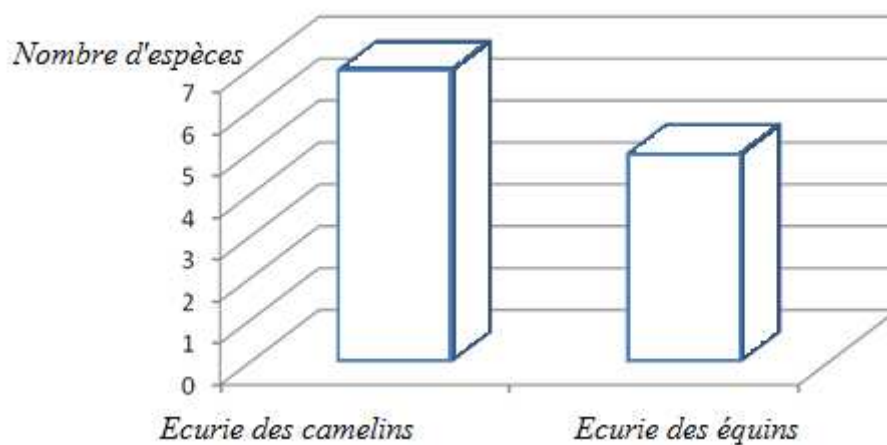
	Camelins	Equidés	Boot p(eq)	Perm p(eq)
<b>Taxa S</b>	7	5	0,426 <sup>NS</sup>	0,636 <sup>NS</sup>
<b>Individuals</b>	18	35	0***	0***
<b>Dominance</b>	0,191	0,299	0,081*	0,059*
<b>Shannon H</b>	1,769	1,362	0,083*	0,122 <sup>NS</sup>
<b>Evenness e<sup>H/S</sup></b>	0,837	0,780	0,633 <sup>NS</sup>	0,708 <sup>NS</sup>
<b>Equitability J</b>	0,909	0,846	0,376 <sup>NS</sup>	0,435 <sup>NS</sup>

L'analyse comparative de la diversité pour le couplet camelins /équidés (Tab.7), indique qu'en termes d'espèces les dromadaires sont hôtes de 7 contre 5 pour les équidés avec une

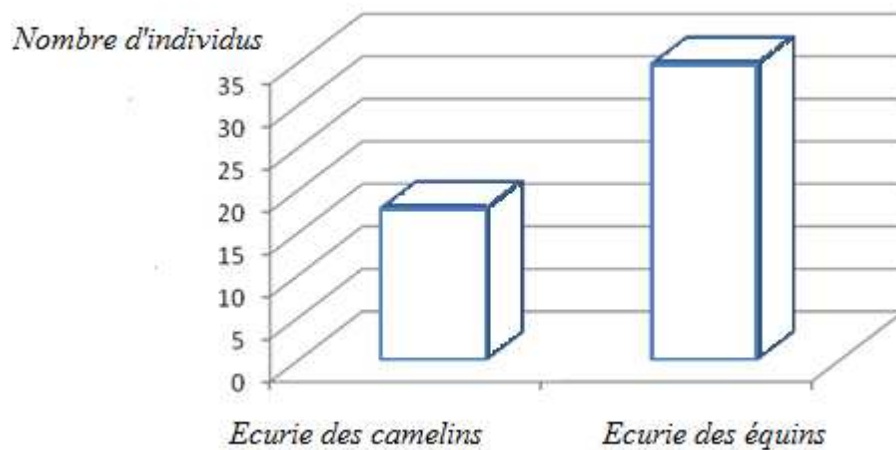
probabilité peu significative 0,426<sup>NS</sup> et 0,636<sup>NS</sup>. Un spectre relativement supérieur d'espèces favorise les camelins (Tab. 7, Fig. 29).

En nombre, les équidés accueillent le double, soit 35 individus récoltés sur ces derniers. En revanche les camelins ne sont hôtes que de 18 individus donc sans doute les équidés seraient plus fragiles bien que le nombre d'espèces récoltées chez les camelins soit supérieur corrélativement aux équins (Tab.7, Fig. 30). Au sujet de l'indice Shannon les indications affichent formellement que les espèces affectant les camelins sont supérieures (Tab. 7) (Fig. 31). Les mêmes observations peuvent être appuyées pour les autres indices, soit la dominance et l'équitabilité ce qui est confirmé par les probabilités affichées dans le tableau 7 et les figures 32 et 33.

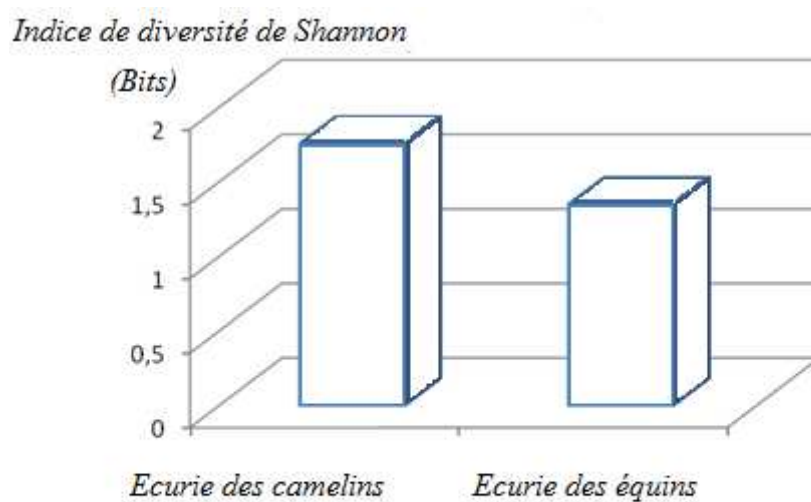
L'analyse comparative de la diversité pour le couplet camelins /équidés indique qu'en termes d'espèces les dromadaires sont hôtes de 7 espèces contre 5 pour les équidés avec une probabilité plus ou moins significative 0,426<sup>NS</sup> et 0,636<sup>NS</sup> Un spectre relativement supérieur d'espèces favorise les camelins.



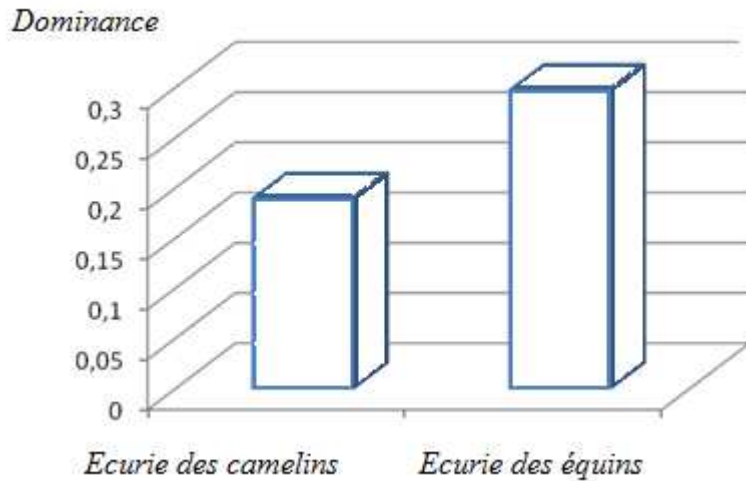
**Fig. 29** - Histogramme montrant le nombre d'espèces infestant le couplet camelins/Equidés



**Fig. 30** - Histogramme montrant le nombre d'individus infestant le couplet Camelins/équidés



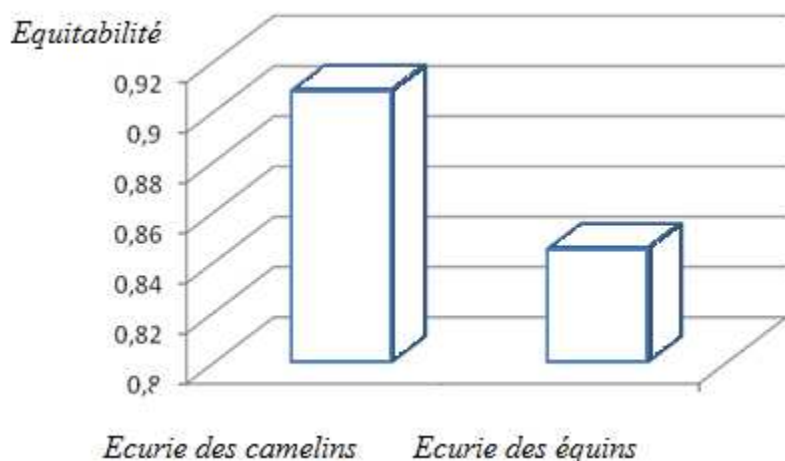
**Fig. 31** -Histogramme l'indice de diversité de Shannon sur le couplet camelins/équidé



**Fig. 32** -Histogramme la dominance des espèces sur le couplet camelins/équidés

Au sujet de l'indice Shannon les indications affichent formellement que les espèces affectant les camelins sont supérieures. Les mêmes observations peuvent être appuyées pour les autres indices comme la dominance et l'équitabilité ce qui est confirmé par les probabilités exposées dans le tableau.7





**Fig. 33** - Histogramme montrant l'équitabilité sur le couplet camelins/équidés

### 3.6.3. - Diversité comparée des Nematocera selon le couplet bovins – équidés

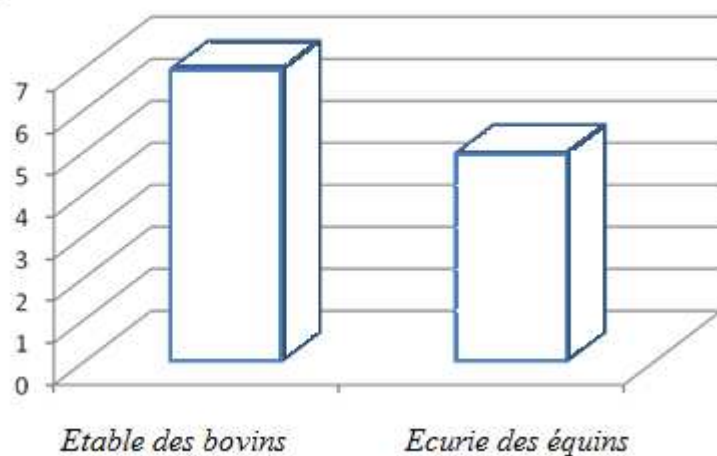
Les valeurs de la diversité comparée pour le couplet bovins – équidés sont rassemblées dans le tableau 8.

**Tableau 8** - Valeurs de la diversité comparée des Nématocères selon le couplet Bovins – Equidés

	<b>Bovins</b>	<b>Equidés</b>	<b>Boot p(eq)</b>	<b>Perm p(eq)</b>
<b>Taxa S</b>	7	5	0,285 <sup>NS</sup>	0,602 <sup>NS</sup>
<b>Individuals</b>	30	35	0***	0***
<b>Dominance</b>	0,211	0,299	0,138 <sup>NS</sup>	0,125 <sup>NS</sup>
<b>Shannon H</b>	1,67	1,362	0,121 <sup>NS</sup>	0,164 <sup>NS</sup>
<b>Evenness e<sup>H/S</sup></b>	0,759	0,780	0,835 <sup>NS</sup>	0,861 <sup>NS</sup>
<b>Equitability J</b>	0,858	0,846	0,858 <sup>NS</sup>	0,876 <sup>NS</sup>

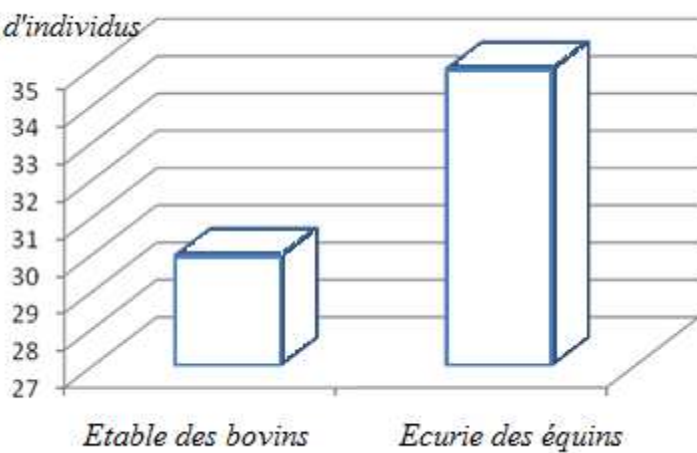
Pour le couplet bovins-équidés, la taxonomie donne un léger avantage aux bovidés (Tab. 8, Fig. 34) avec une probabilité peu significative. En nombres d'individus les équins attirent davantage les Nématocères que les bovins, soit 35 individus (/équins) contre 30 (/bovins) (Tab. 8, Fig. 35). La dominance et l'indice de diversité de Shannon sont en faveur des bovins (Tab. 8; Fig. 36). L'équitabilité est la même pour ce couplet de cheptels (Tab. 8; Fig. 37, 38).

*Nombre d'espèces*

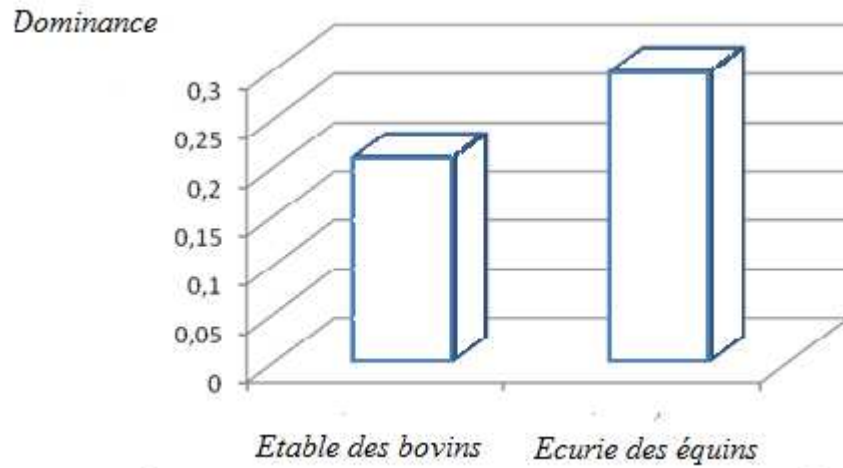


**Fig. 34** -Histogramme montrant le nombre d'espèces infestant le couplet Bovins/equidés

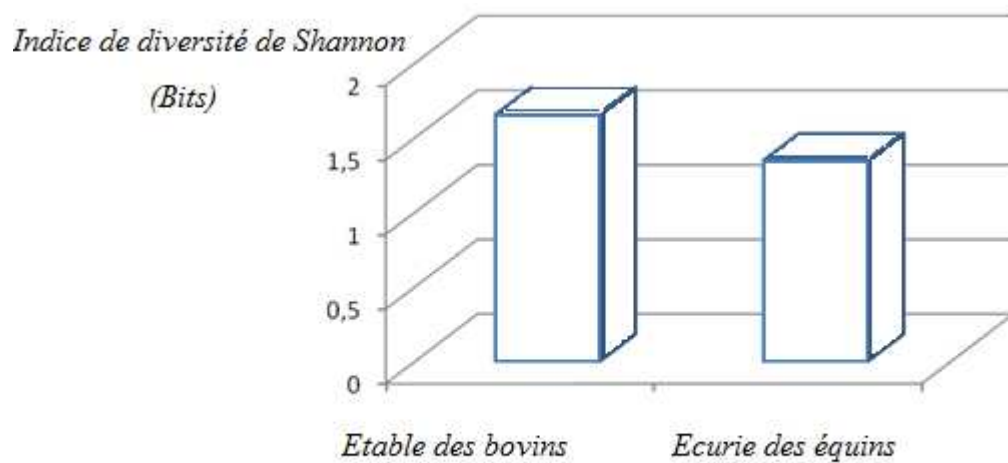
*Nombre d'individus*



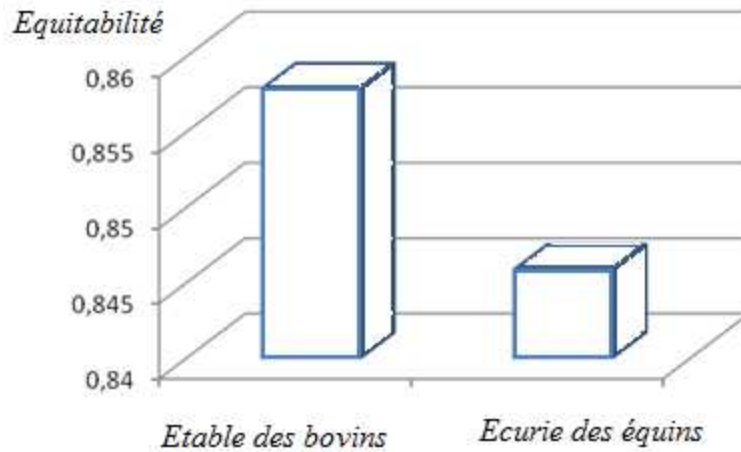
**Fig. 35** -Histogramme montrant le nombre d'individus infestant le couplet bovins/équidés



**Fig. 36** - Histogramme montrant dominance sur le couplet bovins/équidés



**Fig. 37** -Histogramme montrant l'indice de diversité de Shannon sur le couplet Bovins/équidés

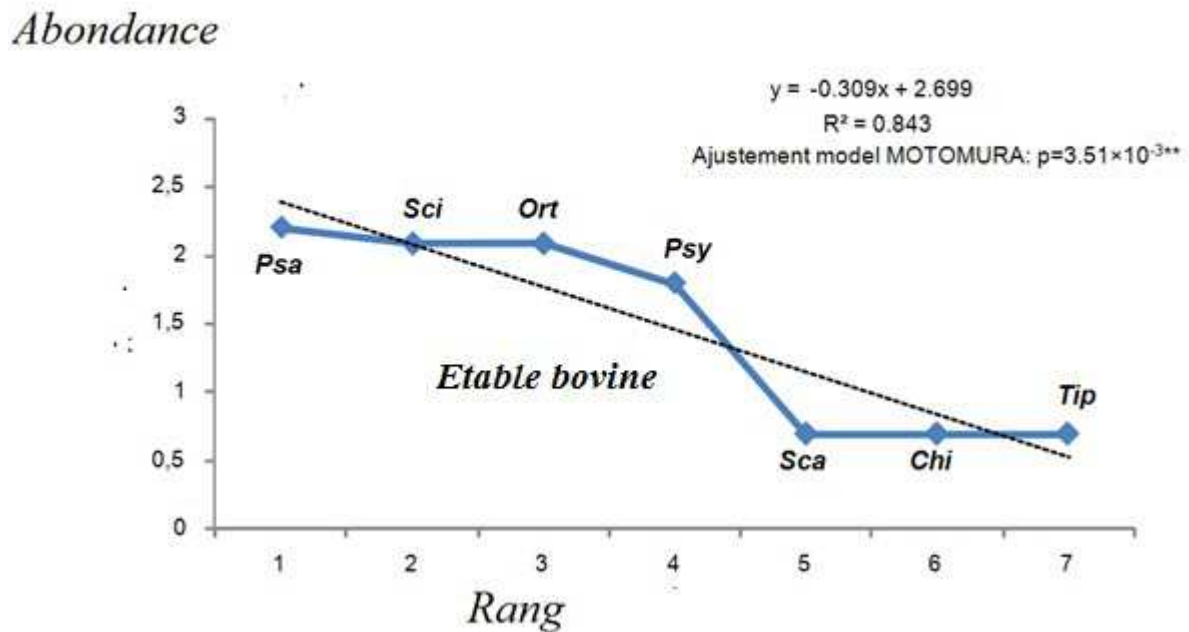


**Fig. 38** - Histogramme montrant l'équitabilité sur le couplet bovins/équidés

### 3.7. – Structuration des nématocères selon la variation de leurs hôtes

La structuration des spécimens des nématocères est étudiée en fonction de la variation de leurs lieu de stabulation particulièrement l'étable bovine et les écuries équine et camelines cette étude est réalisée grâce à l'élaboration des diagrammes rang/fréquences afin d'estimer l'ordre d'arrivée de cette biocénose. Les diagrammes rang/fréquences des espèces sont tracés en classant les espèces par ordre de fréquence décroissantes. Les rangs des espèces sont portés en abscisses et leurs fréquences en ordonnées avec une échelle logarithmique. Les diagrammes changent en fonction de la richesse spécifique qui permet de caractériser les distributions des différentes espèces d'insectes nématocères (Fig. 39, 40, 41).

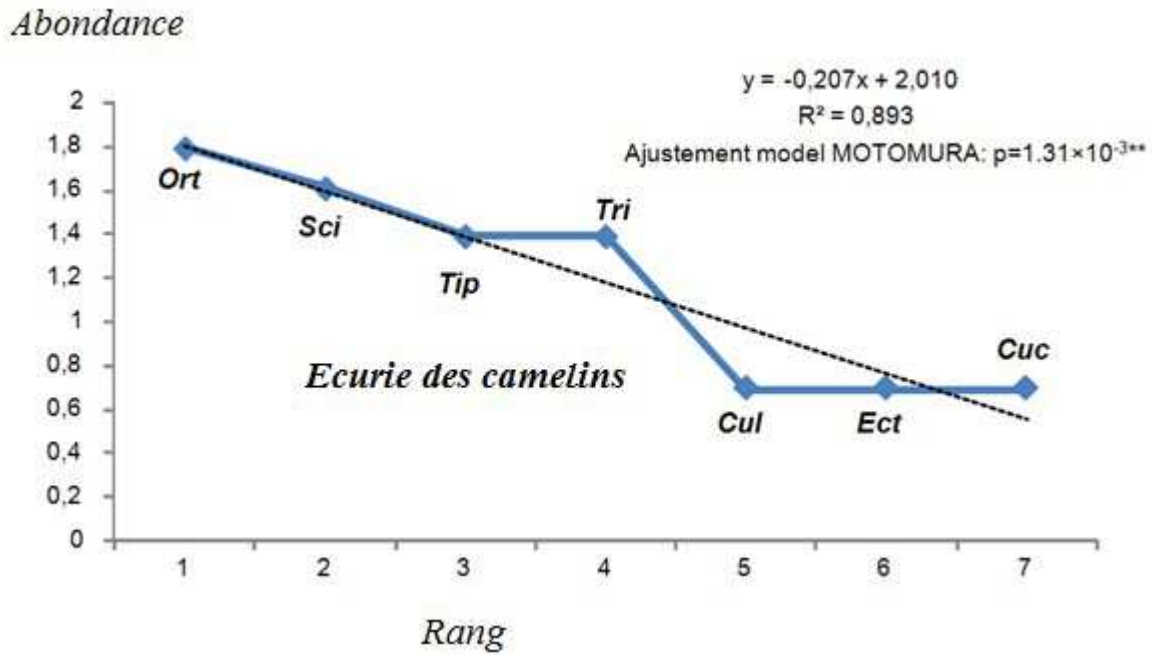
La structuration des espèces de nématocères récoltées dans l'étable bovine est représentée dans la figure 39.



**Fig. 39** - Rang/Fréquence des espèces de Nématocères selon les hôtes (Bovins)

En effet selon l'affinité des probabilités de l'ajustement au modèle naturel, il apparaît que les espèces-hôtes des bovidés sont très variables (Fig. 39), En termes de rang et d'abondance, il apparaît explicitement que *Psychoda alernata* (Psa) se place au premier rang et la plus abondante sur les bovins. Avec une légère perturbation (Sci) *Sciara bicolor* est l'insecte le plus stable sur le cheptel bovin. Cependant malgré sa confusion avec le modèle Motomura, il occupe la seconde position concernant le rang et l'abondance. (Fig.39)

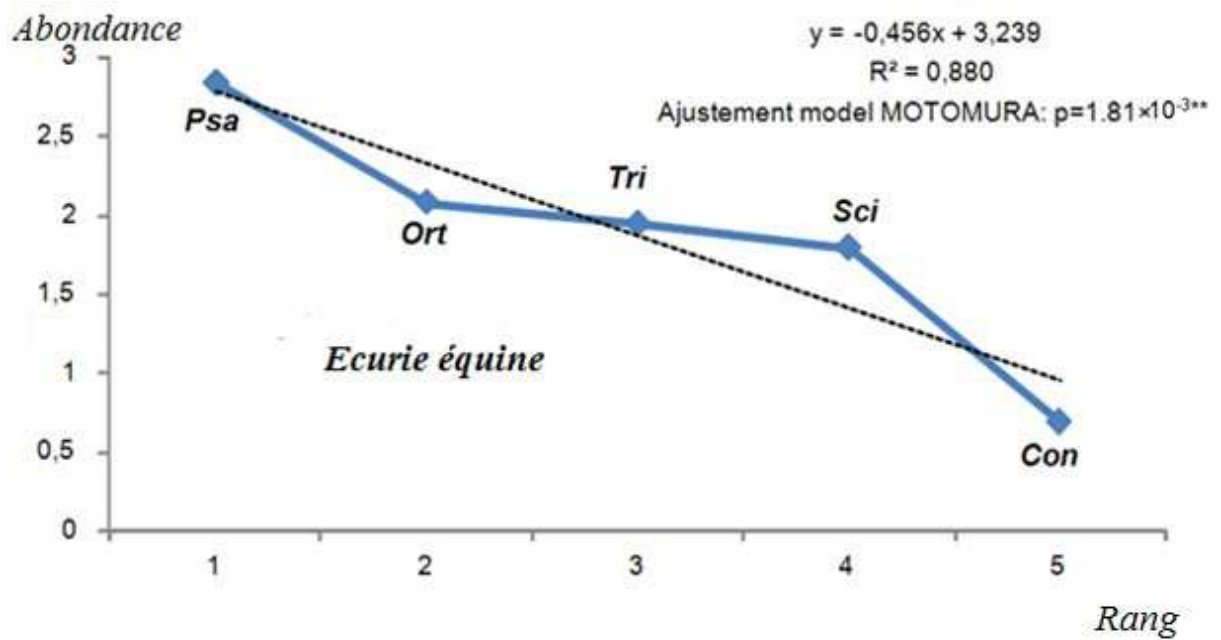
La structuration des espèces récoltées dans l'écurie cameline est présentée dans la figure 40.



**Fig. 40** - Rang/Fréquence des espèces de Nématocères selon les hôtes (camelins)

D'après cette figure il semblerait que les nématocères recueillis dans l'écurie cameline sont apparemment moins perturbées corrélativement à celles ramassées dans l'étable bovine (fig.40), l'espèce *Orthocladus* sp. (Ort), *Sciara bicolor* (Sci ) et *Tipula* sp. (Tip) sont respectivement les plus importantes en rang et en abondance chez les camelins et étalent une grande stabilité par rapport au modèle proposé par Motomura. Elles se confondent avec le modèle (Fig. 40). Les autres espèces capturées sur les camelins occupent un rang et une abondance très faibles et une instabilité incontestable (Fig. 40).

La structuration des Nématocères piégés dans l'écurie équine est portée sur la figure 41



**Fig. 41** -Rang/Fréquence des espèces de Nématocères selon les hôtes (équins)

Dans cette écurie les nématocères montrent une agitation modérée (fig.41) comparée aux espèces capturées dans l'étable des bovins et dans l'écurie cameline. Cette figure indique également que l'espèce *Psychoda alternata* (Psa) est nettement au premier rang et relativement abondante sur les équidés avec une très grande stabilité. *Orthocladus* sp. adopte la seconde position en termes d'importance mais instable. *Trichocera regelationis* (Tri), *Sciara bicolor* (Sci) et *Contarinia* sp. (Con) sont non seulement négligeables du point de vue rang et fréquence mais aussi très instables (Fig. 41)

# Chapitre IV



## Chapitre IV – Discussion

Les résultats obtenus concernent, l'inventaire des nématocères, l'exploitation des espèces piégées dans les assiettes jaunes par des indices écologiques, les affinités des espèces de nématocères entre elles et leur attirance par les quatre types de cheptels, la diversité comparée des nématocères circulants selon les hôtes et enfin l'ordre d'arrivée écologique des nématocères dans la biocénose induite par les troupeaux locataires des écuries. Ces points font l'objet d'une discussion dans cette partie.

### 4.1. - Inventaire des nématocères sur les quatre cheptels

Le but principal de la présente étude est d'abord d'inventorier les moustiques côtoyant les cheptels pris en considération et ultérieurement de connaître leur diversité et leur répartition selon ces mêmes animaux d'élevage; divers tests et analyses statistiques sont utilisés pour traiter les Nématocères piégés. La capture de ces derniers dans des assiettes jaunes menée dans les locaux des quatre types de mammifères, soit deux écuries de camelins et d'équins, une bergerie et une étable de bovins, démontre l'existence de treize espèces réparties entre 9 familles, celles des Psychodidae, des Culicidae, des Ceratopogonidae, des Sciaridae, des Scatopsidae, des Chironomidae, des Trichoceridae, des Tipulidae et des Cecidomyiidae. Les Psychodidae capturées renferment deux espèces. Il s'agit de *Psychoda alternata* et de *Psychoda phalaenoides*. Dans ce contexte, 14 espèces de Psychodidae sont décrites par SEGUY (1925); BERROUANE *et al.* (2010) dans un inventaire similaire effectué en bergerie ont également répertorié 12,5 % de Diptera dont des Culicidae, des Cecidomyiidae, des Sciaridae, des Chironomidae et des Psychodidae; BRAHMI (2013) dans une ferme à Freha près de Tizi Ouzou a recensé des Tipulidae, des Psychodidae, des Sciaridae, des Culicidae, des Chironomidae et des Ceratopogonidae. Toutes ces familles citées par ces auteurs sont retrouvées dans la bergerie, l'écurie, l'étable et le parc à dromadaires dans la présente étude. S'agissant des Psychodidae, 21 espèces sont signalées sur le territoire algérien dont une espèce à Ameer el Ain dans l'Ouest de la Mitidja (DEDDET et ADDADI, 1984).

.MATILE (1993) affirme que les espèces du genre *Psychoda* sont pathogéniques du fait, qu'elles se développent dans les étables des fermes ou des conduits d'évacuations des eaux usées des maisons. Pour ce qui concerne les Culicidae, *Culex pipiens* est la seule espèce capturée dans les présents élevages; de nombreux auteurs assurent que *Culex pipiens* est très largement répandue en Afrique méditerranéenne ce qui est vérifié par les travaux de BRUNHES *et al.* (2000), de BERCHI (2000) et de HAISSAINE (2002). En effet, c'est une espèce dotée d'un grand pouvoir de plasticité écologique dont les larves se développent dans les gîtes aussi bien épigés qu'hypogés où l'eau est très riche en matières organiques en décomposition. LATREILLE (1809) cité par ZIMMER *et al.* (2009) signale déjà que certaines espèces de la famille des Cératopogonidés particulièrement celles appartenant au genre *Culicoides* sont vectrices d'agents pathogènes, principalement pour les animaux. Récemment ALBINA (2007) affirme que la raison de l'extension de la fièvre catarrhale dont le vecteur est un Cératopogonide du genre *Culicoides* est double. Elle est due à la remontée de *Culicoides imicola* vers le nord d'une part et à l'adaptation du virus à de nouveaux vecteurs non identifiés d'autre part. BALENGHIEN et DELECOLLE (2009) assurent que certaines espèces de *Culicoides* peuvent transmettre des virus du genre *Orbivirus* dévastateurs pour la santé animale comme la peste équine et la fièvre catarrhale qui défrayent la chronique en Europe au cours des dix dernières années. Dans l'énumération des spécimens de Nématocères recueillis dans les pièges figure *Chironomus* sp. de la famille des Chironomidae qui a pu être pris à l'état adulte. Dans cette concordance, 42 espèces de cette famille sont décrites par GOETGHBUER (1928). Elles se répartissent dans toute la France. MATILE (1993) signale qu'à l'état adulte, leur présence est détectée en saison froide; mais à la belle saison, leur présence est commune dans les grottes, les cavités artificielles, les arbres creux, et au bord des torrents et des chemins forestiers. *Orthocladus* sp. est la seconde espèce de la famille des Chironomidae mentionnée dans les pièges mis en place. Une seule espèce de Tipulidae est listée. Il s'agit de *Tipula* sp. Les espèces de la famille des Tipulidés sont dénombrées par BRUNHES et DUFOUR en 1992, dans les tourbières acides dans la vallée de la Somme. Par ailleurs, des tipules sont recensées en altitude notamment à Chréa dans l'Atlas mitidjien d'après BELHADID (2004) cité par BRAHMI *et al.* (2013). L'inventaire effectué révèle que la famille des Scatopsidae est bien représentée notamment par *Scatopse notata* et *Ectactia* sp. Il est à rappeler que de nombreuses espèces de Scatopsidae sont signalées dans la région de Fréha en Kabylie (BRAHMI *et al.*, 2013). D'autres espèces sont piégées comme *Sciara bicolor* de la famille des Sciaridae que de nombreux auteurs qualifient d'absolument inoffensive (TRACOL et MONTAGNEUX, 2000), *Trichocera regelationis* de la famille des

Trichoceridae et une Cecidomyiidae, *Contarinia* sp. qui est phytophage vivant au dépens des Brassicaceae comme le chou fleur (*Brassica oleracea* Linné, 1753).

#### **4.2. - Exploitation des espèces piégées dans les assiettes jaunes**

Les résultats de l'inventaire des nématocères fait dans les quatre types de logements pour les animaux d'élevage, montrent également que certaines espèces ne cohabitent pas avec d'autres dans les mêmes locaux de stabulation et seraient spécifiques à certains mammifères. Cette remarque renforce l'observation de NEBRI *et al.* (2014). C'est le cas notamment de *Psychoda phalaenoïdes*, de *Scatopse notata* et de *Chironomus* sp. qui ne sont prélevées que dans les étables bovines; le nombre de spécimens piégés pour *Psychoda phalaenoïdes* est relativement plus important que ceux de *Scatopse notata* et de *Chironomus* sp. Par contre *Culex pipiens*, *Ectactia* sp. et *Culicoides pichilarus* sont circonscrites aux écuries camelines. Ces espèces ne sont pas récoltées dans les étables abritant les bovins, l'écurie des équidés ou encore dans la bergerie. Ces trois espèces n'ont pas été signalées dans la bergerie de l'ENSA EL Harrach (BERROUANE *et al.*, 2010), ni par BRAHMI (2013) près de Tizi Ouzou. Il en est de même pour *Contarinia* sp. et *Culicoïdes* sp. qui sont capturées respectivement sur les équidés et les ovins (Fig. 20). CORNET (1962) a signalé plusieurs spécimens de *Culicoides* notamment dans l'Algérois.

*Sciara bicolor* et *Orthocladius* sp. sont retrouvées dans l'étable bovine et dans les écuries aussi bien cameline qu'équine en effectifs sensiblement égaux. *Psychoda alternata* est échantillonnée aussi bien dans les locaux à bovins qu'équins et ovins; elle est signalée en grand nombre sur les équidés, mais moins sur les bovins et très faiblement sur les ovins *Trichocera regelationis* est localisée dans les écuries camelines et équines en effectifs comparables. Cette espèce est également absente dans la bergerie de l'ENSA à El Harrach (BERROUANE *et al.*, 2010).

#### **4.3. - Affinités des Nématocères aux quatre cheptels**

Le premier test utilisé sur l'inventaire des espèces de nématocères ramassées dans l'étable bovine, les écuries camelines et équines ainsi que la bergerie du complexe animalier est l'analyse factorielle des correspondances. Cet examen a pour finalité de démontrer la répartition des différentes espèces prises dans les pièges colorés placés dans les quatre élevages en question et éventuellement les affinités existant entre elles. KRIDA *et al.* (2013)

ont utilisé cette méthode en Tunisie afin de caractériser les niches écologiques de deux moustiques *Ochlerotatus caspius* et *Ochlerotatus detritus*, afin de définir des plans d'intervention plus adaptés. Le graphique obtenu indique que la somme des contributions à l'inertie totale des espèces de moustiques capturées pour l'élaboration des axes 1 et 2, est égale à 54,8 % (Fig. 22). Le plan formé par ces deux axes suffit pour exploiter les présents résultats. Dans cet exposé, les nématocères sont groupés selon leur groupe d'hôtes. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des nématocères est réalisée dans le but de détecter les affinités d'installation des espèces. La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50% de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode de « Ward », basées sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte. Le test est déroulé par le logiciel (PAST vers. 1.37) (HAMMER *et al.*, 2001). Les relations multi variées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (ACP) (TER BRAAK et PRENTICE, 1988). La classification hiérarchique ascendante (C.H.A.), permet d'obtenir 3 groupes de nématocères affiliées aux quatre hôtes. Le groupe 1, celui des ovins ne contient que *Culicoides* sp., (Cus) le groupe 2 c'est-à-dire celui des camelins assemble *Culex pipiens* (Cul), *Ectactia* sp., (Ect) *Culicoides pichilarus* (Cuc) et *Tipula* sp. (Tip). Le troisième nuage de points contient les équins et les bovins et assemble *Trichocera regelationis* (Tri), *Sciara bicolor* (Sci) et *Orthocladius* sp. En 2013, KRIDA *et al.*, à travers une analyse multivariée (AFC, CHA), ont conclu que *Ochlerotatus caspius* et *Ochlerotatus detritus*. sont principalement corrélées au couvert végétal et à la salinité des gîtes larvaires. En effet, *Ochlerotatus detritus* se développe abondamment dans les milieux fortement salés dominés par *Sarcocornia fruticosa*, alors *Ochlerotatus. caspius* est associée à une végétation plus diversifiée supportant une certaine salinité. Ces analyses (AFC, CHA) montrent les affinités des espèces de nématocères aux différents bâtiments d'élevages, *Trichocera regelationis* (Tri), *Sciara bicolor* (Sci) et *Orthocladius* sp. possèdent des penchants aussi bien pour les bovins que les équins toutefois au sein de ce même groupe se dessinent deux sous ensembles dont le premier est relatif aux équins et renferme *Psychoda alternata* (Psa) et *Contarinia* sp., le second sous-ensemble intéresse les bovins avec *Psychoda phalaenoïdes* (Psy), *Scatopse notata* (Sca) et *Chironomus* (Chi) (Fig.2 3). Le moustique *Culicoides* sp., ne se retrouve que sur les moutons et bien seul. Ces résultats vont dans le même sens de ceux trouvés par NADJARI *et al.* cités par KHLIJ *et al.* (2011) dans une étude menée sur des systèmes d'élevage de petits ruminants sur les parcours des régions arides tunisiennes.

*Culicoides* sp. semble ne pas avoir d'affinités avec les autres cheptels et les autres espèces capturées dans les différents bâtiments de stabulations surveillés lors de l'expérimentation. Ce fait permet d'avancer que ce Cératopogonide présenterait vraisemblablement une préférence pour le mouton avec une spécificité parasitaire pour ce petit ruminant d'autant plus que de nombreux auteurs signalent différentes espèces appartenant à ce genre sur les ovins, comme BALENGHIEN et DELECOLLE (2009). BERROUANE *et al* (2010) ont répertoriés Ce moustique dans un inventaire réalisé à la bergerie de l'ENSA d'El Harrach Alger.

Dans les écuries aussi bien camelines qu'équines les espèces inventoriées sont au nombre de quatre, soit *Culex pipiens*, *Culicoides pichularis*, *Ectactia* sp. et *Tipula* sp. La réunion de ces espèces pourrait trouver sans doute une explication dans le tropisme qu'elles développent par rapport à l'humidité pour ce qui est de *Culex pipiens* et de *Culicoides pichularis* (CROMBIE *et al.*, 1999) et surtout au fumier pour ce qui est de *Ectactia* sp. et de *Tipula* sp. (SEGUY, 1940).

Dans l'écurie équine et l'étable bovine *Trichocera regelationis* *Sciara bicolor* et *Orthocladus* sp. possèdent des affinités aussi bien pour les bovins que pour les équins. Quoique ces deux locaux d'élevages sont recherchés par un groupe de Nématocères précis, soit *Psychoda alternata* et *Contarinia* sp. d'une part pour les équins et *Psychoda phalaenoides*, *Scatopse notata* et *Chironomus* sp. d'autre part pour les bovins. Il paraît que la diversité des espèces cataloguées dans les deux élevages, c'est à dire équin et bovin serait vraisemblablement due à la présence de la matière organique en cours de décomposition. Peu de travaux sont signalés concernant la relation des Nématocères et le biotope régnant dans les locaux de stabulations. Néanmoins, la documentation disponible met en relief le lien existant entre certaines espèces de Nématocères et les milieux pollués. ALHOU et GODDEERIS (2010), affirment que les espèces *Chironomus* sp., sont de bons indicateurs de la pollution des eaux du fleuve Niger à Niamey. *Trichocera regelationis* est décrite par LAWRENCE (1957) et PLACHTER (1983) comme étant un nématocère se développant dans les grottes. Par contre *Sciara bicolor* est couramment appelée mouche des terreaux d'après TRACOL et MONTAGNEUX (2000). L'assemblage de ces espèces pourrait avoir une relation incontestable avec l'état des bâtiments d'élevages. En effet, ils sont sombres et mal entretenus. La disponibilité de ces moustiques serait sans doute due à la pollution et à l'insuffisance de l'éclairage dominant dans ces locaux couvrant le bétail en question. Pour les diptères nématocères préférant les équins comme *Psychoda alternata* et *Contarinia* sp., il est à rappeler que là aussi, c'est la matière organique en décomposition qui attirerait *Psychoda alternata*. En effet Ali *et al.* (1991) soutiennent que la grande concentration de matières

organiques attire *Psychoda alternata*. En ce qui concerne *Contarinia* sp., une cécidomyie du chou-fleur peut être aperçue dans cet élevage de chevaux comme intruse, ou accidentelle. *Psychoda phalaenoïdes* tout comme *Psychoda alternata* semble être inoffensive, communément appelée mouche-papillon ou mouche des éviers. *Chironomus* sp. comme les chironomes appartenant au genre *Chironomus* sont apparentés au Ceratopogonidae, Simuliidae et Thaumaleidae. Leurs femelles ne piquent pas. Ces Nématocères jouent un rôle écologique important dans les endroits riches en matières organiques. *Scatopse notata* prend place parmi l'assemblage constituant les espèces qui affectionnent les bovins. Cette espèce ne semble pas posséder une préférence pour le bovin. Mais il est fort probable que c'est la litière régnant dans l'étable bovine qui l'attire (ALI *et al.*, 1991). En effet cette espèce de moustique pratiquement cosmopolite a été transportée accidentellement dans le monde entier à l'exception des régions tropicales d'après MOERIS et MANCH (1918); ces mêmes auteurs mentionnent que leurs larves peuvent se développer sur une grande variété de matières organiques en décomposition tant d'origine animale que végétale et essentiellement dans les matières fécales. Elle est réputée inoffensive et même bénéfique pour son rôle dans la décomposition et le recyclage de la matière organique

#### **4.4. - Diversité comparée des nématocères circulants selon les hôtes**

La diversité comparée est étudiée selon les couplets bovins /camelin et camelins/équins.

##### **4.4.1. - Diversité comparée des nématocères circulants selon le couplet bovins /camelins**

L'indice de diversité de Shannon appliqué aux espèces récoltées par assiettes jaunes à l'étables bovine et à l'écurie des camelins du complexe animalier est égal à 1,67 bits pour les bovins et 1,76 bits pour les dromadaires avec une équitabilité égale respectivement à 0,85 et 0,90 pour le couplet bovins–camelins . Ces valeurs se rapprochent de 1, ce qui indique l'équilibre des effectifs des espèces de Nématocères dans ces deux logis d'élevage. Les valeurs enregistrées sont nettement moins élevées que celles trouvées par AMROUCHE *et al.* (2010) à El Misser dans la forêt d'Ait Aggouacha (Larbaâ Nath Irathen) atteignant 5,75 bits. Il est vrai que la forêt d'Ait Aggouacha est beaucoup moins anthropisée que le complexe animalier de l'Institut vétérinaire de Soumaâ. Par contre les résultats de la diversité notée

dans l'étable et le parc des camelins ( $1,67 \text{ bits} \leq H' \leq 1,76 \text{ bits}$ ) se rapprochent de ceux trouvés par BERROUANE *et al.*, (2010), soit  $H'=1,41 \text{ bits}$ .

Quant à l'équitabilité les valeurs ( $0,85 \leq E \leq 0,90$ ) confirment celles mentionnées par AMROUCHE *et al.* (2010) ( $0,74 \leq E \leq 0,96$ ) néanmoins supérieures à celles notées par BERROUANE *et al.* (2010) ( $0,21 \leq E \leq 0,79$ ). Ces résultats de part leurs niveaux élevés témoignent d'une très forte tendance vers un équilibre entre les effectifs des espèces présentes.

L'analyse comparative de la diversité pour le couplet bovins/camelins, révèle que la diversité présente une certaine similitude sur le plan taxonomique pour ces deux archétypes de troupeaux. Cependant en termes d'individus, les bovins seraient plus attractifs avec 30 individus contre seulement 18 individus pour les camelins (Tab. 6). Cette vulnérabilité a été observée chez les bovins plus que d'autres ruminants lorsqu'ils sont infectés par le virus de Schmollenberg véhiculé par des Culicoides en Allemagne (MARTINELLE *et al.*, 2012). Cette situation pourrait amener à avancer l'hypothèse que la présence de ces espèces de Nématocères dans les étables bovines et les écuries des camelins, ne serait pas liée à la simple présence de ces ruminants, mais plutôt à l'état de l'étable et de l'écurie ou bien à la quantité de fumier présente au sein de ces locaux (ALI *et al.*, 1991). La fragilité des bovins peut expliquer également cette préférence parasitaire. La dominance confirme cette constatation une très légère dominance des espèces affectant les bovins 0,211 contre 0,191 pour les dromadaires (Tab. 6) bien que cette différence est peu significative si l'on se réfère à la probabilité 0,714 pour les bovins et 0,708 pour les Camelidae, ce qui confirme l'écrit de NEBRI *et al.* (2014). L'indice de diversité de Shannon (Tab. 6) confirme ces suppositions si l'on prend en considération les probabilités  $0,706^{NS}$  pour les bovins et  $0,71^{NS}$  pour les camelins bien que en termes d'indice celui des camelins soit supérieur 1,769 contre 1,67 pour les bovins. Pour l'équitabilité, là aussi les mêmes constatations s'imposent avec un petit avantage. Elle est remarquable chez les camelins 0,909 contre 0,858 pour les bovins (Tab.10). Néanmoins les probabilités indiquent que l'équitabilité est pratiquement la même ou pas significative pour ce couplet bovins/ camelins ( $0,402^{NS}$ ,  $0,427^{NS}$ ). En clair, la diversité comparée pratiquée pour les espèces de Nématocères prises dans les pièges colorés pour le couplet bovins- camelins fait ressortir que la diversité des espèces et leurs répartitions sont les mêmes aussi bien dans l'étable que dans le parc des camelins.

#### **4.4.2. - Diversité comparée des nématocères circulants selon le couplet camelin/ équidés**

L'indice de diversité de Shannon appliqué aux espèces récoltées par assiettes jaunes à l'écurie équine et à l'écurie des camelins du complexe animalier est égal à 1,36 bits pour les équins et 1,76 bits pour les dromadaires avec une équitabilité égale respectivement à 0,84 et 0,90 pour le couplet équin–camelins . Ces valeurs se rapprochent de 1, ce qui indique l'équilibre des effectifs des espèces de Nématocères dans ces deux logis d'élevage. Les valeurs de la diversité, soit 1,36 bits pour les équins et 1,76 bits pour les dromadaires sont proches de celle notée par BERROUANE *et al.* (2010) avec  $H' = 1,41$  bits.

Quant à l'équitabilité les valeurs ( $0,84 \leq E \leq 0,90$ ) confirment celles mentionnées par AMROUCHE *et al.* (2010) ( $0,74 \leq E \leq 0,96$ ) néanmoins supérieures à celles notées par BERROUANE *et al.* (2010) ( $0,21 \leq E \leq 0,79$ ). Là encore, il existe une très forte tendance vers un équilibre entre les effectifs des espèces en présence.

#### **4.4.3. - Diversité comparée des nématocères circulants selon le couplet bovins / équidés**

Concernant le couplet bovins–équidés, la taxonomie donne un léger avantage aux bovidés (Tab. 8); les équins abritent un nombre d'individus sensiblement plus important 35 individus pour les équins contre 30 pour les bovins. La dominance et l'indice de diversité de Shannon sont en faveur des bovins.

Les valeurs de la diversité 1,67 bits pour les bovins et 1,36 bits pour les équins sont basses. Par contre, elles ne s'éloignent pas de celles mentionnées par BERROUANE *et al.* (2010).

Quant à l'équitabilité les valeurs ( $0,84 \leq E \leq 0,85$ ) (Tab.12) apparaissent plus élevées que celles mentionnées par BERROUANE *et al.* (2010) ( $0,21 \leq E \leq 0,79$ ). Elles témoignent d'une très forte tendance vers un équilibre entre les effectifs des espèces présentes, mieux que dans la bergerie de l'ENSA.

L'équitabilité est la même pour ce couplet de ruminants; Au final, il est à avancer qu'il est possible que la diversité des espèces de diptères Nématocères dans ce couplet de ruminants n'ait pas de relation avec les hôtes de l'étable et de l'écurie mais que certainement elle aurait un lien avec l'état des lieux, ce qui va dans le même sens que ALI *et al.* (1992).



En définitif, il apparaît que les bovins et les équins sont les plus exposés à la transmission de parasites par les moustiques se trouvant dans les bâtiments du complexe animalier abritant l'ensemble du bétail étudié. Cette remarque concorde avec celle de NEBRI *et al.* (2014).

#### 4.5. - Structuration des nématocères selon la variation de leurs hôtes

Les analyses mathématiques illustrées par des graphiques appliquées aux échantillons de nématocères répertoriés sur les animaux étudiés indiquent que celles parasitant les bovidés semblent être décalées de l'ajustement du modèle naturel Motomura (Fig.39). De ce fait, elles sont considérées comme espèces perturbées (CAGNIANT, 1989). Cela peut s'interpréter par des mouvements de troupeaux (GREBOVAL, 2004). Celles infestant les chameaux sont relativement stables (Fig. 40). Par contre celles recueillies dans les écuries des équidés le sont modérément (Fig. 41).

Pour ce qui est du rang et de l'abondance, il apparaît franchement que *Psychoda alternata* se place au premier rang et la plus abondante sur les bovins (Fig. 39) avec une légère perturbation. *Sciara bicolor* est l'insecte le plus stable sur le cheptel bovins (Fig. 39). Malgré cela, elle vient en seconde position concernant le rang et l'abondance. La formation de cette biocénose est certainement liée au manque de lumière et à l'humidité régnante dans les locaux d'élevage. Ce phénomène est mentionné par LAIR *et al.* (1985) cité par CAGNIANT (1989). Chez les équidés aussi *Psychoda alternata* est nettement dominante (Fig. 41), elle est partiellement abondante avec une très grande stabilité (VEDRY, 2010). *Orthocladus* sp. occupe la seconde position en termes d'importance mais demeure instable ce qui confirme les observations de KIRRMANN (1930). *Trichocera regelationis*, *Sciara bicolor* et *Contarinia* sp. sont non seulement insignifiantes du point de vue rang et fréquence mais aussi très instables. Le terreau et l'humidité favorisent cette arrivée écologique (ALI *et al.*, 1992). La présence de *Psychoda alternata* peut renseigner sur la nature de ce biotope. En effet cette espèce a été toujours décrite depuis LATREILLE (1796), comme une espèce dont les larves aquatiques se développent souvent dans les conduits d'évacuation des eaux usées (VEDRY, 2010). Elles se distinguent aussi dans les décharges, s'appropriant les eaux d'accumulation riches en matière organique (ALHOU et GODDEERIS, 2010). En conséquence, c'est le milieu d'élevage qui favorise l'apparition de cette espèce et non l'hôte c'est-à-dire les équins (ALI *et al.*, 1992). Pour clore ce paragraphe, il est légitime d'imaginer que le milieu où sont gardés les animaux peut conditionner vraisemblablement l'apparition des espèces de nématocères et non les espèces de troupeaux.

CONCLUSIÓN

## Conclusion générale

L'étude de la disponibilité et de la diversité comparée des nématocères d'intérêt agricole et médico-vétérinaire est conduite dans le complexe animalier de la station expérimentale de l'institut vétérinaire de l'université de Blida dans la plaine de la Mitidja. Elle est effectuée sur quatre types d'élevage, grâce à la méthode de capture, dans des assiettes jaunes semble. Sur toute l'entomofaune circulante répertoriée, 13 espèces sont des Nématocères zoophiles (Ceratopogonidae, Culicidae, Psychodidae). En réalité la présence des Psychodidae comme, *Psychoda alternata* et *Psychoda phalaenoïdes* trouve son interprétation dans la présence du dégagement de l'ammoniac provenant de l'urine des animaux. La présence de *Culex pipiens* et de *Culicoïdes pichularis* peut naturellement s'expliquer par l'humidité. La matière organique en décomposition et l'obscurité favorisent l'installation et le maintien de *Chironomus* sp., de *Sciara bicolor*, de *Trichocera regelationis* et de *Scatopse notata*. La litière explique la présence de *Tipula* sp. et d'*Ectactia* sp., d'autant plus que la dernière espèce citée a été capturée durant la période froide, ce qui confirme son éthologie. La capture de *Contarinia* sp. peut être traduite par la proximité de terrains agricoles occupés par des cultures maraîchères, fourragères et floricoles de la station expérimentale. C'est ce qui permet de comprendre l'importance relative des Cecidomyiidae. Pour ce qui est du volet médico-vétérinaire, les résultats ne suscitent pas d'inquiétude. Le piégeage d'espèces hygrophiles en grands nombre appartenant à la famille des Chironomidae est à retenir. Il est à rappeler que 19 individus du genre *Orthocladius* et un autre du type *Chironomus* sont piégés. L'infestation importante des Psychodidae est quant à elle à prendre au sérieux. Les résultats fournis par des indices écologiques et par des tests statistiques permettent de qualifier les peuplements des nématocères examinés dans les quatre locaux d'élevage, de richesse spécifique et d'instabilité. La richesse spécifique dépend essentiellement de la litière de l'étable, de l'écurie, de la bergerie et du parc camelin. Ce milieu très riche en matières organiques et à forte humidité renferme très certainement des espèces euryxènes. Les Chironomidés sont proportionnellement importants dans les captures réalisées. En effet, les espèces appartenant à cette famille sont décrites par de nombreux auteurs comme en tant qu'espèces très hygrophiles. Le peu de captures faites jusqu'à maintenant en Mitidja ne peut pas autoriser toutefois de les qualifier d'espèces endémiques. Il est certain que la diversité des biotopes présents dans les élevages observés est un facteur extrêmement favorable au développement de nombreuses espèces. Et il faut souligner une nouvelle fois le rôle très important joué par

les végétaux en décomposition. Possédant leur entomofaune propre, ils ne peuvent être pris uniquement pour des réservoirs entomo-faunistiques. Ils abritent cependant un nombre suffisant d'espèces ubiquistes pour qu'on puisse les considérer comme des réservoirs naturels. Par ailleurs, la faible profondeur de la litière des étables est un facteur bénéfique pour l'installation de peuplements diversifiés qui y trouvent de grandes surfaces favorables et une oxygénation partout suffisante. En contre partie, parmi ces facteurs écologiques, les variations hydrologiques du milieu vont être responsables de l'instabilité de tout cet écosystème et, par conséquence directe, de l'instabilité des peuplements de Nématocères eux-mêmes. Par ailleurs, les nettoyages réguliers des litières des étables, écuries et bergerie qui sont très rapides et la diversité des espèces végétales composant la litière, concourent par leurs variations brutales à rendre chaque situation observée, éphémère. D'une très grande plasticité, favorisée par la présence dans leur cycle de développement d'une phase aérienne pendant laquelle a lieu la reproduction, les Nématocères évoluent très vite. Profitant de conditions momentanément favorables, une espèce se développe en très grande abondance. Puis, quelques mois plus tard, elle disparaît presque complètement pour se redévelopper ailleurs ou ultérieurement. Dans de telles conditions, il est difficile de mettre en évidence des constantes écologiques qui soient valables pour de longues années; plus intéressantes sont alors les études portant sur des phénomènes écologiques comme les relations liant les différentes espèces à leurs biotopes, ou biologiques comme les cycles de développement et les rythmes d'émergences. Dans ces domaines, des peuplements de Nématocères très particuliers sont caractérisés et qui sont ceux des climats subhumides mitidjiens et relatifs à quatre types de cheptels différents. Il est mis en évidence la rapidité du déroulement des processus biologiques sous l'action de la température élevée résultant de l'énorme apport d'énergie calorifique et qui joue le rôle d'un facteur essentiel. Il est possible d'aboutir aux notions très complexes de production et de productivité qui demandent pour être abordées une connaissance parfaite de la biologie des espèces. Dans les rares cas où cette connaissance existe, il est alors possible d'estimer la quantité de matière organique produite annuellement pour une espèce et l'on s'aperçoit que, malgré la petitesse des organismes en cause, cette biomasse peut être très importante. Il devient évident que la seule production de la matière végétale en décomposition demande un important transfert d'énergie. Et c'est dans ces milieux particulier constitués par l'étable, l'écurie et la bergerie abritant les vaches, les chevaux, les dromadaires et les moutons que se situe la véritable place des Nématocères. Plus important que leur rôle direct dans leur vie sur l'hôte, du fait qu'ils participent activement grâce à leurs formes larvaires, à la transformation des masses de matière organique végétales

produites dans les étables, leur confère une importante place privilégiée dans l'équilibre de cet écosystème particulier.

## **Perspectives**

Cependant, tant que de plus amples récoltes de Nématocères ne seront pas faites sur l'ensemble de la plaine de la Mitidja, il ne sera pas possible de conclure. Néanmoins le site montre une grande richesse en individus et en espèces pour la seule technique de piégeage utilisée, reflétant ainsi la qualité du milieu où se sont faites ces captures Ceci s'observe aussi sur place par le retrait du site par rapport aux habitations; et de l'éloignement de la route et des constructions anthropiques qui viendraient perturber l'écosystème. De plus larges conclusions pourraient être tirées si les données touchant ce site étaient plus importantes; en effet une seule technique d'attrape ne permet que de se faire une idée d'ensemble sur le milieu et les animaux étudiés mais elle ne permet pas de porter de réelles conclusions. Les résultats obtenus sont utiles pour élaborer un programme de lutte, pour anticiper sur d'éventuelles infestations de moustiques. Ce travail mériterait d'être approfondi par de nouvelles voies d'approche (enzymologie et biologie moléculaire des germes susceptibles d'être véhiculés par ces insectes) qui pourraient peut-être élucider certains problèmes relatifs à la confusion de certaines espèces. Le contrôle de ces parasites reste l'arme essentielle de la lutte contre les maladies parasitaires. La connaissance de l'écologie des vecteurs constitue le préalable indispensable de l'évaluation des risques épidémiques et l'élaboration d'une lutte efficace.

Références

bibliographiques

## Bibliographie

- 1 - ALI A., KOK YOKOMI M. L. and ALEXANDER J. B., 1991 - Vertical distribution of *Psychoda alternata* (Diptera: Psychodidae) in soil receiving wastewater utilized for turf cultivation. *American Mosquito Control Association*, 7 (2): 287 – 289.
- 2 - ABONNEC E., 1972 - *Les Phlébotomes de la région Ethiopienne (Diptera, Psychodidae)*. Ed. Organisme rech. sci. techn. Outremer (O. R. S. T. O. M.), Paris, 285 p.
- 3 - ABDELKRIM H., et DJAFOUR H., 2005 - Approches phénologiques et taxonomiques de quelques groupements d'adventices de cultures du secteur algérois : cas de la plaine de la Mitidja. In *Malherbologia Ibérica y Maghrébi: Soluciones communes a problemas communespp.* 159 - 166. X Congreso soc. Esp. Malherbologia, 5 - 7 octobre 2005. Ed. Publicaciones de Universidad, Huelva, 645 p.
- 4 - ABDELKRIM H. et KIARED Gh., 1988 - Contribution à l'étude des groupements de mauvaises herbes de la région d'El Harrach. *Ann. Inst. nati. agro., El Harrach, Alger*, 12 (2): 690 - 702.
- 5 - ALBINA E., 2007 - La bluetongue émergence en Europe du Nord. virologie *Publications du CIRAD sur FCO 11 (n° spec.)*,
- 6 - ALHOU B. et GODDEERIS B., 2010 - Contribution à l'identification des larves de Chironomidae du fleuve Niger à Niamey. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(6): 2068 - 2081.
- 7 - AMROUCHE L., BENMESSAOUD-BOUKHALFA H., DOUMANDJI S. et SOBHI Z., 2010 - Contribution à l'étude de l'arthropodofaune de la forêt d'Ait Aggouacha (station d'El Misser). *Journées nati. Zool. agri. for.*, 19 - 21 avril 2010, *Dép. zool. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach*, p. 113.
- 8- AOUATI A., BOUDJAHM I., OUKAKID M.L., BERCHI S. et LOUADI K., 2010 - Biodiversité des Culicidae des suberaies d'El Kala durant la saison d'automne. *Journées nati.Zool. agri. for.*, 19 - 21 avril 2010, *Dép. zool. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach*, p. 158.
- 9 - ARAB K., et DOUMANDJI S., 2003 - Diet of the wall gecko *Tarentola mauritanica* (Linné, 1758) (Gekkonidae) and the Algerian sand racer *Psammmodromus algirus* (Linné, 1758) (Lacertidae) in a suburban environment near Alger city. *Bull. Soc. herpetol. France*, 106, (1): 10 - 16.
- 10 - ASHFORD R.W., 2000 - The leishmaniasis as emerging and reemerging zoonoses. *Int. J. Parasitol.*, 30: 1269 - 1281.

- 11** - BAHHA M., 1997 a - The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. *Tropical Zoology*, 10 (2) : 247 - 254.
- 12** - BAHHA M., 1997 b - Répartition des oligochètes dans la région de la Mitidja. 2ème *Journée de protection des végétaux*, 17 mars 1997, *Dép. zool. agri. et for., Inst. nati. agro., El Harrach*, p.27.
- 13** - BALENGHIEN T. and DELECOLLE J.C., 2009 - Culicoïdes diversity and dynamics in France in *Caglar S.S., Alten B., Ozer N. Proceedings of the 5<sup>th</sup> international congress of ectorecology*, 11-16 octobre 2009, Antalya.
- 14** - BARBAULT R., 1981 - *Ecologie des populations et des peuplements – Des théories aux faits*. Ed. Masson, Paris, 200 p.
- 15** - 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.
- 16** - BAZIZ B., SEKOUR M., DOUMANDJI S. HAMANI A., SOUTTOU A. et DENYS, - 2006 Composition en micromammifères des pelotes de rejection de la chouette effraie *Tyto alba* en milieu aride. *Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable (Biskra 10 - 10 juin 2006)*
- 17** - BENKHELIL M. A., 1992 - *Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office Pub. Univ., Alger, 68 p.
- 18** - BEN ROUINA B., TAAMALLAH H. et TRIGUI A., 1997 - L'enracinement de l'olivier et ses variations en fonction de la nature du sol en milieu aride, *Rev. Institut Rég. arides, (n° spéc.)*, Tunis,: 182 - 190.
- 19** - BENZARA A., 1982 - Importance économique et dégâts de *Milax nigricans* (Gastéropodes, Pulmonés terrestres). *Bull. Zool, agri., Dép. Zool. agri., Ins, nati. agro., ElHarrach*, (5): 33 - 36
- 20** - BERROUANE F.-Z., DERDOUKH W., DOUMANDJI S. et SOUTTOU K., 2010 - Résultats des captures des Invertébrés en particulier des Diptera dans le piège lumineux dans une bergerie à l'E.N.S.A. d'El Harrach. *Journées Nati. Zool. agri. for.*, 19 - 21 avril 2010, *Dép. Zool. agri. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach*, p. 112.
- 21** - BOUKRAA S., BOUBIDI C., ZIMMER J.Y. ,FREDERIC F., HAUBRUGE E. ALIBENALI-LOUNACI Z. et DOUMANDI S., 2011 - Surveillance des populations de phlébotomes (Diptera: Psychodidae), vecteurs des agents responsables des leishmanioses dans la région du M'Zab-Ghardaïa (Algérie). *F E Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 63 (3): 97 - 101



- 22** - BRAHMI K., OUELHADJ A., GUERMAH D. et DOUMANDJI S., 2013 - Inventaire des diptères en particulier ceux d'intérêt médico-vétérinaire dans le Barrage Taksebt et la ferme d'élevage à Fréha (région de Tizi-Ouzou, Algérie) 11<sup>ème</sup> Journée entomol., 19 octobre 2013, Gembloux.
- 23**- BRUNHES J., et DUFOUR C., 1992 - Etude structurale et dynamique sur les écosystèmes de tourbières acides, le peuplement des Tipulidae (Diptera, Tipulidae). *Bull. Ecol, France*, 23 (1 - 2): 17 - 26.
- 24** - BRUNHES J., 1999 - Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes (Ochlerotatus) biskraensis n. sp.* d'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bull. Soc. ent. France*, 104 (1): 25 - 30.
- 25** - BRUNHES J., HASSAINE K., RHAIM A. et HERVY J.-P., 2000 - Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne : espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). *Bull. Soc. ent. France*, 105 (2) : 195 - 204.
- 26** - CAGNIANT H., 1989 - Essai d'application de quelques indices et modèles de distributions d'abondances a trois peuplements de fourmis terricoles. *Orsis*, 4: 113-124.
- 27** - CALLOT J., et HELLUY J., 1958 - *Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
- 28** - CORNET M., 1962 - *Les Culicoïdes (Diptera Ceratopgonidés de l'Ouest africain* (1<sup>ère</sup> note). Ed. O.R.S.T.O.M., ser . Ent. med. Parsifol., vol. VII, no 4, 1969 p.
- 29** - COTE M., 1996 - *Guide d'Algérie : paysages et patrimoine*. Média-Plus, ISBN 9961-922 - 00 - X p. 31
- 30** - CROMBIE M.K., GILIES R.R., ARVIDSON R.E., BROOKMEYER R.P., WEIL G.J., SULTAN M. and HARBA A.M., 1989 - An application of remotely derived climatological fields for risk assessment of vector-borne diseases : A spatial study of filariasis prevalence in the Nile Delta, Egypt. *Rev. Photogrammetric engineering and remote sensing* ISSN 0099-1112, Coden Persdv American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, MD, S, 1975.
- 31** - DAGET J., 1979 - *Les méthodes mathématiques en écologie*. Ed. Masson, Paris, Coll. 8, 172 p.
- 32** - DAJOZ R., -1971 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 343 p.
- 33** - DAJOZ R., -1996 - *Précis d'écologie*. 6. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- 34** - DEDET J. P. et ADDADI K., 1984 - Épidémiologie des leishmanioses en Algérie. 4. Les phlébotomes (Diptera, Psychodidae) des Aurès. *Arch., Inst. Past. Fr.*, 131, 549 - 557. Ed. Masson, Paris.

- 35** - DEEKS W.E., 1946. - *Malaria its cause, prevention and cure*. Ed. United Fruit Company, NewYork, 30 p.
- 36** - DELAGARDE J., 1983 - *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod, Paris, 157p.
- 37** - DELECOLLE J.-C., 1999 - Cératopogonidés (Diptera, Nematocera) de Los Monegros. *Bol. S.E.A.*, (24): 137.
- 38** - DERVIN C., 1992 - *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ?*. Ed. Institut Technique Cent. Ecol. (I.T.C.F.), Paris, 72 p.
- 39** - DOUMANDJI-MITICHE B. et DOUMANDJI S., 1988 - Note sur l'installation en Mitidja de *Cales noacki* How. (Hym. Aphelinidae) ennemi naturel de l'Aleurode floconneuse (*Aleurothrixus floccosus* Mask.) (Hom, Aleurodidae). *Ann. Inst. nati, agro., El Harrach, Vol. 12 (spec.):* 66 - 88.
- 40** - DOUMANDJI S. et DOUMANDJI – MITICHE B., 1992 - Observations préliminaires sur les caelifères de trois peuplements de la région de la Mitidja. *Mém. Soc. R., belge ent.*, 35 : 619 - 623.
- 41** - DREUX P., 1980 - *Précis de l'écologie*. Ed. Presses Univ., France (P.U.F.), Paris, 231 p.
- 42** - DURAND J.H., 1954 - *Les sols d'Algérie*. Ed. Service de la colonisation et de l'hydraulique, Pédologie, Paris, Vol., 1, n° 2, 244 p.
- 43** - ELHAI H., 1968 - *Biogéographie*. Ed. Armand Colin, Paris, 404 p.
- 44** - FAURIE C., FERRA C., et MEDORI P., 1984 - *Ecologie*. Ed. Baillièrre J. B., Paris, 168p.
- 45** - FONTAINE M., BELLEN G., RAMADE F., ANCELLINI J., LELOURD M., MICHEL P., GAUTHIER M., SOUDANE F. et BELLA-SANTINI D., 1976 – *La pollution des eaux marins*. Ed. Gauthier- Villars, Paris, 230 p.
- 46** - GHENAM K., et SI BACHIR A., 2011 - Approche biométrique et calométrique de quelques ordres d'insectes (Coleoptera, Orthopptera, Dermaptera et Hymenoptera) de la région de Batna (Algérie). *Actes Séminaire Internati. Biodiv. Faunistique zones arides semi-arides, Départ. Biol. Fac. Sci., Univ. El Hadj Lakhdar Batna .*
- 47** - GLANGEAUD L., 1932 - *Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger description matérielle*. Éd. Impr. Univ., Bordeaux , 628 p.
- 48** - GOETGHEBUER M., 1932 - *Faune de France-Diptères Nématocères (Chironomidae)*. Ed. Faune de France, Paris, 169 p.
- 49** - GREBOVAL M. 2004 - *Facteurs environnementaux influençant la dynamique des vecteurs de virus de la Vallée du Rift conséquence pour la modélisation de la maladie* Thèse de docteur vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France .

- 50** - GUENDOUZ -BENRIMA A. et MAHDOUBI Dj., 2014 - Diversité entomologique au niveau des vergers d'agrumes dans quelques localités d'Algérie. *Afpp - Dixième conférence internati. ravageurs agricult.*, 3 octobre 2014, Mon - 22 et Montpellier.
- 51** - HALITIM A., 1988 - *Sols des régions arides d'Algérie*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 384 p.
- 52** - HARTANI T., 2004 - La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie. *Séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée, décembre 2003, Rabat, I.A.V. Hassan II*, 11 p.
- 53** - HASSAINE K., 2002 - *Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (Aedes caspius, Aedes detritus, Aedes mariaae et Culex pipiens) dans la région occidentale algérienne*. Thèse doctorat, Fac. Sci. Aboubaker Belkaïd, Univ. Tlemcen, 191 p.
- 54** - KHLIJ E., BEN HAMOUDA M. et GABINA D., 2011 - Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité Zaragoza. *Ciheam / Iresa / Oep Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, (97): 61- 65.
- 55** - KIRRMANN A., 1930. - Le groupe prosthétique de l'hémoglobine de chironome. *Bull. Soc. Chim. biol.(Paris)*, 12, 1146.
- 56** - KREMER M., DELECOLLE J.C., BAILY-CHOUMARA H. et CHAKER E., 1979 - Cinquième contribution à l'étude faunistique des *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) du Maroc. Description de *C. calloti* n. sp. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. parasitol., Vol. 17*, (3): 195 - 199
- 57** - KRIDA G., DAOUD-BOUATOUR A., MAHMOUDIE E., ADEL RHIMA Z. GAMMARB G., CHERMITIF B., FAILLOUXG A.B. et BOUATTOUR A., 2013 - Relation entre facteurs environnementaux et densités larvaires d'*Ochlerotatus caspius* Pallas 1771 et *Ochlerotatus detritus* Haliday 1833 (Diptera: Culicidae) en Tunisie *Ann. Soc. entomol. France (N.S.), Internati. Journal Entomol.*,(1): 18 - 28.
- 58** - LAMOTTE M., et BOURLIERE F., 1969 - *Problèmes d'écologie - L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
- 59** - LAWRENCE B.R., 1957. The British species of *Trichocera* (Diptera: Trichoceridae). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A, General Entomol. Vol. 32* , (7-9: 132 - 138.
- 60** - LERAUT P., 2003 - *Le guide entomologique*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 527 p.

- 61** - MARTINELLE L., DAL POZZO F., KIRSCHVINK N., DE LA GRANDIÈRE M.A., THIRY E. et SAEGERMAN C., 2012 - Le virus Schmollenberg ou l'émergence du premier *Orthobunyavirus* du séro-groupe Simbu en Europe. *Ann. Méd. Vét.*, 156, 7- 24
- 62** - MATILE L., 1993 - *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris , T. I, 439 p.
- 63** - MATILE L., 1995 - *Les Diptères d'Europe occidentale. Biologie Brachycères Schizophores. Atlas d'entomologie*. Ed. Boubée, Paris, T. II, 381 p.
- 64** - MCALPINE , J. F., PETERSON B. V., SHEWEWELL G. E., TESKEY H., J., VOCKEROTH J. R., et CHIZOPHORES W. D. M., 1981- *Atlas d'entomologie*. Ed. Boubée, Paris, T. II, 381 p.
- 65** - MOERIS H. M (MANC.) M.SC, 1918 - The larval and pupal stages of *Scatopse notata* , L. Reasech fellow in the university of Manchester. *Annals Applied Biology*, Vol. 5 (2): 102- 111
- 66** - MOKABLI A., VALETTE S., GAUTHIER J.P. and RIVOAL R., 2001 – *Influence of temperature on the hatch of Heterodera avenae* Woll. *Populations from Algeria. Nematology*, 3(2): 171 - 178
- 67** - MOKABLI A., OUANIGHI H., SMAHA D., HAMROUNE W. et RIVOAL R., 2006 - Ecllosion des larves du nématode à kyste *Heterodera avenae* Woll., 1924 en Algérie : Influence de la température du sol. *Actes Congrès internati. Entomol. Nématol., Inst. nati. agro.*, 17 – 20 avril 2006, *El Harrach*: 291 - 297.
- 68** - MUTIN G., 1977 - *La Mitidja, décolonisation et espace géographique*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 606 p.
- 69** - NEBRI Rachid, BERROUANE Fatima et DOUMANDJI Salaheddine, 2014 - Distribution and comparative diversity of *Nematocera* within four Livestock types in the plain of Mitidja Algeria. *International Journal of Zoology and Research (Ijzr)*, Vol. 4 (4): 67 - 78.
- 70** - OCHANDO BLEDA B., 1978 - *Les vertébrés d'Algérie et leurs milieux*. Ed. Inst. nati. agro., Dép. Zool. agri., Alger, 39 p.
- 71** - PERRIER R., 1973 - *la faune de France, Diptères – Aphaniptères*. Ed. Delagrave, Paris, Fasc. 8, 216 p.
- 72** - PIGUET P. 1960 - *Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du Nord*. Ed. Société Shell d'Algérie, Alger, 117 p.
- 73** - PLACHTER H., 1983 - Cave-dwelling flies in Europe central adaptation to environnement ,especially to low temperatures (Diptera Nematocera Trichoceridae Sciaridae ) *oecologia (Berlin )*, 58: 367 - 372.

- 74** - RAMADE F., 1984 - *Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 75** - RAMADE F., 2003 - *Eléments d'écologie - écologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- 76** - RAMADE F., 2009 - *Eléments d'écologie -Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 689 p.
- 77** - RIOUX J.A., GUIVARD E. et PASTEUR N., 1998 - Description d'*Aedes (Ochlerotatus) coluzzi* n. sp. (Diptera - Culicidae) espèce jumelle A. du complexe détrit. *Parasitologia*, (40): 353 - 360.
- 78** - RODHAIN F. et PEREZ C., 1985 - *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Ed. Maloine S. A., Paris , 458 p.
- 79** - ROTH M., 1972 - Les pièges à eau colorés, utilisés comme pots de Barber. *Zool. agri. Pathol. Vég.*,: 79 – 83.
- 80** - SEGUY E., 1923 - *Les moustiques d'Europe*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 234 p.
- 81** - SEGUY E., 1924.- *Les moustiques de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de Syrie*. *Encyclopédie entomologique*. Ed Paul Lechevalier, Paris, 257 p.
- 82** - SEGUY E., 1940 - *Diptères nématocères*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 398 p.
- 83** - SEGUY E., 1950 – *la biologie des Diptères*. *Encyclopédie entomologique*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, sér. A, 26, 609 p.
- 84** - SEGUY E., 1951 - *Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758) : 449 - 744 in GRASSE P.P., Traité de Zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hemipteroïdes*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. X, fasc. I, 975 p.
- 85** - SELTZER P., 1946 - *Le climat de l'Algérie*. Impr. "La Typo-litho, Algérie, 219 p.
- 86** - SEMMOUD B., 2006 - *Programme d'aménagement côtier : Zone côtière algéroise*. Rapport final Programme Actions Prioritaires Centre Activités régionales, Alger, 190 p.
- 87** - TER BRAAK C.J.F., and PRENTICE, I.C., 1988 - A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18, 271 - 317.
- 88** - TRACOL A. et MONTAGNEUX G., 2000. - Les Animaux Nuisibles aux Plantes Ornementales, Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales *Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Interreg III France -Wallonie-Flandre et le cofinancement de la Région Wallonne (DGA) et de l'ONIFLHOR* p. 289
- 89** - VEDRY B., 2010 - Diagnostic d'un assainissement non collectif : ce que révèlent certains poils dans les boues des fosses. *Spanc Infos*, (15): 24 - 25.

- 90** - VIERA DA SILVA J., 1979 - *Introduction à la théorie écologique*. Ed. Masson, Paris, Coll. d'écologie, 14, 112 p.
- 91**- WEESIE P.DM. et BELEMSOBGO U., 1997 - Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, Vol. 65 (3): 263 - 278.
- 92** - ZAHRADNIK J., 1984 - *Guide des insectes*. Ed. Hatier, Fribourg, 318 p.
- 93** - WOOD D.M., DANG P.T. and ELLIS R.A., 1979 - The Mosquitoes of Canada (Diptera: Culicidae). Ed. Canadian Department agricult. publ., Ottawa, 390 p.
- 94** - ZIMMER J.Y., LOSSON B., SAEGERMAN C. et HAUBRUSE E., 2009 - Ecologie et distribution des espèces de Culicoides Latreille 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) présentes au sein d'une bergerie belge et d'une prairie ovine associée. *Ann. Soc. Entomol. France*, 49 (4), 446 - 459.

## Autres références

1 - HAMMER Ø., DAVID A.T., HARPER, and P.D. RYAN, 2001 - [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf) .

2 - LEPIDI V. et DUBOEUF J.P., 2000 - Fièvre catarrhale du mouton (Bluetongue). Pathologies. Publications et dossiers in Cirval (*Centre international de ressources et de valorisation de l'information des filières laitières des petits ruminants*) : un centre de ressources au service des secteurs laitiers ovins et caprins. Corte (France): CIRVAL.

[<http://www.cirval.asso.fr/publication/infostechniques/fievrecatharale.htm>

Au cours d'un recensement d'insectes nématocères menée durant six mois, de la période allant du mois de Novembre 2013 au mois de Mai 2014 dans une bergerie, une étable et deux écuries l'une des équidés et l'autre concerne les camelins située dans la plaine de la Mitidja (Algérie), treize espèces de moustiques ont été observées et identifiées il s'agit: *Scatopse notata*, *Chironomus* sp., *Sciara bicolor*, *Psychoda phalaenoïdes*, *Culex pipiens*, *Orthocladus* sp., *Psychoda alternata*, *Trichocera regelationis*, *Culicoïdes* sp., *Contonimie* sp., *Ectaetia* sp., *Tipula* sp., et *Culicoïdes pichularis*. Une analyse factorielle de correspondances a été pratiquée dans le but d'étudier la distribution des différentes espèces capturées dans les pièges colorés placés dans les quatre élevages. Les résultats montrent la présence de trois assemblages de Nématocères relatifs aux types d'élevage dont la disponibilité la plus importante est en faveur des équins et des bovins. L'analyse de la diversité comparée des spécimens de Nématocères révèle une structure taxonomique indifférente par rapports aux hôtes. Cependant en termes d'individus la suprématie est à l'avantage des équins. Concernant la structuration des moustiques repertoriées et notamment par comparaison au modèle naturel de Motomura révèle que *Psychoda alternata* est indéniablement la plus prépondérante sur les quatre logis de stabulations des quatre ruminants objet de l'étude.

**Mots clés :** Algérie, Biodiversité, Cheptel, Disponibilité, Mitidja, *Nématocère*, Recensement,



خلال التعداد خيطيات القرن او البعوض التي أجريت خلال ستة أشهر من الفترة من نوفمبر 2013 إلى مايو 2014 بالحظيرة واثنين من اسطبلات واحد من الخيول والاخر للجمال في سهل متيجة (الجزائر)، لوحظت ثلاثة عشر نوعا من البعوض هو: *Scatopse notata*, *Chironomus sp.*, *Sciara bicolor*, *Psychoda phalaenoides*, *Culex pipiens*, *Orthocladus sp.*, *Psycoda alternata*, *Trichocera regelationis*, *Culicoïdes sp.*, *Contonimie sp.*, *Ectaetia sp.*, *Tipula sp.*, et *Culicoïdes pichularis*. المراسلات (AFC) من أجل دراسة توزيع أنواع مختلفة الحشرات تم قبض عليها في الصحوان الملونة التي تم وضعها في المزارع الأربعة. وأظهرت النتائج وجود ثلاثة مجموعات خيطي القرن المتعلقة بأنواع الماشية والتمثلة في الخيول والأبقار. تحليل التنوع مقارنة للعينات من خيطيات القرن يكشف عن عدم وجود فرق في هياكل التصنيفية مقارنة بمكان تواجدها. لكن من حيث الأفراد هناك تفوق في الخيول. وفيما يتعلق بهيكل البعوض المدرجة وخصوصا بالمقارنة مع النموذج الطبيعي يكشف ان *Psycoda alternata* هي الأبرز من في اسطبلات الأربعة للحيوانات المجترة. كلمات البحث: الجزائر، التنوع البيولوجي والثروة الحيوانية، وتوافر، متيجة البعوض خيطيات القرن،

## **Abstract**

During six months, from November 2013 to May 2014, census of *Nematocera* insects was conducted on four livestock: cattle, sheep, equine and cameline. The census, that took place in a station located in Mitidja plain – Algeria, revealed thirteen *Nematocera* species that had been observed and identified: *Scatopse notata*, *Chironomus sp*, *Sciara bicolor*, *Psychoda phalaenoïdes*, *Culex pipiens*, *Orthocladius sp*, *Psycoda alternata*, *Trichocera regelationis*, *Culicoïdes sp*, *Contarinia sp*, *Ectaetia sp*, *Tipula sp*, and *Culicoïdes coprosus*. A factorial correspondence analysis has been performed to study the distribution of the different species captured in colored traps that were placed in the four farms. The results showed the presence of three collections of *Nematocera* relating to the breeding type where the highest availability is in favor of the equine and the cattle. The analysis of the comparative diversity of *Nematocera* specimens revealed an indifferent taxonomic structure compared with the hosts. However, in terms of individuals, the supremacy is to the equine's advantage. On the ecological arrival scale, *Psycoda alternata*, is undeniably the most predominant on the equines as well as on the cattle.

**KEYWORDS:** Algeria, Availability, Biodiversity, Census, Livestock, *Nematocera*

L'Article

## DISTRIBUTION AND COMPARATIVE DIVERSITY OF *NEMATOCERA* WITHIN FOUR LIVESTOCK TYPES IN THE PLAIN OF MITIDJA ALGERIA

NEBRI RACHID<sup>1</sup>, BERROUANE FATIMA<sup>2</sup> & DOUMANDJI SALAH EDDINE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute Des Sciences Vétérinaires, Université De Blida1, BP270, Route De Soumaa, Blida, Algérie

<sup>2,3</sup>Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Rue Hassen Badi Belfort El Harrach, Alger, Algérie

### ABSTRACT

During six months, from November 2013 to May 2014, census of *Nematocera* insects was conducted on four livestock: cattle, sheep, equine and cameline. The census, that took place in a station located in Mitidja plain – Algeria, revealed thirteen *Nematocera* species that had been observed and identified: *Scatopse notata*, *Chironomus sp.*, *Sciara bicolor*, *Psychoda phalaenoides*, *Culex pipiens*, *Orthocladus sp.*, *Psycoda alternata*, *Trichocera regelationis*, *Culicoïdes sp.*, *Contarinia sp.*, *Ectaeitia sp.*, *Tipula sp.*, and *Culicoïdes coprosus*. A factorial correspondence analysis has been performed to study the distribution of the different species captured in colored traps that were placed in the four farms. The results showed the presence of three collections of *Nematocera* relating to the breeding type where the highest availability is in favor of the equine and the cattle. The analysis of the comparative diversity of *Nematocera* specimens revealed an indifferent taxonomic structure compared with the hosts. However, in terms of individuals, the supremacy is to the equine's advantage. On the ecological arrival scale, *Psycoda alternata*, is undeniably the most predominant on the equines as well as on the cattle.

**KEYWORDS:** Algeria, Availability, Biodiversity, Census, Livestock, *Nematocera*

### INTRODUCTION

*Nematocera* insects are vectors of viruses, bacteria, protozoa, and helminthes (CALLOT et HELLUY, 1958). The transmitted microorganisms cause various diseases in humans like malaria, yellow fever, and leishmaniasis; and also in animals, like leishmaniasis and the filariasis. Among the *Nematocera*, the *Ceratopogonidae* can inoculate some arboviruses to cattle, sheep and goats; and lead to remarkable economic losses (BALENGHIEN; and al, 2012). In fact, bluetongue disease arbovirus, is the cause of a serious deadly infection in wild and domestic ruminants like sheep (RODHAIN and PEREZ, 1985). In Algeria, not many researches were undertaken on livestock-infesting flies; nevertheless, those taken on *Diptera*, in Tizi-Ouzou region, are of medical-veterinary interest (BRAHMI, 2013). This study is about mosquitoes in general, but it particularly focuses on some aspects of the *Nematocera's* biosystematics and bio-ecology in the cattle, sheep, equine and cameline farms located in Mitidja plain, Algeria. This choice is a consequence of the problems caused by several *Nematocera* species regarding human and animal health.

### MATERIALS AND METHODS

In order to collect the maximum of individuals, in terms of quantity and quality, from the four livestock types, we used a sampling method that consists of trapping the arthropods in yellow plates.

These plates attract the insects thanks to their yellow color and the sparkling water which is also the insects' vital element (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). The majority of insects have lemon yellow as a favorite color, and flies of big size are captured with yellow plates (ROTH, 1972).

### Study Site

The colored traps are used to capture the representatives of the flying-insects. In this study, seven yellow traps were placed on the ground in a line of five-meter intervals during 24 hours. In the period between November and May, each plate was placed twice a month, between the 13<sup>th</sup> and the 15<sup>th</sup>, and the 28<sup>th</sup> and the 30<sup>th</sup> of every month. Every plate was half-filled with water, and as a wetting agent a pinch of detergent was put in every trap. Twenty four hours later, every plate's content was poured into a filter and the captured insects were put in separate Petri dishes each with date, place, and temperature indications. The samples were taken into the laboratory for identification.

### In the Laboratory

In order to define the collected species of the field, we used a binocular microscope of a non-reversed image. The identification was based on the keys proposed by several authors particularly those of (ZAHRADNIK, 1984) and (MCALPIN & al, 1981) (MCALPINE & al, 1981).

### Statistical Analysis

The aim of our study was first to count the *Nematocera* that cohabit the livestock populations – our study's object- and then to learn about their diversity and their distribution according to each examined livestock population. To illustrate these aspects, we chose the factorial correspondence analysis. This mathematical method of multi-variable analysis points towards a representation of a set of points in a space of 2 or 3 dimensions. It allows the extraction of non-correlated successive numerical functions of decreasing importance from a matrix of data; which explain statistical links that appear in multidimensional space. This analysis is a graphic representation of probability boards. It gathers the largest amount of information contained in a board into one or several figures (DELAGARDE, 1983), and it describes the dependence or the correspondence between two sets of characters of different types of data. This statistical analysis is performed by Past software version 3.0. (HAMMER, 2001).

## RESULTS

### *Nematocera* Inventory in the Four Livestock Types

Each livestock's collected species during our experimentation are listed in table 1. These results show that no species were found on the four livestock populations. It appears also that *Sciara bicolor* and *Orthocladus sp* are present on cattle, equine and cameline herds, whereas *Psychoda alternata* are present on cattle, equine and sheep herds. This latter is in pole position by 18 individuals on the equine population and 8 on the bovine population.

**Table 1: The Captured Species in Yellow Plates Placed in the Four Herds**

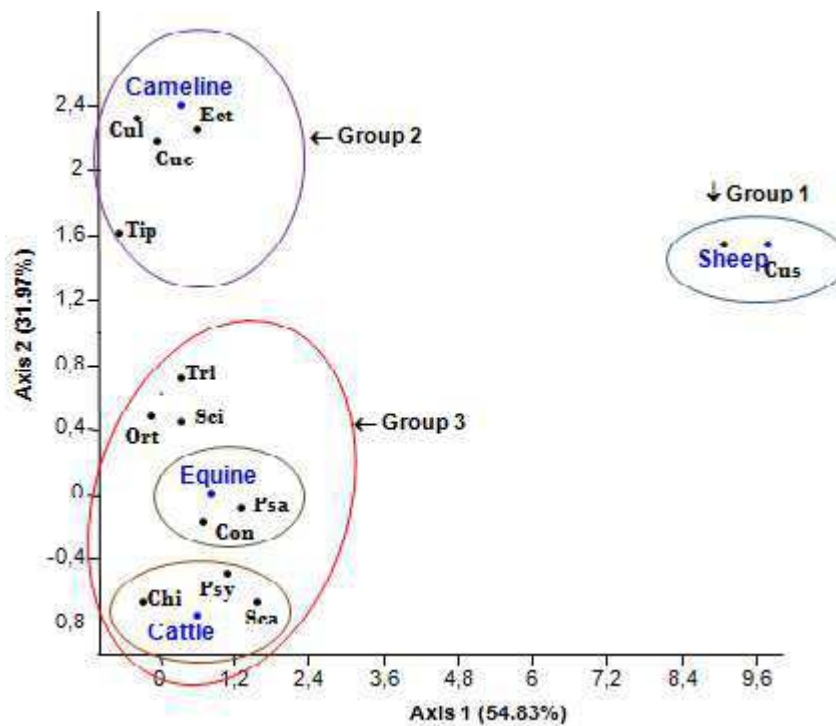
Species	Species Code	Cattle	Cameline	Equine	Sheep
<i>Chironomus sp</i>	Chi	1	0	0	0
<i>Sciara bicolor</i>	Sci	7	4	5	0
<i>Psychoda phalaenoides</i>	Psy	5	0	0	0
<i>Psychoda alternata</i>	Psa	8	0	16	1
<i>Tipula Sp</i>	Tip	1	3	0	0
<i>Culex pipiens</i>	Cul	0	1	0	0

**Table 1: Contd.,**

<i>Trichocera regelationis</i>	Tri	0	3	6	0
<i>Ectaetia sp</i>	Ect	0	1	0	0
<i>Culicoïdes coprosus</i>	Cuc	0	1	0	0
<i>Contarinia sp</i>	Con	0	0	1	0
<i>Culicoïdes sp</i>	Cus	0	0	0	1

***Nematocera*'s Affinities towards the Four Herds**

The factorial correspondence analysis applied on the parasitic structure of the different hosts is adequate insofar as the sum of the two axes exceeds 40%. On the basis of a (-1, 2) similarity, hierarchical clustering has allowed us to obtain 3 *Nematocera* groups affiliated to different hosts. Group 1, that of the sheep, contains *Culicoïdes sp* (Cus) only; group 2, the cameline's one, assembles *Culex pipiens* (Cul), *Ectaetia sp* (Ect), *Culicoïdes coprosus* (Cuc) and *Tipula sp* (Tip). Group 3 contains the cattle and the equine, and it gathers *Trichocera regelationis* (Tri), *Sciara bicolor* (Sci) and *Orthocladus sp*. These three species have affinities for both cattle and cameline, however within this group, emerge two subsets. The first one relates to the equine and it contains *Psychoda alternata* (Psa) and *Contarinia sp* ; whereas the second subset, that relates to the cattle, contains *Psychoda phalaenoides* (Psy), *Scatopse notata* (Sca) et *Chironomus sp* (Chi) (Figure 1).



**Figure 1: The Assembly of *Nematocera* According to the Hosts**

Cus: *Culicoïdes sp*; Ect : *Ectaetia sp*, Cul: *Culex sp* Cuc: *Culicoïdes coprosus*, Tip: *Tipula sp*; Tri: *Trichocera regelationis*, Sci: *Sciara bicolor*, *Orthocldius sp*; Psa: *Psychoda alternata* Con: *Contarinia sp* Chi: *Chironomus sp*, Psy: *Psychoda phalaenoides*, Sca: *Scatopse notate*

**Comparative Diversity of Circulating *Nematocera* According to the Hosts**

The results relating to the availability of *Nematocera* specimens led us to a comparative analysis of their diversity on the different hosts in terms of structure and dynamics (table 2). The comparative analysis of cattle/cameline diversity

reveals that taxonomically the collected species are 7 in number. Table 2 shows Taxas of S = 7. On the contrary, in terms of individuals' number, cattle would be more receptive with 30 individuals against only 18 for the cameline. Regarding dominance, we can notice a slight dominance of species affecting the cattle with  $t=0.211$  against 0.191 for the cameline. Even so, the dominance is insignificant if we refer to the probability which is of 0.714 for the cattle and of 0.708 for the *camelidae*. Regarding Shannon index, if we consider the probabilities which are of 0.706 for cattle, and 0, 71<sup>NS</sup> for cameline, diversity is also the same, although in terms of index cameline's is higher with 1.769 against the cattle's 1.67. For fairness, the same observations are essential; a little supremacy is reported in the cameline with 0.909 against 0.858. Nevertheless, the probabilities indicate that the equitability is almost the same or insignificant for this cattle/cameline couple (0,402<sup>NS</sup>, 0,427<sup>NS</sup>). Ultimately, the comparative diversity used on mosquito species collected in the colored traps for this couple, shows that dominance, diversity or equitability are the same or without any significant difference.

**Table 2: *Nematocera's* Comparative Diversity According to the Couple Cattle-Cameline**

	Cattle	Cameline	Boot p (eq)	Perm p (eq)
<b>Taxa S</b>	7	7	1 <sup>NS</sup>	1 <sup>NS</sup>
<b>Individuals</b>	30	18	0***	0***
<b>Dominance</b>	0,211	0,191	0,714 <sup>NS</sup>	0,708 <sup>NS</sup>
<b>Shannon H</b>	1,67	1,769	0,706 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>
<b>Evenness e<sup>H/S</sup></b>	0,759	0,837	0,455 <sup>NS</sup>	0,515 <sup>NS</sup>
<b>Equitability J</b>	0,858	0,909	0,402 <sup>NS</sup>	0,427 <sup>NS</sup>

The comparative analysis of the cameline/equine couple's diversity (table 3) indicates that the cameline are hosts for 7 species whereas the equine are hosts for 5, with a roughly significant probability: 0.426<sup>NS</sup> and 0.636<sup>NS</sup> a relatively bigger spectrum of species prefers the cameline. In terms of number of individuals, the equine host the double with 35 collected individual, on the other hand, the cameline are hostsfor only 18 individual. Therefore, equine would likely be more vulnerable although the number of the collected species from the cameline is higher compared with the equine. Regarding the dominance, indexes clearly show that the number of species affecting the cameline is higher. The same observations could be considered for the other indexes namely shannon's, the dominance and the equitability; and this is confirmed by the probabilities shown in table 3.

**Table 3: *Nematocera's* Comparative Diversity According to the Couple Cameline-Equine**

	Cameline	Equine	Boot p (eq)	Perm p (eq)
<b>Taxa S</b>	7	5	0,426 <sup>NS</sup>	0,636 <sup>NS</sup>
<b>Individuals</b>	18	35	0***	0***
<b>Dominance</b>	0,191	0,299	0,081*	0,059*
<b>Shannon H</b>	1,769	1,362	0,083*	0,122 <sup>NS</sup>
<b>Evenness e<sup>H/S</sup></b>	0,837	0,780	0,633 <sup>NS</sup>	0,708 <sup>NS</sup>
<b>Equitability J</b>	0,909	0,846	0,376 <sup>NS</sup>	0,435 <sup>NS</sup>

As for the cattle/equine couple, the taxonomy gives a small advantage to cattle (table 4) with a slightly significant probability in number. The equine harbor a relatively higher number of individuals with 35 against 30 for cattle. Dominance and Shannon index are in favor of cattle while equitability is the same for both of them.

**Table 4: *Nematocera's* Comparative Diversity According to the Couple Cattle-Equine**

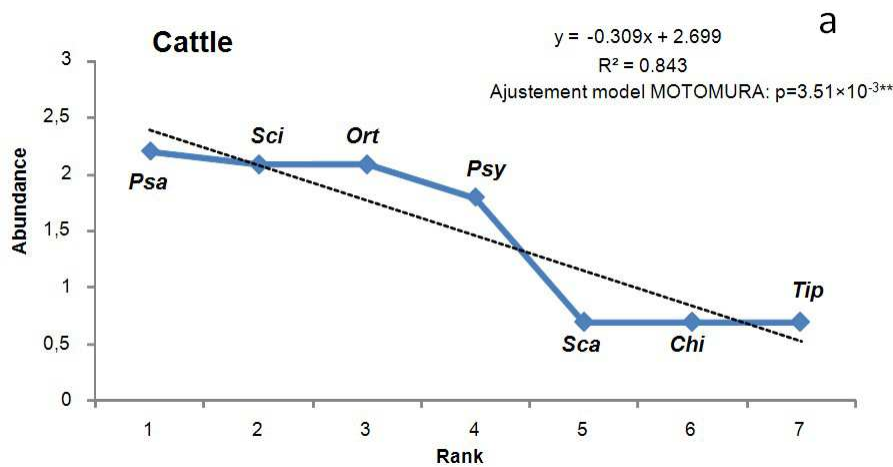
	Cattle	Equine	Boot p (eq)	Perm p (eq)
<b>Taxa S</b>	7	5	0,285 <sup>NS</sup>	0,602 <sup>NS</sup>
<b>Individuals</b>	30	35	0***	0***
<b>Dominance</b>	0,211	0,299	0,138 <sup>NS</sup>	0,125 <sup>NS</sup>

**Table 4: Contd.,**

<b>Shannon H</b>	1,67	1,362	0,121 <sup>NS</sup>	0,164 <sup>NS</sup>
<b>Evenness e<sup>H/S</sup></b>	0,759	0,780	0,835 <sup>NS</sup>	0,861 <sup>NS</sup>
<b>Equitability J</b>	0,858	0,846	0,858 <sup>NS</sup>	0,876 <sup>NS</sup>

**The Order of *Nematocera*'s Ecological Arrival According to the Hosts**

We tried to study the structuring of *Nematocera* specimens according to their hosts variation by the elaboration of rank/frequency diagrams to estimate the arrival order of this biocenosis. The rank/frequency diagrams of species are drawn by classifying the species in an order of decreasing frequency. Species ranks are put on abscissa axis and their frequencies on ordinate axis, with a logarithmic scale. Diagrams vary according to the specific richness that allows characterizing the distributions of different *Nematocera* mosquito species (Figure 2). Rank/frequency diagrams of *Nematocera* species, within the different herds, show a significant difference compared with the natural model MOTOMURA. In fact, according to the probabilities' affinity of adjustment to the natural model, it seems that cattle, as a host species, are the most disturbed (Figure 2a). On the other hand, mosquitoes are less disturbed on camels (Figure 2b), whereas equine present a moderate disturbance compared with camels or cattle (Figure 2c). In terms of rank and abundance, it clearly appears that *Psycoda alternata* (Psa) is in the first rank with the highest abundance and a slight disturbance on cattle. *Sciara bicolor* (Sci) is the steadiest insect on the cattle herd, yet it comes in the second position with reference to rank and abundance (Figure 2a).



**Figure 2(a): Frank/Frequency of *Nematocera* Species According to Hosts**

*Orthocladius sp* (Ort), *Sciara bicolor* (Sci ) and *Tipula sp*(Tip) are respectively the most important regarding rank and abundance and show high stability compared with the proposed model by MOTOMURA (Figure 2b). The other species captured on camels, occupy very small rank and abundance and a verified instability (Figure 2b).



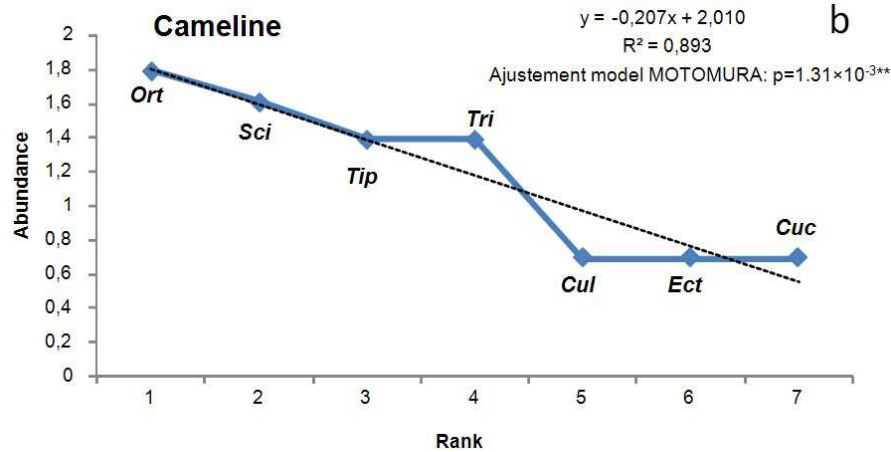


Figure 2(b): Frank/Frequency of *Nematocera* Species According to Hosts

*Psychoda alternata* (Psa) is clearly in the first rank and is relatively abundant on the equine with a high stability. *Orthocladius sp* is in second position with regard to importance but unstable. *Trichocera regelationis* (Tri), *Sciara bicolor* (Sci) and *Contarinia sp* (Con) are not only insignificant from rank-and-frequency perspective, but also very unstable. (Figure 2c)

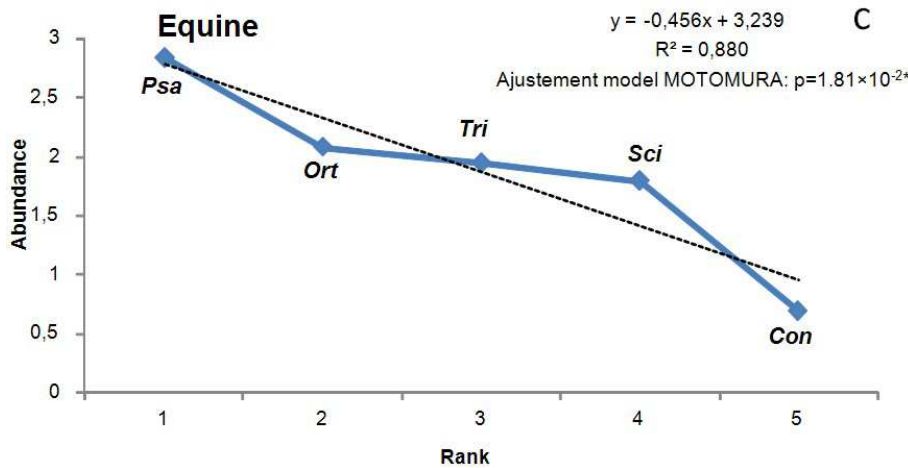


Figure 2(c): Frank/Frequency of *Nematocera* Species According to Hosts

**DISCUSSIONS**

As discussed in the following paragraphs, thirteen different *Nematocera* species were captured in yellow plates placed in the livestock herds in Mitidja plain, and distributed on nine families. According to the results that were found, the discussion is about advanced hypotheses namely the affinity between *Nematocera* species and their hosts on the one hand, as well as their diversity, their distribution and the order of the ecological arrival of each one of them.

**Inventory of Collected Species**

The capture of *Diptera Nematocera* with yellow plates from the four livestock herds in the sub-humid climate of Mitidja and in mild winter, proves the existence of thirteen species partitioned into nine families: *Psychodidae*, *Culicidae*, *Ceratopogonidés*, *Sciaridae*, *Scatopsidae*, *Chironomidae*, *Trichoceridae*, *Tipulidae* and *Cecidomyiidae*. *Psychodidae* (*Psychoda alternata* and *Psychoda phalaenoides*) are, relatively, important species in our collection. Within this context,

fourteen *Psychodidae* species had been described by SEGUY (1925); TAMALOUST (2004) had also listed 2 *Psychodidae* species near Raghia lake. MATILE (1993) states that species of *Psychoda* genus are pathogenic because they grow in barns, farms or in wastewater discharge ducts of houses. Regarding *Culicidae*, *Culex pipiens* is the only species captured from our livestock herds; many authors argue that *Culex pipiens* is widely distributed in North Africa which has been verified by the work of BRUNHES et al, 2000; BERCHI, 2000; HAISSAINE 2002; and LOUNACI, 2003. Actually, it is a species with a big ecological plasticity and whose larvae grow in both epigeous and hypogeous cottages where water is heavily polluted by organic matter. LATREILLE (1809) - cited by ZIMMER & al. (2009)- has already pointed out that some species of the family *Ceratopogonidae*, particularly those belonging to the genus *Culicoides*, are vectors of pathogens, mainly for animals. ALBINA (2007) recently said that the reason for the extension of the bluetongue vector, which is a kind of *Culicoides Ceratopogonidae*, is double because of the migration of *Culicoides imicola* to the North and the adaptation of the virus to new non-identified vectors. BALLENGHIEN & al (2012) assert that *Culicoides* species can transmit viruses of the type Arbovirus which cause damages to animal health like african horse sickness and bluetongue that hits the headlines in Europe over the past decade. In the list of species caught in our traps, *Chironomus sp* of *Chironomidae* family was captured as an adult; GOETGHEBUER has identified more than forty- two species of *Chironomidae* that are spread all over France. MATILE (1993) reports that in the adulthood state, their presence is detected in winter, but in summer they are commonly present in caves, artificial cavities, hollow trees, and at the edge of torrents and forest road *Orthocladius sp* of *Chironomidae* family is the second species mentioned in our captures, only one species of *Tipulidae* was inventoried, *Tipula sp*. Species of *Tipulidae* family were identified by BRUNHES & DUFOUR (1992) in acid bogs in River Somme (TAMALOUST, 2004). Otherwise, some *Tipula* were counted in high places including Chr ea in the Mitidja Atlas. *Scatopsidae* family is also present, including *Scatopse notata* and *Ectactia sp* which are reported in the region of Fr ha in Kabylia (BRAHMI & al, 2013). Many authors indicate that *Sciara bicolor* of *Sciariidae* family is an absolutely harmless species as well as *Trichocera regelationis* of *Trichoceridae* family. Finally, *Contarinia sp Cecidomyiidae*, is a plants' parasite primarily cauliflower.

#### Affinities and Ecological Structuring of *Nematocera*

*Culicoides sp.* is only found on sheep and it seems to have no affinity with the other livestock and the other species caught on the different herds in our experiment, which readily allows us to say that this *Ceratopogonidae* favors sheep or that it has a parasitic specificity for this small ruminant especially that many authors has reported various species, of this genus, to be present on sheep (BALLENGHIEN & al, 2012). For camels, species that were inventoried are four in number: *Culex pipiens*, *Culicoides coprosus*, *Ectactia sp* and *Tipula sp*; the gathering of these species may be explained by the tropism that they develop in humidity. On horses and cattle *Trichocera regelationis bicolor* and *Orthocladius Sciara sp.* have affinity for both cattle and equine, however these two hosts are wanted by specific *Nematocera* species which are *Psychoda alternata* and *Contarinia sp* for equine on one hand, and *Psychoda phalaenoides*, *Scatopse notata* and *Chironomus sp* for cattle on the other hand. We believe that the specificity of recorded species on both equine and cattle hosts, is due to the decomposition of organic matter. Few studies have reported on the relationship between *Nematocera* and the biotope prevailing in the stables, still the literature highlights the strong link between certain *Nematocera* species and polluted environments. ALHOU & GODDEERIS (2010) affirm that *Chironomus sp* species are good indicators of polluted water of the Niger River in Niamey. *Trichocera regelationis* is defined by many authors as a *Nematocera* that grows in caves whereas *Sciara bicolor* is commonly called fungus gnat; the assembly of these species must have a relationship with the state of the livestock buildings which are dark and poorly maintained.

The availability of these mosquitoes would presumably be due to pollution and lack of light in the sheepfolds sheltering the livestock herds. *Contarinia sp* and *Psychoda alternata* are the mosquitoes that prefer equine, where the latter (*Contarinia sp*) is attracted by the decomposed organic matter. Ali et al. (1991) affirmed in a paper published in the Journal of the American Mosquito that the concentration of organic matter attracts *Psychoda alternata*. Regarding *Contarinia sp*, cauliflower Cecidomyiidae, it can be found in equine livestock as intruders *Psychoda phalaenoides*. *Scatopse notata*, which resembles to *Psychoda alternata*, is totally harmless and commonly known as fly butterfly or fly of the sinks. As for *Chironomus sp*, usually flies of this genus are related to the *Ceratopogonidae*, *Simulidae* and *Thaumaleidae*. These insects whose the female does not sting, play an important ecological role in places rich in organic matter. *Scatopse notata* takes place among the assembly constituting the species that show preference for cattle, still they do not prefer cattle but it must be the bovine litter that attracts them. In fact this mosquito species, almost cosmopolitan, is accidentally transported around the world except the tropics; its larvae can grow in a wide variety of decomposing organic matter both from an animal and vegetable origin, in fecal matter it is known to be inoffensive or beneficial for his role in decomposing and recycling the organic matter (<http://animaldiversity.org>). (MYERS & al 2014)

### Ecological Structuring of *Nematocera*

Comparative analysis of diversity for the cattle/camel couple, reveals that the diversity has a certain similarity on taxonomic level for both livestock; however, cattle may be more vulnerable with 30 individuals against only 18 for camels. This vulnerability has been more observed in cattle than other ruminants when they are infected by the Schmallenberg virus carried by *Culicoides* in Germany (CASSART, 2014)). For camels, we could argue that the presence of its *Nematocera* species in the cattle and cameline stables would not be related to these hosts but rather to the state of stables or to the manure present in these stables though, the fragility of cattle may also be explained by a parasitic preference. Dominance confirms this finding, a slight dominance of species affecting cattle with  $t=0.211$  against 0.191 for camels, although this difference is not significant if we refer to the probability, 0.714 for cattle and 0.708 for *Camelidae*; Shannon diversity index confirms these assumptions if we take into account the probabilities with  $0.706^{NS}$  for cattle and  $0.71^{NS}$  for camels even though the camels' index is higher than that of cattle 1,769. For equitability the same findings impose, a small supremacy is reported in camels with 0.909 against 0.858 nevertheless probabilities indicate that equitability is almost the same or insignificant for this Cattle/Camel couple ( $0.402^{NS}$   $0.427^{NS}$ ). Noticeably, comparative diversity of mosquito species taken in colored traps for cattle/camels couple shows that dominance, diversity or equitability are the same or with no significant difference. Comparative analysis of diversity for the camel/Equine couple shows that in terms of species, camels are hosts for 7 species against 5 for equine with a slightly significant probability.

A relatively wider spectrum of species prefers camels while equine are hosts for double of the number. Horses would be more vulnerable although the number of collected species from camels is higher compared to equine; regarding dominance, indexes clearly show that the number of species affecting camels is higher. The same findings may be considered for other indexes namely Shannon, dominance and equitability and this is confirmed by the shown probabilities. Concerning the Cattle/Equine couple taxonomy gives a slight advantage to cattle; equine host a sensibly greater number of individuals with 35 for equine against 30 for cattle. Dominance and Shannon index are in favor of cattle while equitability is the same for this livestock couple. At the end, we can say that the diversity of *Nematocera* species in our livestock herds is probably not related with the host, but the with stables' state sheltering these herds; however, cattle and horses are the most exposed to the parasitizing mosquitoes raging in our barns that house the livestock.

### The Order of Ecological Arrival of *Nematocera* Species

Among the collected *Nematocera* species, those parasitizing cattle livestock seem to be shifted from the adjustment of the natural model MOTOMURA therefore they are considered as disturbed species and this can be explained by the movements of herds (GREBOVAL, 2004). Those infesting equine are also moderately disturbed, however those attending the cameline are relatively stable compared to cattle and horses. Regarding rank and abundance, it is clear that *Psychoda alternata* is in first rank and the most abundant on cattle with a slight disturbance, *Sciara Bicolor* insect is the most stable of bovine livestock, however concerning rank and abundance, it comes in second position. The formation of this biocenosis is certainly linked to the lack of light and to humidity spread in the livestock buildings. In equine *Psychoda alternata* is also clearly dominant; it is relatively abundant with a very high stability. *Orthocladius sp* occupies the second position in terms of importance but it is unstable. *Trichocera regelationis*, *Sciara bicolor* and *Contarinia sp* are not only insignificant from rank and frequency point of view but also very unstable; soil and humidity favor this ecological arrival. The presence of *Psychoda alternata* can tell us about the nature of this biotope, actually this species has always been described, since Latreille (1796), as a species with aquatic larvae that often grow in wastewater discharge ducts. They are also found in landfills appropriating accumulated water rich in organic matter; therefore, it is the livestock environment that favors the appearance of this species and not the host that is to say equine. To conclude, we can say that the environment in which livestock are kept, define the appearance of species and not livestock itself.

### CONCLUSIONS

The study of the availability and comparative diversity of *Nematocera*, carried out on four livestock types in the plain of Mitidja and using yellow plates as a method of capture, seems very interesting. All through the captured circulating insect fauna, 13 of which are *Nematocera* species, where the trapping of these zoophilous *Nematocera* has been verified (Ceratopogonidae, Culicoides, Psychodidae). In fact, the presence of such *Psychodidae*, like *Psychoda alternata* and *Psychoda phalaenoides*, is explained by the release of ammonia from animal urine. The presence of *Culex pipiens* and *Culicoides coprosus* can easily be explained by humidity. Pollution, manure and darkness favors respectively the existence of *Chironomus sp*, *Sciara bicolor*, *Trichocera regelationis*, and *Scatopse notata*. *Tipula sp* and *Ectactia sp* are originally attracted by litter, especially as *Ectactia sp* was captured during the cold season which confirms its ethology. The capture of *Contarinia sp* is explained by the proximity of agricultural land occupied by horticulture and floriculture which allows us to understand the relative importance of *Cecidomyiidae*. On the Medical-veterinary side, our results do not raise any concern. Trapping large numbers of hygrophilous *Chironomidae* species should be maintained, with 19 individuals of the *Orthocladius* and only one individual of the genus *Chironomus*. Moreover, the large infestation of *Psychodidae* should be taken seriously.

### REFERENCES

1. **Albina, E.** -(2007). La bluetongue émergence en Europe du Nord. *Virologie* 11 (n spec), S9.
2. **Alhou , B. & Goddeeris, B.**( 2010) – Contribution à l'identification des larves de *Chironomidae* du fleuve Niger à Niamey Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(6): 2068-2081, December 2010 ISSN 1991-8631
3. **Ali, A. Kok Yokomi, M. L. Alexander J. B.** -(1991) Vertical distribution of *Psychoda alternata* (*Diptera: Psychodidae*) in soil receiving wastewater utilized for turf cultivation.of the American Mosquito Control Association [1991], 7(2):287-289

4. **Baleghien, T., Dellecole, J. C., Setier, -Rio M. L., Rakotoarion I., Allene X. Venail, R., Dellecole D., Lhoir, J., Mathieu, B., Chavernac D., Gardes, L. Languille, J. Baldet T., Garros, C.** (2012) Vecteurs du virus de la fièvre catarrhale ovine: suivi des populations de *Culicoides* en 2011 en France Bulletin épidémiologique (54) : 35-40.
5. **Berchi, S.** (2000)- Résistance de certaines populations de *Culex pipiens* L, au malathion à Constantine (Algérie) (*Diptera, Culicidae*). Bull.Soc.ent.Fr, 105(2) :125-129.
6. **Brahmi, K., Ouelhadj, A., Guermah, D. Doumandji S.** (2013) Inventaire des diptères en particulier ceux d'intérêt médico-vétérinaire dans le Barrage Taksebt et la ferme d'élevage à Fréha (région de Tizi-Ouzou, Algérie) 11ème Journée entomologique de Gembloux(France) le samedi 19 octobre 2013.
7. **Brunhes, J. Hassaine, K. Rhaima A., & Hervy J. P.**, (2000). Les *Culicidae* de l'Afrique méditerranéenne: Espèces présentes et répartition (*Diptera, Nematocera*). Bull. Soc. Ent. France, 105(2) : 195-204.
8. **Brunhes, J. & Dufour, C.**, (1992). Etude structurale et dynamique sur les écosystèmes de tourbières acides, le peuplement des *Tipulidae* (*Diptera, Tipulidae*). Bull. Ecol. France 23(1-2) : 17-26.
9. **Callot, J., & Helluy, J.**, (1958) – Parasitologie médicale. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
10. **Cagniant, H;** (1989) -Essai d'application de quelques indices et modèles de distributions d'abondances a trois peuplements de fourmis terricoles Orsis, 4: 113-124 (1989)
11. **Cassart, P.**( 2014) <http://www.afsca.be/santeanimale/schmallenberg/>
12. **Crombie, M. K., Gilies, R. R. Arvidson, R. E. Brookmeyer, R. P. Weil G. J. Sultan, M. Harba, A. M.** (1989)- An application of remotely derived climatological fields for risk assessment of vector-borne diseases: A spatial study of filariasis prevalence in the Nile Delta, Egypt Photogrammetric engineering and remote sensing ISSN 0099-1112 CODEN PERSDV American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, MD, ETATS-UNIS (1975) (Revue)
13. **Delagarde, J.** (1983). Initiation à l'analyse des données. Ed. Dunod, Paris, 157p.
14. **Dervin, C..**, (1992) – Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des, correspondances ? Ed. Institut Technique Cent. Ecol. (I.T.C.F.), Paris, 72 p.
15. **Goetghebuer, M.**, 1932. Faune de France-Diptères Nématocères (*Chironomidae*). Ed. Faune de France, Paris, 169p.
16. **Greboval, M.** (2004) Facteurs environnementaux influençant la dynamique des vecteurs de virus de la Vallée du Rift conséquence pour la modélisation de la maladie Thèse de docteur vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France
17. **Hassaine, K.**, (2002). Biogéographie et biotypologie des *Culicidae* (*Diptera, Nematocera*) de l'Afrique méditerranéenne. Bio écologie des espèces les plus vulnérantes dans la région occidentale Algérienne. thèse doctorat, Fac.Sci. Aboubakr Belkaid. Univ. Tlemcen, 191p.
18. **Hammer**, (2001)-[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf).

19. **Lamotte, M. & Bourliere, F.** (1969) - Problèmes d'écologie - L'échantillonnage des peuplements, animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
20. **Lounaci, Z.**, (2003) - Biosystématique et bioécologie des *Culicidae* (*Diptera*, *Nematocera*) en milieu rural et agricole. Thèse Magister, Inst. nati. agro, El Harrach, 324
21. **Matile, L.** (1993) – Diptères d'Europe occidentale. Ed. Boubée, Paris, T. I, 439 p.
22. **Mcalpine, J. F., Peterson B. V., Shewell G. E., Teskey h, J., Vockeroth J. R. et Wood, D. M.**, (1981) – Manuel of nearctic dipteral. Ed. Canadian government publishing centre. Vol. I. 674 p.
23. **Mcalpine J. F., Peterson B. V., Shewell G. E., Teskey H. J., vockeroth J. R. et Wood D. M.**, (1987) – Manuel of nearctic dipteral. Ed. Canadian government publishing centre. Vol. II. 657 p.
24. **Mcalpine J. F. & Wood D. M.**, (1989) – Manuel of nearctic dipteral. Ed. Canadian government publishing centre. Vol. III. 248 p.
25. **Myers & al** (2014) <http://animaldiversity.org>
26. **Pierre, C.**, (1924) -Diptères : *Tipulidae*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 159 p
27. **Rodhain F. & Perez C.**, (1985) – Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine S. A., Paris, 458 p
28. **Roth, M.**, (1972) – Les pièges à eau colorés, utilisés comme pots de Barber. Zool. agri. Pathol. Vég. : 79 – 83.
29. **Seguy E.**, (1925). -Diptères (Nématocères piqueurs) : *Ptychopteridae*, *Orphnephilidae*, *Simulidae*, *Culicidae*, *Psychodidae*, *Phlebotominae*. Faune n°12. Ed Faune de France, Paris, 109p.
30. **Seguy E.**, (1940) Diptères nématocères. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 398 p.
31. **Tamaloust, N.**, (2004) – Bioécologie des nématocères en milieu suburbain, lacustre et agricole. Mémoire Ingénieur, Inst. nati., agro., El Harrach, 165 p.
32. **Zahradnik J.**, (1984) – Guide des insectes. Ed. Hatier, Suisse, 318 p.
33. **Zimmer J. Y. Losson, N B. Saegerman C. Haubruse E.** (2009) – Ecologie et distribution des espèces de *Culicoides* Latreille 1809 (*Diptera* : *Ceratopogonidae*) à proximité d'une exploitation bovine en Belgique Ann. Sci. Entomol. F1 (n.s.) -2009 45 (3) : 393.400.