

# UNIVERSITE BLIDA 1

Institut des sciences vétérinaires

## MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Epidémiologie animale

ETUDE ENTOMOLOGIQUE DES PHLEBOTOMES DANS UNE REGION

ENDEMIQUE DE LEISHMANIOSE

VESCERALE WILAYA DE BEJAIA DAIRA DE KHERRATA

Par

**Hemza MANSEUR**

Devant le jury composé de :

M. Bachir Pacha	Professeur, ISV de Blida	Président
Z. Harrat	Directeur de recherche, IP d'Alger	Examineur
R.R Triki-Yamani	Maître de conférences A, ISV de Blida	Examineur
N. Sahraoui Naima	Maître de conférences A ISV de Blida	Promotrice

Blida Novembre, 2015

## RESUME

Les leishmanioses sont des affections parasitaires dues à des protozoaires flagellés appartenant à la famille des Trypanosomidés, genre *Leishmania*. Le parasite est transmis à l'homme par la piqûre de petits diptères, les phlébotomes. Dans le but de réaliser un inventaire des phlébotomes et leur dynamique saisonnière dans un foyer endémique de leishmaniose, nous avons mené une enquête entomologique, durant quatre mois (juin - septembre 2014), en utilisant des pièges adhésifs dans 5 stations de la région de Kherrata.

Durant cette période d'étude, nous avons collecté et identifié 9461 phlébotomes. 9 espèces ont été recensées, elles appartiennent à 2 genres:

Genre *Phlebotomus* (95,92%) incluant 6 espèces : *P. Perniciosus*, espèce prédominante (87,68%) suivi de *P. perfiliewi* (5,53), *P. longicuspis* (2,19), *P. papatasi*, *P. sergenti*(0,21%) et *P. ariasi* (0,09%)

Genre *Sergentomyia* (4,08%). Ce dernier est représenté par les espèces *S.minuta*(2,8), *S. anntennata*(0,21) et *S. fallax* (0,01).

L'étude de la dynamique saisonnière des espèces capturées a montré, que *P.perniciosus* et *P. perfiliewi* vecteurs, de la leishmaniose viscérale et cutanée au Nord de l'Algérie, ont atteint leur pic d'abondance au mois de septembre, par contre les espèces *S.minuta* et *P longicuspis* étaient abondantes au mois de juillet.

Les indices écologiques de structures ont montré que la zone d'étude est peu diversifiée et peu équilibrée, et que seule une espèce domine (*P.perniciosus*). Elle exhibe deux pics de densité le premier au mois de juin et le second, plus important, au mois de septembre.

L'étude de l'efficacité de la campagne de lutte sur la densité des phlébotomes a montré que cette campagne n'a pas donné les résultats attendus

**Mots- clés :** Phlébotomes, Leishmaniose, Ecologie, Inventaire, Kherrata, Algérie

## ABSTRACT

Leishmaniasis is a parasitic disease caused by protozoa flagellate belonging to the family of *Typanosomidés*, genus *Leishmania* which is transmitted to mammals and humans by the bite of sandflies. In order to make an inventory of phlebotomine fauna and their seasonal dynamics in an endemic focus of human leishmaniasis, we carried out an entomological survey during four months (June to September 2014), using sticky traps in 5 sites in the region of Kherrata (North-east of Algeria).

During the study period, we collected and identified 9461 sandflies. 9 species were inventoried and they belong to two genera:

Genus *Phlebotomus* (95.92%) including 6 species: *P. perniciosus*, the predominant species (87.68%) followed by *P. perfiliewi* 5,53 , *P. longicuspis* (2,19), *P. papatasi* (0,21), *P. sergenti* (0,21), and *P. ariasi* (0,09).

Genus *Sergentomyia* (4.08%), represented mainly by *S. minuta* (2,8) , *S. antennata*(0,21) and *S fallax* (0,01)

Seasonal dynamic of the species captured showed that *P.perniciosus* and *P. perfiliewi* the main vectors of visceral and cutaneous leishmaniasis in north Algeria, have reached their peak of abundance in September, However, *S.minuta* and *P longicuspis* were abundant in July.

Ecological indices structures showed that the study area has a very diversified and heterogeneous landscape and only one species was dominant (*P.perniciosus*). It shows two peaks of activity the first in June and the second, more important, in September. The study of the effectiveness of the fight campaign on the density of sandflies showed that the companion did not give the expected results.

**Keywords:** Sandflies, Leishmaniasis, Inventory, Ecology, Kherrata, Algeria.

## الملخص

داء الليشمانيات هو مرض طفيلي تسببه الطفيليات السوطية التي تنتمي إلى عائلة *Trypanosomidés*، جنس الليشمانيا. وينتقل الطفيلي إلى البشر عن طريق لدغة ذوات الجناحين، ذبابة الرمل. من أجل القيام بجدد لذبابة الرمل وديناميكتها الموسمية في بؤرة لداء الليشمانيات، أجرينا مسحا حشرياً مدة أربعة أشهر (من جوان إلى سبتمبر 2014)، وذلك باستخدام شراك لاصقة في 5 محطات في منطقة خراطة.

خلال فترة الدراسة، جمعنا 9461 ذبابة الرمل. وقد تم تحديد 9 أنواع، وهم ينتمون إلى جنسين:

جنس *Phlebotomus* (95.92%) منها 6 أنواع: *P. perniciosus*، النوع السائد (87.68%)، يليه *P. perfilliewi* (5,53)، *P. longicuspis* (2,19)، *P. papatasi* (0,21)، *P. ariasi* (0,09)، *P. sergenti* (0,021)

جنس *Sergentomyia* (4.08%). ويمثل هذا الأخير من الأنواع *S. minuta* (2,8)، و *S. Fallax* (0,01)، *S. anntennata* (0,21)

أظهرت دراسة لديناميكية الموسمية أن الأنواع *P. perniciosus* و *P. perfilliewi* ناقلات داء الليشمانيات الحشوي و الجلدي شمال الجزائر، وقد بلغت ذروتها في سبتمبر، أما *S. minuta* و *P. longicuspis* كانت وفيرة في شهر جويلية.

أظهرت المؤشرات البيئية أن منطقة الدراسة غير متنوعة وغير متوازنة، و نوع واحد فقط مهيم (*P. perniciosus*). أن الكثافة تظهر قمتين الأولى في جوان والثانية أكبر، في سبتمبر.

تقييم اثر حملة المكافحة علي كثافة ذبابة الرمل اظهر أن هذه الحملة لم تأتي بالنتائج المرجوة.

كلمات البحث: ذباب الرمل، داء الليشمانيات، الجرد، الاكولوجيا، خراطة، الجزائر.

## REMERCIEMENTS

A monsieur Bachir Pacha :

Professeur à l'institut des sciences vétérinaire de Blida, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire. Remerciements respectueux.

A Monsieur TRIKI YAMANI

Maitre de conférences classe A à l'institut des sciences vétérinaire de Blida pour avoir accepté d'examiner notre travail et de faire partie de notre jury de mémoire. Vifs remerciements.

A Monsieur

Harrat Zoubir Directeur de recherche, Chef du laboratoire d'Eco-épidémiologie Parasitaire et Génétique des Populations à l'institut pasteur d'Algérie d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de notre jury de mémoire. Sincères remerciements.

A madame Sahraoui Naima

Maitre de conférences classe A à l'institut vétérinaire de Blida, qui m'a aidé tout au long de ce travail je lui très reconnaissant pour tout le temps qu'il ma consacré pendant la réalisation des différentes étapes de notre travail.

A Monsieur Mouloua Abd El Kamel

Maitre de conférences classe B à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou d'avoir aidé à la réalisation de ce travail Remerciements respectueux.

A Monsieur Benallal Kamal Eddine, entomologiste à l'institut pasteur d'Alger Je vous remercie infiniment pour votre gentillesse, votre amitié et pour votre aide précieuse.

A toute l'équipe du laboratoire d'Eco-épidémiologie Parasitaire et Génétique des Populations à l'institut pasteur d'Algérie qui m'a aidé a réalisé ce travail.

## DEDICACES

A la mémoire de mon père que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A ma mère pour son soutien, amour et patience durant ces longues années d'étude, qu'elle trouve ici un modeste témoignage .de tout l'amour que j'ai pour elle.

A mes chers frères

Rachid, Ahmed, Samir, Omar, Moumen, Yacine, Hichem et Khaled

A mes sœurs

Arjouna, Taoues, Souad, Hakima Habiba, Souhila

Mes beaux frères et belles sœurs

A mes nièces et neveux

A toute la famille son exception

A tous mes ami(e)s

## TABLE DES MATIERES

RESUME

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERE

LISTES DES ILLUSTRATIONS, GHRAPHIQUES ET TABLEAUX

INTRODUCTION	14
CHAPITRE 1: GENERALITES SUR LA LEISHMANIOSE	16
1.1. Définition	16
1.2. Historique	16
1.3. Importance de la maladie	17
1.4. Répartition géographique	17
1.5. Etude du parasite.	18
1.5.1. Taxonomie	18
1.5.2. Cycle de vie	20
1.6. Etude clinique	20
1.6.1. Leishmaniose viscérale	20
1.6.2. Leishmaniose cutanée zoonotique à <i>Leishmania major</i>	21
1.6. 3. Leishmaniose cutanée du nord à <i>Leishmania infantum</i>	21
1.6.4. Leishmaniose cutanée anthroponotique à <i>Leishmania tropica</i>	22
1.6.5. Autres formes de leishmaniose	22
1.7. Diagnostic	23
1.8 Traitement et prophylaxie	27
1.9. Epidémiologie de la leishmaniose en Algérie	32
1.9.1. Incidence des leishmanioses humaines en Algérie	32
1.9.2. Répartition de la leishmaniose dans le temps	32
1.9.3. Répartition dans l'espace	33
1.9.4. Prévalence de la leishmaniose canine en Algérie	34

1.10. Epidémiologie de la leishmaniose dans la wilaya de Bejaia	34
1.10.1. Evolution dans le temps	34
1.10.2. Répartition dans l'espace	35
1.10.3 Prévalence de la leishmaniose canine dans la wilaya de Bejaia	37
CHAPITRE2 : GENERALITES SUR LES PHLEBOTOMES	38
2.1. Vecteurs	38
2.2. Mécanismes de transmission vectorielle	38
2.3. Position systématique des phlébotomes	39
2.4. Morphologie	41
2.5. Bio-écologie	45
2.6. Les phlébotomes de l'Algérie	48
2.7. Répartition géographique des phlébotomes en Algérie	50
2.8. Lutte anti-vectorielle	51
CHAPITRE 3 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	53
3.1. Cadre administratif	53
3.2. Cadre géologique	53
3.3. Cadre climatique	54
3.3.1. Données pluviométriques	54
3.3.2. Températures	55
3.3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN	56
3.3.5. Climagramme d'EMBERGER	57
3.3.6. Vent	58
3.3.7. Humidité de l'air	58
3.4. Hydrographie	59
3.5. Couvert végétal	59
CHAPITRE 4 : PARTIE EXPERIMENTALE	61
4.1. Objectif	61
4.2. Matériel et méthodes	62
4.2.1. Technique de piégeage et de collecte	62

4.2.2. Montage et identification	69
4.2.3. Méthodes d'exploration des résultats par des indices écologiques	71
4.2.4. Méthode d'évaluation de la campagne de lutte anti vectorielle	73
4.2.4. Méthodes statistiques	74
4.3. Résultats	75
4.3.1. Inventaire systématique des phlébotomes recensés dans la région de Kherrata	75
4.3.1.1. Qualité d'échantillonnage	76
4.3.1.2. Structure et organisation des peuplements recensés	76
4.3.1.2.1. Répartition des phlébotomes selon le genre	76
4.3.1.2.2. Répartition par station des espèces de phlébotomes recensés et leur similitude	77
4.3.1.2.2. 1. Abondances relative pour chaque espèce	77
4.3.1.2.2. 2. Répartition des espèces par station et leur fréquence d'occurrence	81
4.3.1.2.2. 3. Stations d'étude en fonction de leur degré similitude	83
4.3.1.2.2. 4. Fréquence d'abondance des populations	84
4.3.1.2.2. 4..1. Abondance relative globale et selon la sex-ratio	84
4.3.1.2.2. 4.2. Variations de la valeur de la sex-ratio en fonction des stations d'étude	86
4.3.1.2.2. 4.3. Variations de la valeur de la sex-ratio en fonction du mois de capture	87
4.3.1.2.2. 4 .4. Abondance relative globale des populations selon les mois de capture	88
4.3.1.3. Analyse des résultats par des indices écologiques de structure	90
4.3.1.3.1. L'indice de shannon-Waever et d'équitabilité	90
4.3.1.3.2. L'indice de diversité de Simpson et de Hill	91
4.3.2. Etude de la densité des phlébotomes par station, variations en fonction du mois de captures et efficacité de la compagne de lutte	92
4.3.2. 1. Densité des phlébotomes récoltés par station d'étude	92
4.3.2.2. Evolution de la densité des phlébotomes pendant la saison estivale	93
4.3.2. 3. Etude de l'efficacité de la compagne de lutte anti vectorielle	95
4.3.2. 4. Analyses statistiques	96

DISCUSSION	97
CONCLUSION	109
RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	111
APPENDICES	112
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	128

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1 Distribution géographique mondiale de la leishmaniose viscérale	18
Figure 1.2 Taxonomie de <i>Leishmania</i>	19
Figure 2.1 Différentes stades du développement des phlébotomes	42
Figure 2.2 Morphologie générale d'un phlébotome adulte	45
Figure 2.2 Cycle de vie des phlébotomes	47
Figure 3.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN pour la période 2004- 2014	56
Figure 4.1 Station d'Ouled Ncer vue satellite (Google earth)	64
Figure 4.2 station d'Ouled Fadel vue satellite (Google earth)	64
Figure 4.3 Station Drarda vue satellite (Google earth)	65
Figure 4.5 Station Snadla vue satellite (Google earth)	65
Figure 4. 6 Station de Kherrata vue satellite (Google earth)	66
Figure 4.6 Piège adhésif posé à l'intérieur d'un élevage bovin station Dradra	67
Figure 4.7 Pièges adhésifs posés à l'intérieur d'un élevage mixte ovin, caprin station d'Ouled Ncer	67
Figure 4.8 Pièges adhésifs posés dans un élevage bovin station Snadla	68
Figure 4.9 Pièges posés dans un' élevage bovin station Ouled Fadel	68
Figure 4.10 Montage des phlébotomes sous lame et lamelle	70
Figure 4.11 Identification des phlébotomes au microscope optique	70
Figure 4.12 Répartition de phlébotomes recensés selon le genre	77
Figure 4.13 Appareil génital mâle et femelle de <i>Phlebotomus perniciosus</i>	79
Figure 4. 14 Appareil génital mâle <i>Phlebotomus perfiliewi</i>	79
Figure 4.15 Pharynx (femelle) et génitalia (mâle) <i>Sergentomyia antennata</i>	80
Figure 4. 16 Cibarium femelle, génitalia mâle <i>Sergentomyia</i>	80
Figure 4.17 Proportion de chaque espèce des phlébotomes capturés dans la région de Kherrata	81
Figure 4.18 Richesse spécifique par station dans la région de Kherrata	83
Figure 4.19 Valeurs de la sex-ratio en fonction des espèces recensées dans la région de Kherrata	88
Figure 4.20 Variations de la valeur du sex-ratio en fonction des stations d'étude	86
Figure 4.21 Variations de la valeur de la sex-ratio en fonction des mois de capture	88

Figure 4.22 Évolution du nombre des espèces des phlébotomes en fonction des mois de capture	90
Figure 4.23 Évolution de la densité des phlébotomes pendant la saison estivale	94
Tableau 1.1 : Évolution de l'incidence (nombre et taux) déclarés de leishmaniose humaine en Algérie de 2002 à 2011	33
Tableau 1.2 prévalence de leishmaniose canine dans différentes région en Algérie	34
Tableau 1.3 Communes d'origine des cas de leishmanioses déclarés au niveau de la DSP de la wilaya de Bejaia de 2003 à 2012	36
Tableau 1.4 Fréquences des cas positifs et négatifs de leishmaniose canine selon l'origine géographique dans la wilaya de Bejaia	37
Tableau 2.1 Classification des espèces de phlébotomes vecteurs des leishmanioses de l'Ancien monde.	40
Tableau 2.2 Classification des phlébotomes d'Algérie	49
Tableau 3.1 Précipitation moyennes mensuelles enregistrées par la Station de Sfiha en mm, pour la période entre 2004 à 2014	54
Tableau 3.2 Températures moyennes en °C enregistrées par la station de Sfiha Wilaya de Sétif, durant le période 2004- 2014.	55
Tableau 3.3 Vitesses Moyennes du vent (en m/s) enregistrées dans la station de Sfiha de la Wilaya de Sétif durant la période 2004-2014.	58
Tableau 3.4 Valeurs moyennes mensuelles de l'Humidité de l'air (en %) pour la période 2004-2014	69
Tableau 4.1 Surface de piégeage par station	63
Tableau 4.2 Présentation des stations d'étude en fonction de l'altitude, latitude et longitude	63
Tableau 4.3 Liste systématiques des phlébotomes ( <i>Psychodidae</i> ) recensés dans la région de Kherrata	75
Tableau 4.4 Répartition des phlébotomes en fonction du genre	76
Tableau 4.5 Proportion de chaque espèce des phlébotomes capturés dans la région de Kherrata	78
Tableau 4.6 Répartition par station et fréquence d'occurrence des espèces recensées dans les 5 stations	82

Tableau 4.7	Indice de similitude de Jaccard calculé pour les 5 Stations prises deux à deux	83
Tableau 4.8	Présentation des stations d'études en fonction de leur degré de similitude	84
Tableau 4.9	Abondance relative globale et valeur de la sex-ratio et pour chaque espèce recensée	85
Tableau 4.10	Variations de la valeur de la sex-ratio en fonction des stations	86
Tableau 4.11	Variations de la valeur de la sex-ratio en fonction du mois de capture.	87
Tableau 4.12	Répartition des fréquences d'abondance (%) des phlébotomes recensés en fonction des mois de capture	89
Tableau 4.13	Indice de diversité basé sur le nombre d'individus des espèces recensés	91
Tableau 4.14	L'indice de diversité de Simpson et de Hill	92
Tableau 4.15	Calcul de la densité des phlébotomes récoltés par station	93
Tableau 4.16	Variations de la densité des phlébotomes pendant la saison estivale	94
Tableau 4.17	Densités des phlébotomes avant, pendant et après la campagne de lutte Ph/m <sup>2</sup> /nuit	95

## INTRODUCTION

Les maladies à transmission vectorielle sont des maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré : homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (insecte) hématophage [1].

Les phlebotominae occupent une place importante parmi les diptères vecteurs des maladies, ils jouent un rôle important en pathologie humaine. Ces insectes ont suscité depuis plus de cent ans un grand intérêt, du fait de leur implication dans la transmission des maladies humaines et vétérinaires. Les plus importantes sont les leishmanioses, parasitoses qui touchent environ 350 millions de personnes dans le monde, elles sont inscrites parmi les cinq maladies prioritaires de L'OMS [2].

En Algérie, les leishmanioses sont un problème majeur de santé publique. Elles occupent la première place dans les maladies parasitaires et représentent 35 % des maladies à déclaration obligatoire [3].

Pour faire face à ce fléau, l'Algérie a adopté, en urgence, une stratégie de lutte intégrée ciblant les différents maillons du cycle épidémiologique de la maladie avec mise en œuvre d'un programme national de lutte contre la leishmaniose depuis 2006 [4].

La zone d'étude est une zone endémique de leishmaniose viscérale et cutanée du nord avec 9 cas enregistrés entre 2010- 2014.

Dans le cadre de ce travail, nous présentons les résultats des captures de phlébotomes réalisées de Juin à Septembre 2014. Cette période correspond à leur période d'activité saisonnière optimale. Nous présentons aussi, leur distribution spatiale en fonction des niches écologiques et la diversité biotique de la région d'étude.

Notre travail s'articule autour de quatre chapitres : le premier chapitre concerne des données bibliographiques sur la leishmaniose : généralités, clinique et diagnostic, traitement et prophylaxie.

Le deuxième chapitre présente une revue bibliographique sur les phlébotomes. Dans cette partie, nous donnons un aperçu sur les critères généraux, la répartition, la classification, la bio écologie des différents stades, le rôle vecteur des phlébotomes et répartition géographique des phlébotomes d'Algérie.

Le troisième chapitre concerne une présentation de la zone d'étude sur le cadre administratif, géologique, hydrographique et climatique.

Le quatrième chapitre, concerne la partie expérimentale, est divisé en trois parties : dans la première partie nous présentons le matériel et les méthodes utilisées pour l'échantillonnage et l'identification des phlébotomes et dans la seconde partie nous exposons les résultats obtenus au cours de notre étude, qui sont soutenus par des indices écologiques et par des analyses statistiques.

Une discussion des résultats obtenus par rapport aux études précédemment menées dans d'autres régions.

Enfin, une conclusion générale mettant l'accent sur l'essentiel des résultats obtenus au cours de cette étude et des recommandations, perspectives, et travaux qui restent à mener en se référant à de nouvelles voies d'approche pour pouvoir lutter contre ces vecteurs.

# CHAPITRE 1

## GENERALITES SUR LA LEISHMANIOSE

### 1.1 Définition :

Les leishmanioses sont des parasitoses commune à l'homme et à de nombreuses espèces de mammifères, elles sont dues à des protozoaires flagellés, appelés leishmanies, transmises par la pique de la femelle d'un insecte diptère hématophage nommée phlébotome [5].

### 1.2 Historique :

La leishmaniose est connue depuis l'antiquité, des médecins persans et indiens comme le témoigne le nom donné à la maladie humaine de Kala-azar (fièvre noire) qui désigne la leishmaniose indienne viscérale.

La première description de la maladie est celle de McNaught en 1882. Et en 1885 Cunnigham décrivit les parasites dans un prélèvement de bouton d'orient [6].

En 1900, William Leishman découvrit le parasite *leishmania* dans des frottis de rate d'un soldat mort de fièvre Dum-Dum en Inde et 1903, Charles Donovan identifia le même parasite dans une biopsie de rate, et le parasite fut nommé *leishmania donovani* en leur honneur et la forme amastigote du parasite est communément appelée le corps de leishmania- donovan [6].

En 1908, Nicolle & Scire cultivèrent pour la première fois les leishmanies et comparèrent les organismes de la peau avec ceux de la rate découverts en 1903, et conclurent la presque identité de point de vue morphologique du parasite de *leishmania –Donovani* et celui de Wright.

En 1921, le rôle vecteur des phlébotomes fut démontré par les frères Sergent et leurs collaborateurs, après application de broyats de ces insectes sur les scarifications cutanées. Mais la transmission par la piqûre ne fut prouvée qu'en 1941, par Adler & Ber. Knowles, en 1924, l'établit pour le kala-azar, Parrot et Donatien le font pour la leishmaniose canine en 1930 [7].

En 1946, Sarrouy et al, rapportèrent le premier cas de Kala-aza infantile en Kabylie [8].

A partir de 1970, débute la caractérisation iso-enzymatique des souches des leishmanies, qui est devenue courante après la publication de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) (1985) sur le sujet. Les premières coïnfections VIH-leishmaniose sont signalées à partir de 1985 [9].

En 1990, Rioux et al., présentèrent une nouvelle classification, en se basant sur les caractères biochimiques et le profil iso-enzymatique des souches des différents complexes [10].

### 1.3. Importance de la maladie :

Les leishmanioses sévissent dans les régions tropicales et subtropicales de 88 pays sur tous les continents à l'exception de l'Océanie. L'incidence est estimée à 2 millions de cas par an, 350 millions d'individus exposés au risque [11].

Pour la leishmaniose viscérale (LV), le nombre de cas par an est de 500000 cas. Les leishmanioses posent un problème de santé publique dans les régions tropicales, avec une extension dans des régions autrefois indemnes [12].

En Algérie, les leishmanioses sont signalées sur tout le territoire national. Avec près de 4000 cas par an de leishmaniose. La forme la plus grave (LV) sévit au nord du pays ou elle touche 100 à 200 sujets chaque année ce qui constitue un problème de santé publique en Algérie [13].

Les chiens qui constituent le réservoir de la leishmaniose viscérale sont très touchés avec 25 million de chiens (2/3) exposés en zone méditerranéenne, 10% sont infectés, 5% développent la maladie et meurent précocement en absence ou en cas d'échec du traitement [14].

### 1.4. Répartition géographique :

Les leishmanioses ont une répartition circumterrestre et elles sont présentes dans les quatre continents, (Figure1.1). En Europe du sud et dans de nombreux pays de l'Afrique de l'Est, d'Asie du sud, d'Amérique du sud, les leishmanioses sont endémiques. Leur prévalence mondiale est estimée de 12 millions de cas [15].

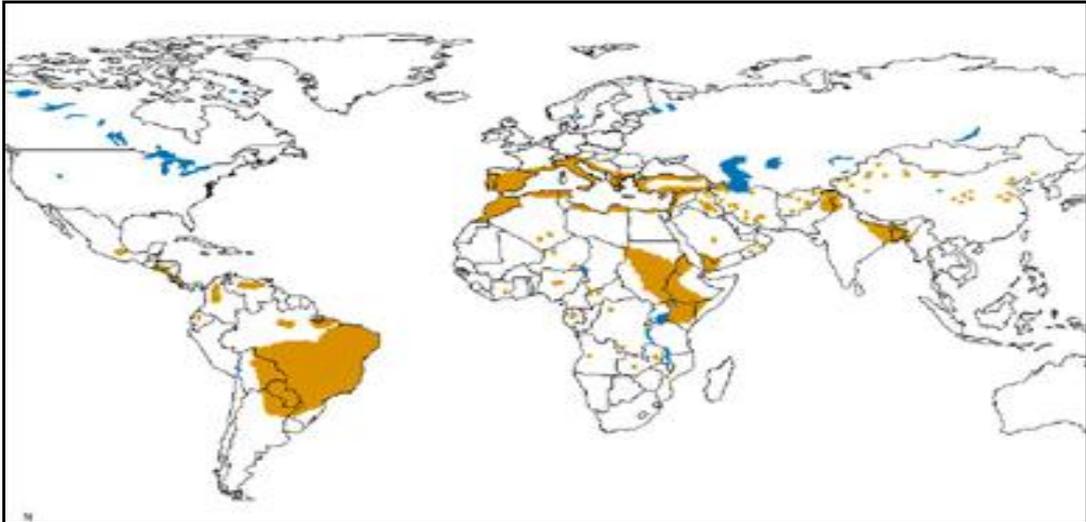


Figure n° 1.1 : Distribution géographique mondiale de la leishmaniose viscérale [16]

En Algérie la leishmaniose viscérale a la même distribution que la leishmaniose canine, elle s'étend sur toute la partie nord du pays dans la région humide et subhumide. En régions semi arides connus comme foyers de leishmaniose cutanée zoonotique, de nombreux cas ont été signalés.

Le foyer le plus actif reste celui de la grande Kabylie, à lui seul représente la moitié des cas de leishmaniose viscérale en Algérie [17].

## 1.5. Etude du parasite :

### 1.5.1. Taxonomie :

Le parasite leishmania appartient au sous genre protozoaire phylum *sarcomastigophora*, sous phylum *Mastigophora*, de la classe des *Zoomastigophora*, de l'ordre des *Kinetoplastidea* et de la famille des *Trypanosomatida* [18].

Le genre *Leishmania* a été scindé en deux sous genres, selon la position des parasites autour du pylore de l'insecte vecteur : le sous genre *Leishmania* (Saf'janova, 1982) à développement supra pylorique (en amont) et le sous genre *Viannia* (Lainson, 1987) péri pylorique.

Une classification récente est présenté en figure 1.2 :

Protozoaire

Ordre : *Kinetoplastida*

Famille : *Trypanosomatidés*

Genre : *leishmania*

Sous genre :

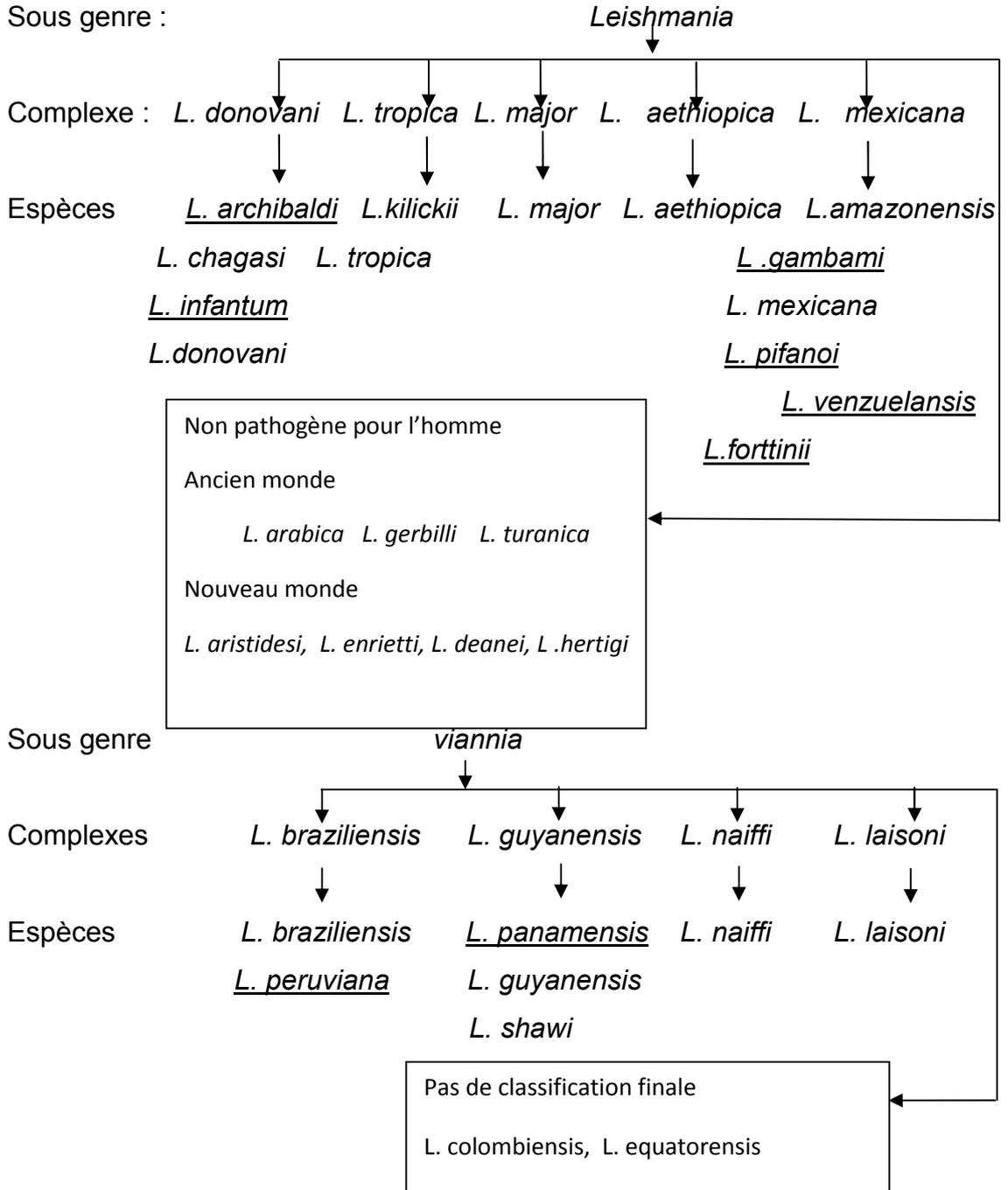


Figure 1.2 : Taxonomie de leishmania [18]

### 1.5.2 .Cycle de vie : le cycle évolutif est dixène, fait intervenir :

Un hôte définitif mammifère parasité (homme, chiens, rongeurs) qui héberge des formes amastigotes dans les macrophages du système réticulo-histiocytaire et un hôte intermédiaire, arthropode vecteur le phlébotome hébergeant les formes promastigotes dans le tube digestif [19].

Chez les arthropodes (phlébotomes femelles), les leishmanies ingérées lors d'un repas sanguin se multiplient par scissiparité, et évoluent dans le tube digestif, en partie supra-pylorique. Etant donné que les phlébotomes se nourrissent par telmophagie, c'est-à-dire par absorption d'un mélange de sang et de lympho constitué dans le derme suite à l'action traumatisante des pièces buccales et la sécrétion d'une salive histolytique, ce sont essentiellement des leishmanies présent dans le derme qui assurent le passage à l'arthropode[20].

Les leishmanies sont intracellulaires chez les hôtes vertébrés et extracellulaires chez le vecteur. Une fois chez le vecteur la forme amastigote se transforme en forme promastigote, qui se multiplie et sera inoculée à un autre hôte vertébré. Le cycle évolutif dure 2 à 3 semaines au bout desquelles les promastigotes infectants sont présents dans les pièces buccales de l'insecte [21].

### 1.6. Etude clinique :

Chez l'homme, plusieurs formes cliniques sont décrites

#### 1.6.1. Leishmaniose viscérale :

##### a) La leishmaniose viscérale infantile :

C'est la forme la plus fréquente dans les pays du pourtour du bassin méditerranéen, particulièrement en Afrique du nord. Cette forme atteint le plus souvent (92%) les jeunes enfants entre 6mois et 5 ans, Elle est due à *Leishmania infantum* et le réservoir est le chien [22].

Dans cette forme, le parasite se développe dans les organes lymphoïdes du patient (foie, rate et moelle osseuse). Les symptômes généraux sont regroupés dans la triade classique (fièvre, pâleur et hépato splénomégalie). La mort peut survenir aussi suite à des infections secondaires. De plus, des adénopathies et des manifestations cutanées sous forme de taches noirâtres ou bistre sont souvent associées à la forme du kala-azar indien. Le parasite

responsable de cette forme est *Leishmania donovani* et le réservoir du parasite est l'homme. [23].

En Inde, où cette forme a été décrite, se complique par une forme cutanée dite « leishmaniose dermique post kala azar » séquelle de la première. Leur traitement est long et difficile [24], [25].

En Amérique du Sud, au Brésil (90% des cas en Amérique latine), les cas y sont en augmentation constante [26], [27].

#### b) La leishmaniose viscérale chez l'adulte :

Les symptômes dans cette forme sont moins typiques que la forme infantile, elle se traduit par un état fébrile prolongé, alors que la splénomégalie peut être absente ou constitue le seul élément clinique, de même que les adénopathies. Les signes cutanés sont prédominants [28]. [29]

La leishmaniose cutanée on distingue plusieurs formes :

#### 1.6.2. La leishmaniose cutanée zoonotique à *Leishmania major*.

Elle est dite leishmaniose cutanée humide des zones rurales, la lésion caractéristique apparaît après une courte période d'incubation, il s'agit d'une ulcération cutanée, à bords surélevés, avec une croûte centrale adhérente, indolore, de taille variable (habituellement de 1 à 4cm de diamètre), d'évolution chronique. La lésion est parfois bénigne, peut se cicatriser spontanément en quelques mois [30]. Dans certains cas la lésion peut s'amplifier et donner naissance à une leishmaniose récidivante, très difficile à guérir. Dans tous les cas, la cicatrisation reste à vie, sous forme d'une zone déprimée dépigmentée. Cette cicatrisation ne signifie pas la disparition du parasite de l'hôte. En effet, des rechutes ou réactivations sont observées parfois dans certains cas [31]. .

La majorité des cas de la leishmaniose cutanée est observée en Afghanistan, Algérie, Brésil, Colombie, Iran, Pakistan, Pérou Arabie saoudite et la Syrie [3].

#### 1.6.3. La leishmaniose cutanée du nord à *Leishmania Infantum* :

Cette forme est différente à la forme précédente, sur le plan clinique, elle se présente sous forme d'une petite lésion unique siégeant souvent au niveau de

la face, très inflammatoire, sans ulcération et sans croûte épaisse. Sa durée d'incubation est longue, ainsi que la durée d'évolution [32]. [13].

#### 1.6.4. Leishmaniose cutanée anthroponotique à *Leishmania tropica* :

La leishmaniose cutanée due à *L. tropica* (connue dans le passé par la leishmaniose anthroponotique urbaine) détermine des ulcérations sèches et indolores de la peau, souvent multiples, qui en règle générale guérissent spontanément en l'espace d'une année ou parfois plus, laissant souvent derrière elles des cicatrices inesthétiques. La durée d'incubation est généralement de 2 à 8 mois. [30]. [33].

#### 1.6.5. Autres formes de leishmaniose

##### a) Leishmaniose cutanée diffuse

La leishmaniose cutanée diffuse se caractérise par des macules, des papules, des lésions nodulaires ou des plaques très disséminées ou par une infiltration diffuse de la peau, spécialement au niveau de la face et des faces externes des membres où l'épaississement des sourcils et du lobe des oreilles peut ressembler à la lèpre lépromateuse. Il n'y a pas d'ulcération. En Afrique elle est provoquée par *L. aethiopica* et en Amérique latine par *L. mexicana* et *L. amazonensis* [30].

##### b) Leishmaniose cutanéomuqueuse du Nouveau Monde :

Les espèces responsables de la leishmaniose cutanéomuqueuse (*L. braziliensis* et *L. panamensis*), se caractérisent surtout par leur capacité à causer des métastases au niveau des muqueuses de la cavité buccale et des voies respiratoires supérieures par dissémination lymphatique ou sanguine. D'après des études menées au Brésil, une leishmaniose cutanéomuqueuse peut se déclarer quelques mois à 20 années ou plus après l'apparition d'une lésion cutanée. Les lésions nasales sont constantes, avec des nodules et une infiltration au niveau de la partie antérieure du cartilage de la cloison nasale entraînant l'obstruction des narines et ultérieurement, une perforation de la cloison avec affaissement et élargissement du nez [34]. [35].

## 1.7. Diagnostic :

### a)Techniques de diagnostic direct :

Les techniques de diagnostic directes permettent de mettre en évidence le protozoaire ou bien son ADN (acide désoxyribonucléique) quelques jours après le début de l'infection, quelques techniques sont réalisables sur le terrain.

#### -Observation direct du parasite sous microscope :

La microscopie permet la mise en évidence directe du parasite (forme amastigote) et d'établir un diagnostic de certitude. Toutefois la sensibilité de la technique est variable, cette sensibilité décroît en fonction du matériel prélevé [36].

La coloration des lames se fait de façon classique par le May-Grünwald Giemsa (MGG), Coloration rapide (RAL) ou (Diff-Quik), mais la première est la plus utilisée. [32].

#### -La culture :

Les parasites sont cultivés sur le milieu gélose au sang de lapin classique appelé NNN (Nicolle-Novy-Mc Neal).Plusieurs semaines d'incubation sont parfois nécessaires avant que les cultures deviennent positives. La culture est utilisée dans les laboratoires pour augmenter la sensibilité du diagnostic mais également pour identifier la souche isolée par les méthodes biochimiques pour définir les zymodèmes ou par des méthodes moléculaires beaucoup plus rapides (PCR-PFLP). [37].

D'autres milieux plus riches sont utilisés pour l'isolement de leishmanies sensibles et difficiles à cultiver (ex *L.brasiliensis*) (milieu Schneider, milieu d'Evans) [38].

La culture se déroule à des températures comprises entre 24°C à 27°C, des températures plus élevées peuvent être inhibitrices [45], La vérification se fait une fois par semaine et la culture n'est déclarée négative qu'à partir de la quatrième semaine et après un repiquage sur un milieu frais, La recherche des

promastigotes est facilitée par leur mobilité, leur morphologie assez caractéristique [39].

-Diagnostic par PCR (polymérase chain reaction) :

C'est une technique précieuse qui permet la détection de l'ADN des leishmanies chez des sujets symptomatiques ou asymptomatiques avec une charge parasitaire faible, chez qui la séroconversion n'a pas encore eu lieu, permet aussi le suivi après la mise en place d'un traitement, ainsi pour confirmer ou infirmer une cytologie ou une histologie négative lors de forte suspicion. Les prélèvements de choix envoyés(en frais, congelés ou fixés a l'alcool à 95%) sont la moelle osseuse, les nœuds lymphatiques ou la peau [40].

Il existe différentes types de PCR :

La PCR conventionnelle : elle amplifie l'ADN de la leishmanie grâce à un couple d'amorces (ce sont des séquences de bases complémentaires à la séquence cible et qui bornent l'ADN cible de la leishmanie) [40].

La PCR « nested » : il s'agit d'une modification de la traditionnelle (plus sensible mais moins spécifique, vu que le nombre de passage augmente et que par conséquent, le risque de contamination par l'ADN étranger augmente ainsi que le risque de faux positifs [41]

PCR quantitative « real time » : elle utilise des sondes fluorescentes ce qui permet de quantifier le nombre de copies d'ADN présentes dans l'échantillon. La sensibilité est semblable à celle de la PCR « Nested », la spécificité est meilleur lorsque elle est effectuée dans un système fermé. Cette méthode permet de fournir des données telles que le nombre de parasites présents [42].

Une PCR négative ne peut exclure une infection par *Leishmania*.

b) Diagnostic indirect :

La sérologie permet la recherche des anticorps, en pratique elle ne permet pas la différenciation des sous classes. Il peut y avoir des réactions croisées avec certains parasites tels *Trypanosoma* , ce qui entraîne de faux

positifs. La séroconversion peut se faire de un à vingt deux mois après infection, ce qui peut entraîner des faux négatifs [43].

-IFIA (Indirect Immunofluorescent Antibody Test):

Elle est considérée comme la technique de référence par l'OMS, utilisée dans les enquêtes épidémiologiques, ainsi que pour le diagnostic et le suivi des patients [44].

Elle utilise des conjugués fluorescents anti-anticorps dirigés contre les leishmanies ainsi que des formes promastigotes de leishmanies. Les dilutions successivement réalisées permet de déterminer le taux d'anticorps du sérum (seuil de positivité entre 1 :80 et 1 :160 selon les laboratoires). Cette technique est très spécifique mais pas assez sensible, mais cette sensibilité est moins bonne pour la détection de l'infection chez les sujets asymptomatique ou immunodéprimés [45].

-Technique ELISA (Enzyme Liked Immunoabsorbent Assay):

C'est une méthode de diagnostic quantitative, elle très sensible et elle permet de diagnostiquer un grand nombre d'échantillons [46]. Les antigènes (extrait protéique de cultures de promastigotes) sont fixés sur un support en polystyrène, le sérum à tester est incubé avec l'antigène, on ajoute ensuite l'antiglobuline couplée avec une enzyme. La réaction est révélée après l'ajout d'un substrat chromatogène à cette enzyme [47].

D'autres tests sont utilisés pour le diagnostic indirect de la leishmaniose tel WesternBlot, Test d'Agglutination Directe (DAT) Test chromatographique rK39 rapid test (48).

c) Diagnostic de la LV :

Le diagnostic parasitologique : La mise en évidence de la forme amastigote du parasite par examen au microscope des produits d'une ponction tissulaire ou d'organe constitue la confirmation classique d'une leishmaniose. L'examen microscopique est d'une grande spécificité mais sa sensibilité est variable ; elle est meilleure pour les ponctions de rate (93-99 %) que pour les ponctions de moelle osseuse (53-86 %) ou de ganglion lymphatique (53-65 %). Une culture

effectuée avec des prélèvements de sang ou les produits de ponction de différents organes permet d'augmenter la sensibilité du diagnostic.[49]

La recherche de l'ADN parasitaire par la PCR dans le sang ou les produits de ponction de la moelle osseuse offre une sensibilité nettement meilleure que l'examen microscopique [49], encore que la pratique de cet examen soit actuellement réservée aux laboratoires spécialisés et aux centres de recherche [49].

Le diagnostic sérologique basés sur la recherche des anticorps par immunofluorescence, immuno-enzymatique ELISA ou Western Blot se révèlent, selon la plupart des études, d'une bonne précision sur le plan diagnostique. Le test de formo-leuco-gélification (FLG) est obsolète et ne doit plus être utilisé pour le diagnostic [49]

Deux examens sérologiques : l'épreuve d'agglutination directe (DAT) et le test immuno-chromatographique basé sur l'antigène rK39 - ont été spécialement élaborés en vue d'une utilisation sur le terrain et se sont montrés d'une bonne précision diagnostique dans la plupart des zones d'endémie. Les tests basés sur l'antigène rK39 sont faciles à exécuter, rapides, peu coûteux et donnent des résultats reproductibles ; ils peuvent donc être utilisés pour un diagnostic précoce de la leishmaniose viscérale tant dans les centres de santé périphériques qu'au niveau central [49].

#### d) Diagnostic de la LC

L'examen parasitologique reste la méthode de référence pour diagnostiquer une leishmaniose cutanée en raison de sa grande spécificité. Toutefois, sa sensibilité varie dans d'importantes proportions en fonction de la situation géographique, de l'espèce en cause et du stade de la lésion.

Le matériel biologique nécessaire à ces examens peut être obtenu par grattage, ponction à l'aiguille fine ou biopsie des lésions. Une biopsie à l'emporte-pièce de 2 à 4 mm de peau permet de prélever davantage de matériel biologique (ce qui est avantageux lorsque les parasites sont peu nombreux), de faire une culture ou de procéder à un examen histopathologique.[49]

Le matériel biologique obtenu par l'une quelconque de ces méthodes peut être utilisé pour un examen microscopique, une culture ou une technique moléculaire de diagnostic. Les cultures obtenues à partir d'un échantillon.

La culture du parasite sur les milieux simples NNN, permet d'identifier et de caractériser l'espèce en cause [49].

la PCR ou la PCR-RFLP , améliore la sensibilité du diagnostic et permet d'identifier l'espèce de leishmanie rapidement sans passer par la culture [49]

### 1.8 Traitement et prophylaxie :

#### A) traitement :

Le traitement ne doit être administré qu'une fois le diagnostic confirmé.

Très souvent, il peut être nécessaire d'administrer un traitement de soutien, par exemple une réhydratation ou des suppléments alimentaires, avant de commencer la thérapie surtout chez les enfants malnutris atteints de LV.

Le traitement pour la LV se fait à l'hôpital doit être administré sous surveillance médicale.

#### a) L'arsenal thérapeutique :

##### -Dérivés de l'antimoine pentavalent

On dispose de deux antimoniés de ce type : l'antimonié de méglumine (Glucantime® ) et le stibogluconate de sodium (Pentostam®) Ils sont similaires du point de vue chimique et leur toxicité de même que leur efficacité sont liées à leur teneur en antimoine. Ces médicaments sont administrés soit par voie IM, IV, en perfusion, ou encore par injection intralésionnelle pour traiter une leishmaniose cutanée [49].

Les effets secondaires courants peuvent être des vomissements, nausées, douleurs abdominales, malaise général, myalgies, arthralgies, céphalées. Si de sérieux effets secondaires se manifestent (dans la plupart des cas il s'agit d'effets hépatotoxiques ou cardiotoxiques), il faut changer de traitement [49]

##### -Désoxycholate d'amphotéricine B

L'amphotéricine B est un antibiotique de la famille des polyènes. Il est recommandé d'administrer une dose d'essai de 1 mg par perfusion, suivie de la dose totale 4 à 6 h plus tard. La néphrotoxicité liée à ce médicament est redoutée et conduit à de fréquentes interruptions du traitement chez certains patients. Le

traitement doit toujours avoir lieu en milieu hospitalier afin de pouvoir assurer une surveillance permanente des malades. [49]

-Amphotéricine B liposomique (complexe lipidique d'amphotéricine B et dispersion colloïdale d'amphotéricine B)

Elles sont d'une efficacité analogue à celle du désoxycholate d'amphotéricine B mais sensiblement moins toxiques et la durée de la cure est très réduite ( 1 à 4 jours) . On les administre par perfusion intraveineuse en 2 h [49]

-Paromomycine

La paromomycine (aminosidine) est un antibiotique aminoglycosidique que l'on administre habituellement par voie intramusculaire à la dose de 15 mg/ kg, le sulfate correspond à 11 mg/kg de base et 20 mg/kg de sulfate correspondent à 15 mg/kg de base. L'évènement indésirable le plus courant est une légère douleur au point d'injection (55 %). Une ototoxicité réversible s'observe chez 2 % des patients. La néphrotoxicité est rare. Des effets hépatotoxiques peuvent se produire chez certains malades, comme en témoigne l'augmentation de la concentration des enzymes hépatiques ; on a également fait état de cas de tétanie [49]. Une forme galénique topique existe pour le traitement de la leishmaniose cutanée [50]

-Miltéfosine

Cet alkylphospholipide (hexadécylphosphocholine) avait été développé à l'origine pour traiter certains cancers par voie orale mais on s'est aperçu qu'il était également actif contre les leishmanies [51]. La miltéfosine doit être prise après les repas et si des doses multiples sont nécessaires, elle est contre- indiquée chez la femme enceinte [49].

-Dérivés azolés : kétoconazole, fluconazole, itraconazole

Ces antifongiques oraux sont d'une efficacité variable dans le traitement de la leishmaniose cutanée [49].

### b) Traitement de la leishmaniose viscérale

*Dérivés de l'antimoine pentavalent* : Le stibogluconate de sodium et l'antimoniote de méglumine sont les antileishmaniens de première intention classiques dans la plupart des pays du monde (taux global de guérison > 90 %) (A), mais la pharmaco-résistance est très préoccupante en Inde, dans le foyer du Bihar, ainsi qu'au Népal où plus de 60 % des cas ne répondent pas au traitement, [52].

Le traitement initial d'une leishmaniose viscérale doit comporter une injection quotidienne d'une dose de 20 mg de Sb<sup>5+</sup> par kg de poids corporel (pas de limite supérieure de 850 mg). Les injections s'étendent généralement sur une durée de 28 à 30 jours [49].

La miltéfosine administrée pendant 28 jours à la dose quotidienne variable selon le poids et l'âge des patients de 2,5 à 100 mg/jour 150 mg/jour pour un poids corporel supérieur à 50 kg, ce médicament a donné un taux de guérison chez les sujets immunocompétents égal à 94 % en Inde (A) et à environ 90 % en Éthiopie [49].

### -Formes galéniques lipidiques d'amphotéricine B :

L'amphotéricine B liposomique est la forme galénique la plus largement utilisée pour traiter la leishmaniose viscérale. En Inde (*L. donovani*), une dose totale  $\geq 10$  mg permet d'obtenir un taux de guérison de > 95 % (A). Administré selon divers schémas à la dose quotidienne de 3 – 4 mg (dose totale 15 – 24 mg/kg), ce composé a fait preuve d'une efficacité de 90 à 98 % en Europe du Sud (B) (*L. infantum*) et c'est le traitement de référence des cas de leishmaniose viscérale en pratique clinique dans la région méditerranéenne [53], [54] .

### c) Traitement de la LC :

La leishmaniose cutanée n'est pas une pathologie qui engage le pronostic vital et les complications sont rares. Chez un sujet dont la maladie est bénigne ou en cas de co-morbidité, il est préférable d'opter pour un traitement moins risqué.

Toutefois, comme des surinfections sont susceptibles de compliquer une leishmaniose cutanée ulcéreuse, il est important de nettoyer les lésions. Pour

certaines espèces (*L. major* notamment), le taux de guérison spontanée est supérieur à 50 % sur 6 mois. . Les options thérapeutiques sont les suivantes :  
 Pommade à la paromomycine : Une préparation à 15 % plus 5 % de chlorure de méthylbenzéthonium appliquée deux fois par jour sous forme de pommade pendant une durée allant jusqu'à 20 jours s'est révélée aussi efficace qu'un traitement intralésionnel avec un dérivé de l'antimoine pentavalent (taux de guérison 70 %)[49].

Une ou deux applications locales d'une source de chaleur (50°C pendant 30 secondes) se sont révélées aussi efficaces qu'un traitement intra-lésionnel avec un dérivé de l'antimoine pentavalent (taux de guérison 70 %) en Afghanistan (*L. tropica*) [49].

#### B) Prophylaxie :

Il n'existe pas de vaccin pour prévenir la leishmaniose chez l'homme, le recours aux insecticides peut prévenir les piqûres infectantes de phlébotomes. Celui qui est largement utilisé appartient à la famille des Pyréthrynoïdes dans laquelle un produit est utilisé contre les phlébotomes en Algérie : la Deltaméthrine.

Les colliers imprégnés de deltaméthrine permettent une libération lente et prolongée du principe actif, assurant une protection très efficace environ une semaine après la pose et pendant cinq à six mois, pour les chiens amenés en zone endémique, il est recommandé de mettre en place le collier une à deux semaines avant le départ [55].

#### Prophylaxie médicale :

Au Brésil, un vaccin est disponible depuis 2004 Leishmune®, il est à visée prophylactique. Son taux de protection est de 92% à 95% selon les études et son efficacité de 80% [55].

En France, le vaccin Canileish® a reçu son AMM depuis septembre 2011. Le vaccin protège les chiens sains contre les formes graves de la maladie. Il est à base d'antigène d'excrétion-sécrétion de promastigotes(AgESP) avec un

adjuvant le QA 21. Selon le fabricant, le vaccin diminuerait trois à quatre fois le risque pour un chien sain de déclarer la maladie une fois infecté. L'AMM ne prévoit pas pour le moment la vaccination des chiens atteints de leishmaniose, mais leur vaccination ne semble entraîner aucun effet secondaire [56].

## 1.9. Epidémiologie de la leishmaniose en Algérie :

### 1.9.1. Incidence des leishmanioses humaines en Algérie :

Les leishmanioses constituent un véritable problème de santé publique, avec près de 4000 cas / an (Harrat, Z., 2006) In [57].

- Leishmaniose viscérale :

Selon les données de l'Institut National de Sante Publique, de 2000 à 2010, le nombre de cas de leishmanioses viscérales recensées au niveau national a connu de grandes fluctuations, il est passé de 220 en 2000 à 127 cas en 2001. De 80 en 2008 à 129 cas en 2010. Il en est de même pour l'incidence annuelle qui pour  $10^5$  habitants a enregistré aussi des variations, le plus souvent en diminution elle a du subir entre temps des augmentations. Elle est passée de 0,42 en 2001 à 0,28 en 2006 pour augmenter à 0,31 en 2007 et à 0,33 en 2010.

- Leishmaniose cutané :

A la fin des années 1990, l'Algérie a connu une recrudescence alarmante de la leishmaniose cutanée. De 2000 à 2004, 45 363 cas ont été notifiés par l'Institut National de Sante Publique (INSP) [58].

### 1.9.2. Répartition de la leishmaniose dans le temps :

Pour la leishmaniose viscérale, au sein d'un intervalle de dix ans, l'incidence de la leishmaniose viscérale a connue des fluctuations avec trois pics d'enregistrement : le premier et le deuxième pic ont été enregistrés en 2003 et en 2007 avec  $131(0,41/ 10^5$  habitants) et 104 cas ( $0,31/ 10^5$  habitants), respectivement. Le troisième pic a été enregistré en 2010 avec 121 cas.

L'incidence la plus basse est enregistrée en 2008 avec 80 cas ce qui fait un taux d'incidence de  $0,23/ 10^5$  habitants [59].

Pour la leishmaniose cutanée, le nombre de cas enregistrés en dix ans varie d'une année à l'autre avec cependant deux pics : le premier pic, qui est le plus élevé, a été signalé en 2005 avec un nombre de cas dépassant les 25.000, soit un taux d'incidence de  $78,49/10^5$  habitants. Le deuxième pic a été enregistré en 2010 avec un taux d'incidence de  $58,93/10^5$  habitants. Toutefois, la plus basse incidence a été enregistrée avec 6755 cas ( $20,21/ 10^5$  habitants) en 2007 [59].

Tableau1.1 : Évolution de l'incidence (nombre et taux) déclarés de leishmaniose humaine en Algérie de 2002 à 2011 [59].

Année	Population	Nombre de cas déclarés		Incidences annuelles pour 10 <sup>5</sup> habitants	
		LV	LC	LV	LC
2002	31235006	106	8049	0,34	25,77
2003	31645000	131	13749	0,41	43,45
2004	32075000	130	14822	0,40	46,22
2005	32500000	115	25511	0,35	78,52
2006	32975000	93	14714	0,28	44,63
2007	33415000	104	6755	0,31	20,21
2008	33850000	80	7632	0,23	22,54
2009	34310000	89	12097	0,25	35,26
2010	35715878	121	21049	0,33	58,95
2011	36536041	94	16585	0,25	45,40
<b>Total</b>	<b>/</b>	<b>1063</b>	<b>140825</b>	<b>/</b>	<b>/</b>

### 1.9.3. Répartition dans l'espace :

Le nombre de cas de LC recensé en dix ans (140825 cas) est largement supérieur à celui de la LV (1063).

Pour la LV, les premières six Wilayas qui ont enregistré les plus grands nombres de cas sont les suivantes : Mila (119 cas), Sétif (98 cas), Biskra (89 cas), Béjaïa (75 cas), Bouira (58 cas), Tizi Ouzou (47). Néanmoins, le taux d'incidence pour 100000 habitants révèle un autre classement à savoir : Illizi (2,13), Tamanrasset (1,76), Mila (1,55), Biskra (1,34), Bouira (0,81), Béjaïa (0,77).

Pour la LC, les Wilayas qui viennent en tête du classement, selon le nombre de cas, sont les suivantes : Biskra (33046), M'sila (31431), Batna (16821), El-oued (8320), Laghouat (7668), Bechar (6567), puis Ghardaïa avec 6227 cas [59].

#### 1.9.4. Prévalence de la leishmaniose canine en Algérie :

Les fluctuations annuelles de la leishmaniose canine varient d'une saison à l'autre avec cependant, nous avons observé une augmentation croissante du nombre de cas de la maladie au cours des dernières années. En comparant les résultats obtenus lors des enquêtes antérieures dans la même région, on note une recrudescence alarmante de l'enzootie canine (Tableau1.2) [59].

Tableau 1.2 : prévalence de leishmaniose canine dans différentes région en Algérie [59].

Région d'étude	Prévalence (%)	Année d'étude	Référence
Alger	37	Du 1990 au 1997	[60]
Alger	chien errant (11,7) chien de la GN (9,7) chien de ferme (5,9)	Du 2004 au 2005	[61]
Alger	25,1	Du 2005 au 2008	[62]
Tizi-Ouzou	10 à 67	Du 2007 au 2010	[63]
Alger (fourrière canine)	40	2010	[64]
Bejaia	9,8	2014	[59]

#### 1.10. Epidémiologie de la leishmaniose dans la wilaya de Bejaia :

##### 1.10.1 Evolution dans le temps :

Sur une période de dix ans (du 2003 au 2012), la wilaya de Bejaia a enregistré 76 cas de LV et 65 cas de LC, ce qui fait un total de 141 cas comme leishmaniose humaine. Les leishmanioses humaines viennent en deuxième position (après la tuberculose), et en première position par rapport aux zoonoses parasitaires [59]. L'évolution de la LV à Bejaia, pendant ces dix dernières années, a connue de fluctuations avec enregistrement de trois pics : le premier pic qui est le plus important (16 cas, soit 1,66/10<sup>5</sup> hab.) a été enregistré en 2005. Nous rappelons que l'Algérie a connue, en cette même année, une flambée épidémique des leishmanioses humaines y compris la LV. Le deuxième et le troisième pic ont été

enregistrés en 2008, et en 2010 avec, respectivement, 09 cas, soit  $0,89/10^5$  hab. et 09 autres cas, soit  $0,88/10^5$  hab [59].

Concernant la LC, du 2003 au 2012, la Direction de la Santé et de la Population de la wilaya de Bejaia avait recensé 65 cas, soit un taux d'incidence de  $0,63/10^5$  hab. avec deux pics d'enregistrement : le premier pic, qui est le plus important, a lieu en 2004 avec 12 cas soit un taux d'incidence de  $1,26/10^5$  hab. le second pic a été enregistré en 2010 avec 08 cas, ce qui fait un taux d'incidence de  $0,88/10^5$  hab. Nos résultats montrent aussi, que Bejaia fait parti des wilayas dont l'incidence des LC est la plus basse. Son taux d'incidence de 2002 à 2003 était de  $0,78/10^5$  hab [59].

#### 1.10.2. Répartition dans l'espace :

141 cas des leishmanioses humaines sont enregistrés à Bejaia, durant ces dix dernières années. Sur un total de 52 communes, près de la moitié (23 communes) ont fait l'objet de déclaration des leishmanioses humaines. Dans la wilaya de Bejaia, nous pouvons distinguer au moins 04 communes (Akbou, **Kherrata**, Amizour et Sidi-aiche) qui pourraient être considérées comme foyers classiques de leishmanioses humaines [59].

En effet, ces incidences élevées au niveau des quatre communes citées ci-dessus pourraient être dues d'un côté à l'existence d'un hôpital point de convergence de plusieurs localités dépourvues de services sanitaires [59], et d'autre côté au biotope et à la géomorphologie des communes affectées.

Tableau 1.3: Communes d'origine des cas de leishmanioses déclarés au niveau de la DSP de la wilaya de Béjaia, de 2003 à 2012 [59].

Commune	LV	LC	Nombre de cas total	Nombre moyen annuel	Taux d'incidence/ 10 <sup>5</sup> habitants
Béjaia	11	16	27	2,7	1,52
Oued-Ghir	01	00	01	0,1	0,52
Amizour	10	04	14	1,4	3,73
Tazmalt	05	01	06	0,6	2,08
<b>Kherrata</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>3,6</b>	<b>10,16</b>
Draa el gaid	03	02	05	0,5	1,71
El Kseur	01	01	02	0,2	0,67
Toudja	00	01	01	0,1	1,02
Akbou	08	11	19	1,9	3,57
Taskriout	01	02	03	0,3	1,86
Amalou	00	01	01	0,1	1,16
Adekar	01	00	01	0,1	0,77
Beni-Maouche	00	02	02	0,2	1,49
Sidi- Aiche	09	01	10	01	7,26
Darguina	01	01	02	0,2	1,41
Souk-tenine	00	01	01	0,1	0,71
Tamridjet	01	00	01	0,1	1,19
Melbou	01	00	01	0,1	0,88
Bouhamza	01	01	02	0,2	2,19
Ait'Rezin	01	01	02	0,2	1,37
Feroun	01	00	01	0,1	0,65
Tamoukra	00	01	01	0,1	2,49
Ouzelaguen	00	01	01	0,1	0,44
Timezrit	00	01	01	0,1	0,39
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>65</b>	<b>141</b>		

### 1.10.3 Prévalence de la leishmaniose canine dans la wilaya de Bejaia :

Lors d'une enquête épidémiologique récente dans la wilaya de Bejaia en 2014, il a été observé une prévalence de la leishmaniose canine est égale 9,8%. Les résultats en fonction de l'origine géographique sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 1.4: Fréquences des cas positifs et négatifs de leishmaniose canine selon l'origine géographique dans la wilaya de Bejaia [59].

Strate	Commune	Cas positifs (%)	Cas négatifs (%)	Total
Strate littorale	Amizour	12 (10,68)	117 (89,31)	129
	Tichy	4 (4,08)	50 (95,92)	54
Total strate littorale		16 (8,47)	167 (91,25)	183
Strate sub-littorale	Kherrata	08 (12,12)	57 (87,87)	65
	Draa el gaid	4 (7,55)	46 (92,45)	50
	Tazmalt	7 (10,76)	58 (89,23)	65
	Tifra	5 (11,36)	40 (88,64)	45
Total strate sub-littorale		24 (10,66)	201(89,33)	225
Fourrière canine		16 (15,53)	87 (84,46)	103

## CHAPITRE 2

### GENERALITES SUR LES PHLEBOTOMES

#### 2.1. Vecteur :

Un vecteur est un arthropode qui, à l'occasion de relations écologiques acquiert un agent pathogène sur un hôte et le transmet ensuite à un autre hôte ; il s'agit essentiellement des arthropodes hématophages, c'est-à-dire des espèces d'invertébrés appartenant soit au groupe des insectes soit au groupe des acariens en particulier les femelles [65].

#### 2.2. Mécanisme de transmission vectorielle :

Elle peut se faire par :

##### a) Transmission passive :

Dans ce cas, l'agent pathogène ne se multiplie pas dans l'arthropode. Lors de repas sanguin sur un hôte infecté, l'arthropode souille ses pièces buccales et l'agent pathogène va subir une inactivation progressive, en quelques heures ou en plusieurs jours, en fonction de sa résistance. L'arthropode peut transmettre, en cas de pique ultérieure d'un organisme sain l'agent pathogène pendant un temps plus au moins long [65].

##### b) Transmission active :

L'agent pathogène se multiplie dans l'arthropode soit :

- Sans modification de ses propriétés (transmission biologiques : les arbovirose, peste humaine).

- Avec modification qualitative correspondant à un changement de phase au sein d'un cycle parasitaire (hôte intermédiaire : leishmaniose trypanosomose). [65].

### 2.3. Position systématique des phlébotomes :

Les phlébotomes appartiennent à l'embranchement des arthropodes, classe des Insectes ordres des Diptères, sous ordres des Nématocères, Famille des *Psychodidae* [33].

La famille des *psychodidea* est divisée en 3 sous familles (*Bruchomyiinae*, *Trichomyiinae*, *Psychodinae*) et elle regroupe 13 genres repartissent entre l'ancien et le nouveau monde [66]. 4 genres regroupent 90% des espèces, qui sont le genres *Brumtomyia* et *Lutzomyia* ( nouveau monde) et *Phlebotomus* et *Sergentomyia*( ancien monde)(Tableau 2.1) [67].

Les espèces des genres *Phlebotomus* et *Lutzomyia* sont zoophiles vectrices de la leishmaniose. Pour le genre *Sergentomyia* regroupe un grande nombre d'espèces dans l'ancien monde, elles se nourrissent sur les reptiles, les amphibiens et les oiseaux, elles piquent très rarement l'homme et leur rôle dans la transmission des leishmanioses est discutée [68].

Actuellement, environ 700 espèces sont décrites [67].

Tableau2.1. : classification des espèces de phlébotomes vecteurs des leishmanioses de l'Ancien monde [69].

Genre	Sous-genre	Espèces incriminées	Espèces de leishmania transmises
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i>	<i>papatasi, dubosqi</i>	<i>L. major</i>
	<i>Paraphlebotomus</i>	<i>sergenti</i>	<i>L. tropica</i>
		<i>alexandri</i> <i>caucasicus (alexandri)</i>	<i>L. donovani</i> <i>L. major</i>
	<i>synphlebotomus</i>	<i>martini</i>	<i>L. donovani</i>
		<i>guggisbergi</i> <i>ansarii</i>	<i>L. tropica</i> <i>L. major</i>
		<i>ariasi, langeroni</i> <i>neglectus</i> <i>perfiliewi</i> <i>perniciosus, tobbi</i> <i>longipes, pedifer</i>	<i>L. infantum</i> <i>L. aethiopica</i>
	<i>Alerius</i>	<i>chinensis</i>	<i>L. infantum</i>
<i>Euphlebotomus</i>	<i>argentipes</i>	<i>L. donovani</i>	

## 2.4. Morphologie (Figure 2.1) :

### A).Œuf :

La femelle pond 50 à 200 œufs [70], ils ont une forme elliptique, et mesure de 0,3mm à 0,4mm de long et de 0,09 à 0,15 mm de large, au moment de la ponte, ils ont une couleur blanc-jaunâtre, ils se pigmentent rapidement en brun en contact de l'air. L'embryon est enveloppé dans une mince membrane, l'endochorion est strié d'un réticulum limitant des cellules de formes variables, l'exochorion recouvre l'œuf d'une gaine translucide, les œufs sont pondus au sol dans un endroit calme, humide à l'abri du vent [71]. En moyenne l'éclosion se produit au bout de 10j, la durée de l'embryogénèse est fonction de la température [72].

Les males éclosent 24h à 48h avant les femelles, 12h à 24h ils deviennent sexuellement matures après une rotation de 180° de leur appareil génital externe [73].

### B) Larves :

Les phlébotomes passent par 4 stades larvaires séparés par des mues, la larve est eruciforme [70]. Elles mesurent entre 2 à 8 mm de long, elles sont vermiformes, eucéphales, dotées de pièces buccales broyeuses sur la capsule céphalique et d'un tégument orné de petits tubercules portant chacun une soie épineuse. Les segments abdominaux (de 1 à 7) sont munis de fausses pattes locomotrices et le segment abdominal 9 est doté de deux paires de soies fortes, très longues et foncées.

Les larves sont terricoles, sédentaires, saprophages et phytophage, évoluent sur les lieux de ponte [73]. En régions tempérées, les larves en stade 4 peuvent hiverner en diapause [21]. La dernière mue transforme la larve du quatrième stade en nymphe.

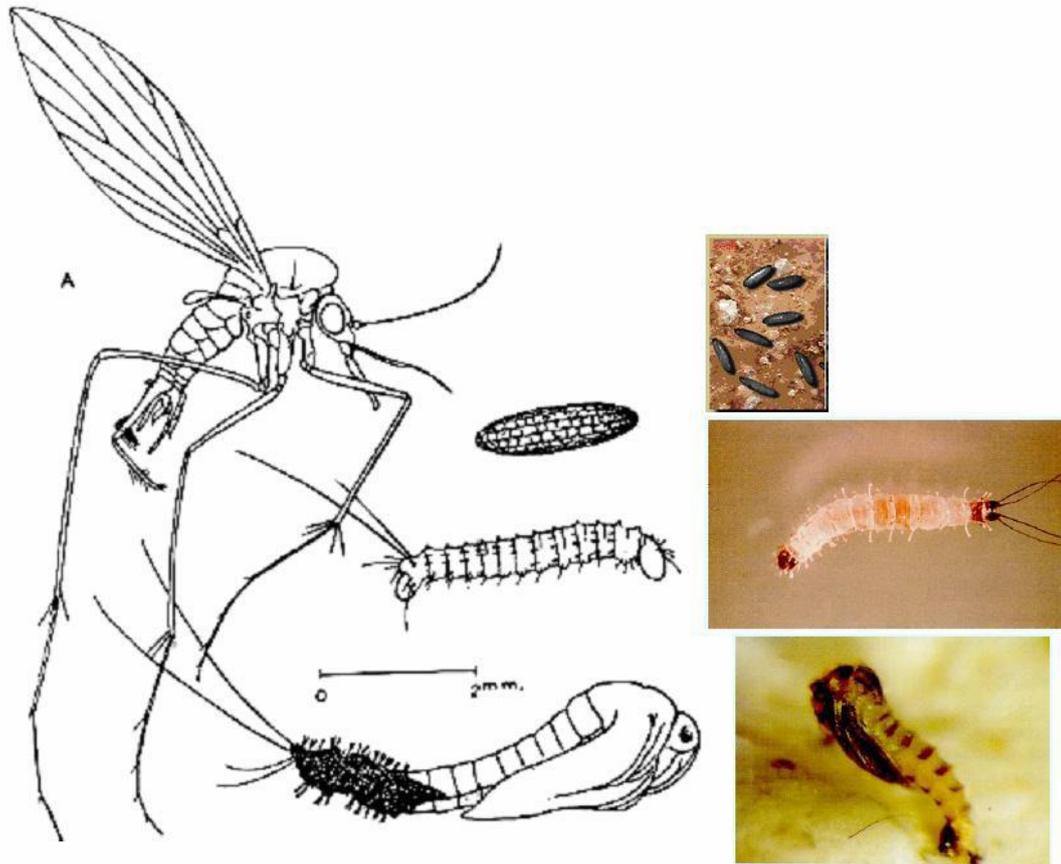


Figure 2.1 : Différents stades du développement des phlébotomes [74].

### C) Nymphe :

Le stade nymphal se caractérise par une séparation entre le céphalothorax et l'abdomen, la nymphe mesure 3 mm de long, elle porte deux paires de soies, retournées comme une ancre de bateau, elle est de couleur blanc-jaunâtre, elle a un aspect claviforme, avec une tête repliée sous les segments thoraciques masquant sa partie postérieure. Le tégument de la nymphe sont minces et transparent ce qui permet d'apercevoir l'imago en voie de développement dans la nymphe, les graines antennaires sont enroulées, les ébauches de la trompe, des palpes, des ailes et des pattes sont très développées dans la partie antéroventrale. Le thorax formé de trois segments [71].

La nymphe est fixé au sol par son extrémité postérieure, elle est inerte ou peu mobile [75].

Pendant cette période qui dure 6 à 15 jours la nymphe ne s'alimente pas, L'imago sortira lentement à travers une fissure qui apparait du coté dorsal de la cuticule [76].

#### D) Imago (Figure 2.2):

Les phlébotomes adultes sont de petite taille, mesurent de 2 à 3mm, ils sont parfois confondus avec des petits moustiques. Leurs couleur est claire, qui va du jaune pale à brune à peine visible à l'œil nu [77]. Les phlébotomes sont velus, bossu avec de longues pattes et une nervation caractéristique des ailes [78].

Le corps des phlébotomes est grêle, divisé en 3 partie, tête, thorax et abdomen [70].

-La tête : Elle est formée par une capsule chitineuse (épicrâne), un œil de chaque coté de la capsule chitineuse, et porte deux antennes et probocis [79].

Les deux antennes : ils sont au nombre de 16, pourvues de soies [68]. Les deux premiers segments pas plus longs que large alors que les autres 14 segments sont beaucoup plus longs et minces, constituant le flagellum [79].

Pièces buccales (probocis) : la trompe est formée chez la femelle par un labre, une paire de mandibules, une paire de maxilles, un hypopharynx et un labium. La trompe est attachée dorsalement au clypeus et centralement au cibarium. Elle est encadrée par les palpes maxillaires et les antennes [72]. Chez le male, la trompe a la même configuration que la femelle sauf qu'elle ne possède pas de mandibules [80] et les autres pièces buccales sont très fines et plus fragiles que chez la femelle [72].

-Le thorax: il forme avec la tête un angle de 45°, donnant à l'insecte un aspect bossu [81]. Il se divise en prothorax, mésothorax et métathorax [70]. Chaque segment porte une paire de patte, le mésothorax est très volumineux, il porte les ailes. Le métathorax porte les balanciers [82].

Les ailes sont lancéolées soutenues par des nervures longitudinales et transversales [70]. Ces nervures sont garnies d'écailles plumeuses ou squameuses [82]. Leur disposition permet de distinguer les différents genres de phlébotomes [70]. Les ailes, au repos, sont élevées sur le thorax formant un

angle de 45° environ [79]. Les 3 paires de pattes sont articulées [82]. Longues et grêles, couvertes de soies [70].

-L'abdomen : Il est cylindrique formé par dix segments, le premier est rattaché au thorax. Chacun des sept premiers segments portent une paire de stigmates respiratoires [79]. Tandis que les trois derniers segments sont transformés pour former l'appareil génital [70].

L'armature génitale est très développée chez le mâle, elle est composée de trois prolongements : une paire de coxites sur lequel s'articulent les styles, une paire de pièces médianes, les paramères naissant à la base des coxites, une paire de prolongements ventraux appelés lobes latéraux et enfin, soudés à la partie interne de ces derniers, deux lames membraneuses, les lamelles sous-médianes entre lesquelles s'ouvre l'anus. Les gaines de pénis se situent entre les paramères et protègent deux filaments génitaux [78].

L'appareil génital interne de la femelle, se compose de trois organes pairs : deux ovaires, deux glandes annexes et deux spermathèques, chacune de ces dernières est formée d'une capsule chitineuse, de morphologie variables, suivie d'un conduit plus au moins longue, qui débouche dans l'atrium génital [83].

Les différences morphologiques entre armature génitale du mâle, les spermathèques et l'armature buccale de la femelle servent comme clefs d'identification et classification des espèces [84].

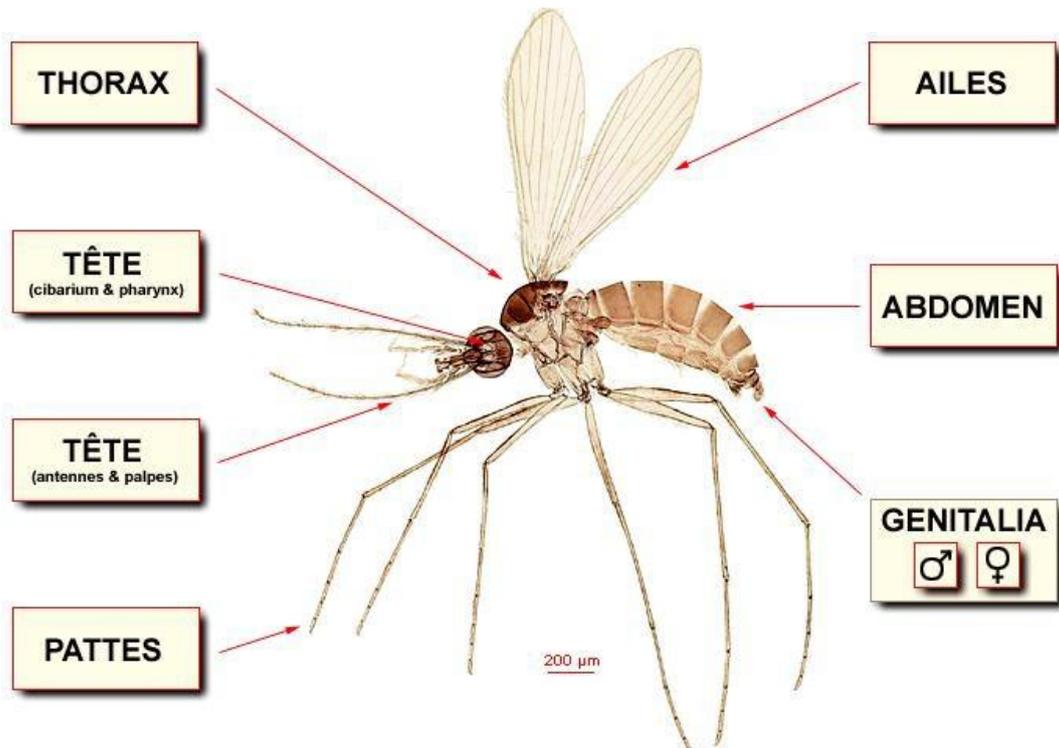


Figure 2.2: morphologie générale d'un phlébotome adulte [85].

## 2.5. Bio-écologie :

### a)Habitat

Les phlébotomes peuvent être rencontrés sur tous les continents mais leur apparition, densité, période d'activité et leur disparition varient en fonction de l'altitude, latitude, saison et l'espèce [76].

Les préférences trophiques des femelles conditionnent l'habitude de chaque femelle, ces préférences qui sont rarement strictes permettent de distinguer des espèces herpitoiphiles, ornitophiles, simiophiles, anthropophiles.

On distingue parmi les espèces anthropophiles : Les endophages piquent à l'intérieur des maisons, les exophages à l'extérieur et les intermédiaires attaquant à l'intérieur et à l'extérieur des maisons. Les espèces endophiles sont des espèces qui demeurent quelque temps dans les habitations, après le repas sanguin, alors que les exophiles ou sauvages ce sont ceux qui ne se rencontre que dans la nature ou qui s'échappent aussitôt gorgés, par exemple *phlebotomus perniciosus* est volontiers endophile en Afrique du nord [68]. Les phlébotomes passent la journée dans des endroits obscurs et abrités. Ils sont actifs pendant

toute l'année dans les régions tropicales, alors qu'ils sont en pause hivernale, dans les régions tempérées[86].

Les phlébotomes préfèrent des gîtes de repos calmes à proximité des hôtes vertébrés nécessaires au repas sanguin de la femelle, dans des endroits relativement humides, les horaires de sortie et de rentrée varient suivant l'espèce et les conditions du milieu, ils sont sensibles aux courants d'air [87].

La densité des phlébotomes est conditionnée par différents facteurs :

-Climatiques : température, vent et humidité [88]. Ces paramètres conditionnent la survie et la reproduction, Les phlébotomes préfèrent les endroits abrités du vent et humides ils sont peu sensibles aux écarts de températures [72].

-Environnementaux : le type de végétation semble jouer un rôle, les forêts de type chênaie mixtes sont assez riches en phlébotomes [89].

Disponibilité de l'hôte pour le repas sanguin : les phlébotomes s'installent souvent dans les terriers de rongeurs, étables, les écuries, poulaillers, clapiers... [90].

#### b) Cycle de vie et Reproduction (Figure 2.3) :

L'accouplement se produit peu de temps après l'émergence des adultes [66]. Selon les espèces, l'accouplement a lieu avant pendant ou après le premier repas sanguin, que ce soit en vol ou à terre [80]. Il n'est pas rare que les autres accouplements aient lieu lors de nouveaux cycles gonotrophiques [66].

Les femelles sont attirées par les mâles au moyen de phéromones et de sons particuliers, ces phéromones permettent aux diverses espèces de se reconnaître [12].

La maturation des œufs se produit en même temps que la digestion du sang. L'oviposition est déterminé par des facteurs climatiques et environnementaux [91]. Les œufs sont pondus après 4 à 10 jours un à un, non agglomérés, par lots de quelques dizaines dans ou à proximité des lieux de repos au niveau de milieux humides mais non aqueux de type fumier, terrier, sol à la base des arbres,

L'éclosion se fait après 10 jours au moyen, la température influence sur la durée de l'embryogenèse. [72]. Le développement de l'œuf à l'adulte dure 20 à 60 jours en absence de diapause [72].

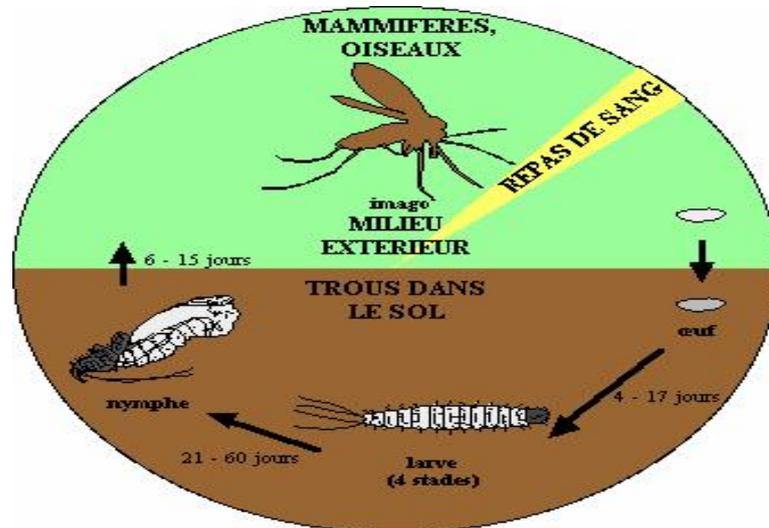


Figure 2.2 : Cycle de vie des phlébotomes [92].

### c) Activité :

Les phlébotomes sont actifs pendant toute l'année en zones tropicales, seulement pendant la belle saison en zones tempérées [93], l'activité des phlébotomes est nocturne au crépuscule [94]. Cependant, ils peuvent être observés pendant la journée, en temps nuageux et orageux, Il se déplace par vols courts silencieux avec des arrêts fréquents. Volent par des bonds rapides sur des parois verticales de bas en haut lorsqu'ils sont gênés, le rayon maximum de leur déplacement ne dépasse pas 1Km [87]. Il a été déjà observé à titre exceptionnel une distance parcourue d'un peu plus de 2Kms [95] Par ailleurs, les femelles gorgées de sang parcourent moins de distances [80].

Les phlébotomes portés par le vent peuvent franchir de longues distances.

#### d) Longévité :

La longévité est au moyenne de 15 à 21j, et parfois peut atteindre 90 j, elle est fonction de la température (plus celle-ci est basse, plus la durée de vie est élevée) et de l'humidité (plus l'hygrométrie est élevée, plus la durée de vie est élevée). Les femelles vivent en moyenne deux semaines à deux mois et prennent généralement plusieurs repas sanguins (ce qui est indispensable à la transmission des leishmanies) alors que les males ont une durée de vie plus courte [96].

La longévité et la fécondité sont influencées par l'infection des phlébotomes par *leishmania* [97].

#### e) Régime alimentaire:

Pour les deux sexes le régime alimentaire est constitué de suc floral et fruitier ainsi que de miellat de pucerons [98], ils peuvent également aspirer la sève en perçant le parenchyme des feuilles [72].

Selon les espèces, les femelles prennent généralement un à plusieurs repas sanguins, en plus des jus sucrés, les espèces dont l'ovogenèse est sans repas sanguin (autogène) sont rares [72]. Les éléments nutritifs du sang sont nécessaires à la maturation des œufs [78]. Les femelles du genre *Phlebotomus*, sont capables de se nourrir à partir d'humains, de chiens, de chevaux, de bovins, d'ovins, de porcs, de rongeurs et même d'oiseaux [93].

La durée du repas sanguin est comprise entre 30 secondes et 15 minutes avec une moyenne inférieure à 5 minutes [78].

### 2.6 Les phlébotomes d'Algérie :

Actuellement 23 espèces sont connues en Algérie dont 13 appartiennent au genre *Phlebotomus* et 10 au genre *Sergentomyia* [79].

Dans le tableau ci-dessous est représentée la classification des phlébotomes d'Algérie.

Tableau 2.2: classification des phlébotomes d'Algérie [100].

Famille	Genre	Sous genre	espèces	
Psychodidae	Phlebotomus	<i>Phlebotomus</i> (Rondani, 1943)	<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i> (Scopoli, 1786) <i>P. (Phlebotomus) bergeroti</i> (Parrot, 1934)	
		<i>Paraphlebotomus</i> (Theodor, 1948)	<i>P. (Paraphlebotomus) sergenti</i> (Parrot, 1917) <i>P. (Paraphlebotomus) alexandri</i> (Sinton, 1928) <i>P. (Paraphlebotomus) chabaudi</i> (Croset, Abonnec et Rioux, 1970) <i>P. (Paraphlebotomus) kazeruni</i> (Theodor et Mesghali, 1964)	
		<i>Larrousius</i> (Nitzulescu 1931)	<i>P. (Larrousius) chadlii</i> (Rioux, Juminer et Gibily, 1966) <i>P. (Larrousius) ariasi</i> (Tonnoir, 1921) <i>P. (Larrousius) longicuspis</i> (Nitzulescu, 1930) <i>P. (Larrousius) perniciosus</i> (Newstead, 1911) <i>P. (Larrousius) perfiliewi</i> (Parrot, 1930) <i>P. (Larrousius) langeroni</i> (Nitzulescu, 1930)	
		<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i> (Franca, 1920)	<i>S. (Sergentomyia) antennata</i> (Newstead, 1912) <i>S. (Sergentomyia) fallax</i> (Parrot, 1921) <i>S. (Sergentomyia) munita parroti</i> (Adler et Theodor, 1927) <i>S. (Sergentomyia) schwetzi</i> (Adler, Theodor et Parrot, 1929)
			<i>Parrotomyia</i>	<i>S. (Parrotomyia) lewisi</i> (Parrot, 1948) <i>S. (Parrotomyia) eremitis</i> (Parrot et Bouquet de Jolinière, 1945)
			<i>Grasomyia</i> (Théodor, 1958)	<i>S. (Grasomyia) dreyfussi</i> (Parrot, 1933)
	<i>Sintonius</i>		<i>S. (Sintonius) clydei</i> (Sinton, 1928) <i>S. (Sintonius) christophersi</i> (Sinton, 1927) <i>S. (Sintonius) tiberiadis</i> (Adler Theodor et Lourie, 1930)	

## 2.7. Répartition géographique des phlébotomes d'Algérie :

Les phlébotomes sont repartis sur tout le territoire algérien, sur les différents étages climatiques, de l'humide au saharien [81], [100].

- Humide :

Pour le genre *Sergentomyia*, une seule espèce a été signalée : *S. munita* parroti qui est l'espèce la plus dominante.

Alors que, sept espèces du genre *Phlebotomus* ont été signalées à savoir *P. perniciosus*, *P. ariasi*, *P. perfiliewi*, *P. sergenti*, *P. chadlii*, *P. longicuspis* et *P. papatasi*. [81], [101],[100].

- Sub humide :

Pour le genre *Segentomyia* on trouve la même espèce, *S. munita* . Et pour le genre *phlebotomus* on trouve sept espèce : *P.perniciosus* *P. langeroni*, *P. perfiliewi*, *P. sergenti*, *P. chadlii*, *P. longicuspis* et *P. papatasi*. L'espèce *P. perfiliewi* est à son maximum d'abondance [81], [100].

- Semi aride :

Deux espèces du genre *sergentomyia* ont été signalées : *S. munita* parroti et *S. fallax* et huit espèces pour le genre *phlebotomus* qui sont : *P.perniciosus* *P. langeroni*, *P. perfiliewi*, *P. sergenti*, *P. chadlii*, *P. longicuspis*, *P. papatasi* et *P. chabaudi* et dans cet étage l'espèce *P. perniciosus* est prédominante ou elle trouve son optimum écologique [81], [100].

- Aride :

Quatre espèces du genre *Sergetomyia* ont été signalées : *S. fallax* (où elle trouve son optimum écologique), *S. minuta* parroti, *S. antennata* et *S. dreyfussi*. On rencontre également l'espèce du sous genre *Paraphlebotomus*: *P. alexandri* et les sept espèces du genre *Phlebotomus* rencontrées à l'étage précédent. L'espèce prédominante est *S .fallax* [81], [100].

- Saharien :

Il est peuplé de quatre espèces du genre *Sergentomyia* *S. minuta parroti*, *S. fallax*, *S. christophersi* et *S. dreyfussi* et cinq espèces du genre *Phlebotomus* de l'étage précédent où *P. papatasi* trouve son optimum écologique [81], [100]

## 2.8. Lutte anti vectorielle :

Les programmes de lutte anti-vectorielle ont pour but de réduire ou d'interrompre la transmission de la maladie. Une stratégie efficace pour faire reculer la leishmaniose humaine consiste à éliminer les phlébotomes qui en sont les vecteurs, en particulier dans les habitats où existe une transmission domestique et péri domestique. On dispose d'un certain nombre de mesures de lutte, notamment à l'aide de produits chimiques, par l'aménagement de l'environnement ou encore moyennant une protection individuelle [49].

### a) Méthodes :

En matière de lutte contre les phlébotomes, la stratégie à mettre en œuvre va dépendre du comportement du vecteur visé, qui peut être essentiellement endophile, péri-domestique ou sylvestre. On peut s'attaquer aux espèces endophiles en pulvérisant des insecticides sur les murs intérieurs. S'il s'agit d'espèces péri-domestiques, il faut également traiter les murs extérieurs et les abris pour animaux. On s'attaque aux espèces sylvestres en traitant à l'insecticide les arbres qui sont les lieux de repos de certaines espèces néo-tropicales, mais cette méthode n'est sans doute pas très avantageuse sur le plan économique [49].

### -Lutte chimique :

La principale méthode de lutte chimique contre les phlébotomes consiste à effectuer des pulvérisations intra-domiciliaires d'insecticides à effet rémanent, à traiter les lieux de repos des espèces sylvestres ou encore à utiliser des matériaux imprégnés d'insecticides : moustiquaires, rideaux ou colliers pour chiens imprégnés de pyréthriinoïdes. Lorsqu'on choisit un insecticide pour des pulvérisations intra-domiciliaires à effet rémanent ou pour imprégner des moustiquaires, les facteurs qui doivent entrer en ligne de compte sont les suivants : innocuité pour l'homme et l'environnement, efficacité (y compris la durée d'action), rapport coût-efficacité, acceptabilité, possibilité [49] de se fournir en

produits de bonne qualité et enfin, compétences et moyens pour effectuer les traitements insecticides et éliminer les déchets dans de bonnes conditions d'efficacité et de sécurité[49].

De nombreuses classes d'insecticides peuvent être utilisées pour les pulvérisations intra-domiciliaires à effet rémanent. Les plus utilisées font partie de la classe des pyréthrynoïdes de synthèse (comme la deltaméthrine, perméthrine, Lambdacyalhothrine .... qui peuvent éventuellement être incorporés a une formulation sous forme de peinture [49].

## 2) Aménagement de l'environnement :

Un aménagement de l'environnement consistant à intervenir dans les niches écologiques permet de réduire les contacts entre le phlébotome et l'homme et également les populations de phlébotomes et les réservoirs (Chiens, Rongeurs). Les mesures d'aménagement de l'environnement doivent être précédées d'études minutieuses portant sur l'écologie locale et l'impact environnemental [49].

### b) Les indicateurs de qualité habituels sont les suivants :

Évaluation, par l'observation, des prestations du personnel qui procède aux pulvérisations intra-domiciliaires à effet rémanent (ou qui imprègne les moustiquaires d'insecticide);

Précision des pulvérisations, c'est-à-dire le pourcentage de produit chimique présent sur le mur par rapport à la concentration visée (technique du papier-filtre pour les pulvérisations intra-domiciliaires ou analyse des moustiquaires imprégnées):

Épreuve biologique pour estimer l'efficacité des pulvérisations intra-domiciliaires à effet rémanent ou celle des moustiquaires imprégnées

Densité vectorielle : le suivi s'effectue en procédant à la capture par effet de choc des phlébotomes qui se reposent à l'intérieur des habitations, au moyen de pièges lumineux, de pièges adhésifs quantitatifs ou par captures actives normalisées dans le cas des phlébotomes qui se reposent dans la journée, en fonction de l'espèce et de ses habitudes [49].

## **CHAPITRE 3**

### **PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

#### 3.1. Cadre administratif :

La daïra de Kherrata est située à 65 Km au sud-Est de la wilaya de Bejaia (longitude 5° 16' 39" Est, latitude 36° 29' 34" Nord) elle regroupe deux commune la commune de Kherrata et celle de Draa-El-Kaid. Elle s'étend sur une superficie de 221 km<sup>2</sup> limitée au sud, à l'Est et à l'Ouest par la wilaya de Sétif au nord par la daïra de Darguina. La population était estimée à 64298 habitants selon le recensement de 2008 [102].

#### 3.2. Cadre géologique (Figure 3.1) :

La région de Kherrata est située dans la partie centrale du domaine tellien externe, elle appartient à la zone nord Sétifienne définie par J.Glaçon (1967) et correspond à un ensemble de terrains déplacés et des unités chevauchées, constituées par des sédiments Triasiques, Jurassiques et Tertiaires [103].

L'ensemble structural auquel appartient notre zone d'étude est l'ensemble Sétifien qui est représenté dans sa grande partie par des sédiments marno-calcaires du crétacé supérieur appartenant à la nappe de Djemila. La structure géologique globale de ce domaine est marquée par de nombreux anticlinaux et synclinaux répartis dans l'ensemble du territoire de cette nappe qui est recoupée par des klippes et fenêtres de Djbel Helel, Djbel Meghris, Djbel Chenator, Djbel Lassel et Mdjounes[103].

La région d'étude appartient dans sa totalité au domaine des Babors à la limite orientale de la chaîne kabyle, c'est un domaine très accidenté où les reliefs culminent à plus de 1900 m d'altitude [103].

Les principaux éléments de la topographie du secteur étudié, sont du domaine montagneux, domaine des reliefs de liaison, domaine des vallées intramontagnardes.

Les montagnes développent une ceinture autour de la région d'étude avec des altitudes qui varient entre 1000 à 1800 mètres.

Au sud de la région d'étude ils varient entre 800 à 1500 m autour de Djebel Meghrisa. A l'ouest, les reliefs son généralement moins élevés où l'altitude varie entre 600 à 1000 m mais elle peut atteindre localement des valeurs supérieures ex : Djebel Takouchte, (1315m).

Pour les vallées nous avons la vallée de Oued El Bared, Oued Atteba, oued Halaba, Oued Em'barek, et la dépression du barrage d'Ighil Emda [103].

### 3.3. Cadre climatique :

Les insectes sont influencés par le climat du milieu où ils vivent ce qui conditionne leur action et leur répartition géographique.

Le climat est le résultat de différents éléments, comme la température, la pluviosité, le vent et l'humidité relative qui sont agissent d'une manière directe ou indirecte sur les êtres vivants.

Pour les paramètres climatiques nous avons utilisé les données enregistrées par la station de Sfiha de la Wilaya de Sétif (la station la plus proche de notre zone d'étude).

#### 3.3.1. Données pluviométriques :

Les précipitations moyennes mensuelles sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 3.1 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées par la station de Sfiha (mm), pour la période entre 2004 à 2014 .

*Station : SETIF-SFIHA ( 2004 / 2014 )  
Pluviométrie (Cumul Mensuel en mm )*

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juille	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
2004	42,5	18,8	34,1	68,8	73,6	16,7	0,7	32,6	17,4	37,4	50,2	101,3	494,1	41,2
2005	28	39,8	18	50,6	2,2	35,9	20	8,7	26,9	22,7	68,7	52,3	373,8	31,2
2006	61,8	37	9,8	42,4	88	7,4	37,8	3,2	52	1	9,1	45	394,5	32,9
2007	10,2	25	101,8	88,6	28,2	30	7,6	1	79,5	25,3	16,5	6	419,7	35
2008	10	19,3	48,9	21,3	75,8	15,2	54,5	19,8	44,6	42,4	42,4	27	421,2	35,1
2009	69,3	41,3	27,5	77,5	3,4	6,8	4,7	18,4	78,6	13,1	28,8	33,6	403	33,6
2010	36,2	46,5	44,7	52,1	67,4	17,8	3	23,2	3,4	45,2	47,8	20	407,3	33,9
2011	13,3	121	33	73,8	33,8	17,4	6	10,4	15,2	39,8	32,6	19,4	415,7	34,6
2012	44,8	53,8	14,2	86,2	6,6	16,4	1,6	14,8	16,4	26,8	76,4	9,6	367,6	30,6
2013	83	72,2	43	38,2	57,8	4	13,4	21,6	34,2	67,8	17	40,4	492,6	41
2014	37,2	19,2	89	2,8	60,8	60,2	0	1,6	8,2	7	12	71,2	369,2	30,8
Moy	39,7	44,9	42,2	54,8	45,2	20,7	13,6	14,1	34,2	29,9	36,5	38,7	414,5	34,5

Le tableau 3.1 montre que les mois les plus pluvieux sont mai et avril, avec 54,8mm et 45,2 respectivement, le mois de juillet est le mois qui connaît le moins de précipitations avec 13,6mm.

Durant l'année d'étude les mois les plus pluvieux sont Mars et Décembre avec 89mm et 71,2 respectivement, le mois le moins pluvieux reste toujours le mois de Juillet avec 0mm.

### 3.3.2. Températures :

Les moyennes mensuelles de températures sont rapportées dans le tableau 3.2 :

Tableau 3.2 : Températures moyennes en °C enregistrées par la station de Sfiha Wilaya de Sétif, durant la période 2004- 2014.

*Station : SETIF-SFIHA ( 2004 / 2014 )*

*Température Moyenne Mensuelle sous Abri (en °C)*

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octob	Nov	Décem	Total	Moy
2004	5,5	8,2	9,8	10,6	13,2	21,7	25,9	26,6	20,5	18,4	8,4	5,7	174,5	14,5
2005	3,5	2,8	9,8	12,2	19,7	23,2	27,6	24,5	19,9	16,4	9,5	4,7	173,8	14,5
2006	3,6	4,8	9,9	14,8	19,4	23,9	26,3	24,7	19,7	18,4	11,2	6,6	183,3	15,3
2007	7,7	7,6	7,6	11,9	16,5	23,6	26,4	26,2	20,4	15,4	8,6	5,3	177,2	14,8
2008	6,8	7,5	8,6	12,9	17,3	21,5	27,3	26,3	20,8	14,9	14,9	8,1	186,9	15,6
2009	5,1	4,6	8,6	9,2	18	23,6	28,7	26,2	19,4	15,1	11,2	7,9	177,6	14,8
2010	6,1	7,3	9,9	12,9	14,2	21,4	26,8	25,8	20,4	15,2	9,4	6,4	175,8	14,6
2011	6,2	5,1	8,5	13,9	16,2	21,1	26,2	26,6	22,1	14,8	10,6	6,4	177,7	14,8
2012	5,2	2,2	9,6	11,5	18,2	26,1	27,9	28,9	21,4	17,1	11,4	6,6	186,1	15,5
2013	5,5	4	9,5	13,2	15,1	20,3	25,8	24,7	21,3	20,1	9,2	6,4	175,1	14,6
2014	7	7,9	7,8	14,3	17,4	22,1	26,2	27,1	23,9	18,4	12,7	5,7	190,5	15,9
Moy	5,7	5,6	9,1	12,5	16,8	22,6	26,8	26,1	20,9	16,7	10,6	6,3	179,7	15

Le tableau 3.3, montre que les mois les plus chauds sont les mois de Juillet et Août avec respectivement 26,8°C et 26,1 °C. Les mois les plus froids sont les mois de Janvier février avec 5,7°C et 5,6°C respectivement.

Pour l'année de l'étude les mois les plus chauds sont toujours Juillet, Août avec 26,2°C et 27,1°C respectivement, les mois les plus froids sont les mois Décembre, Janvier avec respectivement 5,7°C et 7 °C.

### 3.3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussem est une représentation graphique obtenue par la superposition des deux courbes de variation annuelle des précipitations et des températures. Elles sont reliées par la relation :  $P=2T$ .

Les mois de l'année sont portés en abscisse et en ordonnées sont portées les températures d'un côté et les précipitations de l'autre côté (Figure 3.1).

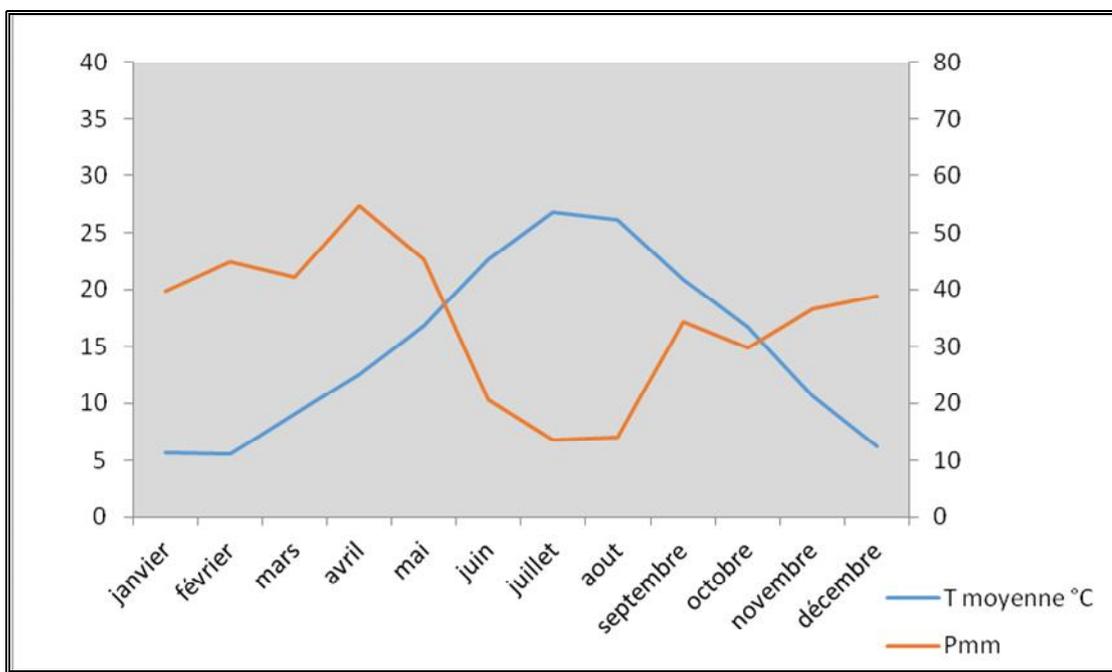


Figure 3.1 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN pour la période 2004- 2014.

Le diagramme montre que la période sèche s'étale de la fin du mois de mai jusqu'à la fin Octobre.

### 3.3.5. Climagramme d'EMBERGER :

Le climatgramme d'EMBERGER permet le classement de différents types de climats. Il permet de définir un quotient pluviométrique qui permet de distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen [104]. Il permet de définir l'étage bioclimatique auquel appartient une région donnée.

Il est défini par la formule suivante [105] :

$$Q = 3,14 \frac{P}{M - m}$$

P : pluviométrie annuelle en mm.

M : température moyenne maximale de mois le plus chaud en °C.

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

En fonction de la valeur Q on distingue les zones suivantes :

Humides pour :  $Q > 100$  ;

- tempérées pour :  $100 > Q > 50$ .

- semi arides pour :  $50 > Q > 25$ .

- arides pour :  $25 > Q > 10$ .

- désertiques pour :  $Q < 10$ .

$$Q = 3,43 \times \frac{414,5}{32,5 - 0,4} = 44,24.$$

Ce que signifie que notre région d'étude est proche a une région semi aride.

### 3.3.6. Vent :

Les vitesses moyennes du vent par m/s( mètre par seconde) sont enregistrées dans le tableau suivant :

Tableau 3.3 : vitesses moyennes du vent (en m/s) enregistrées dans la station de Sfiha de la Wilaya de Sétif durant la période 2004-2014.

Station : SETIF-SFIHA ( 2004 / 2014 )  
Vent Moyen Mensuel (en m/s)

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juille	Aout	Sept	Octob	Nov	Décem	Total	Moy
2004	2,8	3,1	3,3	3,2	3,7	2,7	3,1	3,2	2,5	2,2	2,5	2,8	35,1	2,9
2005	2,7	3,5	0,3	3,4	2,9	2,9	2,8	3,1	2,6	2,2	2,5	2,4	31,3	2,6
2006	0,3	2,8	3,5	3	2,8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	14,4	1,2
2007	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2,5	2,2	7,6	0,6
2008	2,2	2,2	3,5	3,3	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,4	2,4	3,2	34,2	2,9
2009	3,4	3,4	3,2	3	2,6	2,7	2,7	3,1	2,4	2,3	2,3	3	34,1	2,8
2010	3,6	3,6	2,5	2,6	2,8	3	2,7	2,8	2,7	2,6	3,6	2,6	35,1	2,9
2011	3	4,5	4,3	4,2	4,4	4,3	4,8	4,2	4,2	3,7	4,4	3,6	49,6	4,1
2012	3,7	4	3,9	4,8	4,3	4,4	5	4,6	4,3	3,9	3,9	3,6	50,4	4,2
2013	4,7	4,7	5,6	4,8	4,6	4,4	4,2	4,3	3,8	3,3	4,7	3,3	52,4	4,4
2014	4,4	4,4	4,7	4,3	4,5	4,6	4	4,2	3,2	3	3,6	3,5	48,4	4
Moy	2,8	3,3	3,2	3,4	3,3	3	3	3	2,6	2,4	3	2,8	35,8	3

Les valeurs moyennes des vitesses du vent varient entre 2,4 à 3,4 (m/s).

Durant l'année de l'étude les valeurs varient entre 3 à 4, 7(m/s).

Les vents les plus importants : sont les vents qui viennent du sud (sirocco), sont sec et chaud, ils provoquent une chute brutale de l'humidité et une augmentation de la température. Et les vents qui viennent du nord soufflent en hiver, ils apportent des pluies.

### 3.3.7. Humidité de l'air :

Elle indique l'état de l'atmosphère, c'est à dire sa valeur qui correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air [106]. Les valeurs moyennes de l'humidité de l'air sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 3.4 : valeurs moyennes mensuelles de l'humidité de l'air (en %) pour la période 2004-2014.

**Station : SETIF-SFIHA ( 2004 / 2014 )**  
**Humidité Moyenne Mensuelle (en %)**

Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juille	Aout	Sept	Octob	Nove	Décem	Total	Moy
2004	82,2	88	70,6	75,7	72,8	55,4	42,7	46,2	57,1	57,5	81,7	84,7	794,6	66,2
2005	77,9	80,1	87,5	86,5	48,7	48,2	41,5	47	62,7	71,7	76,7	84,1	772,6	64,4
2006	82,5	80,2	88,5	82,5	64,8	41	43,9	54,4	60,7	56,5	73,9	84,8	773,7	64,5
2007	71,7	77	78,3	75,9	64,5	47,9	41	45	63,4	71,8	76,7	80,1	793,3	66,1
2008	73,9	70,5	69,3	60,8	83,5	55,2	44,1	45,8	58,9	77,2	77,2	77,1	773,5	64,5
2009	83,6	76,8	70,8	74,6	55,7	44,7	38,2	46,8	69	68,1	66,7	77,7	772,7	64,4
2010	79,2	77,1	70,1	72,1	65,5	55,4	43,4	49,2	54	62,8	75,2	70,7	774,7	64,6
2011	76,2	76,4	71,8	69,5	63,5	56,6	48	47,6	58,2	71,8	77,6	82,8	799,6	66,6
2012	78,3	82,8	65,3	72,8	55,8	42,7	40,4	35,4	54,9	66,1	78,3	79	751,8	62,6
2013	77,9	78,7	72,6	69,2	71,3	60,6	52,5	52,1	67,5	65	80,4	83,4	831,2	69,3
2014	82	77	76,9	66,3	65,8	60,1	46,4	55,5	68,4	76,6	79,8	86,3	841,1	70,1
Moy	78,7	76,8	71,1	69,6	62,9	51,6	43,8	47,7	61,3	67,7	76,7	81	788,9	65,7

Le tableau 3.4, montre que les mois les plus humides sont les mois de Décembre et Janvier avec les valeurs 81% et 78,7%, respectivement.

Le mois le plus sec est le mois de Juillet avec une humidité de 43,8.

Pour l'année de l'étude les mois les plus humides sont toujours Décembre, Janvier avec les valeurs 86,3% et 82%, respectivement

Le mois le plus sec et toujours le mois de Juillet avec 46,4%.

### 3.4. Hydrographie :

Le réseau hydraulique de la région d'étude est constitué du barrage Ighil Emda de qui s'étend sur les deux communes de la Daïra (Draa El Kaid) entièrement et l'autre partiellement (Kherrata).

Le barrage est drainé par quatre Oued : Oued Elbared Oued Halaba Oued Atteba oued Mbarak .

### 3.5. Couvert végétal :

Les deux commune formant la daïra de Kherrata sont différent sur le plan couvert végétal la commune de Draa El Kaid est caractérisé par des activités agricole ( type familiale) de fruits et légumes et ainsi culture de surface de blé et d'orge alors que la commune de Kherrata est riche en arbres forestiers qui forme des forêts. Les plantes les plus abondantes dans la région sont : le chêne

peuplier, pistachier térébinthe, frene , Oleastere, Tamarix, Pin d'alep, Eucalyptus, l'azérolier, jujubier lotus, laurier, roncier, murier sauvage, la canne, le roseau genet , Retama.

Les plantes fruitières : oliviers, amandiers, figuiers, abricotiers, pêchers, pruniers, grenadiers, vignes, néfliers, noyers... [107].

## **CHAPITRE 4**

### **PARTIE EXPERIMENTALE**

#### 4.1. Objectif :

L'objectif de la présente étude est de réaliser des recensements sur le peuplement de phlébotomes dans plusieurs localités de la Daïra de Kherrata (région endémique de leishmaniose).

Il s'agit de connaître :

- La composante de la faune phlébotomienne et position taxonomique,
- La répartition spatiale des différentes populations,
- Leurs abondances relatives et leur sex-ratio,
- Biodiversité du peuplement des phlébotomes,
- Densité et évolution au cours de la saison d'activité phlébotomienne,

La prospection de deux types de biotope rural et urbain permet de voir la différence entre les deux biotopes.

Enfin, nous avons évalué l'efficacité de la campagne de lutte anti-vectorielle.

## 4.2. Matériel et méthodes

### 4.2.1. Technique de piégeage et de collecte :

La technique de piégeage est basée sur les pièges adhésifs. Cette technique est utilisée depuis les importants travaux des épidémiologistes russes Vlazov, en 1932 ; Petrischeva, en 1935 [108], est sans doute la mieux adaptée à l'inventaire qualitatif et quantitatif des phlébotomes en région méditerranéenne. C'est une méthode non sélective qui a été largement utilisée dans ce genre d'enquête dans divers pays de la région méditerranéenne [89].

Les pièges sont des feuilles de papier sulfurisées de couleur blanche de 20 ×20 cm, imbibés d'huile de ricin. Ces feuilles de papier huilé sont montées sur des tiges de bois, puis, placés dans différents biotopes, à l'intérieur et à l'extérieur d'étable de bovin, ovin et caprin et au alentours des habitations .

Nous avons tenu compte lors du calcul de la densité des phlébotomes, que chaque feuille de papier huilé piégeait aussi bien au recto qu'au verso donc un mètre carré de papier correspond à 2 m<sup>2</sup> de surface piégée.

Le piégeage est effectué deux fois par mois, au début et à la fin du mois, à chaque fois 30 pièges sont posés dans les mêmes endroits et sont laissés quatre nuits, sauf pour la station de la ville de kherrata où nous avons effectué uniquement deux séances de piégeage au début des mois, juin et juillet.

L'huile de ricin est choisi car elle n'a pas d'action répulsive sur les phlébotomes et elle est très visqueuse (les insectes s'y engluent) en plus elle est très soluble dans l'alcool.

Les pièges sont fixés aux entrées, fenêtres, portes, et à l'intérieur et à l'extérieur des étables ainsi que sur les arbres. Ces pièges sont fixés à l'aide de tiges en bois pour éviter qu'ils soient emportés par le vent. Ils sont ensuite récupérés après 4 nuits et regroupés par station dans des sacs en plastique après avoir été comptés.

Les phlébotomes sont récoltés et conservés dans l'alcool 70° dès que possible pour éviter leur dessiccation.

Durant cette période, nous avons effectué 132 nuits de piégeage, 32 nuits pour chaque nuit sauf pour les deux stations, Snadla et Kherrata ville où nous avons réalisé 28 et 8 nuits respectivement (Tableau 4.1)

Tableau 4.1 : surface de piégeage par station.

Site de piégeage	Nb de pièges Posés	Nb de pièges Récupérés	Surface des pièges
Ouled Ncer	240	212	16.96m <sup>2</sup>
Ouled Fadel	240	225	18m <sup>2</sup>
Dradra	240	220	17.6m <sup>2</sup>
Snadla	210	189	15.12m <sup>2</sup>
Kherrata ville	60	42	3.36m <sup>2</sup>
Total	990	888	71.04m <sup>2</sup>

Dans le tableau 4.2 nous présentons les coordonnées des stations d'étude (Altitude, longitude et latitude).

Tableau 4.2: présentation des stations d'étude en fonction de l'altitude Longitude et latitude.

Station	Ouled Ncer	Ouled Fadel	Dradra	Snadla	Kherrata
Coordonnées					
Altitude(m)	535	710	614	699	456
Longitude	6°18'	6°62'	5°24'	5°15'	5°27'
Latitude	34°40'	35°48'	36°39'	36°26'	36°49'

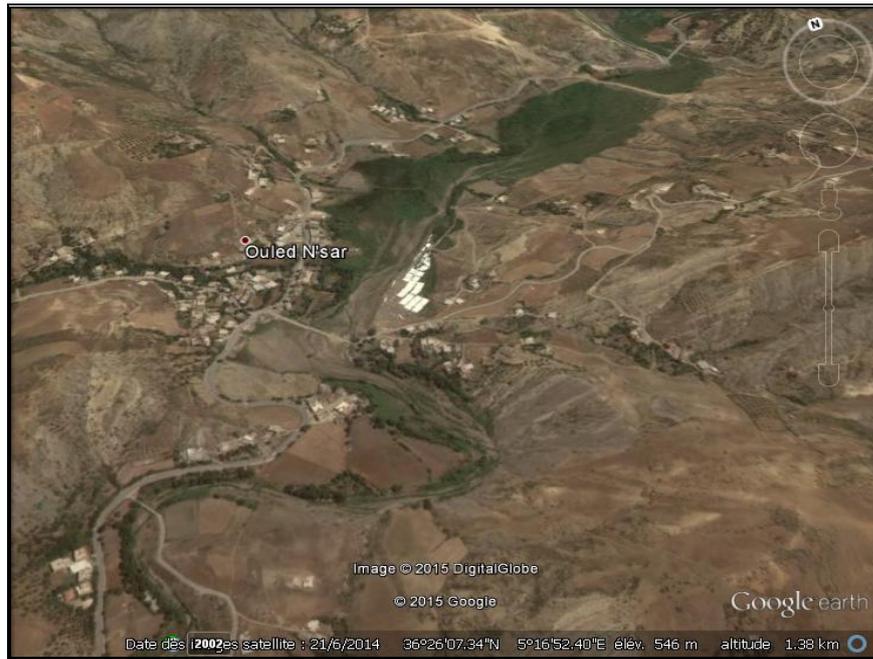


Figure 4.1 Station d'Ouled N'cer vue satellite (Google earth).



Figure 4.2 Station d'Ouled Fadel vue satellite (Google earth).

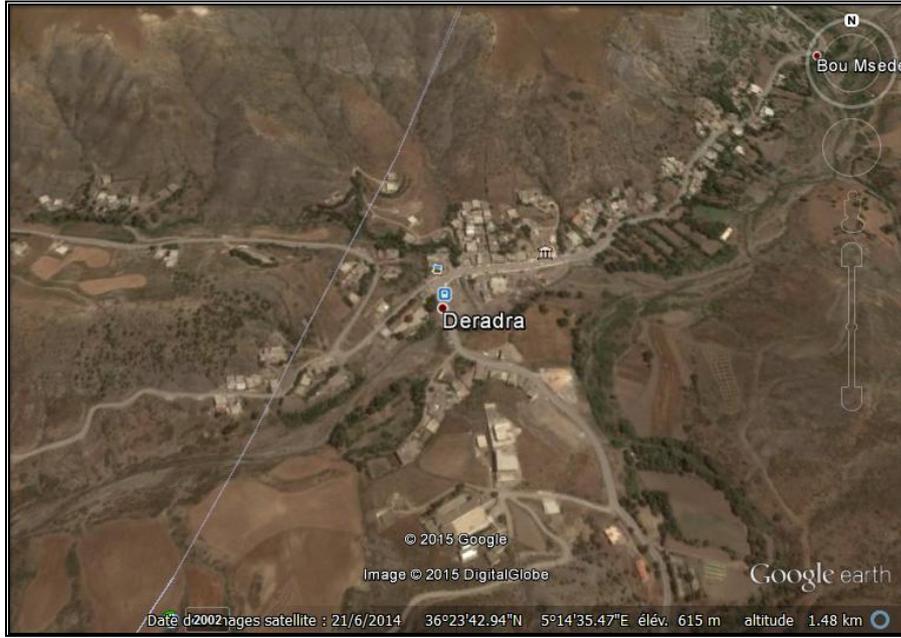


Figure 4.3 station Dradra vue satellite (Google earth).

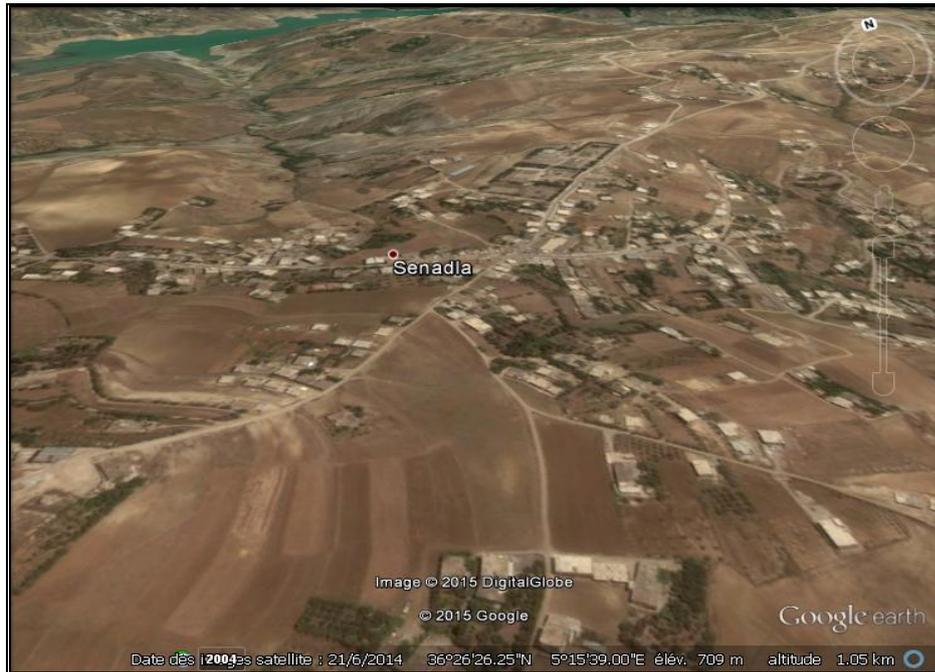


Figure 4.5 : Station Snadla vue satellite (Google earth).



Figure 4. 6 station de Kherrata vue satellite (Google earth).



Figure 4.6: piège adhésif posé à l'intérieur d'un élevage bovin dans la station Dradra.



Figure 4.7 : pièges posés à l'intérieur d'un élevage mixte ovin, caprin dans la station d'Ouled N'cer.



Figure 4. 8 : pièges posés dans un élevage bovin station snadla.



Figure 4.9 : pièges posés dans un' élevage bovin station Ouled Fadel.

#### 4.2.2. Montage et identification

Les phlébotomes capturés ont été conservés dans l'alcool 70° jusqu'au montage. Ils sont ensuite acheminés au laboratoire d'entomologie de l'institut Pasteur d'Algérie pour l'identification.

Pour l'identification les phlébotomes nous avons procédé comme suit :

- Après les avoir retirés de l'alcool, les phlébotomes ont été mis pour l'éclaircissement dans la potasse à 20% pendant deux heures.
- Deux lavage à l'eau 20mn chacun.
- Puis passage dans le liquide de Marc André, pendant deux heures pour le montage.

L'identification des phlébotomes capturés a été réalisée selon les clés d'identification d'Abonnec [109] et de Dedet [81] elle est complétée au besoin par la clé d'identification du genre *Larroussius* établie par Leger [92].

#### L'identification se base pour :

-les mâle : sur la morphologie externe de l'appareil génital et si nécessaire, anatomie de l'armature cibariale (*Sergentomyia*) ou pharyngienne (*Phlebotomus*) voir (Figure appendice).

- les femelles : anatomie des spermatheques, de l'armature cibariale et pharyngienne.

Les phlébotomes sont déposés en position latérale dans une goutte de solution de Marc André. Les pattes sont orientées soigneusement étalées du côté ventral et les ailes du côté dorsal.

Pour l'armature génitale du mâle, elle est déposée selon son orientation chez l'insecte en mettant en évidence les différents éléments d'identification.



Figure 4.10: montage des phlébotomes entre lame et lamelle.

Les phlébotomes sont ensuite recouverts d'une lamelle, sans exercer de pression, puis on passe à l'observation au MO.



Figure 4.11 : identification des phlébotomes au microscope optique.

#### 4.2.3. Méthodes d'exploration des résultats par des indices écologiques :

##### A) Fréquence d'abondance :

Elle correspond au pourcentage d'individus d'une espèce donnée (ni) par rapport au total des individus recensés dans un peuplement (N) [110].

$$Fc = \frac{ni}{N} \times 100$$

ni : nombre d'individus recensés d'une espèce donnée.  
N : nombre total d'individu du peuplement.

##### B) Constance ou indice d'occurrence :

C'est le rapport entre le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (pi) et le nombre total de relevés(p). Cette constante est exprimée en pourcentage [111].

$$C(\%) = \frac{pi}{p} \times 100$$

C%>50% : l'espèce est constante.

25%≤C%≤50% : l'espèce est accessoire.

C%<25% : l'espèce est accidentelle.

C%<10% : l'espèce est très accidentelle ou sporadique.

##### C) Sex-ratio :

C'est le rapport entre le nombre d'individu qui appartiennent au sexe mâle par rapport à celui du sexe femelle dans une population.

Sex-ratio= M/F.

##### D) Indices écologiques de structure :

Trois indices ont été calculés dans notre étude : l'indice de Shanonn-Weaver, Simpson, Hill ainsi que l'équitabilité (équirépartition).

a) Indice de Shannon : il est symbolisé par la lettre  $H'$ .

C'est la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus, sa valeur est représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante : [112].

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i.$$

$P_i$  : c'est le nombre d'individus de l'espèce (i) par rapport au nombre total d'individu :

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$H' = 0$  bits, cela veut dire que tous les individus appartiennent à la même espèce. Cet indice est un bon indicateur de la diversité des espèces du milieu étudié [113].

b) Indice de Simpson :

Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés appartiennent à la même espèce.

$$D = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1).$$

$n_i$  : c'est le nombre d'individus de l'espèce donnée.

$N$  : c'est le nombre total d'individus.

$D = 0$  indique le maximum de diversité.

$D = 1$  indique le minimum de diversité.

c) indice de Hill :

Il s'agit d'une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon-Weaver et de Simpson :

$$\text{Hill} = 1/D / e^{H'}$$

$1/D$  : l'inverse de l'indice de Simpson.

$e^{H'}$  : L'exponentiel de l'indice de Shannon-Weaver.

d) Indice d'équirépartition (équitabilité) :

C'est le rapport entre la diversité calculée et la diversité maximale théorique ( $H'$ ) et ( $H'_{\max}$ ) (égale à  $\log_2$  de la richesse totale (S)) [112].

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

$E < 0,5$ , cela signifie que la quasi-totalité des effectifs appartiennent à une seule espèce.

$E = 1$ , cela signifie que toutes les espèces du peuplement ont la même abondance.

[114].

#### e) Analyse de similitude de Jaccard (Indice de Jaccard) :

Il tient compte de la présence- absence des espèces, il permet de comparer les stations d'étude prises deux à deux. Il est calculé par la formule suivante :

$$J = \frac{3 \times a}{a + b + c} \times 100.$$

J : Coefficient de similitude entre les relevés 1 et 2.

a : Nombre d'espèces communes aux deux relevés.

b : Nombre d'espèces propres au relevé 1.

c : Nombre d'espèces propres au relevé 2.

Plus les valeurs de l'indice de Jaccard sont proches de 100, plus les deux stations comparées sont semblables.

#### 4.2.4. Méthode d'évaluation de la campagne de lutte anti vectorielle :

La campagne de lutte a été effectuée dans la région de Kherrata au début du mois de juillet. Elle a coïncidé avec une de nos sorties de piégeage dans les 4 stations (Ouled Ncer, Ouled Fadel, Snadla, Dradra), qui ont été toutes concernées par les aspersions d'insecticides.

Les aspersions ont été effectuées par les services du bureau d'hygiène communale.

Le produit utilisé est la deltaméthrine 2,5 % en poudre mouillable avec une dose de 1Kg /70l.

La pulvérisation à l'intérieur et à l'extérieur des élevages et des maisons a été faite le jour à l'aide de pompes portables à pression préalable.

La fumigation du même insecticide a été appliquée avec un équipement motorisé, la nuit dans tous les villages.

Périodicité des applications d'insecticides : il y a eu un seul passage des agents au niveau de chaque commune.

L'aspersion et la fumigation ont été effectuées une seule fois durant toute notre étude.

Pour évaluer l'efficacité de la campagne de lutte, nous nous sommes basé sur le nombre de phlébotomes capturés à l'aide de pièges adhésifs avant, pendant et après les aspersion d'insecticides dans les stations que nous avons prospectées.

#### 4.2.5. Méthodes statistiques :

Test Student de comparaison de moyennes.

Test de Student permet de tester les hypothèses statistiques suivantes:

Ø L'hypothèse nulle  $H_0$  n'est l'hypothèse que l'on souhaite invalider.

Ø L'hypothèse alternative  $H_1$  est l'hypothèse qui sera retenue au cas où le test statistique rejette l'hypothèse nulle  $H_0$ . L'échantillon dont nous disposons ( $m_0$ ) provient d'une population de moyenne  $m$  ; nous voulons savoir si  $m = m_0$ . On va donc tester l'hypothèse  $H_0$  contre l'hypothèse  $H_1$ .

$H_0 : m = m_0$

$H_1 : m \neq m_0$

Dans le cadre de notre étude, nous effectuerons des tests au seuil de 5 % et au seuil de 1 %. La table des valeurs usuelles pour une distribution de Student nous donne les valeurs respectives de 1,96 et 2,58.

Règle de décision :

La règle de décision pour le test de Student au seuil de 5 % est la suivante :

·- Si  $|t\text{-statistic}| < 1,96$  ou  $P(\text{statistique}) > 0,05$  on accepte l'hypothèse  $H_0$ . La variable n'est pas significative. Cela signifie que si l'on obtient un t-statistic dont la valeur absolue est inférieure à 1,96 on court un risque de 5 % au minimum de commettre une erreur en rejetant l'hypothèse  $H_0$ .

· -Si  $|t\text{-statistic}| > 1,96$  ou  $P(\text{statistique}) < 0,05$  on rejette l'hypothèse  $H_0$ . La variable est significative. Cela signifie que si l'on obtient un t-statistic dont la valeur absolue est supérieure à 1,96 on court un risque de 5 % au minimum de commettre une erreur en acceptant l'hypothèse  $H_0$ .

### 4.3. Résultats

#### 4.3.1. Inventaire systématique des phlébotomes recensés dans la région de Kherrata :

Tout au long de notre étude étalée sur une période de quatre mois de l'année 2014, (juin à septembre) qui correspond à la période d'activité optimale des phlébotomes, 18126 phlébotomes ont été capturés, nous avons pu identifier uniquement 9461 phlébotomes jusqu'à l'espèce.

Neuf espèces ont été recensées elles figurent dans le tableau 4.3 :

Tableau 4.3: Liste systématiques des phlébotomes (*Psychodidae*) recensés dans la région de Kherrata.

Genre	Sous genre	Espèce	
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i> Rondani, 1843	<i>P. papatasi</i> Scopoli, 1786	
	<i>Paraphlebotomus</i> Théodor, 1948	<i>P. sergenti</i> Parrot, 1917	
	<i>Larrousius</i> Nitzulescu , 1931		<i>p. ariasi</i> Tonnoir, 1921
			<i>P. longicuspus</i> , Newzulescu 1930
			<i>p. perniciosus</i> Newstead 1911
			<i>P. Perfiliewi</i> Parrot, 1930
<i>sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i> Franca , 1920	<i>S. antennata</i> Newstead 1912	
		<i>S. fallax</i> Parrot, 1921	
		<i>S. minuta</i> parrot adler et Theodor, 1927	

Parmi les 9 espèces, 6 appartiennent au genre *Phlebotomus*. Elles se répartissent en 3 sous genres : *Phlebotomus*, *Paraphlebotomus*, et *Larrousius*. Par ailleurs le genre *Sergentomyia* est représenté avec un seul sous genre (*Sergentomyia*).

#### 4.3.1.1. Qualité d'échantillonnage :

La qualité d'échantillonnage est testée par le calcul de l'indice de la qualité d'échantillonnage cette dernière est égale à :  $a/N$ , où :

a : le nombre des espèces observées une seule fois.

N : nombre de relevés effectués au cours de l'étude.

a= 1, une seule espèce a été observée une seule fois.

N = 18 relevés effectués sur les 5 stations d'étude.

$1/18 = 0,055$

La valeur de l'indice d'échantillonnage montre que la qualité de notre échantillonnage est très satisfaisante.

#### 4.3.1.2. Structure et organisation des peuplements recensés :

##### 4.3.1.2.1. Répartition des phlébotomes récoltés selon le genre :

Dans le tableau suivant nous avons montré la répartition des phlébotomes récoltés selon le genre.

Tableau 4.4 : Répartition des phlébotomes en fonction du genre.

Genre	Nombre des phlébotomes (n)	Pourcentage (%)
<i>Phlebotomus</i>	9075	95,92
<i>Sergentomyia</i>	386	4,08
Total	9461	100

Le tableau 4.4, montre que la grande partie des phlébotomes recensés appartiennent au genre *Phlebotomus* avec un pourcentage de 95,92 %.

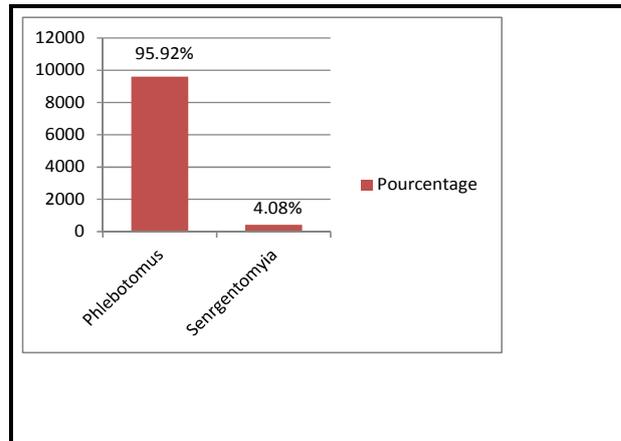


Figure 4.12 : Répartition de phlébotomes recensés selon le genre.

#### 4.3.1.2.2. Répartition par station et similitude des espèces de phlébotomes recensés :

Nous allons montrer dans les tableaux suivants les proportions des espèces recensés dans la région, les richesses spécifiques la répartition par station, et la fréquence d'occurrence des espèces recensées dans les 5 stations, l'indice de similitude de Jaccard calculé pour les 5 stations ainsi qu'une représentation des stations dont les compositions sont similaires ou peu similaires.

##### 4.3.1.2.2. 1. Abondances relatives pour chaque espèce :

Nous avons rapporté La proportion de chaque espèce des espèces capturés dans le tableau suivant :

Tableau 4.5 : proportion de chaque espèce de phlébotomes capturés dans la région de Kherrata.

Espèce	Nombre (n)	Pourcentage % (%)
<i>P.perniciosus</i>	8296	87,68
<i>P.perfiliewi</i>	523	5,53
<i>S.minuta</i>	365	2,8
<i>P.longicuspis</i>	207	2,19
<i>P.papatasi</i>	20	0,21
<i>S.anntenata</i>	20	0,21
<i>P.sergenti</i>	20	0,21
<i>P.ariasi</i>	09	0,09
<i>S.fallax</i>	01	0,01
Total	9461	100

Le tableau 4.5, montre que l'espèce dominante est *phlebotomus perniciosus* avec un pourcentage de 87,68 % puis viennent *phlebotomus. perfiliewi*, *Sergentomyia minuta*, *Phlebotomus. longicuspis* avec les pourcentages 5,53%, 2,8%, 2,19% respectivement. Les autres espèces représentent un très faible pourcentage.

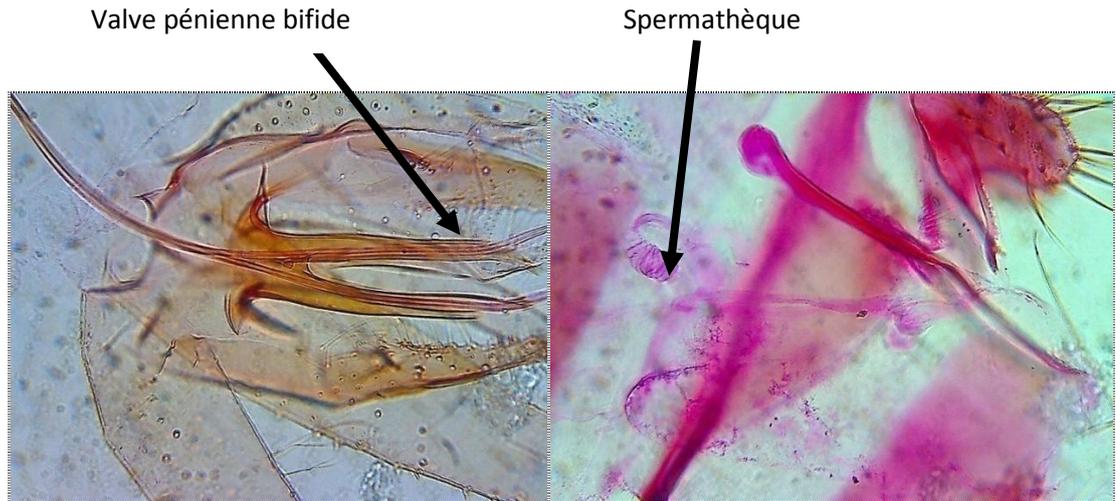


Figure 4.13 : Appareil génital mâle et femelle de *Phlebotomus perniciosus*.

(Photo personnelle).

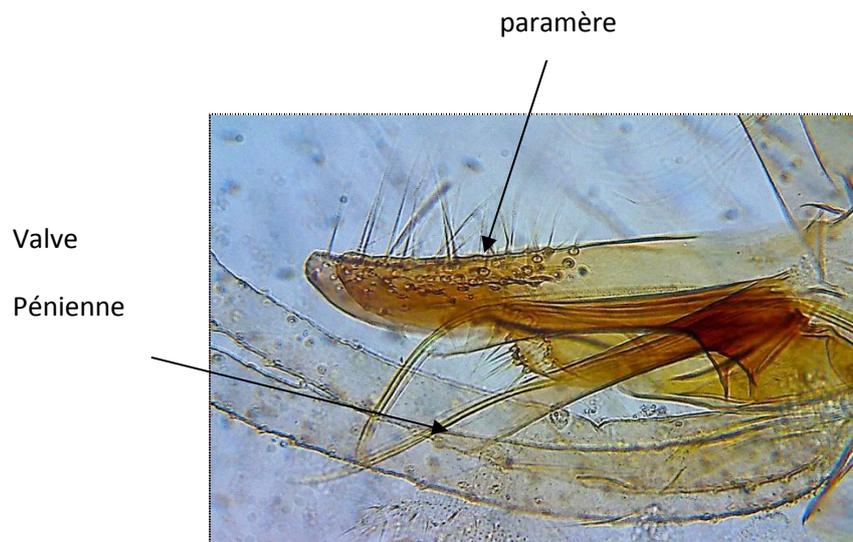


Figure 4. 14 : Appareil génital mâle *Phlebotomus perflewi*.

(Photo personnelle).

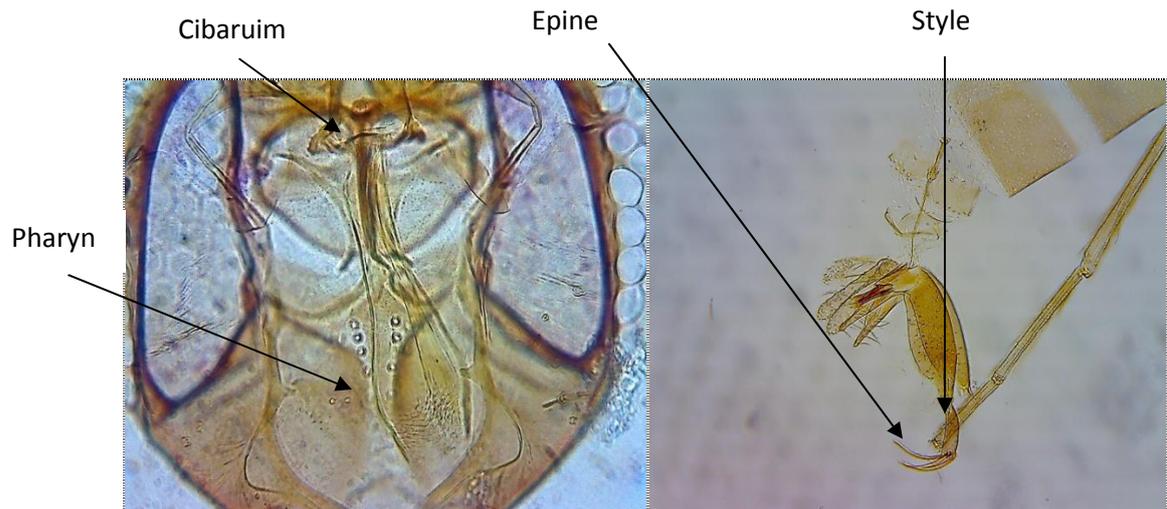


Figure 4.15 : Pharynx femelle et génitalia mâle *Sergentomyia antennata* .

(Photo personnelle).

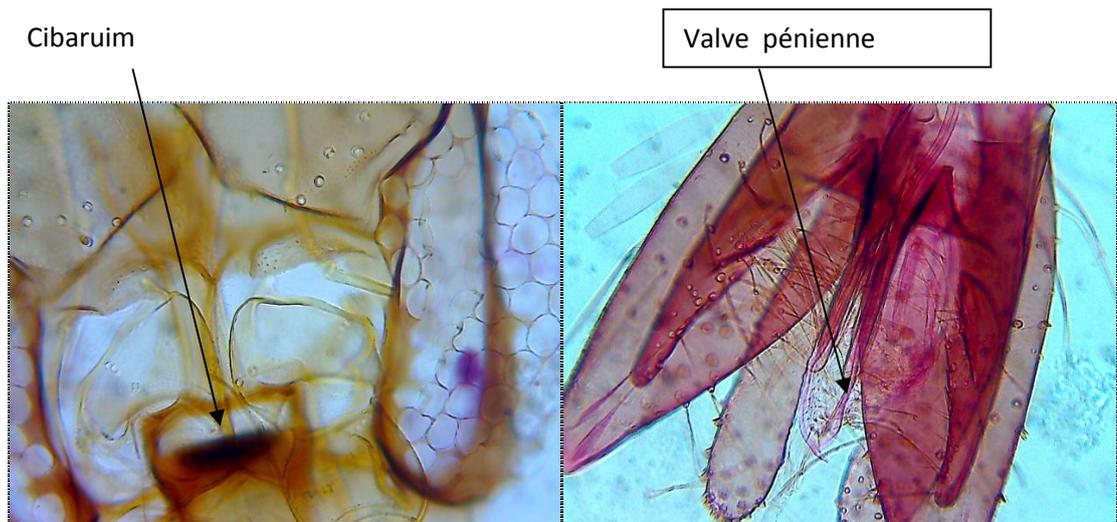


Figure 4. 16 : Cibarum femelle, *génitalia mâle Sergentomyia minuta*.

(Photos personnelles).

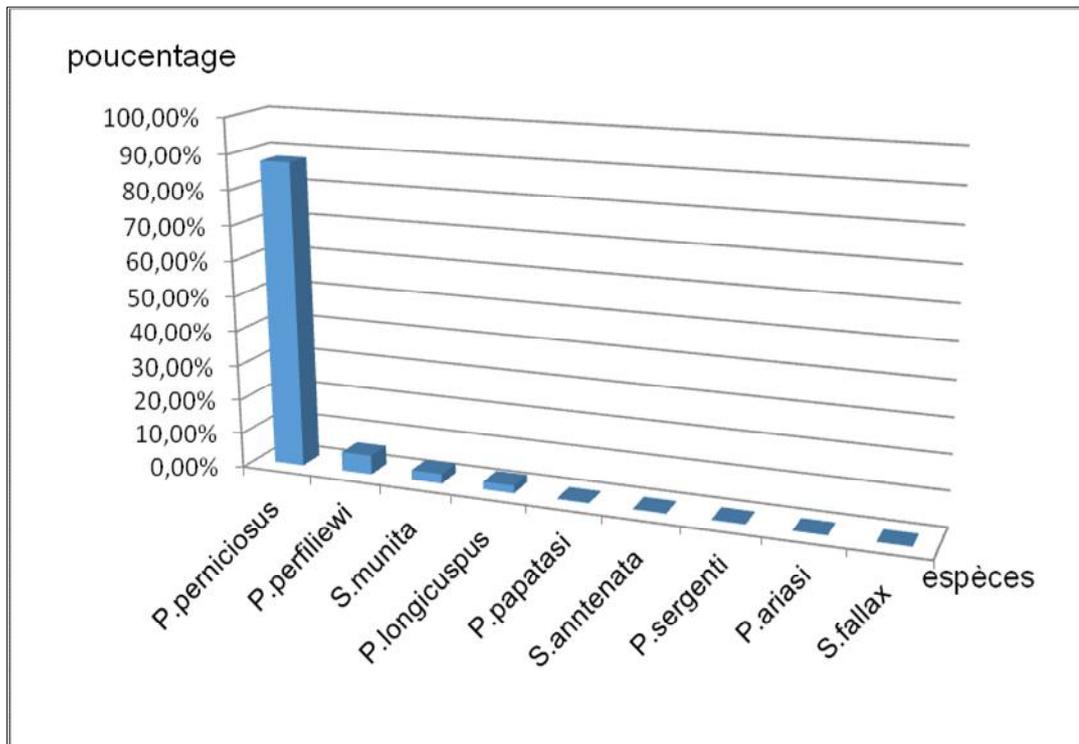


Figure 4.17 : proportion de chaque espèce des phlébotomes capturés dans la région de Kherrata.

#### 4.3.1.2.2. Répartition des espèces par station et leur fréquence d'occurrence :

La répartition par station et fréquence d'occurrence des espèces recensées dans les 5 stations sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 4.6: répartition par station et fréquence d'occurrence des espèces recensées dans les 5 stations (+ présente, -Absente).

Station Espèce	Ouled ncer	Ouled fadel	Dradra	Snadla	Kherrata	C (%)	Echelle
<i>P.Perniciosus</i>	+	+	+	+	+	100%	C
<i>P. perfiliewi</i>	+	+	+	+	-	83,3 %	C
<i>S. minuta</i>	+	+	+	+	-	77,7	C
<i>P. longicuspus</i>	+	+	+	+	-	88,8	C
<i>P.papatasi</i>	+	+	+	-	-	44,4	A
<i>S.antennata</i>	+	+	-	+	-	33,3	A
<i>P.sergenti</i>	+	+	-	-	+	44,4	A
<i>P.ariasi</i>	+	+	+	-	-	27,77	A
<i>S.fallax</i>	-	-	+	-	-	5,55	Tac
Nombre	8	8	7	5	2		

+ Présente, -Absente.

**C%** : fréquence d'occurrence, **A** : accessoire, **Ac** : accidentelle, **C** : constante, **Tac** : très accidentelles.

Le tableau 4.6, montre que quatre espèces sont constantes (*P.perniciosus*, *P. perfiliewi*, *S. munita* *P. longicuspis* ), quatre sont accessoires (*P. papatasi*, *S. antennata*, *P. sergenti*, *P. ariasi*) et une seule espèce accidentelle (*S. fallax* )

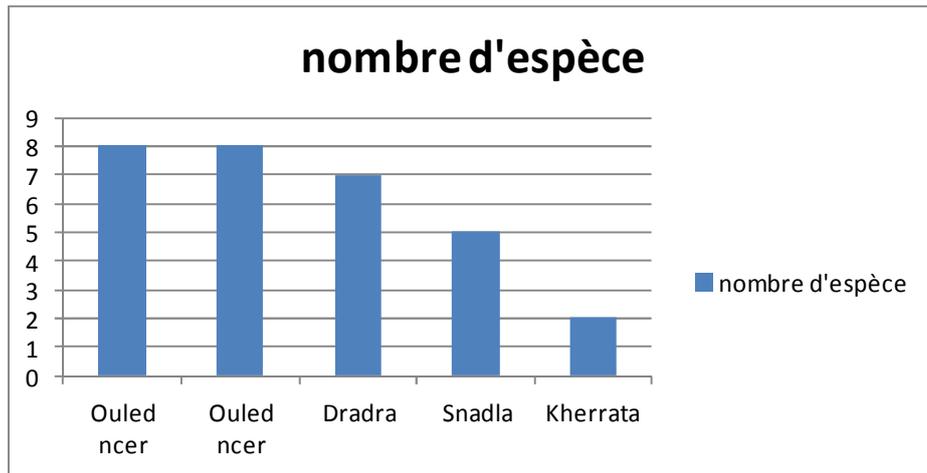


Figure 4.18 : richesse spécifique par station dans la région de Kherrata.

D'après le tableau 4.6 et la figure 4.15 nous remarquons que la richesse spécifique la plus élevée a été observée au niveau des deux stations Ouled Ncer et Ouled Fadel avec 8 espèces différentes.

#### 4.3.1.2.2. 3. Stations d'études en fonction de leur degré similitude :

Les résultats relatifs aux stations d'études en fonction de leur degré de similitude sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 4.7 : Indice de similitude de Jaccard calculé pour les 5 Stations prises deux à deux (- : Absence de similitude).

station	O.Ncer (%)	O. Fadel (%)	Dradra (%)	Snadla (%)	Kherrata (%)
kherrata	50	50	30	37,5	100
Snadla	83,33	83,33	75	100	
Dradra	85,71	85,71	100		
O.Fadel	100	100			
O. Ncer	100				

Les stations d'études les plus similaires et les moins similaires sont rapportées dans le tableau 4.8 :

Tableau 4.8 : présentation des stations d'études en fonction de leur degré de similitude.

Stations avec composition similaires similitude de Jaccard >90	Stations avec composition peu similaires similitude de Jaccard <40
Ouled Ncer – Ouled Fadel	Dradra - Kherrata Snadla – Kherrata

Nous remarquons que :

- Les stations de Ouled Fadel et Ouled Ncer sont très similaires voire indice de Jaccard égale à 100.
- Deux stations sont très peu similaires avec la station de Kherrata (Les stations : Snadla, Dradra avec des indices de Jaccard : 37.5% et 30% respectivement.

#### 4.3.1.2.2. 4. Fréquence d'abondance des populations :

##### 4.3.1.2.2. 4.1. Abondance relative globale et selon le sex-ratio :

Dans le tableau 4.9, nous avons montrés l'importance numérique des espèces recensées dans la région de Kherrata par le calcul des fréquences d'abondance en pourcentages et nous avons pris en considération le sexe de chaque espèce.

L'abondance relative globale et selon le sex-ratio pour chaque espèce sont rapportées dans le tableau 4.9 :

Tableau 4.9 : abondance relative globale et valeur du sex-ratio et pour chaque espèce recensée.

Espèce	M		F		Sex-ratio
	n	%	n	%	
<i>P. perniciosus</i>	4783	88,99	3513	85,98	1,36
<i>P. perfiliewi</i>	269	4,20	254	6,22	1,06
<i>S. minuta</i>	208	3,87	157	3,84	1,32
<i>P. longicuspis</i>	61	1,13	146	3,57	0,42
<i>P. papatasi</i>	13	0,24	07	0,17	1,86
<i>S. antennata</i>	14	0,26	06	0,15	2,33
<i>P. sergenti</i>	18	0,33	02	0,05	9
<i>P. ariasi</i>	08	0,15	01	0,02	8
<i>S. fallax</i>	01	0,017	00	00	-
Total	5375	100	4086	100	1.31

Le tableau 4.9, montre que la valeur du sex-ratio est en faveur des mâles, sauf pour l'espèce *P. longicuspis*.

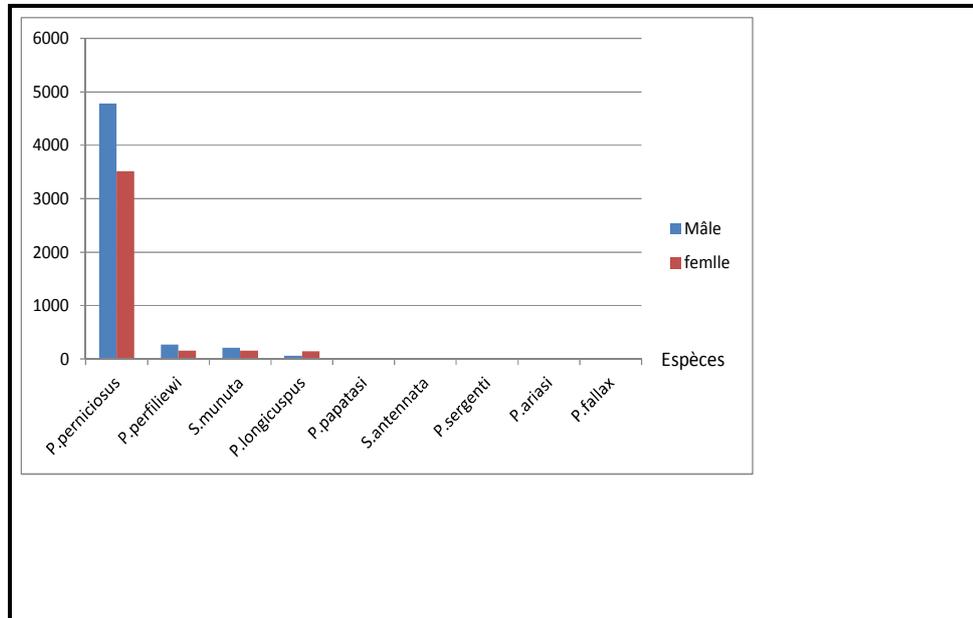


Figure 4.19 : valeurs du sex-ratio en fonction des espèces recensées dans la région de Kherrata.

#### 4.3.1.2.2.4.2. Variations de la valeur du sex-ratio en fonction des stations d'étude :

Les valeurs du sex-ratio en fonction des stations d'études sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 4.10: variations de la valeur du sex-ratio en fonction des stations.

Station	mâle	femelle	Sex-ratio
Ouled ncer	1853	1068	1,73
Ouled fadel	2017	1666	1,21
Dradra	1128	974	1,16
Snadla	362	377	0,96
Kherrata	15	01	15

Le tableau 4.10, montre que la valeur du sex-ratio est en faveur des mâles sauf pour la station de Snadla (le nombre de femelle est un peu plus important).

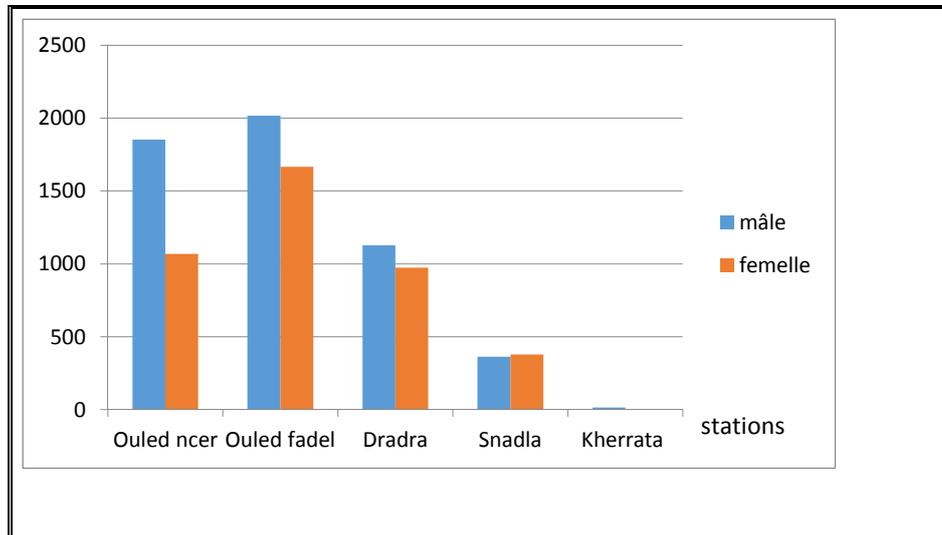


Figure 4.20 : variations de la valeur du sex-ratio en fonction des stations.

#### 4.3.1.2.2.4.3. Variations de la valeur du sex-ratio en fonction du mois de capture :

Les valeurs du sex-ratio en fonction du mois de capture sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 4.11 : variations de la valeur du sex-ratio en fonction du mois de capture.

Mois	Mâle	femelle	Sex-ratio
Juin	969	780	1,24
Juillet	784	914	0,86
Août	1231	1166	1,05
Septembre	2392	1226	1,95

Le tableau 4.11, montre que le nombre des mâles est plus élevé que celui des femelles, il atteint presque le double au mois de septembre.

Au mois de juillet le nombre des femelles est plus important que celui des mâles.

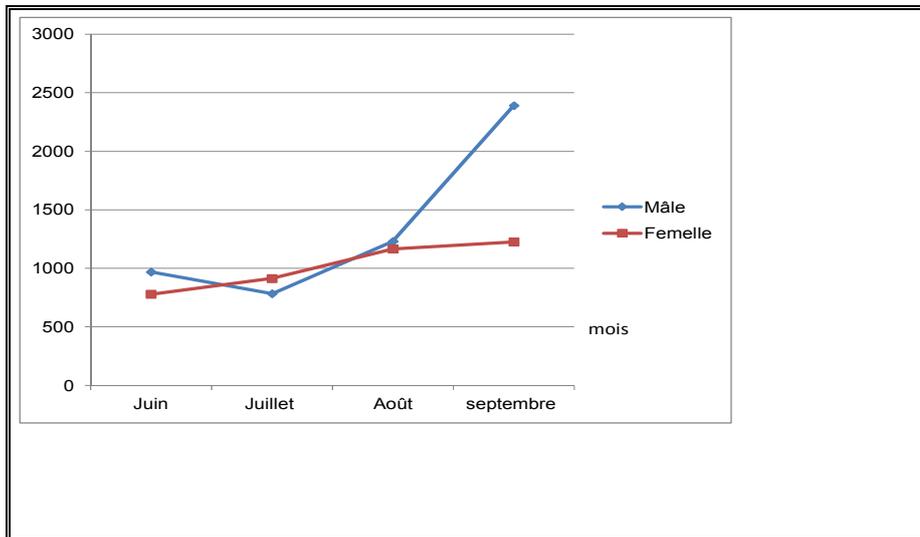


Figure 4.21 : variations de la valeur du sex-ratio en fonction des mois de capture.

#### 4.3.1.2.2.4.4. Abondance relative globale des populations selon les mois de capture :

Dans le tableau 4.12, nous allons montrer les fréquences d'abondance et évolution en fonction du mois de capture pour chaque espèce capturée.

Tableau 4.12 : répartition des fréquences d'abondance (%) des phlébotomes recensés en fonction des mois de capture.

Espèce \ Mois	Mois			
	Juin (%)	juillet (%)	août (%)	septembre (%)
<i>P. perniciosus</i>	16,84	13,63	23,29	33,92
<i>P. perfiliewi</i>	0,71	0,87	0,76	3,19
<i>S. munita</i>	0,56	2,09	0,93	0,27
<i>P. Longicuspis</i>	0,31	0,97	0,24	0,66
<i>p. papatasi</i>	0,02	0,09	0,03	0,06
<i>S. antennata</i>	0,03	0,09	0,02	0,06
<i>P. sergenti</i>	0,01	0,15	0,02	0,02
<i>P. ariasi</i>	-	0,03	0,03	0,03
<i>S. fallax</i>	0,01	-	-	-
Total	18,49	19,81	25,5	38,21

Le tableau 4.12, montre que l'espèce dominante pour les 4 mois de l'été est *P. perniciosus* suivie de *P. perfiliewi*, qui ont connu leur pic au mois de septembre, *S. minuta* et *P. longicuspis* ont connu un pic au mois de juillet.

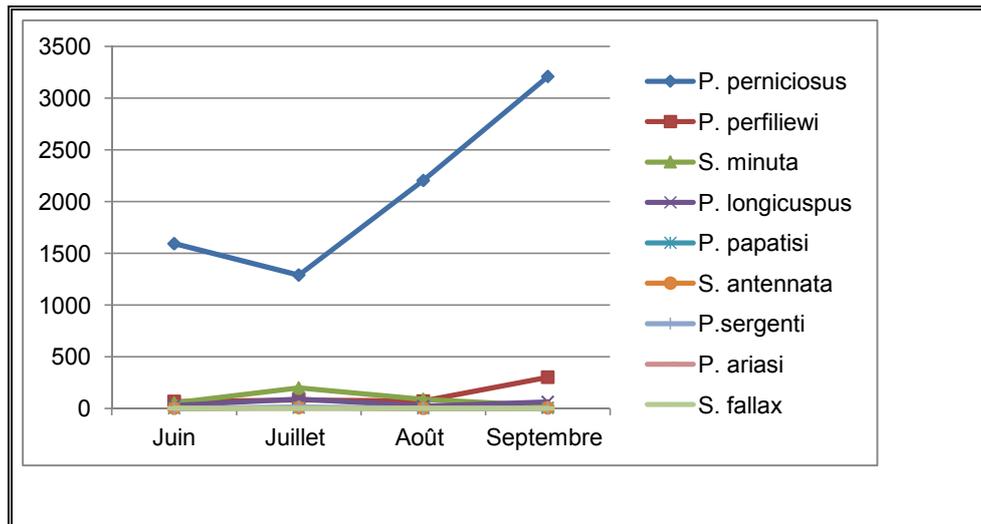


Figure 4.22 : évolution du nombre des espèces des phlébotomes en fonction des mois de capture.

#### 4.3.1.3. Analyse des résultats par des indices écologiques de structure :

Dans cette partie nous avons étudié les indices écologiques de structure (indice de diversité de Shannon-waever, l'indice de Simpson, l'indice de Hill et l'indice d'équitabilité entre les espèces).

##### 4.3.1.3.1. L'indice de shannon-Waeaver et d'équitabilité :

Dans le tableau 4.13, nous avons rapporté Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Waeaver ( $H'$ ), de la diversité maximale et de l'équitabilité appliquées aux espèces.

Tableau 4.13 : indice de diversité basé sur le nombre d'individus des espèces recensés.

Espèce	Nombre de phlébotomes	Pi	Log2 Pi	pi log2pi
<i>P. Perniciosus</i>	8296	0,877	-0,189	-0,166
<i>P. perfiliewi</i>	523	0,055	-4,184	-0,230
<i>S. minuta</i>	365	0,039	-4,680	-0,182
<i>P. longicuspis</i>	207	0,022	-5,506	-0,121
<i>P. papatasi</i>	20	0,002	-8,965	-0,018
<i>P. antennata</i>	20	0,002	-8,965	-0,018
<i>P. sergenti</i>	20	0,002	-8,965	-0,018
<i>P. ariasi</i>	09	0,0009	-10,117	-0,009
<i>P. Fallax</i>	01	0,0001	-13,288	-0,001
Total	9461	1	64,859	-0,763
H'max				3,17
E				0.24

Le tableau montre que la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Waever dans les cinq stations est égale à  $H' = -0,763$  bits. Cette valeur est inférieure à la diversité maximale  $H'max$  qui est égale à 3,17 bits, ce qui signifie que la population des phlébotomes est très peu diversifiée.

La valeur de l'équitabilité est égale à 0,24 ce qui indique que la population des phlébotomes recensés est peu équilibrée et qu'une seule espèce domine.

#### 4.3.1.3.2. L'indice de diversité de Simpson et de Hill :

L'indice de Simpson et Hill permet de donner plus de précision sur la diversité observée, nous avons rapporté les résultats dans le tableau suivant :

Tableau 4.14 : L'indice de diversité de Simpson et de Hill.

Espèces	Nombre de phlébotomes	Ni (Ni-1)
<i>P. perniciosus</i>	8296	68815320
<i>P. perfiliewi</i>	523	273006
<i>S. minuta</i>	365	132860
<i>P. longicuspis</i>	207	42642
<i>P. papatasi</i>	20	380
<i>S. antennata</i>	20	380
<i>P. sergenti</i>	20	380
<i>P. ariasi</i>	9	72
<i>S. fallax</i>	1	0
Total	9461	69265040
D		0.774
Hill		0.602

Les valeurs de chacun des indices de Simpson  $D= 0,77$  et de Hill  $= 0,6$  montrent et confirment que le peuplement est peu diversifié.

#### 4.3.2. Etude de la densité des phlébotomes par station, variations en fonction du mois de captures et efficacité de la campagne de lutte :

Durant la période d'étude qui s'est étalée sur quatre mois de l'été 2014, 990 pièges adhésifs ont été posés dans les 5 stations d'étude dont 888 pièges récupérés, ce qui a permis de récolter 18165 phlébotomes sur une surface totale de 71,04m<sup>2</sup> soit une densité de 63,92 phlébotomes par mètre carré par nuit (ph/m<sup>2</sup>/nt).

Pour l'étude de densité, nous avons utilisé les 18165 phlébotomes.

##### 4.3.2. 1. Densité des phlébotomes récoltés par station d'étude :

Les résultats relatifs à la densité des phlébotomes récoltés par station sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 4.15 : Calcul de la densité des phlébotomes récoltés par station.

Station	Nombre de phlébotomes	Surface de piégeage (m <sup>2</sup> )	Densité (ph /m <sup>2</sup> /nt)
Ouled ncer (rural)	4594	16,96	67,78
Ouled fadel(rural)	8237	18	114,40
Dradra(rural)	4217	17,6	59,9
Snadla (rural)	1101	15,12	18,20
Kherrata (urbain)	16	3,36	1,19
Total	18165	71,04	63,92

Le tableau 4.15, montre que la densité la plus élevée a été enregistrée au niveau de la station d'Ouled Fadel avec un nombre d'individus de 114,40ph/m<sup>2</sup> /nuit et la plus faible, est enregistrée dans la station de Kherrata avec un nombre de 1,19ph /m<sup>2</sup>/nuit. Nous remarquons que l'abondance des phlébotomes est très élevée en milieu rural par rapport au milieu urbain.

#### 4.3.2.2. Evolution de la densité des phlébotomes pendant la saison estivale :

Les densités des phlébotomes en fonction des mois ont été rapportées dans le tableau 4.16 :

Tableau 4.16 : variations de la densité des phlébotomes pendant la saison estivale.

Période	Début juin	Fin juin	Début juillet	Fin juillet	Début août	Fin août	Début septembre	Fin septembre
Nombre de phlébotomes	1749	1867	1695	1616	2397	2648	3617	3314
Surface de piégeage(m <sup>2</sup> )	10,32	8,88	10,32	8,4	8,72	6,96	8,96	8,48
Densité Ph /m <sup>2</sup> /nt	42,37	52,56	41,06	48,09	68,72	95,11	100,92	97,7

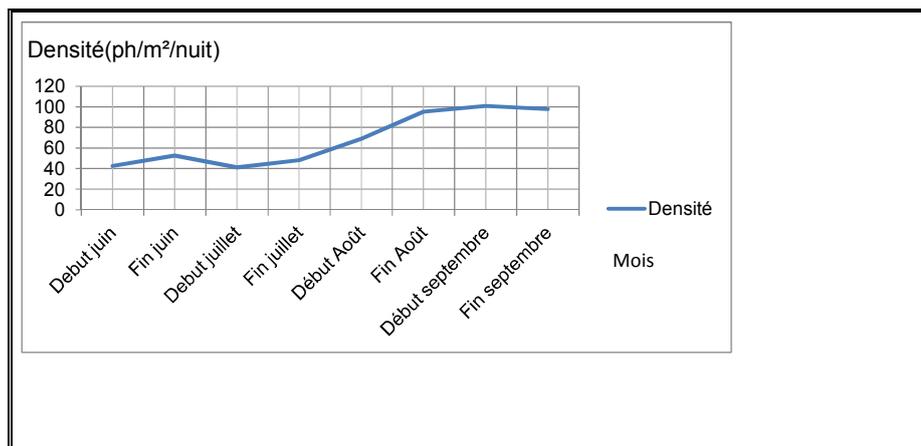


Figure 4.23 : évolution de la densité des phlébotomes pendant la saison estivale.

La figure 4.21, montre qu'il y a deux pics : un petit pic en fin juin et un deuxième plus important qui s'étale dans le temps, il commence au début d'Août et atteint son maximum en début Septembre.

#### 4.3.2. 3. Etude de l'efficacité de la campagne de lutte anti phlébotome:

La campagne de lutte a été effectuée dans la région de Kherrata au début du mois de juillet. Elle a coïncidé avec une de nos sorties de piégeage dans les 4 stations (Ouled Ncer, Ouled Fadel, Snadla, Dradra), qui ont été toutes concernées par les aspersion d'insecticides.

Pour évaluer l'efficacité de la campagne de lutte, nous nous sommes basé sur le nombre de phlébotomes capturés à l'aide de pièges adhésifs avant, pendant et après les aspersion d'insecticides dans les stations que nous avons prospectées.

Les densités des phlébotomes pour chaque station avant pendant et après la campagne sont rapportées dans le tableau 4.17 :

Tableau 4.17 : densités des phlébotomes avant, pendant et après la campagne de lutte Ph/m<sup>2</sup>/nuit.

station \ Période	Fin juin (Ph/m <sup>2</sup> /nuit)	Début juillet (Ph/m <sup>2</sup> /nuit)	Fin juillet (Ph/m <sup>2</sup> /nuit)
Ouled ncer	49,33	63,75	57,81
Ouled fadel	72,41	52,28	85,62
Dradra	70,2	60,02	39,06.
Snadla	14,90	21,41	8,56
Moyennes	51,71	49,36	48,09

#### 4.3.2. 4. Analyses statistiques

##### Effet de la campagne de lutte :

Nous avons utilisé le test de Student de comparaison des moyennes, pour voir s'il y a une différence significative entre les moyennes de densités des phlébotomes, pour les 4 stations (avant, pendant et après) la campagne.

Le test a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de densité avant et pendant la campagne avec  $p=0,4 > 0$ .

Et ainsi, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de densité pendant et après la campagne avec  $p= 0,45 > 0,05$ .

## DISCUSSION

Durant la période d'étude étalée sur 4 mois (Juin- septembre) de l'année 2014, qui correspond à la période d'activité optimale des phlébotomes adultes en zones tempérés [90], 18165 phlébotomes ont été récoltés et 9461 phlébotomes ont été identifiés jusqu'à l'espèce.

La valeur de l'indice d'échantillonnage montre que la qualité de notre échantillonnage est très satisfaisante, la seule espèce notée une seule fois est *S. fallax* avec un seul exemplaire (mâle).

Sur les 9461 phlébotomes, nous avons identifié neuf espèces appartenant aux deux genres : *Phlebotomus* 95,92% avec trois sous genres (*Phlebotomus*, *Paraphlebotomus* et *Larrousius*) et *Sergentomyia* 4,08% avec un seul sous genre (*Sergentomyia*).

En comparant nos résultats avec des études antérieures réalisées en Algérie, nous concluons que la part du genre *Sergentomyia* dans les captures est importante.

Par ailleurs, Mouloua, [63], à Tizi-Ouzou a rapporté que le genre *Sergentomyia* représente 15, 14% alors que le genre *Phlebotomus* constitue 84, 86%.

Bencherif, [116], montre que le genre *Sergentomyia* constitue 45,8% et le genre *Phlebotomus* constitue 54.2%.

Boulaknafet, [117], montre que le genre *Sergentomyia* constitue 79,78% des récoltes et le genre *Phlebotomus* représente 30,18%.

L'espèce la plus abondante est *P. perniciosus* , elle représente 87, 68% de nos captures. Elle est très répandue en Algérie où elle a été décrite pour la première par Sergent en 1914 [81]. Cette espèce occupe un très vaste territoire géographique dans le bassin méditerranéen particulièrement dans la partie septentrionale à la lisière saharienne [90]. Elle atteint son optimum dans l'étage bioclimatique semi-aride tempéré et chaud mais elle occupe aussi l'étage aride, sub aride et humide [89]. Dans le Tell elle est constante en grande Kabylie, étage bioclimatique humide et subhumide et dans le constantinois, étage semi-aride. Ces deux régions sont des foyers endémiques de la leishmaniose viscérale [79].

En dehors de la région tellienne, l'aire de distribution *P. perniciosus* s'étend au sud vers les Aurès et la steppe présaharienne, sa présence fut signalé au M'zab (dans le Sahara Algérien) en 2011 par Boukraa et al . [63].

Sur le plan écologique cette espèce peut être capturée aussi bien en plein campagne qu'au voisinage immédiat des habitations et dans une grande ville comme Alger [119]. Les femelles se nourrissent indifféremment sur l'homme ou sur les animaux mais marquent une préférence pour le chien [120]. Sa prévalence est significativement plus élevée dans les sites domestiques que dans les sites de repos sauvages. Ce qui confirme nos résultats du fait que nous avons piégés dans des élevages et aux alentours des habitations. C'est l'espèce la plus importante de point de vue épidémiologique, vu son rôle dans la transmission de *Leishmania infantum*, agent causal de la leishmaniose viscérale humaine [122]. Nos résultats ne sont pas similaires avec ceux obtenus par d'autres auteurs en Algérie :

- Mouloua, [63], à Tizi-Ouzou, a montré que *P. perniciosus* représente 51.42% de la totalité des captures.
- Moulahem, [123], à Constantine, a rapporté un pourcentage de 23,3% de *P. perniciosus*.
- Kabbout,[124] à Oum- EL –Bouaghi a trouvé que *P.perniciosus* représente 39,2 % des captures.
- Bouleknafet, [117], à Skikda montre que *P.perniciosus* représente 18,8%

La différence avec les résultats obtenus par les auteurs cités peut être due au fait que nous avons utilisé des biotopes aux alentours des élevages et habitations (gites préférés de *P.pernicosus*).

Par contre, Messai, [125] à Mila a rapporté des résultats similaires à ceux obtenus lors de notre enquête avec un pourcentage de 79,3% .

*Phlebotomus.perfieliwi*, c'est la deuxième espèce en termes d'abondance avec un pourcentage de 5, 53%. Elle a été décrite pour la première fois par Parrot en 1930.elle est répandue dans la partie Est du Maghreb et de l'Europe orientale [126]. La présence de *P. perfieliwi* est limitée à la zone bioclimatique semi-aride [127].

En Algérie, *P.perfiliewi* est limitée dans les zones bioclimatiques humides, sub- humides et semi-arides et absente dans la zone bioclimatique aride [96].

Cette espèce est présente aussi bien dans les habitations humaines que dans les abris d'animaux domestiques [128]. Elle est impliquée dans la transmission de la leishmaniose cutanée du nord. Des femelles de cette espèce ont été trouvées naturellement infectées par *Leishmania infantum* MON-24(agent responsable de la leishmaniose cutanée du nord) à Ténès, localité située à 200 Km à l'ouest d'Alger [128].

Pour des études effectuées au nord Algérien, certaines sont similaires à nos résultats :

- Messai, [125], a rapporté un résultat proche au notre soit un pourcentage de 4,9 %.
- Boulaknafet,[117] a indiqué un taux presque identique, soit un pourcentage 6,7 %.

D'autres auteurs ont trouvé des pourcentages supérieurs à nos résultats :

- Mouloua, [63], montre que cette espèce vient après *phlebotomus perniciosus* en Kabylie avec un pourcentage de 28.66% (taux un peu élevé en comparant avec nos résultats).
- Moulahem, [123], montre que cette espèce est très abondante à l'intérieur (endophile). En effet, dans ses captures effectuées dans un appartement urbain à Constantine *Phlebotomus perfiliewi* présente un pourcentage de 75,5% de l'ensemble des captures.
- Bencherif, [116] lors de son étude à Biskra et Batna n'a capturé aucun spécimen.

Quant à *Sergentomyia minuta* cette espèce occupe la troisième place en terme d'abondance avec un pourcentage 2,8%. La répartition géographique de *S.minuta* intéresse uniquement les deux rives de la mer méditerranéenne. Elle atteint son optimum aux étages subhumides et humides.

En Algérie, c'est l'espèce la plus abondante [129]. Elle est rencontrée sur tout le territoire, sur tous les étages bioclimatiques et sur toutes les altitudes mais les plus fortes densités sont observées aux étages subhumide et humide [81].

Cette espèce est sans risque épidémiologique de fait qu'elle se nourrisse exclusivement des reptiles, elle est abondante dans les excavations rocheuses et

les barbacanes, habituellement colonisées par des *Laceratidae*. Impliqués dans la transmission de *Sauroleishmania*, *Trypanosomatides* de reptiles dans l'ancien monde [98]. Elle a été suspectée d'être vectrice du virus de Toscana après la mise en évidence de l'ARN de ce virus chez cette espèce [130]. Son faible abondance dans notre étude peut être expliquée par notre protocole d'échantillonnage qui a ciblé des élevages d'animaux domestiques.

Dans les études faunistiques réalisées en région méditerranéenne, *S.munita* est de loin la plus abondante.

Alors qu'en Europe, Madula-lebland, [131], a enregistré lors d'une étude menée en Grèce, que *S. minuta* constitue 38% du genre *Sergentomyia* qui a son tour présente 84% des captures totales.

Haddad, [132] a cité que, Rioux et al., [133] enregistre dans une étude effectuée en France que *S. minuta* constitue 73.7% des captures totales.

Le même auteur a rapporté lors d'une étude menée en Tunisie que le genre *Sergentomyia* représente 70% de l'effectif total dont 41, 5 appartient à l'espèce *S. minuta*.

En Algérie, les travaux de :

- Belazzoug et al., [134] ont montré lors d'une étude effectuée à M'sila et Boussaada que cette espèce représente 39. 75% des captures.
- Boulaknafet, [117] a trouvé un pourcentage 60,82% de *S.minuta* de la totalité des captures.
- Kabbout, [124], a indiqué que *S .minuta* représente un pourcentage de 27,6 % des totalités des captures.
- Bencherif, [116], a noté que *S.minuta* représente 33,9% de la totalité des spécimens récoltés.
- Mouloua, [63] a montré que *S.minuta* représente 15, 14% de la totalité des phlébotomes capturés.
- D'autres auteurs rapportent des faibles pourcentages, tels que Moulahem, [123] à Constantine et Messai, [125], à Mila qui ont trouvé 0,2% et 2,4%.respectivement.

*Phlebotomus.longicuspis* vient en quatrième place avec un pourcentage de 2,19%. C'est une espèce endémique en Algérie, elle semble plus abondante dans

les hauts plateaux, elle prolifère dans les régions subhumides à aride, elle peut être capturée aussi bien en zone rurale que dans les zones urbaines comme la ville d'Alger. La femelle se gorge fréquemment sur le chien [119]. Son rôle vecteur de *leishmaia infantum* en Algérie, a été suspecté depuis les années quarante [135] puis confirmé après avoir été trouvée infestée naturellement par *Leishmania* dans un chenil à Alger par Parrot et al. (1954) [123].

Les résultats de nos captures de cette espèce sont proches de ceux rapportés par :

- Kabbout, [125] à Oum-EL-Bouaghi a noté un pourcentage de 3.33%.
- Boulaknafet, [117] à Skikda, a rapporté un pourcentage de 4%.
- Mouloua, [63] a enregistré un pourcentage de 2.66% des captures totales (ce taux est très proche à notre résultat).

Pour l'espèce *Phlebotomus papatasi* est la cinquième espèce recensée avec un pourcentage de 0, 21%. Cette espèce est rare dans les zones humides, et bien adaptée avec les zones arides. Elle est remplacée par une espèce proche, *P. bergeroti* [136] dans le Hoggar et le Tassilli N'ajjer à l'extrême du pays, et par *P.duboscqi* [137], en Afrique. Elle est largement répandue et abondante dans la frange steppique nord saharienne, mais elle se rencontre également dans le Tell et sur les Hauts plateaux [81].

*P. papatasi* est un vecteur confirmé de *L. major* [138] et dans les pays du au Maghreb.

Les résultats de nos captures sont similaires à ceux obtenus par :

- Boulaknafet, [117] à Skikda qui a trouvé un pourcentage de 0,6%.
- Kabbout, [124] à Oum- EL –Bouaghi qui a trouvé un pourcentage de 0,5%

D'autres auteurs ont rapporté des pourcentages plus élevés:

- Bencherif, [116] à Batna et Biskra qui a trouvé un pourcentage de 4,4%  
Il faut signaler que ces deux wilayas sont connues de leur forte endémicité de la leishmaniose cutanée zoonotique à *L major*

Pour, l'espèce *S. antennata*, 20 spécimens ont été récoltés, soit un pourcentage de 0,21%. C'est une espèce localisée dans steppes et au Sahara, elle a été capturée dans les barbacanes, dans les anfractuosités rocheuses et orifices des terriers de rongeurs [81]. Cette espèce n'a jamais été observée piquant l'homme [76].

Par ailleurs, Bounamous, [79], capturé au total 114 spécimens soit 1,19% du genre *Sergentomyia*.

Les études mené par Moulahem, [123] à Constantine, Messai ,[125] à Mila, kabbout, [124] à d'Oum- EL –Bouaghi, Bouleknafet, [117] à Skikda et Bencherif [116], à Batna et Biskra et Mouloua [63] à Tizi-Ouzou, n'ayant signalé aucun spécimen de cette espèce.

Pour l'espèce *Paraphlebotomus .sergenti* , nous avons récolté uniquement 20 spécimens soit un pourcentage de 0,21%. Elle est répandue aussi bien au sud du pays dans le contrefort de l'Atlas saharien et les steppes présahariennes que dans les régions telliennes, présente même au Sahara centrale mais avec une faible densité [81]

C'est une espèce zoo-anthropophile qui pique l'homme à l'intérieur et à l'extérieur des habitations, peut être capturée aussi bien dans les gîtes sauvages que dans les habitations. Cette espèce est un vecteur prouvé de *L. tropica* [137]

Mouloua, [63] à Tizi-Ouzou a récolté 59 spécimens sur un total de 8750 soit un pourcentage de 0,67%. Ces résultats se trouvent élevés par rapport aux nôtres. De plus, Bencherif, [116] a rapporté un pourcentage aussi élevé 2.2% .

Les études menées par Moulahem [123] à Constantine, Messai ,[125] à Mila, kabbout, [124] à d'Oum- EL –Bouaghi, Bouleknafet, [117] à Skikda et Bencherif [116], à Batna et Biskra n'ayant signalé aucun spécimen de *P.sergenti*.

En ce qui concerne, *Phlebotomus .ariasi* , nous avons récolté 9 spécimens soit un pourcentage de 0,09%. Cette espèce a été signalée pour la première fois en Algérie dans le massif des Aurès par Parrot, [136], sa répartition est essentiellement tellienne.

C'est une espèce anthropo-zoophile, elle pique de préférence le chien et reconnue comme vecteur de leishmaniose viscérale en France [139]. Cette espèce est très rare en Algérie:

- Cependant, Bounamous, [79], a capturé uniquement 5 spécimens en septembre 2007 dans l'enclave aride des Aurès. Des captures réalisées sur plusieurs années dans des stations avoisinantes n'ont pas révélé sa présence.
- Mouloua, [63], n'a capturé que 10 spécimens sur 8750 phlébotomes récoltés.

En dernière position, se classe *Sergentomyia fallax* avec un seul spécimen mâle soit un pourcentage de 0,01%. Cette espèce se rencontre préférentiellement dans le sud du pays, dans les zones steppiques présahariennes et dans les contreforts de l'Atlas saharien [140]. C'est une espèce sylvatique qui peut également se rencontrer à proximité des habitations. Elle ne pique pas l'homme et se nourrit au dépend des reptiles [141].

- Bencherif, [116], à Batna et Biskra a rapporté un pourcentage de 11, 9% de la totalité des captures.

D'après les résultats obtenus, la richesse spécifique globale des 5 stations d'étude est de 9 espèces, la richesse spécifique la plus élevée a été enregistrée au niveau des deux stations Ouled Fadel et Ouled Ncer avec 8 espèces suivit par Dradra avec 7 espèces, Snadla avec 5 espèces et en fin vient la station de la ville de Kherrata avec 2 espèces.

En comparant les résultats obtenus dans notre région d'études avec d'autres études réalisées dans d'autres régions:

- ✚ A Constantine, Moulahem *et al.*, [123] 4 espèces ont été rapportées
- ✚ A Mila, Messai, [125], avec 4 espèces
- ✚ A Oum- EL –Bouaghi, kabbout, [124] avec 5 espèces,
- ✚ A Skikda, Bouleknafet, [117] avec 5 espèces,
- ✚ A Batna et Biskra, Bencherif, [116], avec 8 espèces et
- ✚ A Tizi-Ouzou, Mouloua, [63] avec 7 espèces,

Nous remarquons que notre région d'étude est la plus riche en matière d'espèces.

Quatre espèces sont constantes et viennent par ordre selon l'indice de Jaccard : *P. perniciosus*, *P. longicuspis*, *P. perfiliewi*, *S. munita*. Les autres espèces sont accessoires à part *S. fallax* qui est très accidentelle.

Les matrices de similitudes des stations prises deux à deux montrent une différence de compositions entre les stations sauf pour les deux stations Ouled Fadel et Ouled Ncer où l'indice de Jaccard est de 100%.

La plus grande valeur de similitudes est signalée entre ces deux stations malgré que la première est située sur une colline et l'autre sur une vallée, le point commun entre ces deux stations, c'est le fait que les élevages sont situés dans un endroit abrité du vent et riches en arbres sauvages et fruitiers. A signaler la présence de décharge de fumier juste à côté des élevages. Nous avons remarqué des différences de compositions entre deux stations très proches géographiquement (Snadla et Ouled N'cer). La seule différence entre ces deux stations est l'altitude.

Les plus faibles valeurs de similitudes sont notées entre les stations de Dradra et Snadla avec la station de Kherrata. Les valeurs de l'indice de Jaccard sont respectivement de 30% et 37,5%.

Toutefois, nous remarquons que dans la majorité des cas, la similitude entre les stations est généralement supérieure à 50 % ; ce qui démontre une ressemblance dans la composition en espèces des peuplements recensés, cela peut-être expliqué par le fait que les 5 stations sont très proches géographiquement.

L'étude des valeurs du sex-ratio des populations de phlébotomes recensés dans la région d'étude a montré qu'il ya une légère prédominance des mâles par rapport aux femelles soit une sex-ratio égale à 1,31.

Les valeurs des sex-ratios est en faveur des mâles pour toutes les espèces recensées sauf pour *P. longicuspis* où nous avons remarqué une prédominance des femelles par rapport aux mâles avec une valeur de sex-ratio

égale à 0,42. Les mêmes résultats ont été rapportés par Mouloua, [116], qui a rapporté 81 femelles contre 31 mâles. Cela peut être expliqué du fait que l'espèce *P. Longicuspis* est l'espèce jumelle de *P. perniciosus*, Le mâle peut être confondu avec le mâle de *P. perniciosus*

En fonction des stations, nous avons observé toujours une prédominance des mâles par rapport aux femelles sauf pour la station de Snadla où nous avons noté une légère prédominance des femelles par rapport aux mâles 0,96.

L'évaluation saisonnière de la valeur du sex-ratio a montré que les mâles sont toujours dominants sauf pour le mois de Juillet où la valeur égale à 0,86. Nos résultats sont différents de ceux de Rioux, [90] qui ont indiqué plus de femelles que de mâles.

Nos résultats sont proche à ceux obtenus par :

- Mouloua, [63], à Tizi-Ouzou a récolté à l'aide de pièges adhésifs, 4664 mâles contre 1747 femelles soit une valeur de sex-ratio égale à 2,67
- Bencherif, [116], a rapporté une valeur de sex-ratio égale à 1,43.
- Boulaknefet, [117], a montré que la valeur de sex-ratio est en faveur des mâles pour les captures avec les pièges adhésifs et les femelles sont plus abondantes lors d'utilisation de pièges lumineux.

Le fait que le sex-ratio est en faveur des mâles peut être expliqué par le fait que les premières générations de phlébotomes sont constituées plus de mâles que des femelles. Ces observations ont été vérifiées par l'élevage du phlébotome en insectarium [141].

Les résultats de variations de l'abondance des espèces en fonction du mois de capture montraient que *P. perniciosus* est l'espèce la plus abondante et restait ainsi pendant tout l'été et en début d'automne. Cette espèce atteint son pic d'abondance au mois de Septembre. Nos résultats sont similaires avec ceux observés dans d'autres contrées, en Afrique du nord, et en Europe du Sud, en Italie et dans les îles Baléares. [118], [142], [143], [144].

En Algérie également deux pics sont signalés l'un en juin-juillet l'autre en octobre [99], [101].

La deuxième espèce est *P. perfiliewi*, elle atteint son pic d'abondance au mois de septembre.

D'après Izri et al., [140] et Moulhem et al., [123], cette espèce atteint son pic d'abondance en mois d'Août . Alors que Croset et al, [142] a observé deux pics l'un en mois de Juin et l'autre en Août- septembre.

Pour l'espèce, *S. minuta* atteint son pic d'abondance au mois de juillet. Alors que. *P. longicuspis* atteint son pic d'abondance au mois de juillet. Selon Bailly-Choumara et al., [145] *P.longicuspis* est actif durant la période de mai à octobre, avec une densité maximale de juin à septembre.

Les autres espèces sont représentées en très faibles proportions. Le pic d'abondance globale est atteint au mois de septembre.

Les résultats d'analyse par les indices écologiques de structure montrent que la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Waever dans les cinq stations est égale à  $H' = -0.763$  bits. Cette valeur est inférieure à la diversité maximale  $H'_{max}$  qui est égale à  $3.17$  bits, ce qui signifie que la population des phlébotomes est très peu diversifiée.

Les conditions de vie dans un écosystème sont favorables à l'ensemble, on observe de nombreuses espèces chacune d'elle est représentée par un nombre d'individus et donc l'indice de diversité est alors élevé. Par contre, lorsque les conditions sont défavorables, on ne trouve qu'un nombre réduit d'espèces, la valeur de l'indice est alors faible.

La valeur de l'équitabilité est égale à 0.24, ce qui indique que la population des phlébotomes recensés est peu équilibrée et qu'une seule espèce domine.

Plus la valeur d'équitabilité tend vers le 0 moins le peuplement est équilibré. Dans notre étude *P. perniciosus* est prédominant alors que les autres espèces sont très faiblement représentées.

Les valeurs de chacun des indices de Simpson  $D = 0,77$  et de Hill  $= 0,6$  montrent et confirment que le peuplement est peu diversifié.

Etude de la densité des phlébotomes par station, variations en fonction du mois de capture et efficacité de la campagne de lutte :

Durant la période d'étude qui s'est étalée sur quatre mois de l'été 2014, 990 pièges adhésifs ont été posés dans les 5 stations d'études dont 888 pièges récupérés, ce qui a permis de récolter 18165 phlébotomes sur une surface totale de 71.04m<sup>2</sup> soit une densité de 63,92 ph/m<sup>2</sup>/nuit.

Pour l'étude de la densité, nous avons utilisé les 18165 phlébotomes. La densité la plus élevée a été enregistrée au niveau de la station d'Ouled Fadel 144.4ph/m<sup>2</sup> /nuit. Cette station a la particularité de se situer sur une colline mais, l'endroit est abrité du vent. Ainsi que l'élevage est situé au sein d'une zone riche en arbre fruitier et sauvage. Nous tenons à signaler la présence de source d'eau, activité agricole, et le fumier est dispersé partout, ce qui a créé des conditions favorables au développement de phlébotomes.

La deuxième station, c'est la station d'Ouled N'cer avec une densité de 67.78 ph/m<sup>2</sup> qui est située sur la vallée d'Oued Attaba. L'endroit est abrité du vent, riche en arbre fruitier et sauvage, avec présence d'une décharge de fumier à côté de l'élevage proche à un petit « Oued », il s'agit d'un élevage de petits ruminants.

La troisième station est celle de Dradra avec une densité de 59.9ph/m<sup>2</sup>. L'élevage bovin est à l'intérieur d'une maison située sur la vallée d'oued Halaba. A signaler l'absence d'arbres et la présence de décharge de fumier juste à côté.

La quatrième station est celle de Snadla avec une densité 18,20ph/m<sup>2</sup>/nuit, l'élevage bovin est situé dans un endroit exposé au vent avec absence d'arbres et de source d'eau ni d'activité agricole.

La cinquième station, est celle de la ville de Kherrata (centre-ville) avec une densité de 1.76.

Nous avons remarqué une densité dans le milieu rural qui varie entre 18.20Ph/m<sup>2</sup>/nuit et 114ph/m<sup>2</sup>/nuit. En ville, elle est de 1.19ph/m<sup>2</sup> /nuit. Ce qui montre une nette différence de densité entre le milieu rural et urbain.

Pour la dynamique saisonnière nous avons remarqué une densité élevée de phlébotomes durant le mois de Septembre. Durant ce mois nous avons noté une température modérée (24°C) et une humidité assez élevée (68%) du fait de des précipitations (8 mm) au mois de septembre. Ces facteurs ont probablement joué un rôle dans l'augmentation du nombre et de l'activité des phlébotomes.

La campagne de lutte anti-vectorielle a été réalisée une seule fois pendant la période d'été au mois de juillet (début).

Afin d'évaluer l'efficacité de cette campagne, nous avons calculé et comparé les moyennes de densité de phlébotomes avant, pendant et après la campagne.

Le test de Student n'a pas montré de différence significative entre les moyennes de densité avant et pendant la campagne avec  $p=0,4>0$ .

Et ainsi, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de densité pendant et après la campagne avec  $p=0,45>0,05$ .

Même pour les moyennes d'avant et après, nous n'avons pas enregistré de différence significative avec  $p=0,36>0,05$ .

Nous avons remarqué que juste après les aspersion, la densité de phlébotomes a atteint un maximum au niveau des quatre stations surveillées. Ceci signifie, à notre avis, que la campagne n'a pas donné les résultats attendus.

Cela peut être expliqué par le fait que les aspersion d'insecticides n'ont pas été effectuées dans les normes et selon les instructions faite par le comité de lutte contre les zoonoses.

Cependant, une baisse de la sensibilité des phlébotomes à l'insecticide utilisé n'est pas à écarter et devrait être prise en considération.

## CONCLUSION

L'inventaire de la faune phlébotomienne a été réalisée dans cinq localités de la Daïra de Kherrata (Wilaya Bejaia) de connue pour être un foyer endémique de leishmaniose viscérale et cutanée humaines.

Le but de cette étude est d'identifier les espèces potentiellement vectrices de leishmanioses dans ce vaste foyer, de connaître leur dispersion dans l'espace et dans le temps. Par ailleurs, une étude de la densité des vecteurs avant et après une campagne d'aspersion d'insecticides a été également effectuée pour apprécier l'impact de la pulvérisation du produit utilisé sur la faune phlébotomienne.

De juin à septembre 2014, un total de 18165 phlébotomes est collecté dont 9461 sont identifiés jusqu'à l'espèce. Leur identification a montré la présence de neuf espèces réparties en deux genres : *Phlebotomus* avec trois sous genres (*Phlebotomus*, *Paraphlebotomus* et *Larrousius*) et *Sergentomyia* avec un seul genre (*Sergentomyia*).

Pour l'ensemble du peuplement, il existe une nette différence de proportion globale entre les deux genres. Le genre *Phlebotomus* représente 95,92 % de captures avec une nette prédominance du sous genre *Larrousius* 87,68 % et le genre *Sergentomyia* 4,08%

La qualité de l'échantillonnage au niveau des stations d'étude est satisfaisante.

*P. perniciosus*, *p.perfieliwi*, *P. longicuspis*, *P. minuta* sont les espèces les plus constantes le long de la durée de notre étude et dans la majorité des stations prospectées, tendu que *S. fallax* est très accidentelle.

La richesse spécifique varie entre 2 et 8 espèces, la valeur la plus élevée a été enregistrée dans les stations de Ouled Ncer, Ouled Fadel.

La plus grande valeur de similitude a été observé entre les deux stations Ouled n'cer et Ouled Fadel avec une valeur de 100%.

L'espèce dominante pendant les quatre mois de l'été, est *P. perniciosus* et *P. perfiwieli* qui ont connu un pic au mois de septembre. Tandis que *S. minuta* et *P.longicuspis* ont connu un pic au mois de juillet.

L'analyse de la diversité des phlébotomes dans la région d'étude a montré que la région est peu diversifiée et peu équilibrée et une espèce de phlébotome domine (*P. perniciosus*).

La densité des phlébotomes est plus importante en milieu rural qu'en milieu urbain, cette densité a connu deux pics un petit au mois de Juin et un grand au mois de septembre

La campagne d'aspersion de Deltamethrine dans les stations prospectées n'a pas d'impact sur la densité des phlébotomes.

## RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

La région d'étude est une zone endémique de leishmaniose viscérale et cutanée du nord. La faune phlébotomienne de la région n'est pas bien connue sur le plan biodiversité et biologie.

Il serait intéressant à l'avenir de faire plus d'investigation pour établir un inventaire approfondi de la région et de comprendre les particularités écologiques de chaque espèce et de bien connaître les gîtes de reproduction et de repos afin d'aider à la lutte contre ces vecteurs. Il est également, intéressant de rechercher et identifier les agents pathogènes chez les phlébotomes par des méthodes et des techniques récentes (enzymologie et biologie moléculaire) pour pouvoir mieux comprendre certains problèmes.

La campagne de lutte n'a pas donné son effet escompté, ce que signifie qu'il y a une faille dans le protocole de la campagne. Il faut réaliser des campagnes de lutte étudiée en ciblant les gîtes de repos et de faire des contrôles d'efficacité après chaque campagne.

**APPENDICES**  
**APPENDICE A**  
**CLE D'IDENTIFICATION DES PHLEBOTOMES**

Clé des détermination [Dedet et al., 1984]

1- Cibarium inerme, soies des tergites abdominaux II à VI dressées ; chez le mâle, style porteur de 4 ou 5 épines insérées à des niveaux différents et dépourvu de soie caduque :

.Genre *Phlebotomus*.

.Cibarium armé, soies des tergites abdominaux II à VI couchées ; chez le mâle, style porteur de 4 épines terminale :

.Genre *Sergentomyia*

.Détermination des espèces du genre *Phlebotomus* mâles

2- Style à 4 épines.

-sous-genre *Paraphlebotomus*.

-Style à cinq épines.

3- Style long à cinq épines courtes et spatulées, dont trois sont terminales ; paramère trilobé, lobe latéral armé de deux épines terminales :

-sous-genre *Phlebotomus*

Style trapu à cinq épines, dont deux sont terminales, lobe latéral inerme :

-sous-genre *Larroussius*

4- Épine médiane du style plus rapprochée de l'épine basale que des épines terminales ; touffe de 12 soies longues et bien différenciées à l'apex du coxite ; petit tubercule basal du coxite portant plus de six soies :

- *Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi*

- épine médiane du style à mi-distance entre l'épine basale et le groupe des épines terminales, ou plus près de ce dernier ; touffe de six ou sept soies longues à l'apex du coxite ; petit tubercule basal du coxite portant six soies :

-*Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti*

5- Valve pénienne en lame aiguë, transparente, non recourbée à l'apex *P. chabaudi*

- Valve pénienne recourbée en "bec de rapace " à l'apex

6- Une seule épine terminale sur le style ; lobe latéral plus court ou égal au coxite; à la base du coxite présence d'un lobe court, trapu et nettement dilaté à l'extrémité :

-*Phlebotomus (Paraphlebotomus) alexandri*

-Deux épines terminales sur le style ; lobe latéral plus long que le coxite : à la base du coxite, lobe de taille moyenne, peu élargi à l'apex, a soies courtes :

-*Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti*

7- Valve pénienne bifide à l'apex

-*Phlebotomus (Larroussius) perniciosus.*

-Valve pénienne simple à l'apex.

8-Valve pénienne pointue à l' apex.

-Valve pénienne arrondie à l'apex.

9-Valve pénienne régulièrement effilée, se terminant par une pointe longue, légèrement

asymétrique *phlebotomus (Larroussius) longicuspis.*

- Valve pénienne tronquée en biseau, se terminant par une pointe très courte, nettement

asymétrique *Phlebotomus (Larroussius) langeroni.*

10-Bord dorsal de la valve pénienne porteur de quatre à six dents ; valve arquée et spatulée à l'apex *Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi.*

- Valve pénienne renflée en battant de cloche.

11-Coxite pourvu d'un placard de 30 à 45 soies.

*Phlebotomus (Larroussius) ariasi*

- Coxite pourvu d'un placard de 60 à 80 soies.

*Phlebotomus (Larroussius) chadlii.*

Détermination des espèces du genre *Sergentomyia* mâles

12-Valve du pénis épais, digitiforme, arrondie à l'apex :

-Sous-genre *Sergentomyia.*

-Valve du pénis triangulaire, en cône à apex pointu :

13- Style cinq à sept fois plus long que large ; soie non caduque très courte est insérée tout près des épines terminales :

-*Sergentomyia (Sergentomyia) fallax*

-Style plus court et trapu .

14-Soie non caduque du style assez éloignée des épines terminales.

Soie non caduque du style très proche des épines terminales ; les quatre épines du style sont souvent dispersées en deux groupes bien séparés l'un de l'autre ; cibarium armé de deux rangées de dents très courtes et aiguës :

-*Sergentomyia*(*Sergentomyia*) *schwetzi*

15- Cibarium armé de dents disposées sur une ligne droite ou légèrement concave en arrière :

*Sergentomyia* (*Sergentomyia*) *minuta parroti*

- Cibarium armé de dents disposées sur un arc profondément concave en arrière :

-*Sergentomyia* (*Sergentomyia*) *antennata*

16 - Valve pénienne en forme de cône très allongé .

- Valve pénienne en forme de cône court.

17 - Dents cibariales très aiguës à pointes obliquement dirigées vers le centre, 12 à 14 dents :

-*Sergentomyia* (*Sintonius*) *tiberiadis*

- Dents cibariales mousses.

18- Cibarium armé de 20 dents mousses disposées sur une ligne légèrement convexe vers l'arrière :

-*Sergentomyia* (*Grassomyia*) *dreyfussi*.

- Cibarium armé de 30 à 35 dents monomorphes, rangées en palissade régulière suivant un arc de cercle légèrement concave vers l'arrière :

-*Sergentomyia*(*Parrotomyia*) *eremitis*

19-Cibarium armé de 25 à 35 petites dents disposées par groupe de quatre ou six et d'une rangée antérieure de denticules punctiforme :

-*Sergentomyia* (*Sintonius*) *clydei*

- Cibarium armé de deux ou trois dents courtes et fortes et d'une série de denticules fins disposés sans ordre :

-*Sergentomyia* (*Sintonius*) *christophersi*

20-pompe génitale dépourvue de pavillon

-*Sergentomyia*(*Parrotomyia*) *lewisi*

Détermination des espèces du genre *Phlebotomus* femelles.

2- Spermathèque à réservoir annelé, à tête sessile .

- Spermathèque à réservoir annelé et munie d'un col long et étroit :

-Sous-genre *Larroussius*.

3 - Anneaux de la spermathèque tous de la même taille. Pharynx postérieur muni de denticulations irrégulières :

- Sous-genre *Phlebotomus*.

- Anneau terminal de la spermathèque plus grand que les autres. Pharynx postérieur armé de fortes écailles :

-Sous-genre *Paraphlebotomus*.

4- Spermathèque de cinq à huit anneaux :

*Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti*.

- Spermathèque de huit à douze anneaux :

*Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi*

5- Troisième segment de l'antenne court (longueur du troisième segment de l'antenne inférieure ou égale à celle de la somme des quatrième et cinquième segments (100 à 160 microns) :

-*Phlebotomus (Paraphlebotomus) alexandri*

-Troisième segment de l'antenne long (longueur du troisième segment. de l'antenne supérieure à celle de la somme des quatrième et cinquième segments (plus de 200 microns).

6 - Spermathèque munie d'une collerette terminale: Pharynx présentant une plage écailleuse étendue (1/3 postérieur de l'organe) formée d'écailles de taille moyenne, très nombreuses et régulières :

-*Phlebotomus (Paraphlebotomus) chabaudi*

-Spermathèque dépourvue d'une collerette terminale. Pharynx postérieur présentant une plage écailleuse occupant le 1/4 postérieur de l'organe et formée d'un nombre réduit d'écailles de grande taille et très acérées :

-*Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti*

7 - Conduit de la spermathèque lisse et dilaté dans sa partie proximale :

-*Phlebotomus (Larroussius) ariasi*

-Conduit de la spermathèque de calibre uniforme et strié transversalement sur toute sa longueur

- Spermathèque de 12 à 18 anneaux :

-*Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi*

-Spermathèque de 7 à 12 anneaux :

*Phlebotomus (Larroussius) perniciosus, ou*

*Phlebotomus (Larroussius) longicuspis, ou*

*Phlobotomus (Larrousius) langeroni.*

-Détermination des espèces du genre *Sergentomyia* femelle

9-Spermathèque annelée :

Sous-genre *Sintonius*.

-Spermathèque lisse .

10-Cibarium armé d'une rangée de quatre à sept dents fortes et aiguës et d'une rangée antérieure de quatre ou cinq denticules punctiformes :

*Sergentomyia (Sintonius) christophersi*

Gibarium armé de plus de dix dents.

11-Cibarium armé de 12 dents aiguës disposées en ligne droite et d'une rangée antérieure de 16 à 18 denticules punctiformes :

*Sergentomyia (Sintonius) clydei*

- Cibarium armé de 16 dents aiguës fortes et serrées (les latérales étant plus larges que les médianes) disposées suivant un arc de cercle à peine concave vers l'arrière et très obliquement dirigées vers le centre ; en avant deux rangées de denticulations :

-*Sergentomyia (Sintonius) tiberiadis*

12-Spermathèque en forme de capsule allongée, couverte de fins spicules :

-*Sergentomyia (Grassomyia) dreyfussi*

- Spermathèque dépourvue de spicules .

13-Cibarium armé de 40 à 90 dents disposés sur une ligne droite ou légèrement concave vers l'arrière.

- Cibarium armé de 16 à 30 dents disposées sur une ligne concave à l'arrière

14-Troisième segment de l'antenne court (70 à 95microns) :

-*Sergentomyia (Sergentomyia) minuta parroti* .

- Troisième segment de l'antenne long (130 à 170 microns) :

*Sergentomyia (Parrotomyia) eremetis* .

15-Pharynx globalement cordiforme.

- Pharynx en verre de lampe.

16-Pharynx très nettement cordiforme, fortement encoché dans sa partie postérieure ; dents pharyngiennes postérieures beaucoup plus nombreuses et plus fines que les antérieures :

*Sergentomyia (Sergentomyia) fallax*

- Pharynx d'aspect moins nettement cordiforme, peu ou pas encoché à sa partie postérieure :

*Sergentomyia (Sergentomyia) antennata*

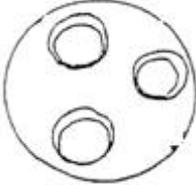
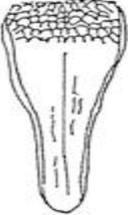
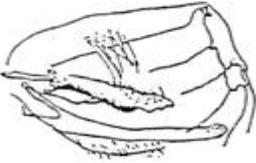
17-Cibarium ne présentant pas de denticulations en avant de la rangée de dents principales (13 à 20 dents fortes et aiguës, les dents latérales externes et les dents médianes sont plus petites que les dents latérales médianes) :

-*Sergentomyia (Sergentomyia) schwetzi*

- Cibarium présentant une rangée de 16 à 20 denticules punctiformes en avant d'une rangée de 15 à 20 dents :

-*Sergentomyia (Parrotomyia) lewisi*

Tableau 1 : clé d'identification du genre

Genre	Phlebotomus	Sergentomyia
Caractéristiques		
Point d'insertion des soies	 <p data-bbox="663 824 922 860">En forme de rond</p>	 <p data-bbox="1062 824 1321 860">En forme de goutte</p>
Cibaruim	 <p data-bbox="663 1128 767 1164">Interne</p>	 <p data-bbox="1062 1137 1257 1173">Arme de dent</p>
Pharynx		
Hypopyguim mâle	 <p data-bbox="663 1720 1002 1756">Style avec 4 à 5 épines</p>	 <p data-bbox="1062 1720 1385 1756">Style à 4 épines, avec</p>

BENCHERIF, 2010.

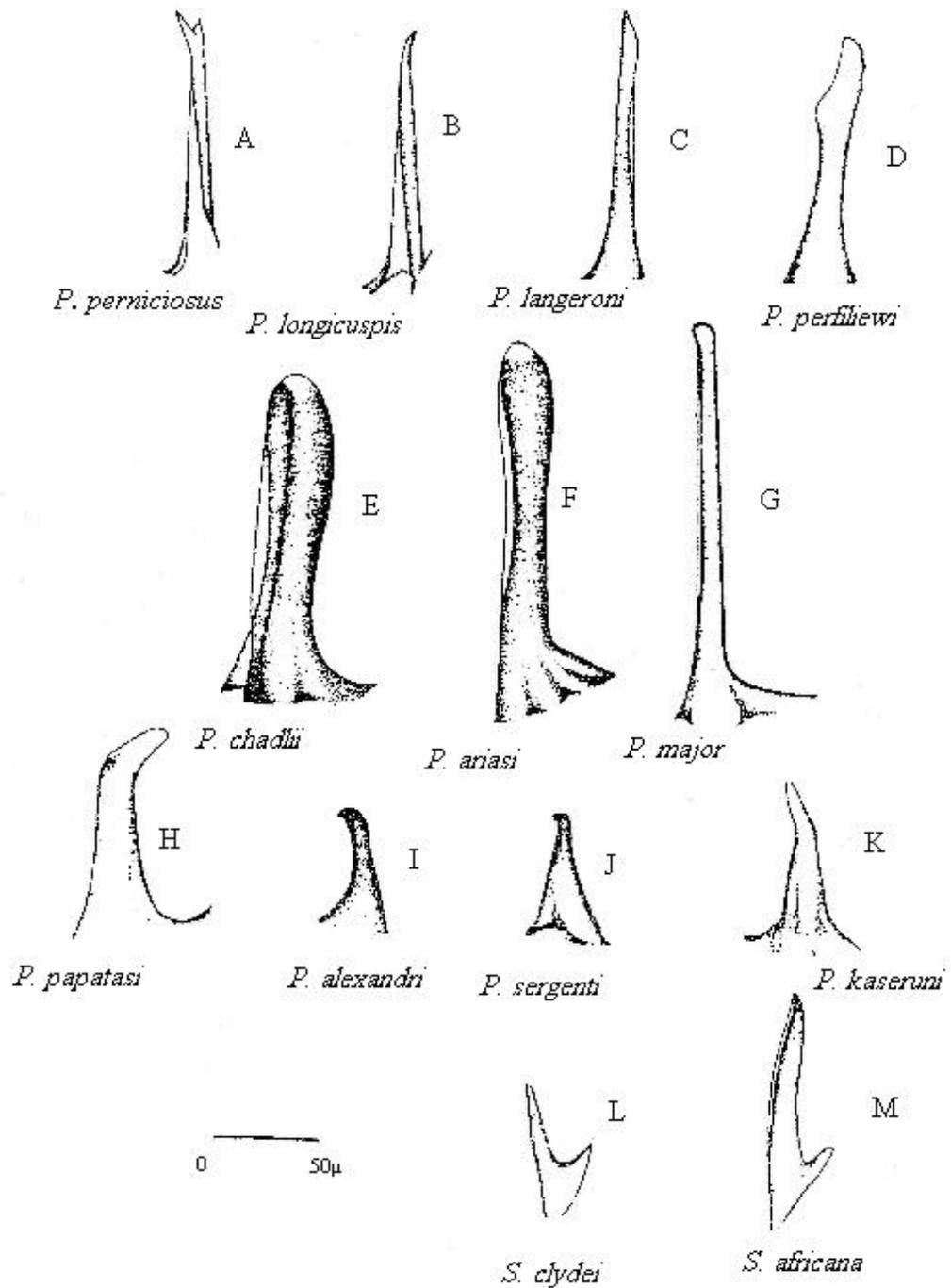


Figure 1: quelques exemples de valve pénienne

**BENCHERIF, 2010.**

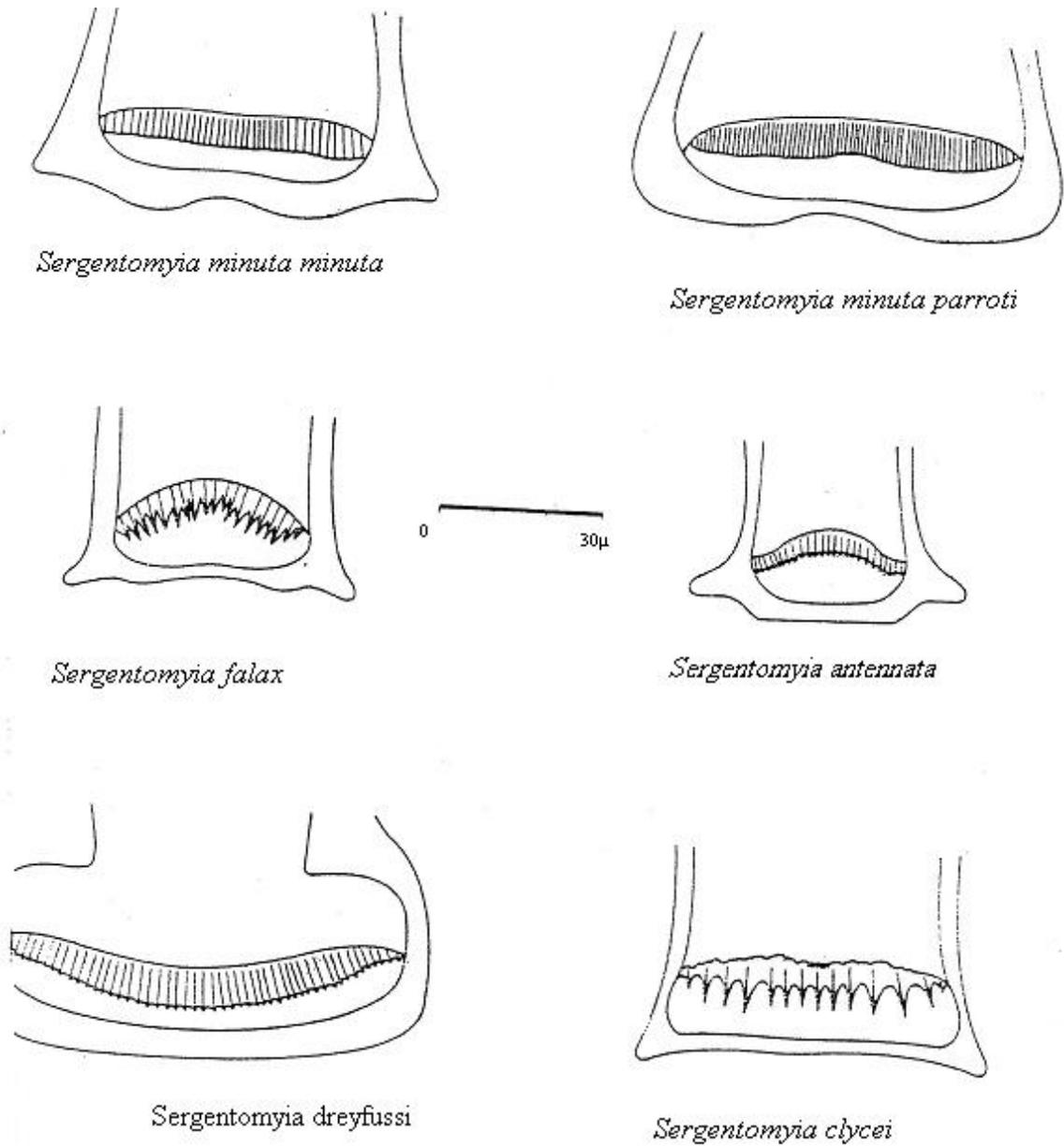


Figure 2 : quelque exemples de cibarium .

**BENCHERIF, 2010.**

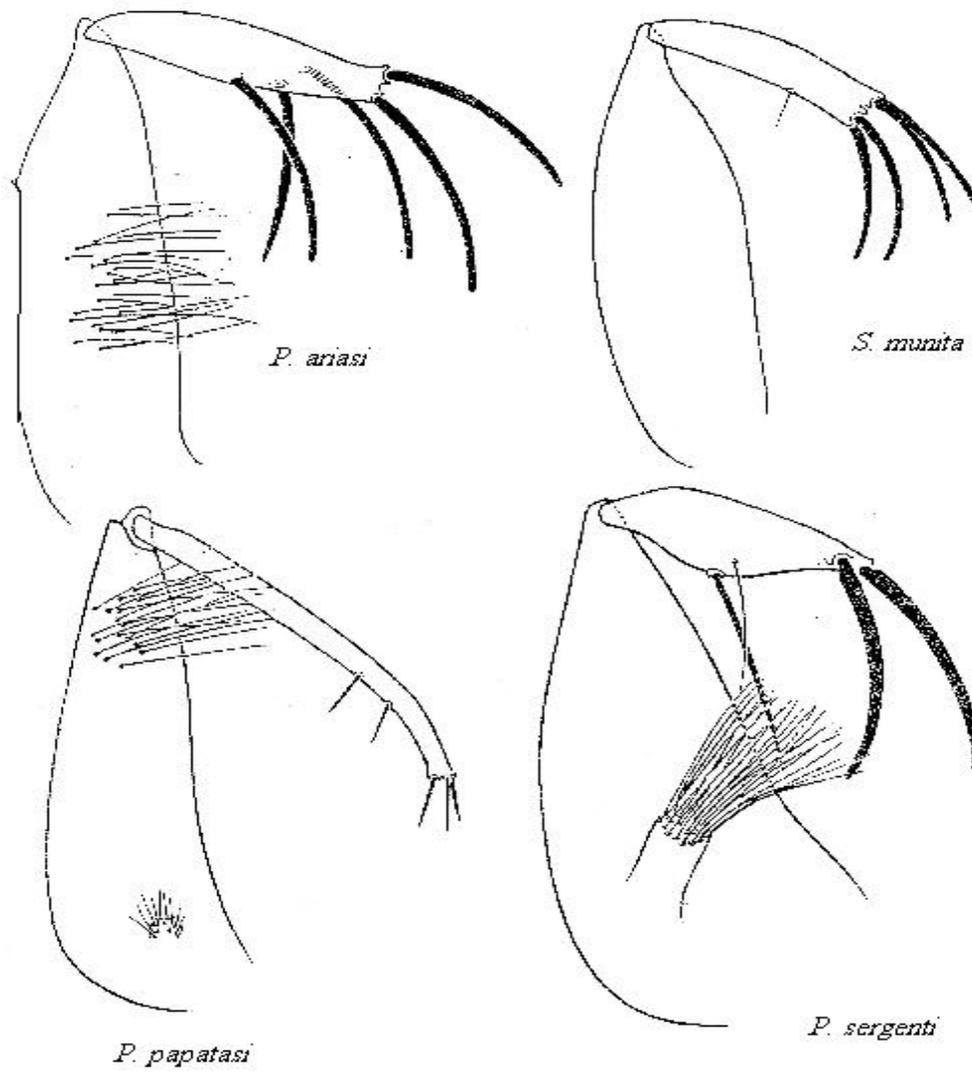


Figure 3: morphologie du style, du coxite et du tubercule basale chez quelques espèces de phlébotomes

**BENCHERIF, 2010.**

**APPENDICE B**  
**CAS DE LEISHMANIOSE DANS LA WILAYA DE BEJAIA.**

Tableau 1 : cas de leishmanioses dans la Daira de Kherrata 2010 à 2014.

Année	2010	2011	2012	2013	2014	Total
LV	00	00	00	02	01	03
LC	02	01	02	01	00	06

Source : Direction de la santé publique de la wilaya de Bejaia.

## APPENDICE D

### LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide DésoxyriboNucléique.

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché.

cm : centimètre.

°C : degré Celsius.

DAT : Direct Agglutination Test.

ELISA : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

FLG : Formol-Leuco-Gélification.

IFI : Immunofluorescence Indirect.

Kg : kilogramme.

Km : Kilomètre.

m /s : mètre par seconde.

m : mètre.

m<sup>2</sup> : mètre carrée.

mg : milligramme.

mm : millimètre.

NNN : Nicolle-Novy-Mc Neal milieu de culture.

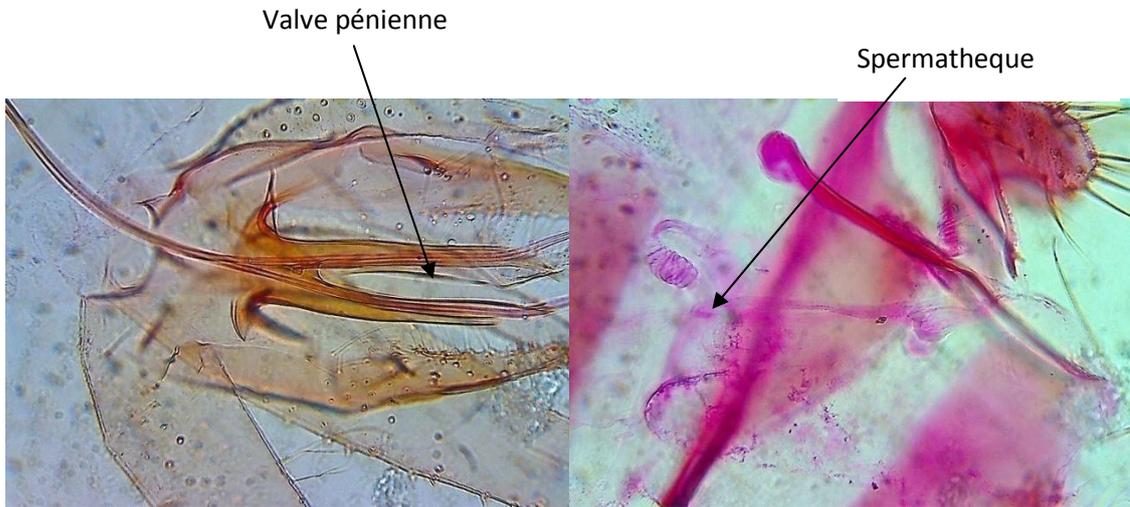
LC : leishmaniose cutanée.

LV : leishmaniose viscérale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

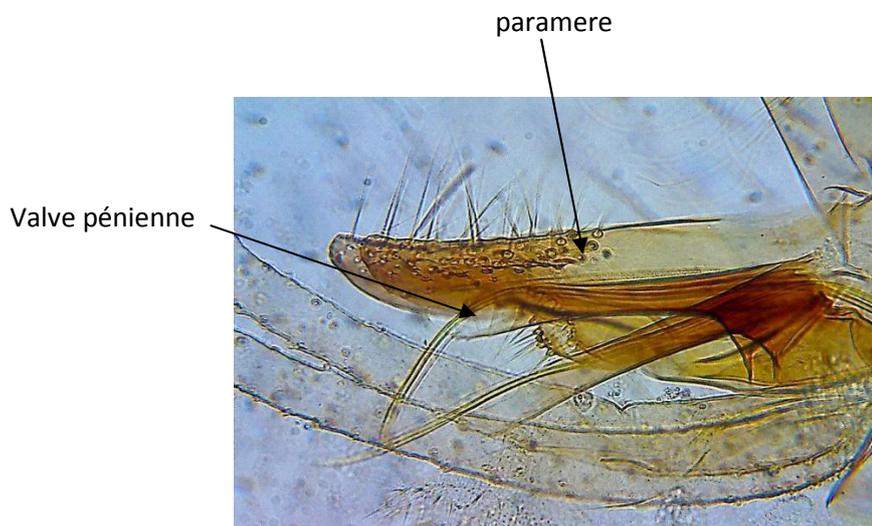
PCR : Polymerase Chain Reaction

**APPENDICE E**  
**QUELQUES PHOTOS DES ESPECES RECENSEES**  
**(Personnelle 2014)**



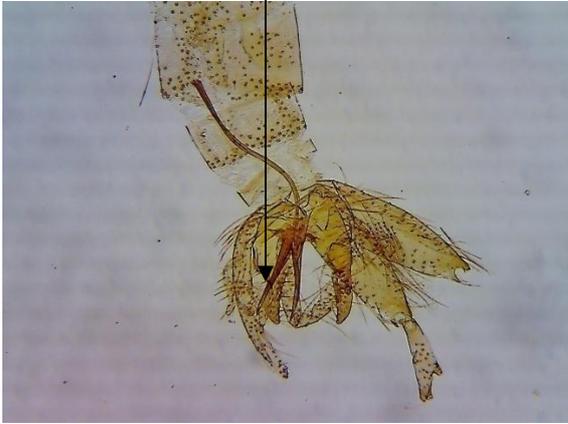
Valves peniennes *P. perniciosus*, mâle.

Spermatheque *P. perniciosus*, femelle.



Valves peniennes *P. perfliewi* mâle

Valve pénienne



Base de spermatheque

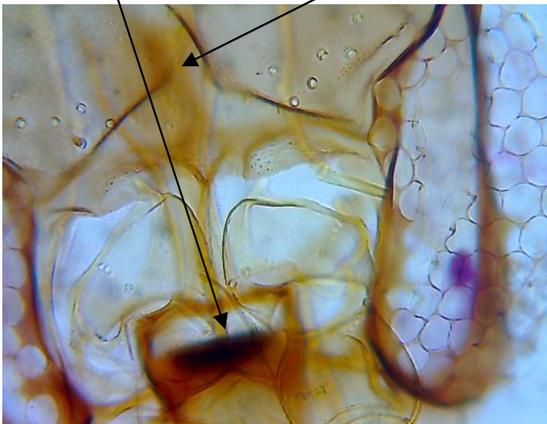


Valves peniennes *P. longicuspis* .  
mâle.

Spermatheques *P. longicuspis*  
femelle.

cibaruim

pharynx



Valve pénienne



*S. minuta*, pharynx femelle.

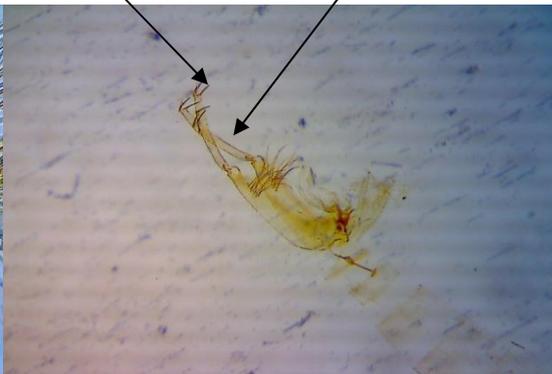
*S. minuta*, valves peniennes mâle

Spermathèque



Epine

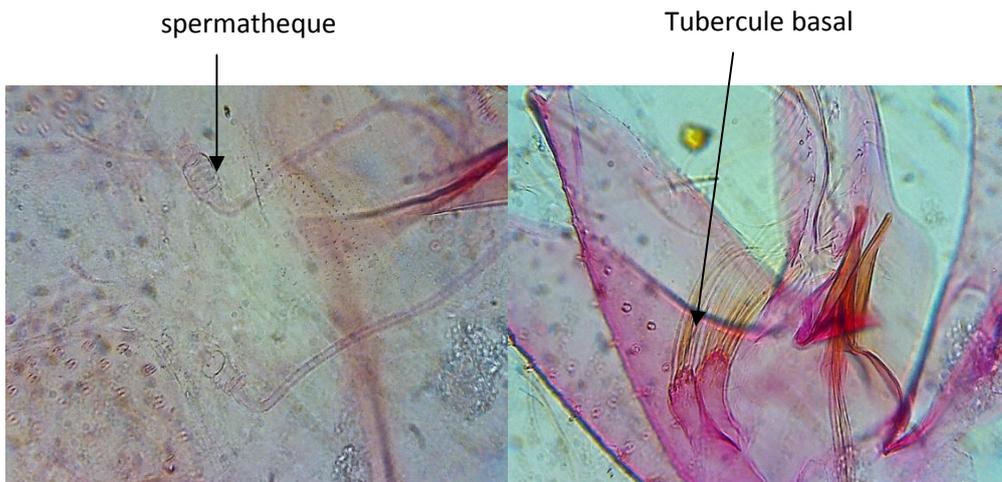
Long style



*P. papatasi* Sparmatheques, femelle    *P. papatasi* genitalia mâle



*S. antennata*, pharynx femelle .    *S. antennata*, genitalia mâle

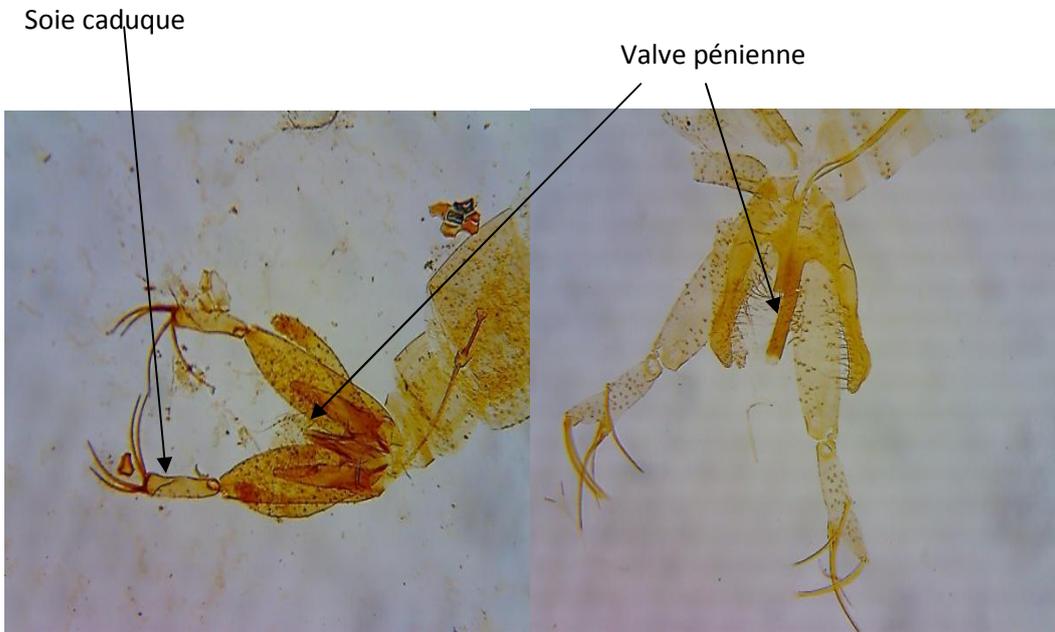


*P. sergenti*, spermatheque

*P. sergenti*, valves peniennes

Femelle

mâle



*S. fallax* valves peniennes mâle

*P. ariasi*, valves peniennes mâle

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Tran, A., Biteau-Coroller, F., Guis, H. et Roger, F., "Modélisation des maladies vectorielles" *Epidémiol. et santé anim*, (2005), 47, 35-51
2. OMS, "Control of the leishmaniasis". *World Health Organ Tech Rep Ser* (2010), 949: 186.
3. Achour Barchiche, N., et Madiou, M. « Recrudescence des leishmanioses cutanées : à propos de 213 cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou » *Pathologie Biologie* 57, (2009), 65–70.
4. Projet de plan d'action national de lutte contre les leishmanioses. Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière. Algérie, (2006).
5. Euzéby, J., "Protozoologie médicale comparée" Généralités sarcomastigophores (Flagellés, Rhizopodes) Ciliés", Ed.coll.M.Merieux, Lyon, (1986), 212-313.
6. Dedet, J.P., "les leishmanioses : Leishmanioses tégumentaires", Ellipses Universités Francophones, (1999), Paris, 253 p.
7. Forget, G., "Etude des mécanismes de régulation négative utilisés par *Leishmania* pour contrer la réponse immunitaire innée". Thèse de Doctorat en microbiologie-immunologie. Faculté de Médecine. Université Laval. France(2004).
8. Sarrouy, Ch., Combe, P. et Claude., "un cas de Kala-azar infantile traité par la diamidine" *Algérie, Médical*, (1946), 447-448.
9. Jarry D.M. "Historique des leishmanioses et de leurs complexes pathogènes" *In Dedet J-P.*, Les Leishmanioses, Ellipses Ed., Paris, (1999), 89-108.
10. Rioux J.A., Lanotte, G., Serres, E., Pratlong, F., Bastien, P., et Perieres, J., "Taxonomy of *Leishmania*. Use of isoenzymes. Suggestions for a new classification", *Ann.Parasitol.Hum*, (1990), 65: 11-125.
11. Desjeux, P., "Leishmaniasis: Current situation and new perspectives" *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, (2004), 27 (5): 305-318.
12. OMS., "Lutte contre les leishmanioses" Rapport d'un comité OMS experts. serie de rapport techniques, (1990), 793p.

13. Harrat, Z., Hamrioui, B., Belkaid, M., et Tabet-Derraz, O., ( 1995 ) : Point actuel sur l'épidémiologie des leishmanioses en Algérie *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*. T: 88., 180 -184
14. Founet, A., "leishmaniose viscérale canine : un partenariat public-privé à l'origine d'un vaccin" IRD (Institut de Recherche pour le Développement), communiqué de presse, Marseille, (Décembre, 2011), 35p.
15. OMS, "répartition de la leishmaniose dans le monde" Health World Organisation, WHO website: <http://www.who.int/tdr/diseases/leish/leish.htm>
16. anonyme [http://www.who.int/leishmaniasis/leishmaniasis\\_maps/en/index1.html](http://www.who.int/leishmaniasis/leishmaniasis_maps/en/index1.html)
17. Harrat, Z., Addadi, K. et Tabet Drraz O., "La leishmaniose viscérale en Algérie : recensement des cas de leishmaniose viscérale", *Bull Soc Path Exo*, (1992), 85: 296-301
18. Banuls, A.L., Hide, M. et Prugnolle F., "Leishmania and the leishmaniasis: a parasite genetic update and advances in taxonomy, epidemiology and pathogenicity in humans". *Adv. Parasitol*, (2007), 64, 6-8.
19. Bourdoiseau, G., "Maladies parasitaires disséminées, la leishmaniose. In : Parasitologie clinique du chien", Ed.NEVA, Créteil, (2000), 325-362
20. Euzeby J., "Protozoologie humaine et comparée" , (1986), Tome 2, 212-296
21. Killick-Kendrick, R., "The biology and control of phlebotomine sand flies", *Clinics in Dermatology*", (1999), 17, 279-289
22. Aounn K., BenAbda, I., Habboul, Z., Lemrani, M., Harrat, Z., Bouratbine, A., "Visceral leishmaniasis in North African Countries. *Parasitologists United Journal*"(2013), 6, 1, 35-38
23. Ready P. "Epidemiology of Visceral leishmaniasis", *Clinical Epidemiology* 2014;6 147–154
24. Desjeux, P., Ghosh, R.S., Dhalaria, P., Strub-Wourgaft, N., et Zijlstra, E., "Report of the Post Kala-azar Dermal Leishmaniasis (PKDL)", Consortium Meeting, New Delhi, India, June 27–29, 2012. *Parasit Vectors*. 2013;6:196.
25. Guerin, P. J., Olliaro, P., Sundar, S., Boelaert, M., Croft, S.L., Desjeux, P., Wasunna, M.K., et Bryceson, A.D.M., "Visceral leishmaniasis: Current status of control, diagnosis, and treatment, and a proposed research and development agenda. *The Lancet Infectious Diseases*", (2002), 494-501.
26. Arias, J.R., Monteiro, P.S. et Zicker, F., "The reemergence of visceral leishmaniasis in Brazil". *Emerging Infectious Diseases*, (1996), (2): 145-146.

27. Maia-Elkhoury, A.N.S., Alves, W. A., De Sousa-Gomes, M. L., De Sena, J. M. et Luna, E. A., "Visceral leishmaniasis in Brazil Trends and challenges". *Cadernos de Saúde Pública* (2008)24(12): 2941-2947.
28. Monge-Mlaillo, B., Norman, F., Cruz, Alvar, J. et Lopez-Velez, R., "Visceral Leishmaniasis and HIV Coinfection in the Mediterranean Region" *Plos Neglected Tropical disease*. ( 2014). Vol 8 . 8. | e3021
29. Aoun K & Bauratbine Aida : Cutaneous leishmaniasis in North Africa. (2014) *Parasites* 21-14
30. Dedet, JP., "Leishmanies, leishmanioses : biologie, clinique et thérapeutique". *Maladies infectieuses*, (2009), 8-506-A-10.
31. OMS., Manuel pour la prise en charge de la leishmaniose cutanée dans la Méditerranée orientale . [http:// applications . emro.who. int/dsaf / EMROPUB \(2014\), FR\\_1608.pdf](http://applications.emro.who.int/dsaf/EMROPUB(2014)_FR_1608.pdf)
32. Belazzoug, S., Ammar-Khodja, A., Belkaid, M., et Tabbetderraz, O, "La leishmaniose cutanée du nord de l'Algérie". *Bull Soc Path Ex*, (1985), **78**, 615-622.
33. Boussaa, S., "Epidémiologie des leishmanioses dans la région de Marrakech, Maroc : effet de l'urbanisation sur la répartition spatio-temporelle des Phlébotomes et caractérisation moléculaire de leurs populations", Thèse Présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg I, (2008), 181p.
34. Camuset G, Remy V, Hansmann Y, Christmann D, Gomes de Albuquerque C, Sena Casseb GA. Leishmaniose cutanéomuqueuse en Amazonie brésilienne. *Med Mal Infect*. 2007 ; 37 : 343-6.
35. . Davies, C. R., Llanos-Cuentas, E. A., Pyke, S. D. M. et Dye, C.,. "Cutaneous leishmaniasis in the Peruvian Andes: An epidemiological study of infection and immunity", *Epidemiology and Infection*, (1995), 14 (2): 297-318
36. Le Fichoux, Y., Marty P. et Kubar, J., "Diagnostic des leishmanioses. In : Dedet J.P. Ed. Les leishmanioses. Paris : Ellipses, (1999), 190-203.
37. Izri, A. et Belazzoug, S., "Diagnostic de laboratoire des leishmanioses rencontrées en Algérie", *Revue Francophone des Laboratoires*, (2007), 3-10.
38. Bachi, F., "Amélioration des moyens diagnostique des leishmanioses en Algerie". Thèse de Doctorat en Sciences Médicales. Faculté de Médecine. Université d'Alger(2001)

- 39 Bourdoiseau, G., et Frank, M., "leishmaniose canine encyclopédie vétérinaire" ELSEVIER, Paris, (2002), 1500p
40. Lachaud, L., Machegui-Hammami, S., Chabbet, E., Dereure, J., Dedet J.P. et Bastten., "comparaison of six PCR Method's using peripheral blood for detection of canine visceral laishmaniosis" .J. Clin. Microbial, (2002), 40, 1, 210-215.
41. Fisa, R., Riera, C., Gallego, M., Manubens, J. et Portus M., "Nested PCR for diagnosis of canine leishmaniosis in peripheral blood, lymph node and bone marrow aspirates". Vet para, (2001), 99(2):105-111.
42. Francino, O., Aletet, L., Sanchez-Robert, E. et Rodrigez, A., "Advantages of real-time PCR assay for diagnis and monitoring of canine leishmaniosis". Vet Parasitol, (2006), 137: 214-221
43. Maia, C. et Campino, L., "Methods for diagnosis of canine leishmaniasis and immune response to infection". Veterinary Parasitology, (2008), 158, 274-287
44. Prelaud, P., "Sérologie leishmaniose" Prat.Méd.Chir.Anim.Comp, (2001), 36, 371-372
45. Lamothe, J., Gaudray Ch. et Zarka, P., "Diagnostic de la leishmaniose canine". Prat. Méd. Chir. Anim. Cie., vol.39, (2004), (11), 41-46.
46. Zivicnjak, T., Martinkovic, F., Marinculic, A., Mrljak, V., Kucer, N., Matijatko, V., Mihaljevic, Z. et Baric-Rafaj, R. A., "seroepidemiologic survey of canine visceral leishmaniosis among apparently healthy dogs in Croatia". Veterinary Parasitology, (2005), 131, 35-45.
47. Ferroglio E., Centaro E., Mignone, W., Trisciuglio. A., "Evaluation of an ELISA rapid device for the serological diagnosis of Leishmania infantum infection in dog as compared with immunofluorescence assay and Western blot", Vet. Parasitol.,doi:10.1016/j.vetpar, (2006), 09.017
48. Da Costa, R.T., Franca, J.C., Mayrink, W., Nascimento, E., Genaro, O., et Campos-Neto, A., " Standardization of a rapid immunochromatographic test with the recombinant antigens K39 and K26 for the diagnosis of canine visceral leishmaniasis". Trans. R. Soc.Trop. Med. Hyg. 97, 678–682
- 49 . OMS, rapport technique du comité des experts lutte contre la leishmaniose 22 Mars 2010, (2011),
50. Sotoj, M., Toledo, JT., Gutierrez, P., Arboleda, M., et Nicholls R.S et al.,

- “ Treatment of cutaneous leishmaniasis with a topical antileishmanial drug (WR279396): phase 2 pilot study”, *Am J Trop Med Hyg*, 2002, **66**, 147-151.
51. S. Sundar, T.K., Jha, C.P., Thakur, J. et Engel, H., “Sindermann, C. Fischer, et al. Oral miltefosine for Indian visceral leishmaniasis” *N Engl J Med*, (2002), 347pp. 1739–1746
52. Shyam.s., “Drug resistance in Indian visceral leishmaniasis”, Kala-azar Medical Research Centre, Banaras Hindu University, Varanasi, India *Tropical Medecine and International Health*, (2001), V6 NO II pp 849-854
53. Meyerhoff A. U.S. “Food and Drug Administration approval of AmBisome (Liposomal amphotericin B) for treatment of visceral leishmaniasis”. *Clin Infect Dis* 1999;28:42–8.
54. Rosenthal, E., Delaunay P., Jeandel P.Y., Haas, H., Pomares-Estran C, Marty-P., Le traitement de la leishmaniose viscérale en Europe en 2009. Place de l’amphotéricine B liposomale *Médecine et maladies infectieuses*, (2009), 39 741–744.
55. Borja-Cabrera, GP., Correia Pontes, N.N., Da Silva, V.O., Paraguai-De Souza, E., Santos, W.R., Gomes, E.M., Luz K.G., Palatnik, M. et Palatnik-De Sousa C.B., “Long lasting protection against canine kala-azar using the FML-QuilA saponin vaccine in an endemic area of Brazil (São Gonç, alo do Amarante)”. *Vaccine*, (2002), 20, 3277-3284.
56. Virbac., “Canileish®,” Technical Product Profil, (2011) 79p.
57. Izri, A. et Belazzoug, S., “diagnostic de laboratoire des leishmanioses rencontrées en Algérie. *Revue Francophone des Laboratoires*”, N° 396, (2007).
58. Zait, H. et Hamrioui, B., “ Leishmanioses cutanées en Algérie Bilan de 386 cas diagnostiques au CHU Mustapha d’Alger de 1998 à 2007” *revue francophone des laboratoires*, N°412 (MAI 2009).
59. Tahir, Dj., “ Epidémiologie de la leishmaniose chez le chien et homme à Béjaia” mémoire de magister option epidemiologie animale, institut des sciences vétérinaire université de Blida, (2014) 235p.
60. Harrat, Z., et Belkaid, M., « Les leishmanioses dans l’Algérois : Données épidémiologiques » *Bull Soc Pathol Exot*, V. 96, n° 3, (2003), 212-214.
61. Adel, A., Saegermanb, C., Speybroeckc, N., Praetc,N., Victorc,B., De Dekenc,R., Soukehald, A., Berkvensc, D., “Canine leishmaniasis in Algeria: True

- prevalence and diagnostic test characteristics in groups of dogs of different functional type”. *Veterinary Parasitology* 172 (2010) 204–213.
62. Ait oudhia, K., Lami, P., Lesceu, S., Harrat, Z., Hamrioui, B., Dedet, J.P., Pratlong, F. “Increase in the prevalence of canine leishmaniasis in urban Algiers (Algeria) following the 2003 earthquake”. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, Vol. 103, No. 8, (2009), 679–692
63. Mouloua A., “Etude éco-épidémiologique de la leishmaniose canine en Kabylie” Thèse de doctorat en sciences biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ; Février 2014.
64. Djoudi, M., Triki-Yamani, R et Kaidi, R., « la leishmaniose féline dans la région d’Alger ». 3<sup>ème</sup> Journées d’Epidémiologie Animale. Université Saad Dahlab de Blida. (2010), pages 32-37.
65. Toma, B., Duffour B, Benet.J.J. Sanaa.M, Shaw. A. et Moutou. F., “Epidémiologie appliqué à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures” 3eme edition, Maisson Alfort, France, 56-58. 56.
66. Léger, N. et Depaquit, J., Les phlébotomes. In: J-P. Dedet (ed.), les leishmanioses, Paris : Ellipses, (1999), 90.108.
67. Leger, N. et Depaquit J., “Les phlébotomes et leur rôle dans la transmission des leishmanioses”, *Revue Française des laboratoires*, (2001), 338, 41-48.
68. Moulinier, C., “Parasitologie et mycologie médicale Eléments de morphologie et de biologie”. [Paris]: Editions Médicales Internationales, (2002), 796p.
69. Banuls, A.L., Senghor, M. et Rougeron V., “Etude des pathogènes et des Hotes vers une approche Intégrative: EPHA1. Génétique et evolution des maladies Infectieuses”, UMR CNRS/ IRD / Université centre IRD de Montpellier (2010), 102p.
70. Ba, Y., “Phlébotomes du Sénégal : Dynamique des populations de trois régions biogéographiques - Rôle dans la transmission des Arbovirus”. Thèse docteur de troisième cycle de Biologie Animale”, Université Cheikh Anta Diop de Dakar Faculté des Sciences et Techniques, (1999), 154p.
71. Jamarin, C., “Leishmaniose et phlébotomes (Diptera psychodidae) dans la région des Baronnies”, Thèse de Doctorat en Pharmacie. Faculté de Pharmacie. Université Claude-Bernard-Lyon1, (1991), 185p.
72. Rutledge, L.C. et Gupta, R.K., “Moth flies and sand flies (Psychodidae)” In: *Medical and veterinary entomology – Second Edition*, Elsevier, Amsterdam, (2009), 153-168

73. Lawyer, P.G. et Perkins, P.V., "Leishmaniasis and trypanosomiasis" In: Medical Entomology – A textbook on public health and veterinary problems caused by arthropods, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (2000), 231-298
74. Anonyme2, "Les vecteurs". Adresse URL : [http:// www. ind.ucl.ac.be/ stages/ hygtrop/ wery/ vecturs/ wery](http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery) 2008. Html.
75. Seguy, A., "Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): in Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, (1951), 449-744
76. Abonnenc, E., "Les Phlébotomes de la région éthiopienne", *O.R.S.T.O.M ed*, (1972), 289 p.
77. Izri, A., Depaquit, J. et Parola, P. "phlébotomes et transmission d'agents pathogènes autour du bassin méditerranéen. *Med. Trop*, (2006), 66 : 429 - 435.
78. Dolmatova, A.V. et Demina, N.A., "les phlébotomes (phlebotominae) et les maladies qu'ils transmettent". ORSTOM. Initiations- Documentations Techniques, Paris, (1971), 169p.
79. Bounamous, A., "biosystematique et caractérisation par la biologie moléculaire des phlébotomes de l'Est Algérien", Thèse Doctorat en sciences en biologie animale option entomologie : Université de Mentouri Constantine, (2010), 302p.
80. Kettle, D.S., "Medical and Veterinary Entomology", Second Edition CAB International, Wallingford, (1995), 177-191
81. Dedet, J.P., Addadi K. et Belazzoug, S., "Les Phlébotomes (*Diptera : Psychodidae*) d'Algérie", *Cah. O.R.S.T.O. M ; Sér. Ent. Méd et Parasito*, (1984), 2: 99-127 .
82. Rioux, J-A., "les Culicidae du "Midi" méditerranéen. Etude systématique etécologique", Ed. Paul lechevalier, Paris, (1958), 301p.
83. Leger, N., Pesson, B., Madulo-Leblond, G. et Abonnenc, E., "Sur la différenciation des femelles du sous-genre *Larrousius* Nitzulescu, 1931 (*Diptera : Phlebotomidae*) de la région méditerranéenne", *Ann. Parasitol. Hum. Comp*, (1983), 58, 611-623
84. Locksley, R.M. et Louis, J.A., "Immunology of leishmaniasis". *Current Opinion in Immunology*, (1992), 4, 413- 418 .
85. Niang A-A., Geoffroy B., Angel G., Trouillet J., Killik-Kendrick R., Hervy J-P., Brunhes J., "Les phlébotomes de l'Afrique de l'Ouest", Logiciel d'identification et d'enseignement, IRD édition, (2000), 87p .

86. Naucke, T.J., Menn, B., Massberg D. et Lorentz S., "Sandflies and leishmaniasis" in Germany. *Parasitol. Res.*, (2008), 8-65
87. Wasserberg, G., Yarom, I. et Warburg, A., "Seasonal abundance patterns of the sand fly *Phlebotomus papatasi* in climatically distinct foci of cutaneous leishmaniasis in Israeli" deserts. *Med. Vet. Ent.*, (2003), 452–456.
88. Wall, R., Shearer, D., "Veterinary ectoparasites, Biology, pathology and control", Second edition Blackwell Science, Oxford, (2001), 262p.
89. Rioux, J.A., et Golvan, Y.J., "Epidémiologie des leishmanioses dans le sud de la France", INSERM, Paris, (1969), 223p
90. Rioux, J.A., Golvan, Y.J. et Croset, H., "Ecology of leishmaniasis in Southern France 'Phlebotomus'". *Sampling-ethology Annales de parasitologie humaine et comparée*, (1967), 561-603
91. Galvez, R., Descalzo, M.A. et Miro, G., "Seasonal trends and spatial relations between environmental/meteorological factors and leishmaniasis sand fly vector abundances", in Central Spain *Acta Tropica*, (2010), 95-102
92. Djezar-mihoubi, I., "étude des leishmanioses diagnostiquées au centre hospitalo-universitaire Ben Baddis de Constantine", thèse pour l'obtention du diplôme doctorat en microbiologie, université Mentouri, Constantine 2006), 119p
93. Brumpt, E., "Précis de Parasitologie" 2.Ed. Masson et C, (1949), 2183p.
94. Depaquit, J. "Phlébotomes et leishmanioses *Epidémiologie et Santé Animale*, (2008), 54, 43-53
95. Lewis, D.J., "Phlebotomid sandflies" *Bulletin of World Health Organisation*, (1971), 535-551
96. Pinto, M.C., Campbell-Lendrum, D.H., Lozovei, A.L., Teodoro, U. et Davies C.R., "Phlebotomine sandfly responses to carbon dioxide and human odour in the field". *Medical and Veterinary Entomology*, (2002), 132-139.
97. Kamhawi, S., "Phlebotomine sand flies and *Leishmania* parasites: friends or foes?" *Trends in Parasitology*, (2006), 440 – 445
98. Lane, R.P. et Crosskey, R.W., "Medical Insects and Arachnids Springer", Editions Chapman & Hall, (1993), 78-119.
99. Tarallo, V.D., Dantas-Torres, F. et Lia, R.P. "Phlebotomine sand fly population dynamics in a leishmaniasis endemic peri-urban area in southern Italy *Acta Tropica*, (2010), 116, 227-234
100. Belazzoug, S., "the sandflies of Algeria". *Parasitologia*, (1991), 85- 87.

101. Berchi, S., "Les phlébotomes (Insecta, Diptera, Psychodidae), vecteurs de leishmanioses dans l'Est algérien". Bull. Soc. Zool. Fr, (1993), 118, 3, 341-349.
102. Anonyme, 3 ., document interne (wilaya de Bejaia ).Direction de planification et de l'aménagement du territoire, (2010), 120p.
103. Hamdani, A., "Évolution géomorphologique et morphodynamique du bassin versant de Oued Agrioun à l'amont du Barragede Ighil Emda (Région de Kherrata)", Thèse MagistèreFaculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Option : Géomorphologie, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, (2012), 121p.
104. Dajoz, R., " Insect and forests. The role and diversity of insects in forest environment". Paris, Intercept Ltd/ Edition Technique et Documentation/ Laboisier Publishing, (2000), 668p.
105. Stewart, P., "Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : Quelques réflexions".Bull. doc. Ins. Nati. Agro, El-Harrach, (1969), 111p.
106. Seltzer, P., "Le climat d'Algérie". Trav. Ins. Met. et Phy. Du Globe, Univ. d'Alger, (1946), 219p.
107. Anonyme ., inventaire de la faune dans la daïra de kherrata, service des forêt de la daïra de Kherrata, (2014) .
- 108Croset, H., Rioux, J.A., Léger, N., Houin, R., Cadi-Soussi, M., Benmansour N. et Maistre, M., "Les méthodes d'échantillonnages des populations de phlébotomes en région méditerranéenne". Coll. Inter. CNRS, 239 "Ecologie des leishmanioses ", 139-151.
109. Abonnec, E. et Minter, Minter, M., Tables d'identification bilingues des phlébotomes de la région éthiopienne, Ent Méd. Cahiers .O.R.S.T.O.M, [1965]51-63.
110. Dajoz R. "Précis d'écologie", Éd. Dunod, Paris, (1985), 505p.
111. Dajoz R. "Précis d'écologie", Ed. Borads, Paris, (1982), 503 p.
- 112.Magurran, A.E., "Ecological diversity and its measurement", Princeton University. Press, Priceton, New Jersey, (1988), 179p.
113. Dajoz, R., "Précis d'écologie" Ed. Bordas Paris, (1975), 549p.
114. Barbault, R., "Ecologie des populations et des peuplements", Éd. Masson, Paris, (1981), 200 p.

115. Trouillet, J., Ba Y., Traore-Lamizana, M., Zeller, H.G. Et Fontenille, D., "Phlébotomes (*Diptera* : *Psychodidae*) du Sénégal. Peuplements du Ferlo. Isolement d'arbovirus", *Parasite*, (1995) 289- 296.
116. Bencherif, F., "Contribution à l'étude des insectes d'intérêt médical dans les régions de Batna et de Biskra : Cas particulier des phlébotomes (*Diptera* : *Psychodidae*)" Mémoire de Magister en Sciences Biologiques, Option: Biologie Cellulaire et Physiologie Animale, Université Hadj Lakhdar – Batna, (2010), 140p.
117. Boulakenafet, F., "Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (*Diptera* : *Psychodidae*) et appréciation de la faune Culicidienne (*Diptera* : *Culicidae*) dans la région de Skikda" Mémoire Magister en Entomologie option : application agronomique et médicale, Université Mentouri Constantine, (2006), 190p
118. Parrot, L., Donatien, A. et Lestoquard, F., 1933. "Notes et réflexions sur la biologie de *Phlebotomus perniciosus* Newstead en Algérie". *Arch. Inst. Past. Alger*, (1933), 183-191.
119. Harrat, Z., Izerouel, S., Belkaid, M. et Tabet-Derraz, O., "Fluctuations saisonnières des phlébotomes de la région d'Alger et sa banlieue". *Arch. Inst. Past. Alger*, (1993), 59, 245-255.
120. Parrot, L., "Notes sur les phlébotomes IV- *Phlebotomus perfiliewi* n.sp". *Arch. Inst. Past. Alger*, (1930), 8, 383-385.
121. Rossi, E., Bongiorno, G., Ciolli E., Di Muccio, T., Scalone, A., Gramiccia, M., Gradoni, L. et Maroli M., "Seasonal phenology, host-blood feeding preferences and natural *Leishmania* infection of *Phlebotomus perniciosus* (*Diptera*, *Psychodidae*) in a high-endemic focus of canine leishmaniasis in Rome province, Italy. *Acta Tropica*, (2003), 105: 158–165.
122. Benikhlef, R., Harrat Z., Toudjine, M., Djerbouh, A., Bendali-Braham, S. et Belkaid, M., "Présence de *Leishmania infantum* mon-24 chez le chien". *Médecine tropicale*, (2004), 381-383 .
123. Moulahem, T., Fendri, A.H., Z. Harrat Z., Benmezdad, A., Aissaoui, K., Ahraou, S et Addadi, K., "Contribution à l'étude des phlébotomes de Constantine : espèces capturées dans un appartement urbain". *Entomologie médicale*, (1998) 2p.
124. Kabbout, N., Berchi S. et Merzoug, D., "étude des leishmanioses dans le foyer d'Oum El-Bouaghi : aspect entomologique", deuxième journées nationales

sur la biodiversité, l'environnement naturel et la qualité de vie dans la région des Aurès. Université de Batna, Département de Biologie (2007),

125. Messai, N., "Contribution à l'étude de la biodiversité des espèces Culicidiennes (*Diptera-Culicidae*) et inventaire des Phlébotomes (*Diptera-Psychodidae*) dans la région de Mila", Mémoire de Magister en entomologie, Université de Constantine, (2006), 179p.

126. Zhioua, E, Kaabi, I. et Chelbi, "Entomological investigations following the spread of visceral leishmaniasis" in Tunisia. *Journal of Vector Ecology*, Vol. 32, N°2, (2007) 1-4.

127. Ghrab, J. Rhim, A., Bach-Hamba D., Chahed, M.K., Aoun, K., Nouira, S. et Bouratbine, A., "Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) of Human leishmaniasis sites" in *Tunisia. Parasite*, (2006), 13. 23-33.

128. Izri, M-A., Belazzoug, S., "*Phlebotomus (Larrousius) perfiliewi* naturally infected with dermatropic *Leishmania infantum* at Tenes. Algeria". *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* (1993 ), 87, 399.

129. Belazzoug, S., Mahzoul, D., Addadi, K. et Dedet J.P., "*Sergentomyia minuta* parroti (Adler et Theodor, 1927) en Algérie (Diptera: Psychodidae)". *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, (1982), 57, 621-630.

130. Izri, M.A., Temmam, S, Moureau, G., Hamrioui, B., Xavier-de Lamballerie., Charrel, R.N., "Sandfly Fever Sicilian Virus", *Algeria Emerg. Infect. Dis.* (2008), 14 (5): 795–797

131. Madulo- Leblond, G., "Les Phlébotomes (Diptera: Phlebotomidae) des Iles Ioniennes", Th. Doc., ES-Sc. Pharm. Univ. Reims. Fac. Pharm., (1983), 218p.

132. Haddad, N., Les phlébotomes du Liban – Inventaire et corollaire éco-épidémiologique. Univ. Pharm. Reims, (1998), 209p.

133. Rioux, J.A., Lanotte, G., Retter, F., Dereure, J., Akalay, O., Pratlong, F., Velez, J.D., Fikri, N.B., Denial, M., Jarry, D.M., Zahaf, A., Ashford, R.W., Cadi-Soussi, M., Killick-Kendrick, R., Benmansour, N., Moreno, G., Perieres, J., Guilvard, E., Kennou, M.F. et Rispel, P., Serres E., "Les leishmanioses cutanées du bassin méditerranéen occidental. De l'identification enzymatique à l'analyse éco-épidémiologique. L'exemple des trois foyers, Tunisien, Marocain et Français'. *Coll. Int. CNRS/INSERM*, (1986), 365-395.

134. Belazzoug, S., Mahzoul, D. et Rioux, J.A., "Les phlébotomes (Diptera: Psychodidae) de M'sila et Bou-Saada". Arch. Inst. Past. Alger, (1986), 55, 117-124.
135. Parrot L., Picheyre R., "Notes sur les Phlébotomes. Phlébotomes du Hogar" .Arch. Inst.Past. Algérie, (1941),4, 441-442.
136. Parrot, L., "Notes sur les phlébotomes", Sur *Phlebotomus langeroni* var.*longicuspis* Nitzulescu, 1930". Arch. Inst.Past Alger, (1936),14,137-143.
137. Neveu-Lemaire, M., 1938. "Sous-famille : Phlebotominae. Traité d'entomologie médicale et vétérinaire". Edition Vigot- Frères, Editeurs, Paris,(1938), 1050-1075.
138. Killick-Kendrick, R., "Phlebotomine vectors of leishmaniasis",Review. Med. Vet. Entomol, (1990), 4, 1.24.
139. Izri, M.A., Marty, P., Rahal, A., Lelievre, A., Ozon, C., Baldelli, G., Presiozo J., Haas, P. et Le Fichoux, Y., "*Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911 naturellement infeste par des promastigotes dans la région de Nice (France)".Bul. Soc. Path. Exot, (1992), 85, 385-387.
140. Izri, M.A., Marty, P., Fauran, P., Le Fichoux, Y., Rousset, J., *Phlebotomus perfiliewi* Parrot, 1930 (Diptera: Psychodidae) dans le Sud-Est de la France". *Parasite*, (1994), 286p.
141. Volf P, Volfova V."Establishment and maintenance of sandflies colonies", J Vect Ecol, (2011), 36.supp 1
142. Croset, H., Abonnec, E., Rioux, J.A., "*Phlebotomus (Paraphlebotomus) chabaudi* n. sp. (Diptera: Psychodidae)". *Ann. Parasitol. Hum. Comp*, (1970), 45, 863-873 .
143. Biocca, E., Coluzzi, A. et Costantini, R., "Osservazioni sulla attuale distribuzione dei flebotomi italiani e su alcuni caratteri morfologici differenziali tra le specie del sottogenere *Phlebotomus (Larroussius)*". *Parassitologia*(1977) 19, 19–31.
144. Garcia, Segui.et Puntas, M., "Estudi epidemiologic de la leishmania a l'illa de Menorca" .Rev. Cien. (IEB), (1991), 9, 91-101.
145. Bailly-Choumara, H., Abonnenc, E. et Pastre J., "Contribution a l'étude des phlébotomes du Maroc (Diptera : Psychodidae). Données faunistiques et écologiques", Cah. ORSTOM, Ser. Ent. Med. Parasitol, (1971), 9, 431-460.