



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du titre de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Parasitologie

Thème

**Etude spatio-temporelle des phlébotomes
(Diptera: Psychodidae)
dans la région de Tizi-Ouzou**



Présenté par :

TEBBICHE Dihia et LATEB Bahia

Devant le jury composé de :

P^f BOUKHEMZA-ZEMMOURI.N Professeur UMMTO Présidente.

D^f SEKLAOUI.N Maitre assistante en Parasitologie CHUTO Promotrice.

D^f MOULOUA.A Maitre de conférences classe A UMMTO Co-promoteur.

D^f AIT AIDER.F Maitre de conférences classe B UMMTO Examinatrice.

Promotion : 2019-2020

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme le présent travail.

*Notre plus grande gratitude va à notre promotrice **Dr SEKLAOUI.N**, pour sa disponibilité et la confiance qu'elle nous a accordée. Nous aimerions aussi la remercier pour ses précieux conseils.*

*Nous tenons à remercier également notre co-promoteur **Dr MOULOUA .A** le temps qu'il a consacré et pour les précieuses informations qu'il nous a données.*

*Nous exprimons toute notre reconnaissance à **Pr BOUKHAMZA-ZEMMOURI.N** pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire. Que **Dr AIT AIDER.F** trouve ici l'expression de mes vifs remerciements pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail en acceptant de l'examiner.*

*Nous tenons en particulier à remercier vivement **Dr SERSAB Djamel** qui nous a aidés depuis le début de ce travail dans les recherches, les calculs, la réalisation des graphes et la discussion des résultats.*

Nos plus chaleureux remerciements vont aux services d'épidémiologie et de médecine préventive de nous avoir aidés dans la phase d'échantillonnage.

Afin de n'oublier personne, mes vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont aidée et soutenues de près ou de loin à la réalisation de ce modeste mémoire.

Dédicace

J'offre ce modeste travail

A mes très chers parents,

Ils m'ont arrosé de tendresse, d'espairs, d'amour et d'affection. Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point les remercier comme il se doit. Leur présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. Chaque ligne de ce mémoire chaque mot et chaque lettre leur exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parents.

Je mets entre leurs mains, la récompense de leurs sacrifices illimités et la preuve de mon amour et de ma gratitude éternelle. Puisse dieu, le très haut, leur accorde santé, bonheur et long vie.

A mes très chers frères et sœurs

Farid, Achour, Yasmina, Ghenima, Célia, son mari Djamel et leur ange Adam pour leurs soutien moral, aide et conseils précieux tout au long de mes études. Que dieu les protège et leur offre la chance, la réussite et le bonheur.

A toutes ma famille et mes proches

A tous mes amies, ma promo et toutes personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Dihia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

Mes frères et sœurs

*Mon cher mari qui m'a toujours soutenu et encourager pour reprendre
mes études et a toute sa famille.*

*A Mes enfants, le petit génie djaffar et sarah qui sont toujours à l'appel
pour mes soucis informatique,*

*A mes collègues en particulier Dr MEDAOURI .Z, Dr DJADOUR.D et Mr
CHABANE.F*

A toute la promotion parasitologie

U.M.MTO.

Bahia

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Glossaire

Introduction 1

Chapitre I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Les phlébotomes : état de l'art	3
1.1. Taxonomie.....	3
1.2. Morphologie	4
1.3. Bio-écologie	10
1.3.1. Activité.....	10
1.3.2. Habitat	10
1.3.3. Nutrition	10
1.3.4. Reproduction	11
2. Les phlébotomes d'Algérie	13
2.1. Historique	13
2.2. Espèces présentes en Algérie	14
3. Répartition géographique des phlébotomes	15
3.1. Dans le monde.....	15
3.2. En Algérie	16
4. Impact de l'environnement sur les phlébotomes.....	17
5. Les phlébotomes et l'importance médicale.....	18

5.1. Rôle pathogène direct.....	18
5.2. Rôle pathogène indirect.....	19
5.2.1. Bartonellose.....	19
5.2.2. Les arboviroses.....	19
5.2.3. Les leishmanioses.....	20
6. La lutte contre les phlébotomes.....	23

Chapitre II. MATERIELS ET METHODES

1. Présentation de la région d'étude	25
1.1. Localisation géographique et administrative.....	25
1.2. Géologie et géomorphologie de la région de Tizi-Ouzou	26
1.3. Climat de la région de Tizi-Ouzou.....	28
1.3.1. Températures	29
1.3.2. La pluviométrie	31
1.3.3. L'humidité relative de l'air	32
1.3.4. Le vent	32
1.4. Hydrographie.....	33
2. Enquête entomologique.....	34
2.1. Lieu et période de capture	34
2.2. Choix des stations de capture des phlébotomes	35
2.3. Techniques d'échantillonnage.....	36
2.3.1. Pièges adhésifs	37
2.3.2. Pièges lumineux	40
2.4. Traitement des échantillons.....	41

2.4.1. Tri des spécimens et séparation des phlébotomes par sexe.....	42
2.4.2. Eclaircissement.....	43
2.4.3. Montage.....	44
2.4.4. Identification morphologique des spécimens.....	44
3. Analyses de données	45
3.1. Les indice climatiques	45
3.1.1. Sécheresse et subsécheresse de Gaussen : le rapport ombrothermique P/T	45
3.1.2. Délimitation de la période sèche et humide	46
3.1.3. Délimitation de l'étage bioclimatique	47
3.2. Indices écologiques	47
3.2.1. Indice écologiques de composition	47
3.2.1. 1. Abondances relative (Ar) ou la fréquence centésimale.....	48
3.2.1. 2. Densité (D)	48
3.2.1. 3. La fréquence d'occurrence (Oc).....	48
3.2.1. 4. Richesse spécifique (Rs)	49
3.2.2. Indices écologique de structure	49
3.2.2.1. Indice de diversité ou d'hétérogénéité	49
3.2.2.2. Indice d'équitabilité (E) ou régularité	50
3.2.3. Répartition temporelle des phlébotomes (Etude de la dynamique saisonnière).....	50

Chapitre III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Analyse climatique	51
1.1. Sécheresse et subsécheresse de Gaussen : le rapport ombrothermique P/T.....	51
1.2. Délimitation de la période sèche et humide	51

1.3. Délimitation de l'étage bioclimatique	52
1.6. Synthèse	53
2. Enquête entomologique	53
2.1. Répartition des phlébotomes par sexe	53
2.2. Identification morphologique des espèces capturées	55
2.2.1. <i>Phlebotomus</i> (Rondani 1843).....	55
2.2.2.1. <i>Phlebotomus (Larroussius) longicuspis</i> (Nitzulescu, 1930)	55
2.2.2.2. <i>Phlebotomus (Larroussius) perniciosus</i> (Newstead, 1911)	56
2.2.2.3. <i>Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi</i> (Parrot, 1930)	60
2.2.2.4. <i>Phlebotomus (Larroussius) ariasi</i> (Tonnoir, 1921)	61
2.2.2.5. <i>Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi</i> (Scopoli, 1786) 61
2.2.2.6. <i>Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti</i> (Parrot, 1934)	62
2.2.2.7. <i>Phlebotomus (Phlebotomus) sergenti</i> (Parrot, 1917)	62
2.2.2. Genre <i>Sergentomyia</i> (Franca et Parrot, 1920).....	64
2.2.2.1. <i>Sergentomyia (Sergentomyia) minuta</i> (Adler et Theodor, 1927)	64
2.2.2.2. <i>Sergentomyia (Sergentomyia) antennata</i> (Newstead, 1912).....	66
2.2.2.3. <i>Sergentomyia (Sergentomyia) fallax</i> (Parrot, 1921).....	67
3. Analyses écologiques	67
3.1. Abondance des phlébotomes par genre, sous-genre et espèces	67
3.1.1. Evolution temporelle des différentes espèces capturées	70
3.1.2. Etude spatiale des espèces capturées.....	76
a. Abondance relative	76
b. Densité des phlébotomes	78
c. Occurrence d'espèces de phlébotomes récoltées	79

d. Richesse spécifique (Rs)	80
e. Indices écologiques de structure	81
3.3. La répartition temporelle des phlébotomes (Etude de la dynamique saisonnière)....	82
Conclusion	84
Perspectives	85
Annexes	86
Références bibliographiques	

Liste de figures

Numéro	Titre	Page
1	Aspect général d'un phlébotome femelle gorgé de sang (Prudhomme, 2015).	5
2	Tête (vue ventrale) d'un phlébotome adulte (Boussaa, 2008).	6
3	Thorax et l'abdomen d'un phlébotome adulte (Boussaa, 2008).	6
4	Thorax de phlébotome adulte (Bounamous, 2010).	7
5	Pattes de phlébotome adulte (Bounamous, 2010).	7
6	Aile de phlébotome adulte (Frahtia-Benotmane, 2015).	8
7	Génitalia mâle d'un phlébotome adulte (Boussaa, 2008).	9
8	Génitalia femelle (Frahtia-Benotmane, 2015).	9
9	Cycle de développement de <i>Lutzomyia longipalpis</i> : œuf (A), larve de stade 1 (B), larve de stade 2 (C), larve de stade 3 (D), larve de stade 4 (E) et nymphe (F) (Leger & Depaquit, 2017).	11
10	Phlébotomes adulte (<i>Phlebotomus duboscqi</i>) (Leger & Depaquit, 2017).	12
11	Répartition des principaux genres de phlébotomes dans le monde (Léger et Depaquit., 2002).	16
12	Distribution de la leishmaniose viscérale et cutanée en Algérie. (●) <i>L. major</i> LC, (●) <i>L. infantum</i> LV, (●) <i>L. infantum</i> LC, (●), <i>L. killicki</i> LC (Eddaikra, 2016).	23
13	Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (ANDI, 2013).	25
14	Limites administratives de la Kabylie djurdjuréenne (Meddour, 2010).	26
15	Carte représentant la géomorphologie de la Kabylie du Djurdjura (Meddour, 2010).	28
16	Carte hydrographique de la Kabylie du Djurdjura (Mouloua, 2014).	34
17	Localisation géographique des stations d'études (photo personnelle).	35
18	Différents milieux de biotopes prospectés (photos personnelles).	36
19	Les pièges adhésifs posés dans différents milieux (photos personnelles).	38

20	A. Le dépouillement des pièges récupérés au niveau du laboratoire ; B. Piège récupérés (photos personnelles).	39
21	Boîtes contenant les phlébotomes conservés dans l'alcool 70° photos personnelles).	39
22	Matériels de piégeage (photos personnelles).	40
23	Piège lumineux (CDC) (photos personnelles).	41
24	Matériels nécessaire pour le traitement des échantillons (photos personnelles).	42
25	Boîte pétri contenant des phlébotomes conservés dans l'alcool (photos personnelles).	42
26	Séparation des phlébotomes par sexe sous loupe binoculaire (photos personnelles).	43
27	Tri des spécimens capturés observés sous loupe binoculaire (photos personnelles).	43
28	Diagramme Ombrothèrmique de Bagnouls et de Gausсен de la région de Tizi- Ouzou durant une période de 08 ans (2012-2019).	51
29	Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'EMBERGER pour la période (2012-2019).	52
30	Phlébotomes adultes, (A). Femelle gorgée de sang, (B). Mâle, observés sous loupe binoculaire (Photos personnelles).	53
31	Répartition des phlébotomes par sexe.	54
32	Critères d'identification morphologique de <i>P.longicuspis</i> : A. Valves péniennes (×40); B. Spermathèques et bases (×40) ; C. Genitalia mâle (×10) (Photos personnelles).	56
33	Critères d'identification morphologique de <i>P.perniciosus</i> : A. Genitalia mâle (×10) ; B, C, D, E, F. Fourches terminales polymorphes des valves péniennes (×40) (Photos personnelles).	58
34	Critères d'identification morphologique de <i>P.perniciosus</i> : G. Malformations : valves péniennes à trois pointes (×40) ; H. Spermathèques et bases (×40) ; I. Cibarium et pharynx (×40) (Photos personnelles).	59
35	Généitalia femelle de <i>P.perfiliewi</i> (×40) (Photos personnelles).	60
36	Valves copulatrices de <i>P.ariasi</i> (Photos personnelles).	61
37	Critères d'identifications morphologiques de <i>Phlebotomus papatasi</i> : A. Genitalia mâle (×10) ; B. Valves pénienne (×40) (Photos personnelles).	62
38	Critères d'identifications morphologiques de <i>P.sergenti</i> : A. Génitalia mâle (×40) ; B. Valves péniennes et lobes basales (×40) ; C. Spermathèques (×40) ; D. Pharynx (×40) (Photos personnelles).	63

39	Critères d'identifications morphologiques de <i>S.minuta</i> : A. Génitalia mâle (×10) ; B. Valves péniennes (×40) ; C. Génitalia femelle (×40); D. Spermathèques (×40) ; E. Tête de mâle (×40) ; F. Pharynx et cibarium femelle (×40) ; G. Cibarium femelle (×40) (Photos personnelles).	65
40	Critères d'identifications morphologiques de <i>S.antennata</i> : A. Tête (×40) ; B. Valves péniennes (×40) ; C. Cibarium (×40) (Photos personnelles).	66
41	Critères d'identifications morphologiques de <i>S.fallax</i> : A. Style (×40); B. Valves péniennes (×40) ; C. Tête (×40) ; D. Cibarium (×40) (Photos personnelles).	67
42	Abondances numériques des genres et d'espèces de Phlébotomes collectés au niveau des stations d'étude.	69
43	L'évolution de <i>P.perniciosus</i> et <i>S.minuta</i> .	71
44	L'évolution de <i>P.longicuspis</i> .	72
45	L'évolution de <i>P.sergenti</i> .	73
46	L'évolution de <i>P.papatasi</i> , <i>P.bergeroti</i> et <i>P.ariasi</i> .	73
47	L'évolution de <i>P.perfiliewi</i> .	73
48	L'évolution de <i>S.fallax</i> .	75
49	L'évolution de <i>S.antennata</i> .	76
50	Répartition temporelle des phlébotomes au niveau d'Akerrou durant la période de juillet 2019 à juin 2020.	82

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Liste des espèces de phlébotomes représentées en Algérie (Cherif, 2014).	14
2	Températures mensuelles moyennes des maxima (M) et des minima (m) de la région de Tizi-Ouzou obtenues de 2012 et 2019 exprimées en °C.	30
3	Précipitations mensuelles (mm) de la région de Tizi-Ouzou pour la période de 2012 à 2019.	31
4	L'humidité relative (%) de la région de Tizi-Ouzou pour la période de 2012 à 2019.	32
5	Le vent (m/s) de la région de Tizi-Ouzou pour la période de 2012 à 2019.	33
6	Coordonnées géographiques des différentes stations d'études.	35
7	Nombre de pièges adhésifs (PA) déposés, récupéré, nuits PA et CDC par stations.	37
8	Valeurs du rapport P/T et typologie ombrothermique de Rivas-Martinez (1987 ; in Meddour, 2010).	46
9	Valeurs du rapport ombrothermique P/T pour la région de Tizi-Ouzou et typologie de l'arido-humidité mensuelle selon Rivas-Martinez (1987 ; in Meddour, 2010).	51
10	Nombre de phlébotomes capturés par sexe (M, F) et par station. M : mâles, F : femelles, * Non identifiés	54
11	Genres, sous-genres et espèces identifiés.	68
12	Répartition des espèces capturées dans les stations étudiées.	78
13	Répartition des densités des espèces capturées dans les stations étudiées.	79
14	Les valeurs et classes d'occurrence des espèces capturées au niveau des stations d'étude.	80
15	Le nombre total d'espèce par station.	81
16	La distribution spatiale des indices de diversité et la régularité des espèces de phlébotomes récoltées dans les stations d'étude.	82

Liste des Abréviations

ADN : L'acide désoxyribonucléique

CDC: Center for Diseases Control

CHU: Centre Hospitalo-Universitaire

F : Femelle

L : *Leishmania*

LC : Leishmaniose cutanée

LCS : leishmaniose cutanée sporadique du nord

LCZ : la leishmaniose cutanée zoonotique

LV : Leishmaniose viscérale

M : Mâle

M': moyenne des maxima des mois les plus chauds

m': moyenne des minima des mois les plus froids

MDO : maladies à déclaration obligatoire

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONM : Office Nationale de Météorologie (Algérie)

P (mm):Précipitation

P : *Phlebotomus*

P: pluviométrie moyenne annuelle en mm

PCR : Polymerase chain reaction

S : *Sergentomyia*

SEMEP : Épidémiologie et de Médecine Préventive

T (°C):Température moyenne

TOSV: Toscana virus

Glossaire

Biocénose : Ensemble des êtres vivants d'un biotope, d'un milieu donné.

Bioclimat : Ensemble des conditions climatiques d'une région qui exercent une influence sur les êtres vivants.

Biotope : Milieu biologique présentant des conditions de vie homogènes.

Diapause : Diapause est une forme de vie ralentie, une phase d'arrêt du développement pendant des périodes défavorables de l'environnement.

Ecologie : Etude des milieux où vivent les êtres vivants, ainsi que des rapports de ces êtres vivants avec le milieu.

Faunistique : Relatif à la faune, c'est l'étude scientifique des différentes faunes à la surface du globe.

Géodiversité : Est la diversité de monde abiotique terrestre et sous-marin.

Géomorphologie : étude de la forme et de l'évolution du relief terrestre.

Hématophage : Du grec hémato « sang » et -phage « manger », ou « sanguinivores » sont des organismes qui se nourrissent de sang.

Holométabole : Insectes qui ont des métamorphoses complètes, jalonné par les stades œuf-larve-nymphe-adulte.

Hotspot : Terme anglais signifiant point chaud, zone biogéographique, terrestre, ou marine, possédant une grande richesse de biodiversité.

Interspécifique : Qui concerne deux espèces différentes et leurs relations.

Intrasécifique : Qui concerne des individus d'une même population.

Ombrothérmique : Désigne une représentation graphique indiquant les variations conjointes de la température moyenne et des pluies mensuelles.

Peuplement : Est un ensemble de populations des espèces appartenant souvent à un même groupe taxonomique, qui présentent une écologie semblable et occupent le même habitat.

Relief : Est la forte variation verticale d'une surface solide. La géomorphologie distingue traditionnellement trois grands types de relief : la plaine, le plateau, la montagne, d'autres incluent la vallée.

Sex-ratio : Est le rapport du nombre de mâles et de femelles au sein d'une espèce à reproduction sexuée, pour une génération, ou dans la descendance d'un individu.

Symbiose : Association de deux êtres vivants dans laquelle chacun tire un avantage souvent vital.

Télmophage : Arthropodes hématophages ayant une trompe destinée à lacérer, dissocier puis absorber le sang accumulé dans un micro-hématome.

Xérothermique : Se dit de certaines stations chaudes et sèches situées au milieu de régions qui sont plus humides.

Zooanthroponoses : Est une maladie ou infection qui se transmet naturellement de l'homme aux animaux vertébrés.

INTRODUCTION

Les phlébotomes sont des petits diptères hématophages, constituant au sein de la famille des Psychodidae la sous-famille des Phlebotominae (Léger et Depaquit, 2001), qui comporte plus de 1 000 espèces et sous-espèces (Depaquit et Léger, 2017). Ces insectes sont largement répandus à travers le monde, du fait de leur adaptation à différents climats (Dolmatova et Demina, 1971). Ils ont fait l'objet de très importants travaux menés à l'Institut Pasteur d'Algérie, sous la direction de Parrot et des frères Sargent (Dedet et *al.*, 1984).

L'importance des phlébotomes autant qu'insectes hématophages vecteurs redoutables de la leishmaniose viscérale et cutanée a justifié l'intérêt de la conduite de nombreuses recherches scientifiques sur la systématique, la biologie, l'écologie et le pouvoir pathogène de ces insectes (Zeroual, 2016).

Dans le contexte méditerranéen, la distribution des phlébotomes, n'a cessé de changer. Durant la dernière décennie, les vecteurs de la leishmaniose ont gagné des zones géographiques plus au nord (Chalghaf, 2017).

En vue de réduire le nombre des phlébotomes, l'organisation mondiale de la santé (OMS) établit des plans de lutte contre ces insectes (OMS, 2020). A cet égard, les études entomologiques sont considérées comme les branches basiques indispensables dans les programmes de lutte anti-vectorielle.

Par conséquent, la connaissance de la distribution éco-épidémiologique temporelle et spatiale des phlébotomes dans leur milieu naturel et l'identification des espèces phlébotomiennes incriminées dans la transmission des maladies s'avèrent toujours importantes et nécessaires.

La Kabylie présente une très grande géodiversité, avec des portions très contrastées, aussi bien du point de vue bioclimatique, géomorphologique que végétationnel, offrant ainsi des biotopes très diversifiés pour les différentes espèces de phlébotomes (Mouloua, 2014).

L'objectif de la présente étude est d'actualiser nos connaissances sur l'écologie des phlébotomes en déterminant leur dynamique spatio-temporelle et en étudiant la présence et

INTRODUCTION

l'abondance des phlébotomes dans la région de Tizi-Ouzou, qui représente un foyer endémique et historique de la leishmaniose, afin de guider l'établissement des programmes de lutte ou de prévention contre la leishmaniose dans cette zone et en Algérie.

Notre travail se structure en trois chapitres. Le premier consiste en une revue bibliographique sur les phlébotomes. Un second chapitre est consacré aux matériels exploités et méthodes adoptées. Un troisième chapitre est dédié aux résultats obtenus et leurs discussions. Enfin le travail se termine par une conclusion.

1. Les phlébotomes : état de l'art

Ce sont des insectes de petite taille (2,5 mm au maximum) qui ont l'aspect général des moustiques avec une petite tête et un thorax très bombé. Le corps et les ailes sont velus. Ces dernières sont lancéolées et maintenues ouvertes en V au repos (Pajot et Le Pont, 1981).

Les phlébotomes (Phlebotomine sandflies des auteurs anglo-saxons) forment un groupe très homogène de Diptères hématophages (Leger et Depaquit, 2002), constituant au sein de la famille des Psychodidae la sous-famille des Phlebotominae qui comporte environ 800 espèces actuellement décrites (Bounamous, 2010). Le premier phlébotome a été décrit en 1786 par Scopoli en Italie (Depaquit et Léger, 2017).

En 1972, Abonnenc explique que l'importance médicale des phlébotomes provient du rôle vecteur que jouent certaines espèces dans la transmission de diverses affections humaines et animales, et qu'ils peuvent transmettre la fièvre des trois jours, ou fièvre à pappataci dans le Bassin Méditerranéen oriental, la verruga péruvienne en Amérique du Sud, et les leishmanioses cutanées et viscérales de l'homme et du chien sur l'Ancien et le Nouveau Monde (Abonnenc, 1972).

1.1. Taxonomie

Les phlébotomes sont des Eucaryotes Métazoaires (Mazelet, 2004), appartenant à l'embranchement des Arthropodes, classe des Insectes, ordre des Diptères, sous-ordre des Nématocères, famille des Psychodidae et sous famille des Phlebotominae (Killick-kendrick, 1999).

Selon Abonnenc et Leger (1976), la sous-famille des Phlebotominae comprend cinq genres, les genres *Phlebotomus* et *Sergentomyia* dans l'Ancien Monde, et les genres *Lutzomyia*, *Warileya* et *Brumptomyia* dans le Nouveau Monde. En 1987, Leng décrit un nouveau genre qui a surnommé *Chinius*.

Artemiev (1991) dans une nouvelle proposition de classification a proposé 24 genres. Léger et Depaquit (1999, cité par Boussaa, 2008 ; Mouloua, 2014) en retiennent 13, en se basant sur des arguments morphologiques et biogéographiques

Izri, Depaquit et Parola (2006) affirmaient que dans l'Ancien Monde, le genre *Sergentomyia* comprend quelques espèces qui peuvent piquer l'Homme sans être jusque-là

incriminées dans la transmission de maladies, alors que Pereira *et al.* (2017) montrent que la femelle de *Sergentomyia minuta* était positive pour l'infection à *Leishmania infantum*. La classification au niveau des genres a été basée (Rondani, 1843 ; cité par Abonnenc, 1972) sur le nombre et la structure des segments des antennes et des palpes et sur le nombre et la disposition des nervures alaires (Abonnenc, 1972).

La classification au niveau des sous-genres a eu tout d'abord comme base la forme, la structure et les dimensions des génitalia mâles et, pour les deux sexes, la disposition des soies dressées ou couchées sur les tergites.

En 1926 et 1927 Adler et Theodor et Sinton, mettant en relief la variabilité de la morphologie de l'armature buccale (cibarium), de celle du pharynx postérieur et de celle des spermathèques, s'appuient sur ces caractères ou leurs combinaisons pour déterminer des sous-genres. Or il faut noter que la plupart de ces caractères sont également utilisés pour séparer différentes espèces (Abonnenc, 1972).

1.2. Morphologie

Les phlébotomes possèdent une seule paire d'ailes (Diptères), des antennes filiformes (Nématocères), une présence abondante de soie sur la tête, le thorax, les 6 pattes, les ailes (Psychodidae) et des pièces buccales aptes à prendre un repas sanguin (Prudhomme, 2015). Ils sont de couleur claire, jaune pâle, à brune, à peine visible à l'œil nu. Leurs ailes, de forme lancéolée, se dressent en V à 45° sur le dos lorsqu'ils sont au repos (Izri *et al.*, 2006). Ces insectes présentent un corps grêle et allongé de 2 à 5 mm de long (Leger et Depaquit, 2001). La tête forme un angle de 45° avec le corps, donnant à l'insecte une allure bossue (Frahtia-Benotmane, 2015) (**Figure 1**).



Figure 1. Aspect général d'un phlébotome femelle gorgé de sang (Prudhomme, 2015).

La tête (**Figure 2**) du phlébotome est petite, elle a une forme ovale et de couleur noire (Dolmatova et Demina, 1971). Cette dernière est formée en grande partie par une capsule chitineuse (épicrâne), limitée de chaque côté par un œil composé. Elle porte les appendices suivants : deux antennes, le proboscis (Bounamous, 2010). Chaque antenne est formée de deux segments basaux, pas plus longs que larges et de 14 segments, beaucoup plus longs et minces, constituant le flagellum (Abonnenc, 1972).

Le proboscis comprend six pièces enfermées dans le labium qui forme gaine. Ces six pièces sont : le labre-épipharynx, l'hypopharynx, deux mandibules, deux mâchoires ou maxilles à la base desquelles se détachent les palpes maxillaires (Abonnenc, 1972). L'ensemble des pièces buccales forme une trompe courte. Seules les femelles portent des mandibules dentelées. Le nombre et la longueur de ces épines géniculées sont utilisés en systématique (Bounamous, 2010 ; Boussaa, 2008 ; Fourati, 2011 ; Frahtia-Benotmane, 2015). En plus de ces organes, la tête comporte également le clypeus, les fosses tentoriales, le front et l'occiput (Killick-Kendrick, 1990 ; cité par Frahtia-Benotmane, 2015).

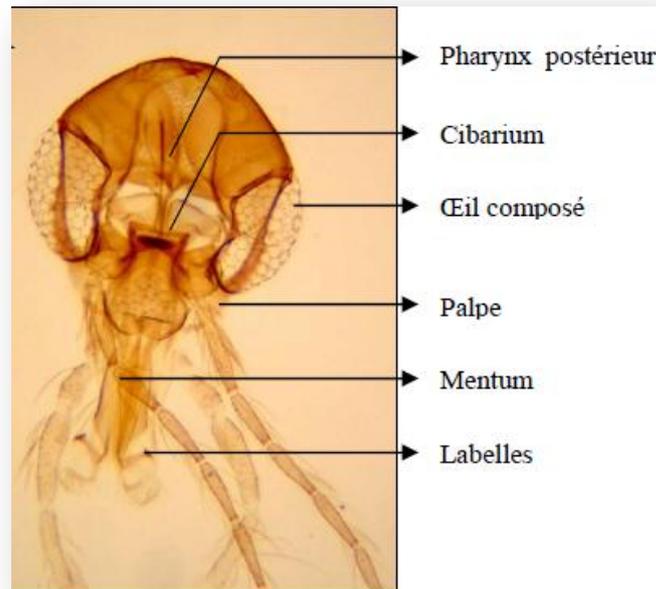


Figure 2. Tête (vue ventrale) d'un phlébotome adulte (Boussaa, 2008).

D'après Abonnenc (1972), le thorax (**Figure 3**) est bien développé comme chez tous les Diptères ; il porte dorso-latéralement les ailes et les balanciers ou haltères, ventralement les pattes. Il est convexe et est constitué de trois segments à savoir le prothorax, le mesothorax et le metathorax (**Figure 4**).

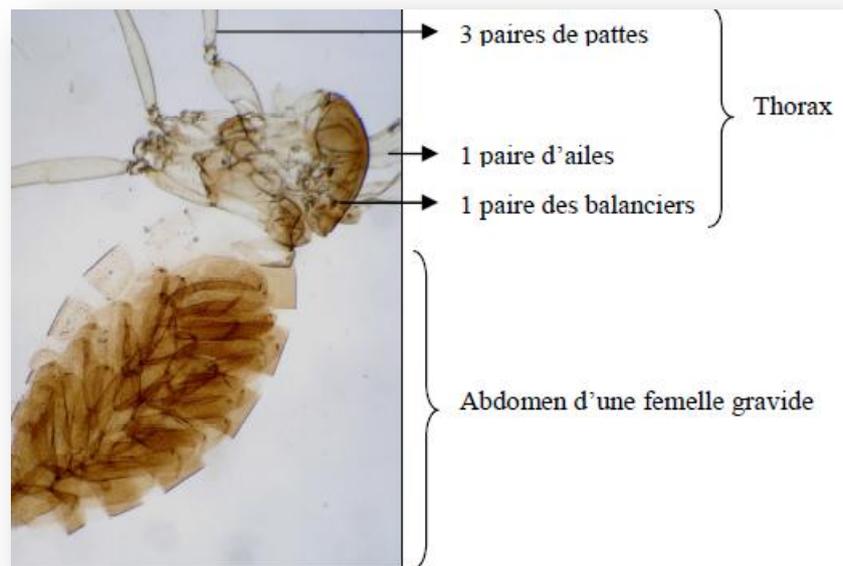


Figure 3. Thorax et l'abdomen d'un phlébotome adulte (Boussaa, 2008).

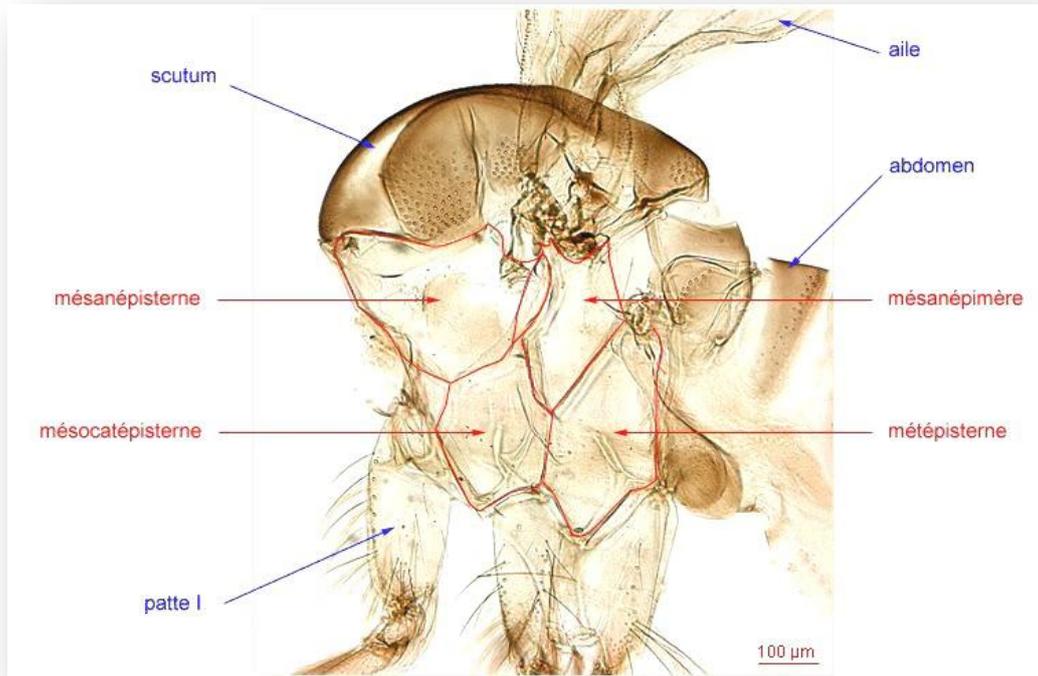


Figure 4. Thorax de phlébotome adulte (Bounamous, 2010).

Notons que sur chacun des trois segments thoraciques fusionnés est insérée une paire de pattes articulées, longues, fines et couvertes de soies (Bounamous, 2010 ; Boussaa, 2008) (**Figure 5**).

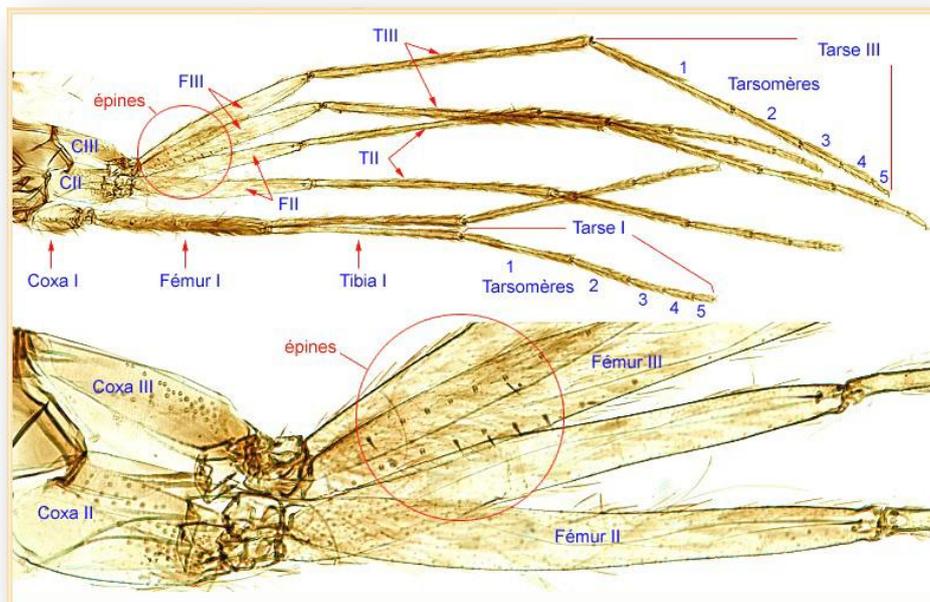


Figure 5. Pattes de phlébotome adulte (Bounamous, 2010).

Les ailes sont lancéolées et comprennent sept nervures longitudinales et des nervures transverses (Abonnenc, 1972) (**Figure 6**).

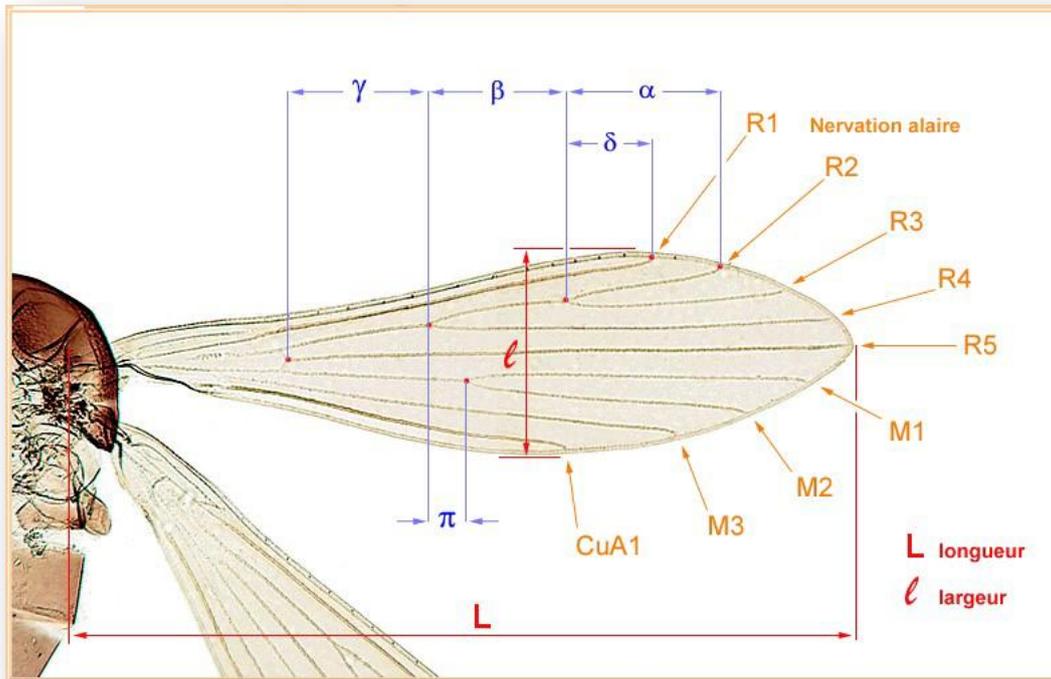


Figure 6. Aile de phlébotome adulte (Frahtia-Benotmane, 2015).

L'abdomen (**Figure 3**), cylindrique dans sa plus grande partie, se termine par un cône. Il est composé de 10 segments dont les derniers sont transformés en segments génitaux. Les 7 segments non modifiés portent chacun une paire de stigmates respiratoires. L'ouverture de ces stigmates, en forme de virgule, se situe en général vers le bord antérieur du segment, sur la membrane pleurale, plus près du tergite que du sternite (Abonnenc, 1972).

Chez le mâle, l'armature génitale très développée (**Figure 7**) se compose de trois paires de prolongements: une paire de coxites sur lesquels 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. Entre les paramères, se situent les fourreaux ou gaines du pénis protégeant deux filaments génitaux.

Chez la femelle, l'appareil génital interne se compose de trois organes pairs: deux ovaires, deux glandes annexes et deux spermathèques (**Figure 8**). Les spermathèques sont formées chacune d'une capsule chitineuse, de morphologie variable, suivie d'un conduit plus ou moins long, qui vient déboucher dans l'atrium génital (Boussaa, 2008).

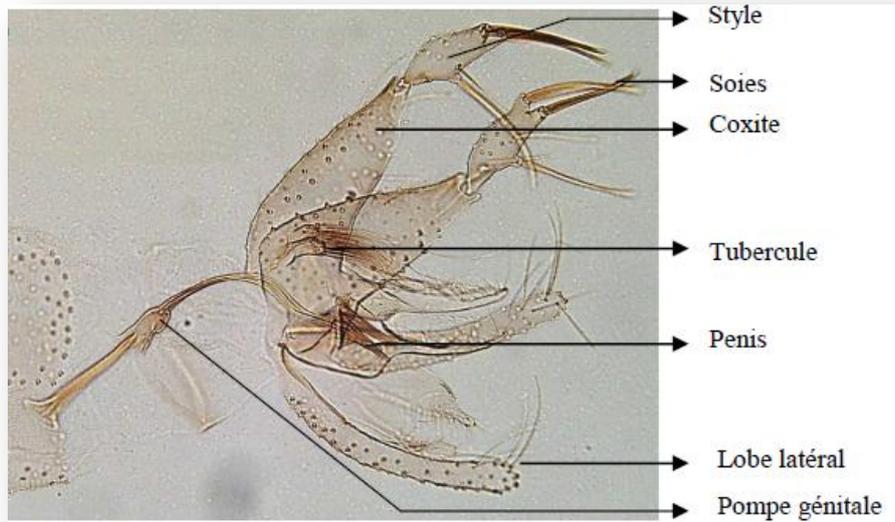


Figure 7. Génitalia mâle d'un phlébotome adulte (Boussaa, 2008).

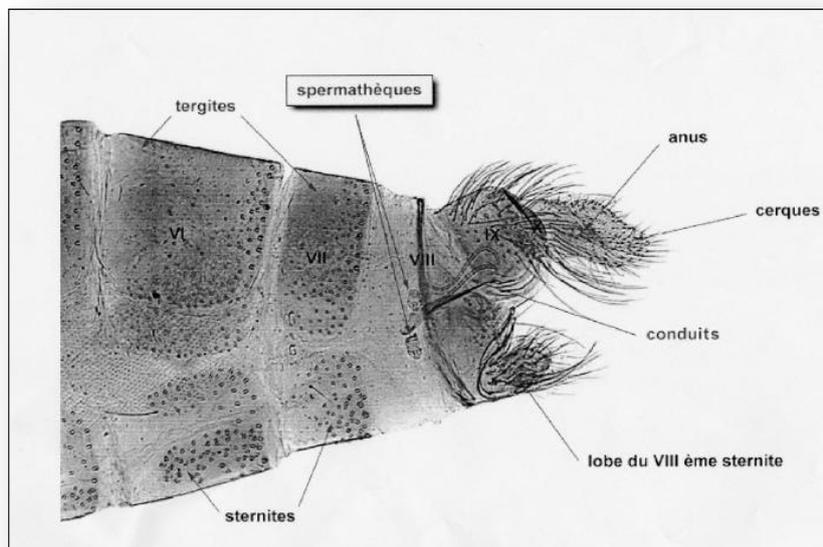


Figure 8. Génitalia femelle (Frahtia-Benotmane, 2015).

L'armature génitale externe du mâle ; les spermathèques, l'armature cibariale (ou son absence) et l'armature pharyngienne de la femelle sont utilisés dans l'identification et la classification des espèces (Leger et Depaquit, 2001).

1.3. Bio-écologie

1.3.1. Activité

Présents toute l'année en zone intertropicale, les phlébotomes apparaissent pendant la saison chaude (mai à Octobre) en zones tempérées, quand la température est élevée (20°C et plus), en absence de vent (limite : 1km/sec) et en présence d'une humidité relative supérieure à 45% (Mouloua, 2014). Leurs vol est silencieux et en général de courte portée ce que les rends très sensibles aux vents (Abonnenc, 1972).

D'après Killick-kendrick (1999), plusieurs études montrent que leurs vitesse extrême de vol est un peu inférieure à 1 m / sec ; que leurs dispersion maximale dépasse rarement un kilomètre et que la distance varie selon l'espèce et l'habitat. Ils ont une activité crépusculaire ou nocturne, bien que quelques espèces mordent le jour (diurne). Ils sont faciles à identifier du fait de la douleur ressentie à la piqûre, très différente de celle due aux moustiques (Leger et Depaquit, 2001).

1.3.2. Habitat

C'est l'ensemble des lieux où vit une population de phlébotomes, soit à l'état larvaire et nymphal, soit à l'état adulte. Ces lieux peuvent être très divers puisqu'ils comprennent d'une part la « demeure » ou le gîte de l'hôte vertébré sur lequel les femelles doivent obligatoirement se nourrir, d'autre part le refuge où elles trouveront le repos et la tranquillité nécessaires à l'élaboration de leurs œufs et enfin le milieu où elles pourront installer leur progéniture (Abonnenc, 1972). Ces derniers sont relativement frais et humides et comprennent les maisons ; latrines ; caves ; écuries ; grottes ; fissures dans les murs ; les rochers ou le sol ; végétation dense ; trous d'arbre et contreforts ; terriers de rongeurs et autres mammifères ; nids d'oiseaux ; et les termitières (Killick-kendrick, 1999). Certaines espèces sont endophiles et pénètrent volontiers dans les maisons, les étables, etc. ; d'autres sont exophiles (Leger et Depaquit, 2001).

1.3.3. Nutrition

Dès leur émergence, les phlébotomes cherchent à se nourrir. Alors que l'insecte mâle se contente de sucs de plantes et de miellat de pucerons, la femelle hématophage

s'alimente de sang de divers vertébrés par telmophagie pour le développement de ses œufs (Izri et *al.*, 2006 ; Killick-kendrick, 1999 ; Leger et Depaquit, 2001 ; Pajot et Le Pont, 1981).

Selon Killick-kendrick (1999), certaines espèces sont capables de produire le premier lot d'œufs sans repas de sang. Certaines espèces sont très éclectiques, d'autres plus ou moins spécialisées dans l'exploitation d'un ou de plusieurs hôtes. Il faut 30 secondes à 5 minutes pour que l'estomac d'un phlébotome soit rempli.

Chez l'homme, ce sont les parties découvertes qui sont exposées aux piqûres (visage, cou, mains, pieds). Chez les animaux, ce sont les zones les moins velues (museau, oreilles).

L'attraction des phlébotomes vers l'humain semble dépendre de la production de CO₂ mais également de l'odeur (Boussaa, 2008).

1.3.4. Reproduction

D'après Boussaa (2008) les phlébotomes présentent un cycle de vie holométabole qui comprend obligatoirement l'œuf, quatre stades larvaires, une nymphe (**Figure 9**) et l'imago (**Figure 10**).

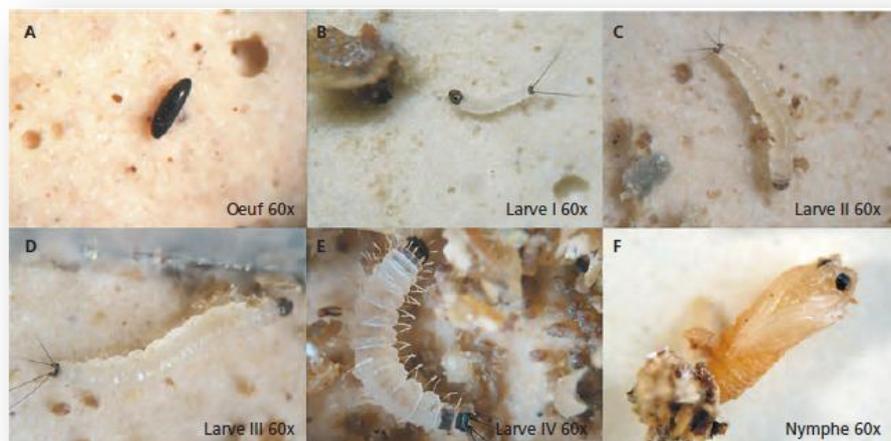


Figure 9. Cycle de développement de *Lutzomyia longipalpis* : œuf (A), larve de stade 1 (B), larve de stade 2 (C), larve de stade 3 (D), larve de stade 4 (E) et nymphe (F) (Leger et Depaquit, 2017).



Figure 10. Phlébotomes adulte (*Phlebotomus duboscqi*) (Leger et Depaquit, 2017).

La copulation peut avoir lieu le deuxième jour après l'éclosion de l'imago, aussi bien avant, qu'après le repas de sang ; elle dure de 2 à 4 minutes, parfois plus longtemps. Elle est fréquente la nuit mais assez rare durant le jour à la fin de la digestion (Abonnenc, 1972). La digestion s'effectue en 3 à 10 jours et permet la maturation de 50 à 200 œufs qui sont pondus à même le sol.

Après la ponte, la femelle cherche un hôte pour un nouveau repas de sang qui sera suivi d'une nouvelle ponte et ainsi de suite selon un cycle gonotrophique qui se répète tous les 3 à 10 jours. C'est ainsi que la femelle qui vit 1 à 3 mois peut se nourrir sur plusieurs hôtes, s'infecter sur l'un d'eux et assurer la diffusion d'agents pathogènes. La femelle fécondée stocke les spermatozoïdes dans ses deux spermathèques. Les spermatozoïdes sont ensuite restitués progressivement au moment de la ponte pour la fécondation des œufs.

Chaque œuf donne en 4 à 20 jours naissance à une larve terricole, vermiforme, longue de 0,5 à 4 mm et dont l'extrémité caudale se termine généralement par 2 paires de longues soies. La larve se nourrit de débris végétaux, subit 4 mues avant de donner une nymphe d'où émerge le phlébotome adulte. Le développement dure 20 à 90 jours en fonction des conditions climatiques. Pendant la saison estivale, les émergences d'insectes adultes ont lieu massivement et la densité des populations de phlébotomes atteint son maximum. En saison froide, les phlébotomes hibernent à l'état d'œuf ou de larve (Izri et *al.*, 2006).

2. Les phlébotomes d'Algérie

2.1. Historique

Les recherches sur les phlébotomes et leur rôle dans la transmission des leishmanioses avaient été entreprises par Edmond et Etienne Sergent et leurs collaborateurs Parrot, Donatien, Lestoquard et Beguet.

Ces travaux avaient été commencés en 1902 à Biskra, foyer "historique" de la leishmaniose cutanée. Après avoir écarté l'hypothèse de facteurs internes (eau de boisson, arrêt de la transpiration, poussière siliceuse du désert, etc.) et de contagion directe, les frères Sergent en arrivèrent à incriminer une transmission par un insecte nocturne, les lésions de "bouton d'Orient" apparaissant sur des parties du corps protégées durant le jour par les vêtements et les chaussures (Raynal, 1954 ; Théodoridès, 1997).

En septembre 1904, les frères Sergent se sont fait piquer sans succès dans une maison de Biskra infestée par 430 moustiques. Ils furent rapidement conduits à incriminer les phlébotomes (Diptères *Psychodidae*) très nombreux à Biskra de la mi-août à fin septembre, période coïncidant avec la durée d'incubation des "clous" apparaissant entre la mi-octobre et la mi-décembre.

Cette hypothèse fut soumise à l'expérimentation. Les premières expériences furent entreprises à Biskra en 1904. Les frères Sergent se firent piquer aux bras par des phlébotomes (espèce non précisée) sans résultat (Théodoridès, 1997).

En 1913, toujours à Biskra, les mêmes "cobayes humains" se firent piquer par *Phlebotomus minutus africanus* et inoculer des broyats de l'insecte sur et sous la peau abrasée. Les mêmes expériences furent réalisées sur des singes et des souris, ne donnant aucun résultat.

C'est en septembre 1921 qu'eut lieu l'expérience décisive : un lot de plus de 500 individus de *Phlebotomus papatasi* récoltés à El Kantara, El Outaya et Biskra, envoyés à l'Institut Pasteur d'Alger, furent écrasés sur les avant-bras gauches des frères Sergent, de Donatien et Beguet.

Deux mois plus tard (novembre 1921) Donatien présenta une lésion caractéristique de "clou de Biskra" avec présence de nombreuses *Leishmania*. L'évolution de la

Leishmania considérée alors comme étant *Leishmania tropica* fut étudiée simultanément en Algérie par Parrot et Donatien (1926, 1927) et par Adler et Theodor (1925) en Palestine.

En février 1933, le professeur Adler présenta un rapport introductif où il retraçait l'historique de la transmission de la leishmaniose cutanée par les phlébotomes dans la Société de pathologie exotique européenne (Théodoridès, 1997).

2.2. Espèces présentes en Algérie

Vingt-deux espèces de phlébotomes (Diptère *Psychodidae*) ont été signalées en Algérie, 12 appartenant au genre *Phlebotomus* et 10 au genre *Sergentomyia* (Berdjane-Brouk *et al.*, 2011). Aujourd'hui, avec la découverte récente de nouvelles espèces, 24 espèces sont connues en Algérie dont 14 appartiennent au genre *Phlebotomus* et 10 au genre *Sergentomyia* (**Tableau 1**) (Bounamous, 2008 ; Cherif, 2014).

Tableau 1. Liste des espèces de phlébotomes représentées en Algérie (Cherif, 2014).

Genre <i>Phlebotomus</i> Rondani 1843
<p>-Sous-genre <i>Phlebotomus</i> Rondani 1843</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Phlebotomus papatasi</i> Scopoli, 1786 -<i>Phlebotomus bergeroti</i> Parrot, 1934 <p>- Sous-genre <i>Paraphlebotomus</i> Theodor, 1948</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Phlebotomus sergenti</i> Parrot, 1917 -<i>Phlebotomus alexandri</i> Sinton, 1928 -<i>Phlebotomus riouxi</i> (Depaquit, Killick-Kendrick et Léger, 1998) -<i>Phlebotomus chabaudi</i> Croset, Abonnenc et Rioux, 1970 -<i>Phlebotomus kazeruni</i> Theodor et Mesghali, 1964 <p>- Sous-genre <i>Larroussius</i> Nitzulescu, 1931</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Phlebotomus perniciosus</i> Newstead 1911 -<i>Phlebotomus ariasi</i> Tonnoir, 1921 - <i>Phlebotomus langeroni</i> Nitzulescu, 1950 -<i>Phlebotomus longicuspis</i> Nitzulescu, 1930 - <i>Phlebotomus perfiliewi</i> Parrot, 1930 - <i>Phlebotomus chadlii</i> Rioux, Juminer et Gibily, 1966 <p>-Sous-genre <i>Transphlebotomus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii</i>, Grassi, 1908

*Genre Sergentomyia**- Sous-genre Sergentomyia Franca ,1920*

- *Sergentomyia antennata* Newstead ,1912
- *Sergentomyia fallax* Parrot, 1921
- *Sergentomyia minuta parroti* Adler et Theodor, 1927
- *Sergentomyia schwetzi* Adler, Theodor et Parrot, 1929

- Sous-genre Parrotomyia

- *Sergentomyia africana* Newstead ,1921
- *Sergentomyia eremetis* Parrot et Jolinière, 1945
- *Sergentomyia lewisi* Parrot, 1948

- Sous-genre Grassomyia

- *Sergentomyia dreyfussi* Parrot, 1933

-Sous genre Sintoniuis

- *Sergentomyia clydei* Sinton, 1928
- Sergentomyia christophersi* Sinton, 1927

3. Répartition géographique des phlébotomes**3.1. Dans le monde**

Les phlébotomes (phlebotominae) se trouvent dans toutes les parties du monde principalement dans les zones chaudes et torrides, y compris le sud de l'Europe, l'Asie, en Amérique centrale et du Sud, en Afrique et en Australie (**Figure 11**). Cependant leur aire de répartition est très étendue (entre 50°N et 40°S) (Dolmatova et Demina, 1971 ; Killick-kendrick, 1999). Ils n'ont pas été signalés dans les pays nordiques, très rares en Amérique du Nord, peu abondants en Australie (Leger & Depaquit, 2002).

De plus, Izri et *al.* (2006) évoquent qu'une température optimale voisine de 30°C et un degré d'humidité relativement élevé favorisent la pullulation des phlébotomes toute l'année dans les régions tropicales ; cependant que ; dans les régions tempérées, des conditions climatiques plus variables limitent leur pullulation à la saison estivale et expliquent leur absence à une altitude supérieure ou égale à 1000-1500 m.

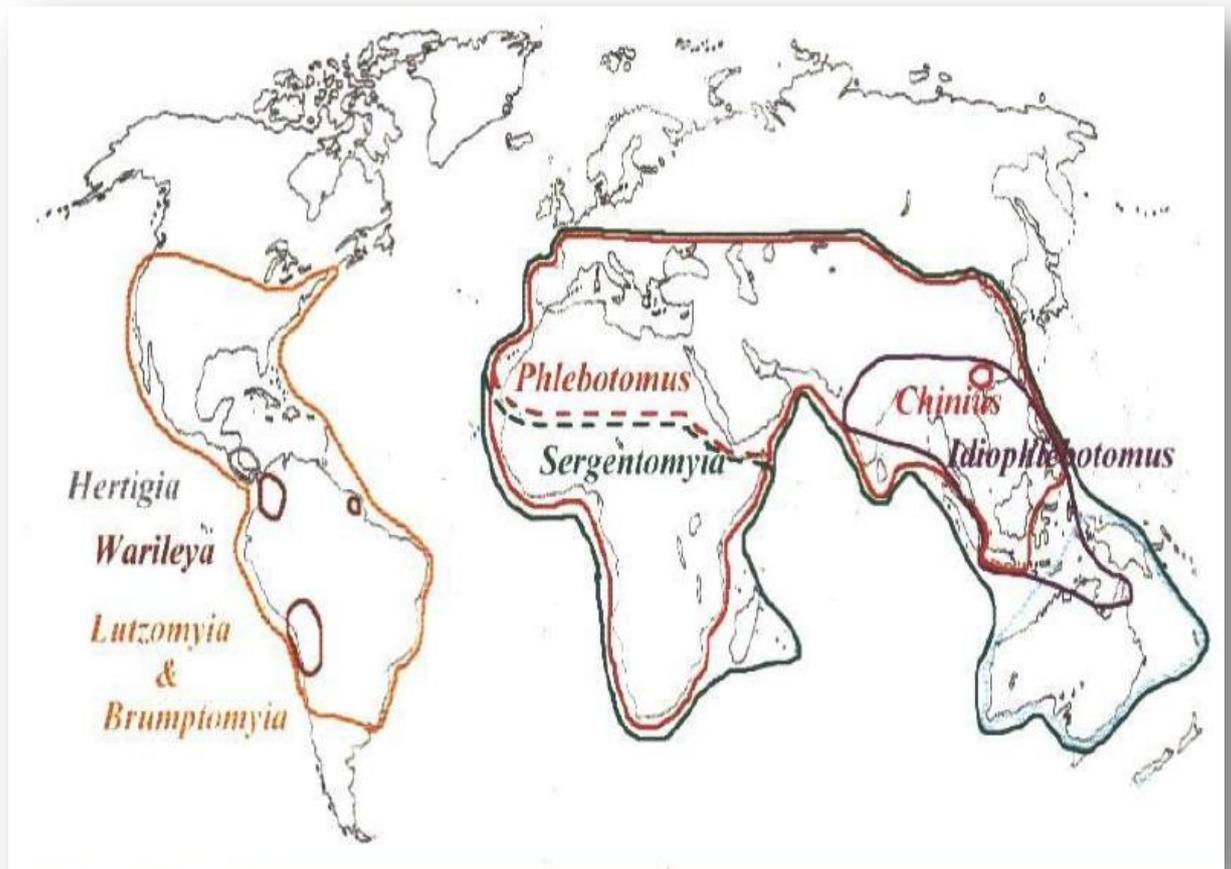


Figure 11. Répartition des principaux genres de phlébotomes dans le monde (Léger et Depaquit., 2002).

3.2. En Algérie

En Algérie, selon Dedet et *al.* (1984), les phlébotomes sont fréquents sur tout le territoire national. Ainsi, ils sont répartis de l'étage humide jusqu'à l'étage saharien.

➤ Etage humide et sub-humide

On y trouve une seule espèce du genre *Sergentomyia*, *S. minuta parroti* prédominante dans les deux étages et sept espèces de genre *Phlebotomus* à savoir *P. perniciosus*, *P. ariasi*, *P. perfiliewi*, *P. sergenti*, *P. chadlii*, *P. longicuspis* et *P. papatasi* à l'exception de *P. ariasi* qui est remplacée par *P. langeroni* dans l'étage sub-humide (Dedet et *al.*, 1984).

Berdjane-Brouk et *al.* (2011) signalent pour la première fois la présence de *Phlebotomus mascittii* et la présence de la femelle *Phlebotomus chadlii* dans la même

zone, ces deux espèces ont été capturée lors d'une enquête entomologique menée dans une zone bioclimatique humide, en kabylie.

➤ **Etage semi-aride**

Il y a été signalé deux espèces du genre *Sergentomyia*: *S. minuta parroti* et *S. fallax* et huit espèces du genre *Phlebotomus* qui sont: *P. chabaudi*, *P. perniciosus*, *P. perfiliewi*, *P. sergenti*, *P. chadlii*, *P. longicuspis*, *P. papatasi* et *P. langeroni*. *P. perniciosus* est l'espèce la plus prédominante de cet étage (Dedet et al., 1984).

➤ **Etage aride**

Il est occupé par les sept espèces du genre *Phlebotomus* rencontrées à l'étage précédent et l'espèce du genre *Paraphlebotomus*: *P. alexandri*. On rencontre également quatre espèces du genre *Sergentomyia* à savoir : *S. minuta parroti*, *S. antennata*, *S. dreyfussi* et *S. fallax*, cette dernière représente l'espèce prédominante (Dedet et al., 1984).

➤ **Etage saharien**

Seules cinq espèces du genre *Phlebotomus* sont trouvées soit, *P. chabaudi*, *P. perniciosus*, *P. sergenti*, *P. papatasi* et *P.alexandri*, et quatre espèces du genre *Sergentomyia* de l'étage précédent à l'exception de *S. antennata* qui est remplacée par *S. christophersi* (Dedet et al., 1984).

4. Impact de l'environnement sur les phlébotomes

La température et l'humidité influencent de manière significative sur le temps de développement des arthropodes et d'autres événements du cycle biologique tels que la survie ; cependant, il existe peu d'études documentant l'impact de la température sur les phlébotomes (Abonnenc, 1972 ; Benkova et Volf, 2007).

Ces mêmes facteurs jouent également un rôle crucial dans le taux de survie des agents pathogènes, ainsi dans leurs transmissions par les insectes.

En effet, la température affecte le taux de multiplication des agents pathogènes dans l'insecte. À son tour, cela affecte le taux auquel les sécrétions salivaires deviennent infectées, et donc la probabilité de succès de la transmission à un autre hôte (Reiter, 2001). Les changements dans la distribution et l'abondance de ces derniers seront probablement

parmi les effets les plus importants et les plus immédiats du changement climatique (Wittmann et Baylis, 2000).

Un accroissement de la température ambiante augmente la prolificité, le taux de survie journalier, le nombre de générations annuelles et réduit les durées larvaires et nymphales. Il augmente également l'activité et la fréquence des repas sanguins, facilitant alors la transmission vectorielles (Cherif, 2014).

L'ensemble des travaux remarquables de Rioux (1984, 1997) sur les phlébotomes du Maroc ont permis de faire la répartition des phlébotomes par étage bioclimatique ; des analyses de correspondance « espèce de phlébotomes-station de piégeage » ont montré l'existence de fortes liaisons (effet Gutmann), entre les espèces phlébotomiennes et les zones bioclimatiques.

5. Les phlébotomes et l'importance médicale

Les phlébotomes (*Psychodidae*) ont une grande importance médicale, en tant que vecteurs de plusieurs maladies affectant l'homme et l'animal. Parmi ces maladies transmises par ces insectes, on trouve, la bartonellose, les arboviroses et les leishmanioses (Dolmatova et Demina, 1971).

5.1. Rôle pathogène direct

En dehors de rôle médical, la piqûre des Phlébotomes peut déterminer une éruption prurigineuse assez violente chez certains individus (Abonnenc, 1972). Cette réaction cutanée prurigineuse est connue sous le nom de Harara (Adler et Theodor, 1957).

La piqûre des phlébotomes est assez douloureuse puisqu'ils pratiquent une phlébotomie qui s'accompagne souvent d'une coupure de nerfs sensitifs. Lors des périodes de pullulations, elle peut être une véritable nuisance pour les populations locales. L'intensité des réactions observées (douleur, apparition d'une papule ou d'une tache hémorragique) varie en fonction de l'espèce en cause et de la sensibilité individuelle des victimes. Celles-ci peuvent se sensibiliser progressivement et présenter des réactions anaphylactiques plus ou moins violentes avec prurit, exanthème étendu, œdèmes (de la

face en particulier), troubles généraux (fièvre, nausées, malaise, troubles du rythme cardiaque) (Depaquit et Léger, 2017).

5.2. Rôle pathogène indirect

5.2.1. Bartonellose

La bartonellose ou la verruga péruvienne, la fièvre d'Oroya, ou maladie de Carrion, est une affection qui sévit dans les vallées des Andes péruviennes, à diverses altitudes allant de 800 à 3 000 m (Abonnenc, 1972). Elle est également signalée en Colombie et en Équateur. Elle est due à une protéobactérie alpha : *Bartonella bacilliformis*.

Cette maladie considérée comme maladie négligée est transmise par les phlébotomes : *Lutzomyia verrucarum*, *Lutzomyia peruensis* et *Lutzomyia maranonensis* (Ulloa et al., 2018).

La bartonellose est une maladie infectieuse, caractérisée, dans sa première phase, par la fièvre et une anémie hémolytique et plus tard par des affections cutanées avec formation de nodules, de verrues (Dolmatova et Demina, 1971).

5.2.2. Les arboviroses

Les arboviroses sont des affections surtout tropicales causées par un ensemble hétérogène de virus (130 arbovirus pathogènes connus, appartenant à une douzaine de familles différentes) à l'épidémiologie commune. Elles sont transmises, par morsure ou piqûre de l'arthropode (tiques, moustiques, phlébotomes, culicoïdes) infecté, à des vertébrés réceptifs, provoquant une virémie précoce et transitoire (Chippaux, 2003).

Les virus transmis se répartissent en trois genres appartenant à des familles différentes : *Phlebovirus* (famille des Bunyaviridae, présents dans l'ancien Monde et le nouveau Monde), *Orbivirus* (famille des Reoviridae, présents dans le nouveau Monde) et *Vesiculovirus* (famille des Rhabdoviridae, présents dans l'ancien Monde et le nouveau Monde). Dans la région méditerranéenne, seuls les phlébovirus sont impliqués en médecine (Izri et al., 2006).

Le genre *Phlebovirus* comprend 58 virus classés en un complexe de dix espèces: *Bujaru*, *Candiru*, *Chilibre*, *Frijoles*, *Punta Toro*, fièvre de la vallée du Rift, *Salehabad*,

fièvre des phlébotomes de Naples, fièvre sévère avec syndrome de thrombocytopénie et *Phlébovirus* Uukuniemi.

L'espèce *Phlébovirus* de Naples de la fièvre des phlébotomes comprend treize virus, dont le virus *Toscana* (TOSV). TOSV a un tropisme pour le système nerveux périphérique et central, et il est responsable de la méningite et de l'encéphalite en Méditerranée (Ayhan et al., 2020). Tesh, Lubroth et Guzman (1992) indiquent que dans la famille des *Bunyaviridae* (*Phlebovirus*), *Toscana virus* est isolés chez *P. perniciosus*. Schmidt et al. (1960) isolent le virus de la fièvre à Phlébotomes, qu'ils identifient au type sicilien, d'un échantillon de 2 500 femelles recueillies dans la banlieue du Caire en 1959. De nombreux *P.papatasi* étaient contenus dans l'échantillon (Abonnenc, 1972).

5.2.3. Les leishmanioses

Les leishmanioses sont des zoonoses transmissibles, résultant du parasitisme d'un mammifère par un protozoaire flagellé du genre *Leishmania* (Pratlong et al., 1997). Ce dernier est transmis par la piqûre infectante d'un insecte vecteur, le phlébotome femelle (Harrat et al., 1995 ; Pratlong et al., 1997).

L'organisation mondiale de la santé (OMS) souligne que plus de 20 espèces de leishmanies différentes sont transmises par plus de 90 espèces de phlébotomes et 70 espèces animales, dont l'être humain, sont des réservoirs naturels. De plus, la leishmaniose est actuellement considérée comme une parasitose opportuniste à part entière vu sa fréquence et sa gravité chez les sidéens (Bachi, 2006 ; Pratlong et al., 1997). Les leishmanioses sont classées comme maladies à déclaration obligatoire (MDO) (Harrat et al., 1995).

Ces affections sont largement répandues à la surface du globe, elles affectent 88 pays sur quatre continents (Pratlong et Dedet, 2008). Les leishmanies ont un spectre d'hôtes très large incluant des espèces sauvages, domestiques ou commensales. Certaines espèces de *Leishmania* sont limitées aux mammifères inférieurs, les rongeurs, alors que d'autres sont adaptées aux mammifères carnivores et à l'homme (Bachi, 2006).

Les leishmanioses sont réparties en foyers dans le monde entier :

- leishmaniose viscérale(LV) en cinq foyers : indien, méditerranéen, chinois, américain, africain.
- leishmaniose cutanée (LC) en trois foyers : méditerranéen, américain, africain.
- leishmaniose cutanéomuqueuse (LCM) en un seul foyer américain (Aubry et Gaüzère, 2020 ; OMS, 2010).

En 2015, sur les 200 pays ou territoires ayant communiqué des données à l’OMS, 87 (44%) étaient considérés comme pays d’endémie pour la LC; 4 (2%) comme pays ayant préalablement notifiés des cas de LC; 75 (38%) comme pays d’endémie pour la LV; et 7 (4%) comme pays ayant préalablement notifié des cas de LV (OMS, 2017 ; OMS, 2018).

L’OMS (2020) estime que 700 000 à 1 million de nouveaux cas se déclarent chaque année.

Avec près de 40 000 cas par an, les leishmanioses constituent un véritable problème de santé publique en Algérie (Izri et Belazzoug, 2007). Cette dernière est considérée parmi les pays les plus concernée par la leishmaniose (Harrat et Belkaid, 2002). En effet, les leishmanioses sont signalées sur tout le territoire national (Berchi et *al.*, 2007 ; Ramdane, Berchi et Louadi, 2018). Cette maladie sévit à l’état endémique sous deux formes cliniques: la leishmaniose viscérale, la leishmaniose cutanée (Bachi, 2006).

La leishmaniose viscérale sévit a l’état endémique dans les régions humides à sub-humides, principalement en Kabylie (Bachi, 2006 ; Izri et Belazzoug, 2007 ; Ramdane et *al.*, 2018). Mais il est important de signaler la survenue de nombreux cas dans les régions semi-arides et arides (M’sila, Batna, Biskra) (Bachi, 2006 ; Ramdane et *al.*, 2018).

À côté des anciens foyers (Tizi Ouzou, Constantine, Jijel, Mila, Boumerdès et Médéa), de nouveaux sont apparus, il s’agit d’Annaba et de Collo à l’Est, de Blida, Cherchell, Ténès et Chleff au centre et de Tlemcen et Oran à l’Ouest (**Figure 12**) (Bachi, 2006), cette lésion de la leishmaniose viscérale est causée principalement par *L. infantum* MON-1 dont le principal vecteur est *P. perniciosus* (Izri et *al.*, 1990). Les travaux de Belazzoug et *al.* (1984-1985 et 1987) ont déduit le rôle joué par le chien comme étant

réservoir de la LV et fait une corrélation entre foyer de leishmaniose viscérale humaine et de leishmaniose canine (Belazzoug *et al.*, 1985).

En Algérie deux formes de leishmanioses cutanées sévissent à l'état endémique: la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ) et la leishmaniose cutanée du nord (LCN) aussi appelée leishmaniose cutanée sporadique (LCS) (Benikhlef *et al.*, 2004).

Cette dernière, est connue sous le nom de clou de Mila (Harrat *et al.*, 1995). Un seul vecteur est connu, il s'agit de *P. perfiliewi*, qui a été naturellement affecté par le parasite *L. infantum* MON-24 dans la localité de Ténès (foyer actif de la leishmaniose cutanée du Nord) (Izri et Belazzoug 1993) et le chien est le réservoir de *L. infantum* MON-24 (Benikhlef *et al.*, 2004). Elle se répartit tout au long du littoral et du Tell Algérien et sa distribution géographique se confond avec celle de la LV. Elle se rencontre dans les régions telles que Tlemcen, Oran, Sétif, Annaba, Collo, Tizi- Ouzou, Bouira, Béjaïa, Boumerdès, Constantine, Jijel, Mila et Ténès (**Figure 12**) (Harrat *et al.*, 1995).

La LCZ est la forme la plus rencontrée en Algérie. Elle correspond au clou de Biskra ou bouton d'Orient sous sa forme humide ou rurale (Izri et Belazzoug, 2007). Pratlong *et al.* (2009) montre l'existence de deux variants isoenzymatiques de *L. major* en Algérie, le zymodème MON-25 et MON-269. Cette forme cutanée est causée par trois parasites différents, *L. major* MON-25, inféodé aux régions steppiques et sahariennes, *L. infantum* MON-24 dans la région du Tell et *L. killicki*, limité pour le moment à Ghardaïa dans le Sud algérien (Boutrissa, 2012).

Le principal vecteur est *P. papatasi* (Russo *et al.*, 1991) et les réservoirs sont des rongeurs sauvages des régions désertiques et steppiques : *Psammomys obesus* et *Meriones shawi* (Eddaikra, 2016 ; Izri et Belazzoug, 2007). Les foyers anciennement connus sont ceux de Biskra à l'Est et d'Abadla à l'Ouest. Cette forme cutanée connaît une extension vers le Nord (les hauts plateaux) avec la survenue d'épidémies. Des foyers au niveau des étages arides sont apparus, ceux d'El-Oued, Ghardaïa, Béchar, M'sila, Ksar chellala (Tiaret) et Laghouat. Les nouveaux foyers au Nord concernent Batna, Médéa, Tiaret et Bordj Bou Arreridj (**Figure 12**) (Bachi, 2006).

Boudrissa *et al.* (2012) mettent en évidence l'extension de *L. major* des zones arides vers les zones semi arides de la vallée de la Soummam. L'impact des changements climatiques et particulièrement du phénomène de la désertification de la région steppique au nord Sahara pourrait jouer un rôle dans la propagation de cette maladie.

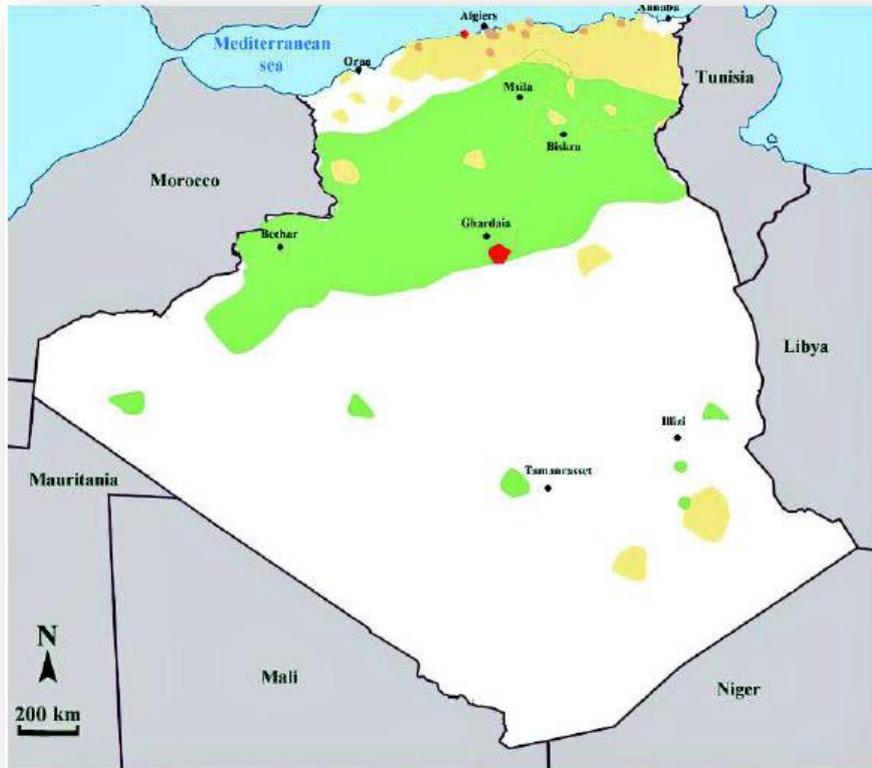


Figure 12. Distribution de la leishmaniose viscérale et cutanée en Algérie.

(●) *L. major* LC, (●) *L. infantum* LV, (●) *L. infantum* LC, (●), *L. killicki* LC (Eddaikra, 2016).

6. La lutte contre les phlébotomes

La lutte antivectorielle permet d'atténuer ou d'interrompre la transmission des maladies transmises par les phlébotomes en réduisant le nombre de ces derniers.

Parmi les méthodes utilisées figurent :

- la pulvérisation d'insecticides ;
- l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides ;
- la gestion de l'environnement ;

- la protection individuelle.

L'Assemblée mondiale de la Santé a approuvé en 2017 « l'Action mondiale pour lutter contre les vecteurs et compris les phlébotomes 2017-2030 ».

L'OMS fournit des orientations stratégiques, normatives et techniques pour soutenir les pays et les partenaires dans le cadre du renforcement de la lutte antivectorielle en tant que moyen fondamental de prévention des maladies et de riposte aux flambées (OMS, 2020).

Dans ce but, une réorientation des programmes de lutte antivectorielle est nécessaire, avec :

- un renforcement des capacités techniques ;
- une amélioration des infrastructures ;
- un renforcement des systèmes de suivi et de surveillance et une plus grande mobilisation communautaire.

Plus précisément, l'OMS mène une riposte contre les maladies à transmission vectorielle :

- en fournissant les meilleures données factuelles possibles en vue de combattre les vecteurs et de protéger les personnes contre l'infection;
- en apportant un soutien technique aux pays afin qu'ils puissent assurer la prise en charge des cas et la gestion des flambées de façon efficace;
- en aidant les pays à améliorer leurs systèmes de notification et à déterminer la véritable charge de la maladie;
- en dispensant des formations (renforcement des capacités) axées sur la prise en charge clinique, le diagnostic et la lutte antivectorielle, avec le soutien de certains de ses centres collaborateurs ; et
- en appuyant la mise au point et l'évaluation de nouveaux outils, technologies et approches pour combattre les maladies à transmission vectorielle, y compris des technologies de lutte antivectorielle et de prise en charge de la maladie.

1. Présentation de la région d'étude

La région de Tizi-Ouzou est connue depuis longtemps comme étant le foyer le plus actif de la leishmaniose viscérale en Algérie, c'est aussi un foyer de leishmaniose canine (Mouloua et *al.*, 2017). De plus, la wilaya de Tizi-Ouzou est parmi les wilayas les plus touchées par la leishmaniose cutanée humaine à *L. infantum*. D'autant que, plusieurs cas de leishmaniose cutanée humaine (LCH) inhabituel à la région de nord diagnostiqués au niveau du laboratoire Parasitologie-Mycologie Médicale du Centre Hospitalo-Universitaire (CHU) Nedir Mouhammed Tizi-Ouzou.

1.1. Localisation géographique et administrative

La région d'étude est représentée par la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est située en Kabylie, dans la partie nord de l'Algérie (**Figure 13**). La wilaya de Tizi-Ouzou se situe au nord du massif du Djurdjura, à environ 100 kilomètres de la capitale «Alger», et à 80 kilomètres de l'aéroport international d'Alger. Elle présente un relief montagneux fortement accidenté qui s'étale sur une superficie de 2 958 km². Elle est comprise entre une longitude de 4° 2' 45 Est et une latitude de 36° 42' 42 Nord, avec une altitude de 206 m par rapport au niveau de la mer. La wilaya de Tizi-Ouzou compte 21 daïras et 67 communes, elle compte actuellement le plus grand nombre de communes en Algérie, englobant 1450 villages et une population évalué à 1.127.166 habitants lors du dernier recensement en 2008. Elle est limitée par la mer méditerranée au Nord, la Wilaya de Bouira au Sud, la Wilaya de Boumerdes à l'Ouest et la Wilaya de Bejaïa à l'Est (**Figure 14**).



Figure 13. Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (ANDI, 2013).

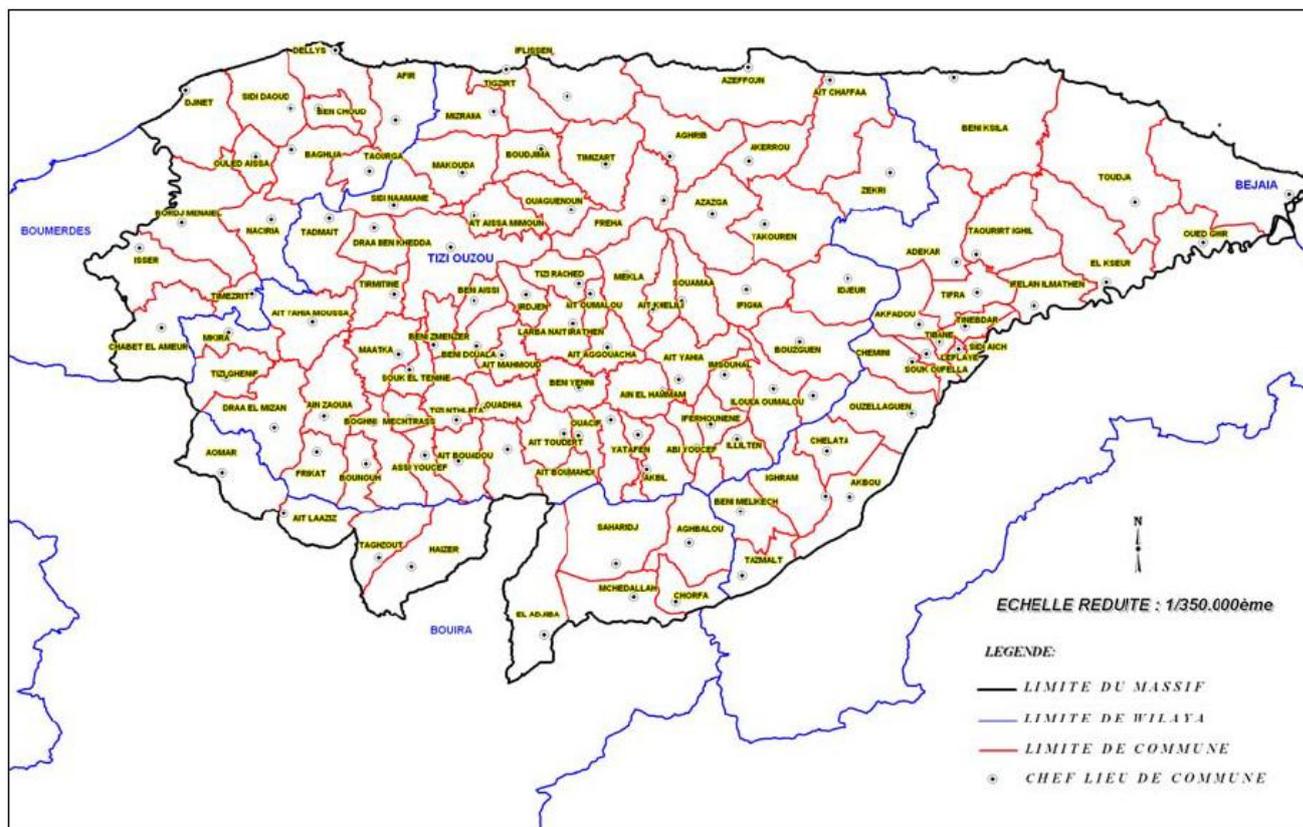


Figure 14. Limites administratives de la Kabylie djurdjuréenne (Meddour, 2010).

1.2. Géologie et géomorphologie de la région de Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou, la capitale régionale de la Kabylie, est connue par ses montagnes qui dominent de part et d'autre le bassin du fleuve Sébaou. Elle est compartimentée principalement en trois chaînes de montagnes : la chaîne littorale, le massif ancien kabyle et la chaîne du Djurdjura. Cette large et riche plaine du Sébaou sépare en effet la Grande Kabylie en deux parties (Figure 15) (Lacoste-Dujardin, 2001 ; Meddour, 2010).

Au nord, la Kabylie maritime est une chaîne côtière dont les sommets dépassent de peu 1 000 m (1 278 m au *tamgout* des Aït Jennad). Cette chaîne littorale émet vers la mer des chaînons décroissant en altitude de l'Ouest à l'Est, séparés entre eux par de petits oueds côtiers à régime torrentiel (ighzer ou acif). La ligne de crêtes, vers l'ouest, marquée de quelques saillies rocheuses de grès, conserve une altitude moyenne de 800 m ; la partie culminante atteint 939 m (forêt d'Aberrane d'Iflissen).

Les versants accidentés, aux falaises généralement abruptes, qui s'abaissent vers le rivage sont le plus souvent broussailleux ou boisés, et découpés de façon enchevêtrée par les nombreux torrents qui sillonnent la chaîne littorale. Elle comprend en gros le territoire situé de la rive droite de Sébaou jusqu'à la mer, soit la totalité des communes relevant des dairates de Tigzirt, Makouda, Ouaguenoun, Azeffoun, et Azazga, ainsi que la commune de Sidi-Näamane rattachée à la दौरa de Drâa-Ben-Khedda (ANDI, 2013 ; Lacoste-Dujardin, 2001 ; Meddour, 2010).

Vers le sud, le massif montagneux de Djurdjura, souvent synonyme de Kabylie et n'occupant en fait qu'une partie restreinte de la wilaya. La chaîne s'étale de Tizi-Djaboub à l'Ouest, à Tizi N'Chéria à l'Est en une véritable barrière d'altitude souvent supérieure à 2000 mètres. Elle est bordée vers le Nord dans sa partie occidentale par la dépression de Drâa el Mizan-Boghni, qui est séparée de la vallée du Sébaou par la chaîne de Flissa (ANDI, 2013 ; Meddour, 2010 ; Mouloua, 2014).

Au centre, entre le bassin du Sébaou et le Djurdjura, s'étend un ensemble de contreforts montagneux et de collines aux formes arrondies et d'altitude inférieure à 1 000 m en général, qu'on désigne sous le nom de « massif ancien kabyle ». C'est une vaste région qui comprend les territoires de Larbâa Nath Irathen, Aïn el Hammam, Beni Yenni, Aït Menguellet, Ouadhia, et la chaîne de Flissa (ou Iflissen) qui culmine au Sid Ali Bounab, à 885 m (Meddour, 2010). Ces hauteurs, entaillées de profonds ravins où dévalent les torrents, sont disposées en un ensemble de longues digitations nord-sud qui descendent depuis les abords du Djurdjura, à une moyenne de 800 m d'altitude, cet ensemble est nommé le massif *Agawa* (Lacoste-Dujardin, 2001).



Figure 15. Carte représentant la géomorphologie de la Kabylie du Djurdjura (Meddour, 2010).

1.3. Climat de la région de Tizi-Ouzou

Le climat est un ensemble de facteurs écologiques (température, précipitations, humidité, évaporation, vent, lumière, pression atmosphérique, relief et nature du sol, voisinage ou éloignement de la mer...) dont dépendent étroitement l'équilibre et le maintien de la végétation et de la faune (Lounaci, 2015)

Par conséquent, il joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. De ce fait, l'analyse des principaux facteurs climatiques, sur la base des données moyennes calculées sur plusieurs années, est nécessaire pour une meilleure connaissance de la faune de la région d'étude (Faurie et *al.*, 2011).

Selon la classification de climat de Koppen-Geiger, on rencontre au nord de l'Algérie un climat méditerranéen tempéré avec un été chaud et sec (Peel *et al.*, 2007), en compagnie d'un hiver très frais et plus humide, ce qui est dénommé climat xérothermique (Benabadji et Bouazza, 2000).

En raison de son appartenance au hotspot du bassin méditerranéen (Meddour, 2010), la Kabylie, qui se situe sur la zone de contact et de lutte entre les masses d'air polaire et tropical présente un contraste saisonnier annuel. D'octobre- novembre à mars- avril, les

masses d'air arctique l'emportent généralement et déterminent une saison froide et humide. Les autres mois de l'année, les masses d'air tropical remontent et créent chaleur et sécheresse (ANDI, 2013).

Les données climatiques de la région d'étude, pour la période de 2012 à 2019, ainsi pour les mois de Janvier jusqu'à Juin 2020, ont été obtenues auprès de l'office national de météorologie de la station de Boukhalfa de Tizi-Ouzou.

1.3.1. La température

D'après Lounaci (2015), la température joue un rôle caractéristique dans le développement biologique des êtres vivants et dans les oscillations d'abondances des invertébrés spécifiquement les insectes. La température influence l'espérance de vie et la fécondité des adultes ainsi que la maturation des œufs. Ce facteur agit également sur la vitesse de déplacement des individus. Pour une augmentation de température de dix degrés Celsius, la vitesse de déplacement des individus d'insectes doublerait (Lounaci, 2015). Ozenda (2002) évoque la température comme le seul facteur qui varie à la fois en fonction de la latitude et de l'altitude, et la variation est pratiquement linéaire en fonction de l'altitude. La température de l'air, exprimée par sa moyenne annuelle, décroît régulièrement avec l'altitude, à raison de 0.55° environ pour 100 m d'élévation.

Les valeurs moyennes mensuelles des températures maxima (M), minima (m), ainsi que les températures moyennes mensuelles $(M+m)/2$ enregistrées pendant la période de 2012 à 2019 dans la région de Tizi-Ouzou sont présentées dans le tableau 2 :

Tableau 2. Températures mensuelles moyennes des maxima (M) et des minima (m) de la région de Tizi-ouzou obtenues de 2012 et 2019 exprimées en °C.

		Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2012	M (°C)	16,3	11,9	19,7	21,1	27,0	34,2	35,7	30,1	32,3	28,1	21,8	17,4
	m (°C)	5,6	2,7	9,0	11,0	14,0	20,0	21,6	23,4	18,7	15,8	12,5	8,2
	(M+m)/2	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9
2013	M (°C)	15,7	14,6	19,4	21,8	23,0	28,9	34,5	35,1	31,1	30,6	10,7	16,9
	m (°C)	6,9	5,2	10,4	11,3	12,8	15,5	20,3	20,3	19,1	18,1	17,9	7,4
	(M+m)/2	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6	11,2
2014	M (°C)	17,6	18,8	17,5	24,3	26,5	30,7	34,7	35,9	33,7	29,0	22,7	15,4
	m (°C)	8,6	8,6	8,2	11,3	13,2	17,4	20,0	21,5	21,0	16,0	13,5	7,7
	(M+m)/2	12,3	12,8	12,3	17,5	19,2	23,7	27,0	28,0	26,2	21,6	17,3	10,9
2015	M (°C)	15,6	13,9	19,3	24,4	28,7	32,0	38,4	35,8	30,5	26,2	21,0	19,3
	m (°C)	6,0	6,5	8,4	11,7	15,2	17,9	22,2	23,2	19,7	16,0	10,8	7,2
	(M+m)/2	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2
2016	M (°C)	18,4	18,0	17,6	22,1	25,0	32,0	35,7	34,6	31,7	29,6	21,3	17,6
	m (°C)	8,6	8,5	7,8	11,2	13,6	17,1	20,7	20,4	18,0	16,9	11,4	9,3
	(M+m)/2	12,8	12,6	12,5	16,1	19,0	24,3	27,9	27,1	24,3	22,5	15,7	12,6
2017	M (°C)	13,7	18,2	21,2	23	29,6	34,6	37,5	37,4	30,0	26,7	19,4	14,3
	m (°C)	5,2	8,6	8,8	10,5	15,2	19,8	22,3	25,1	18,1	13,5	9,8	7,5
	(M+m)/2	8,9	12,7	14,5	16,4	21,8	26,4	29,4	29,7	23,9	19,5	13,7	10,4
2018	M (°C)	17,0	14,6	17,9	22,5	27,7	29,7	35,5	35,1	32,0	24,9	20,2	17,3
	m (°C)	7,1	6,4	10,2	11,8	13,5	16,8	21,5	20,8	20,3	15,3	11,4	7,7
	(M+m)/2	11,2	9,9	13,6	16,5	17,8	22,8	27,8	27,4	25,3	19,1	14,9	11,9
2019	M (°C)	14,0	16,9	19,8	22,5	27,7	32,4	35,5	35,5	31,5	27,4	18,5	18,4
	m (°C)	5,8	6,2	8,6	11,8	13,5	16,8	21,5	23,0	19,5	15,7	11,3	9,7
	(M+m)/2	9,2	10,7	13,5	15,3	18,8	25,1	29,1	28,5	24,6	20,5	14,3	13,4

(O.N.M.Tizi-Ouzou, 2012-2019)

1.3.2. La pluviométrie

La pluviométrie consiste toujours à mesurer une hauteur de précipitations pendant un intervalle de temps (Hubert, 1996). La pluviométrie est le paramètre climatique dominant dans tous les pays du Maghreb en général et dans la Kabylie en particulier. Benabadji et Bouazza (2000) indiquent une concentration hivernale des précipitations avec un été sec qui caractérise le climat méditerranéen. La pluviométrie agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité (Lounaci, 2015).

Les précipitations recueillies dans la station météorologique de Boukhalfa (Tizi-Ouzou) durant une période de 08 ans (2012 - 2019) sont rassemblées dans le **tableau 3**.

Tableau 3. Précipitations mensuelles (mm) de la région de Tizi-Ouzou pour la période de 2012 à 2019.

Mois	Précipitations (mm)											
Année	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2012	69,5	269,5	97,8	146,8	40,2	1,1	0,0	6,4	10,9	96,3	68,7	39,8
2013	211,8	185,7	93,5	64,5	151,6	0,0	0,3	11,3	37,6	39,0	164,9	103,7
2014	110,1	110,2	172,4	5,3	10,0	48,4	0,2	3,6	11,8	26,5	61,6	272,4
2015	200,9	181,5	70,2	0,0	10,4	15,3	4,1	2,6	41,1	81,7	102,7	0,0
2016	59,9	96,2	185,3	61,8	68,4	5,9	0,0	0,0	4,2	16,6	68,4	150,1
2017	250	36	29	37,0	2	8,8	0,4	0	37,8	35,3	126	138,0
2018	31	108	187	102,0	33	34	0,5	0	42	182	175	44,0
2019	187	51	51	56	35	1	11	10	47	43	220	22,0
2012-2019	140	129,8	110,8	59,18	43,83	14,31	2,1	4,238	29,05	65,05	123,4	96,25

(O.N.M.Tizi-Ouzou, 2012-2019)

Le tableau 3 fait ressortir une moyenne de précipitation totale de 817.94 mm au cours de la période (2012-2019). Le mois le plus pluvieux est le mois de janvier avec une moyenne de 140 mm et une faible quantité de pluie est enregistrée durant le mois de juillet avec une moyenne de 2.1 mm.

1.3.3. L’humidité relative de l’air

L’humidité relative est un facteur écologique important (Dajoz, 2006). Elle consiste à déterminer la teneur en vapeur d’eau de l’air, exprimée en gramme par mètre cube, ce qui donne une mesure de l’hygrométrie absolue (Ramade, 2009).

Les données recueillies sur l’humidité relative dans la station météorologique de Boukhalfa (Tizi-Ouzou) durant une période de 08 ans (2012 - 2019) sont rassemblées dans le **tableau 4**.

Tableau 4. L’humidité relative (%) de la région de Tizi-Ouzou pour la période de 2012 à 2019.

Mois	Humidité (HR %)											
	Année	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
2012	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83
2013	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83
2014	78	76	81	67	68	64	57	58	62	68	69	84
2015	82	80	75	71	62	60	51	59	65	72	80	75
2016	76	73	76	75	71	59	55	59	62	65	72	85
2017	82	75	72	68	62	58	49	56	61	66	76	83
2018	79	80	75	75	80	68	59	60	67	76	77	83
2019	84	76	74	77	66	60	55	59	69	69	78	76
2012-2019	80,54	78,46	75,84	73,31	69,65	61,88	56,19	57,34	65,38	69,03	76,75	81,51

(O.N.M.Tizi-Ouzou, 2012-2019)

1.3.4. Le vent

Le vent constitue pour les phlébotomes un facteur écologique limitant. Selon Dajoz (2006), des insectes ont été transportés sur plusieurs milliers de kilomètres vers l’Antarctique. Le vent est un agent de dispersion des animaux et des végétaux. L’activité des insectes comme les moustiques est très ralentie par le vent. Il a une action indirecte en modifiant la température et l’humidité.

Les données recueillies sur le vent dans la station météorologique de Boukhalfa (Tizi-Ouzou) durant une période de 08 ans (2012 - 2019) sont rassemblées dans le **tableau 5**.

Tableau 5. Le vent (m/s) de la région de Tizi-Ouzou pour la période de 2012 à 2019.

Mois	Vent m/s											
Année	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2012	0,3	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	0,7	0,6	1,1	0,9
2013	1,5	1,6	2,6	1,9	1,9	1,7	1,8	1,3	1,3	xx	xx	xx
2014	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
2015	1,0	2,0	1,3	1,7	xx	xx	xx	xx	2,8	2,3	1,7	1,4
2016	2,2	2,5	2,5	2,1	2,7	2,5	2,8	2,5	1,8	1,7	1,5	0,9
2017	1,5	2,2	2,1	2,2	2,2	2,7	2,4	2,9	2	1,2	1,0	1,0
2018	1,5	0,8	1,9	1,2	0,7	0,3	1,2	1,9	1,6	1,3	1,3	0,8
2019	1,5	1,2	1,7	1,9	1,5	2,8	2,5	2,2	1,7	1,6	1,9	1,6

(O.N.M.Tizi-Ouzou, 2012-2019)

1.4. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la Kabylie djurdjuréenne est très dense. Il est composé de trois oueds majeurs, qui sont :

- L’oued Isser, qui draine la partie Ouest du territoire, prend naissance dans la wilaya de Bouira, pour rejoindre la mer à l’est de la wilaya de Boumerdès.
- L’oued Sébaou, qui draine la partie Nord et Est du territoire, autrement dit la presque totalité de la wilaya de Tizi Ouzou et la partie Est de la wilaya de Boumerdès, prend sa source dans la wilaya de Tizi Ouzou pour se jeter à la mer au nord-est de la wilaya de Boumerdès (**Figure 16**).
- L’oued Sahel-Soummam qui draine la partie Sud du territoire.

Ces oueds, qui drainent les eaux pluviales vers la mer, sont alimentés par un important chevelu hydrographique composé de petits oueds (oueds côtiers et oueds de l’arrière-pays montagneux) et de quelques affluents importants. Notamment, en ce qui concerne l’oued Sébaou (97 km), ses principaux affluents sont d’amont en aval :

- oued Boubhir (10 km).
- oued Diss (19 km).
- oued Rabta (5 km).
- Ighzer Tamda.
- oued Aïssi (20 km).
- oued Stita (14km).
- oued Boghni (13 km).
- oued Feraoun (29 km).
- oued Bougdoura (8 km).

Les principaux cours d'eau qui drainent les chaînons littoraux sont :

- Acif el Hammam (15 km).
- Ighzer Mlata (13 km).
- oued Daas (27 km).
- oued Sidi Ahmed Youcef (30 km).
- oued Sidi Khelifa (13 km).

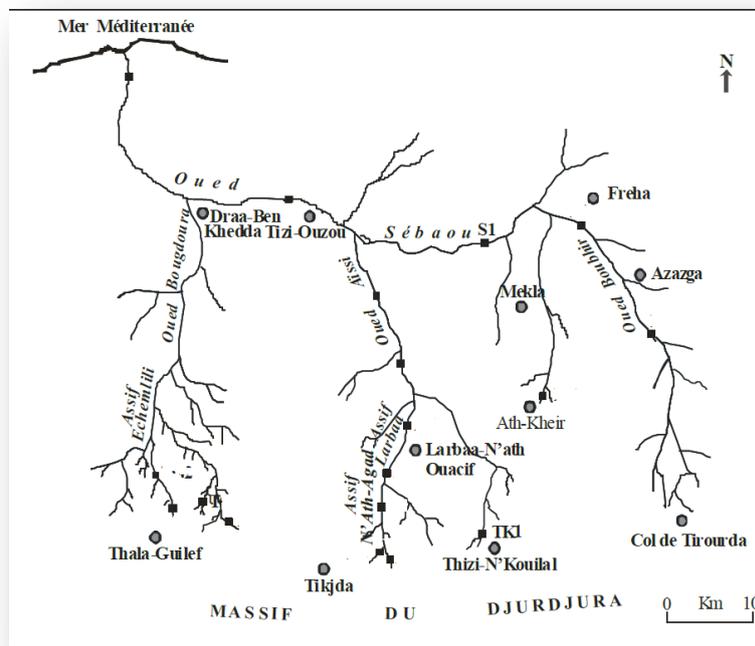


Figure 16 .Carte hydrographique de la Kabylie du Djurdjura (Mouloua, 2014).

2. Enquête entomologique

2.1. Lieu et période de capture

L'échantillonnage est réalisé de juillet 2019 à septembre 2019 sur des populations naturelles de phlébotomes. Pour étudier la répartition spatiale des phlébotomes ; nous avons ainsi choisi cinq stations réparties sur différents étages de la région de Tizi-Ouzou (Figure 17). Les captures sont effectuées en collaboration avec les Services d'Épidémiologie et de Médecine Préventive (SEMEP) relevant des stations d'étude (Redjaouna et Tifrit Nath El Hadj).

Cependant, nous avons choisi une seule station, Akerrou (localité de Mekla), pour continuer l'échantillonnage jusqu'à juin 2020 afin d'établir la dynamique saisonnière (répartition temporelle) des phlébotomes.

Les caractéristiques géographiques des stations d'étude sont mentionnées dans le **tableau 6**.

Tableau 6. Coordonnées géographiques des différentes stations d'études.

Etages	Dairas	Communes	Stations	Altitude (m)	Longitude	Latitude
Massif central	Mekla	Ait Khelili	<i>Akerrou</i>	530	4.314067°	36.667179°
			<i>Hadjadj</i>	486	4.311348°	36.675552°
Vallée de Sébaou	Ouaguenoun	Ait Aissa Mimoun	<i>Imchekrene</i>	407	4.102724°	36.743834°
	Tizi Ouzou	Tizi Ouzou	<i>Redjaouna</i>	616	4.060608°	36.733702°
Littoral	Azeffoun	Akerrou	<i>Tifrit Nath El Hadj</i>	700	4.419454°	36.798750°

2.2. Choix des stations de capture des phlébotomes

La station indique la partie du biotope exploré dans laquelle sont situés les gîtes de piégeage. Les captures sont effectuées dans des aires favorables au développement des phlébotomes (milieu de ponte et de repos) (**Figure 18**), essentiellement à l'intérieur et/ou à l'extérieur des lieux d'élevage d'ovins, bovins et de lapins.

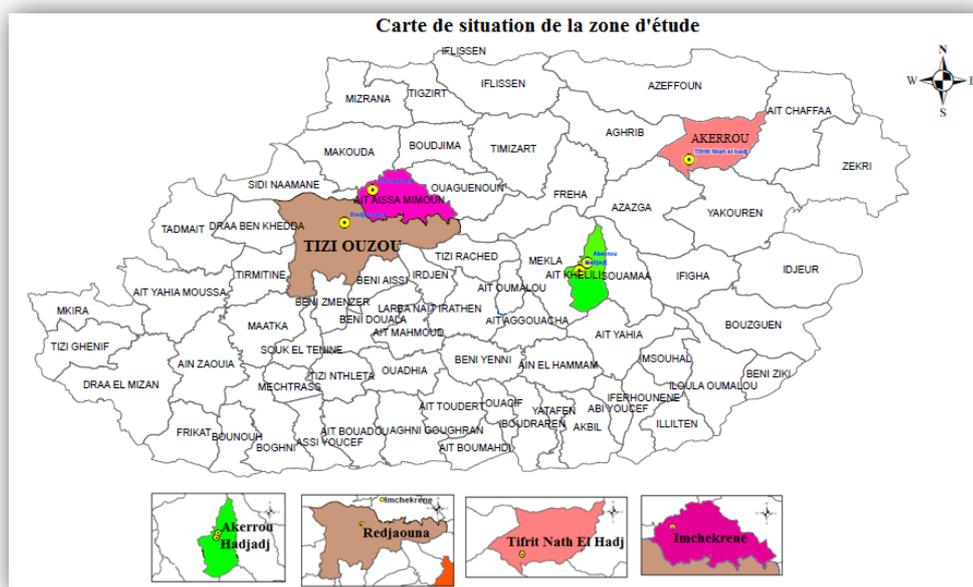


Figure 17. Localisation géographique des stations d'études (photo personnelle).

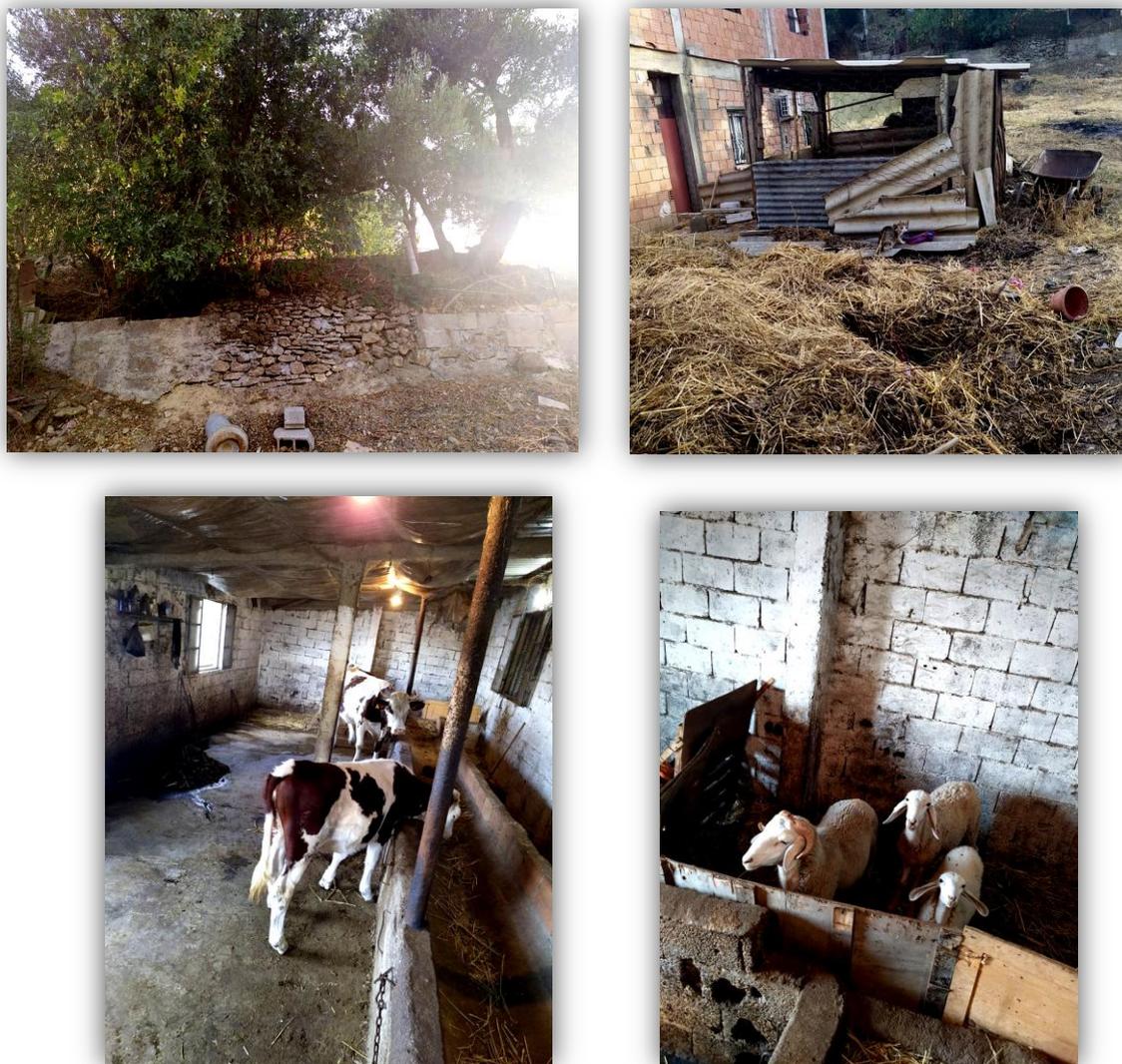


Figure 18. Différents milieux de biotopes prospectés (photos personnelles).

L'enquête entomologique fut réalisée en différents endroits du foyer du Tizi-Ouzou. Les stations d'études ont été choisies selon la présence de patients présentant des leishmanioses cutanées et viscérales diagnostiquées au niveau du laboratoire Parasitologie-Mycologie Médicale du CHU Nedir Mouhammed Tizi-Ouzou, ainsi la présence d'animaux domestiques, essentiellement d'élevage.

2.3. Techniques d'échantillonnage

Deux techniques ont été employées pour l'échantillonnage des phlébotomes, la capture au papier adhésif et la capture au piège lumineux. Les pièges adhésifs, ainsi que les pièges lumineux ont été placés le soir avant la tombée de la nuit et retirés le lendemain matin. Le rythme des captures s'était effectué durant des intervalles de temps variables. Au

total, 446 pièges ont été récupérés des 510 déposés lors de cette campagne d'échantillonnage et 03 nuits de piégeage CDC ont été effectuées (**Tableau 7**).

Tableau 7. Nombre de pièges adhésifs (PA) déposés, récupéré, nuits PA et nuits CDC par stations.

Stations	Nombre PA déposés	Nombre PA récupérés	Nuits PA	Nuits CDC
Akerrou	290	285	7	3
Hadjadj	142	127	6	0
Imkechrene	8	8	1	0
Redjaouna	65	21	2	0
Tifrit Nath El Lhadj	5	5	1	0
Total	510	446	17	3

2.3.1. Pièges adhésifs

La technique des pièges adhésifs est sans doute la mieux adaptée à l'inventaire qualitatif et quantitatif des phlébotomes en région méditerranéenne et tout particulièrement aux études chorologiques (Abonnenc, 1972, Bounamous, 2010). C'est une méthode rentable et peu sélective nous fourni des spécimens morts.

Les pièges sont constitués de feuilles de papier sulfurisé du couleur jaune de format A4 (21X 29,7 cm) largement imbibées d'huile de ricin. On les imprègne en profondeur à l'aide d'un pinceau de peinture sur les deux faces d'huile de ricin. Ce mode de capture est basé sur les propriétés attractives, engluantes et viscosité de l'huile, aussi d'être soluble dans l'alcool ce qui facilite la récupération ultérieure des insectes. Chaque feuille est montée à l'aide d'une tige en bois.

Dans chaque station, 25-30 pièges ont été déposés, le piégeage a été effectué simultanément dans des milieux intérieurs et d'autres extérieurs, les pièges ont été placés sur les murs, les fenêtres, les grillages et des supports en bois (**Figure 19**).

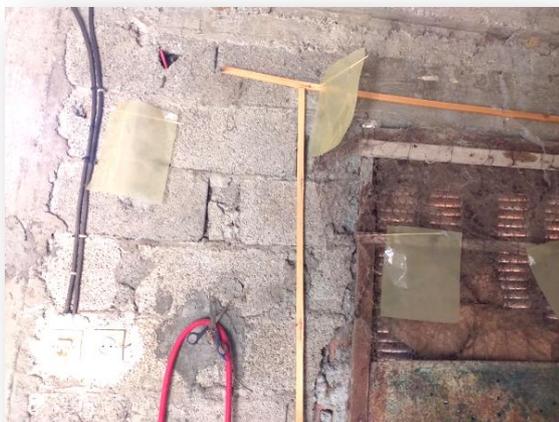


Figure 19. Les pièges adhésifs posés dans différents milieux (photos personnelles).

Après la récupération, les pièges sont alors regroupés par station dans des boites en plastiques portant le nom de station et le nombre de feuilles récupérés. Le dépouillement de pièges récupérés (**Figure 20B**) est effectué le plus rapidement possible, dans les jours qui suivent au niveau du laboratoire Parasitologie-Mycologie Médicale du CHU Nedir Mouhammed Tizi-Ouzou, pour éviter la détérioration des spécimens, à l'aide d'un pinceau imbibé d'alcool éthylique à 70° (**Figure 20A**)

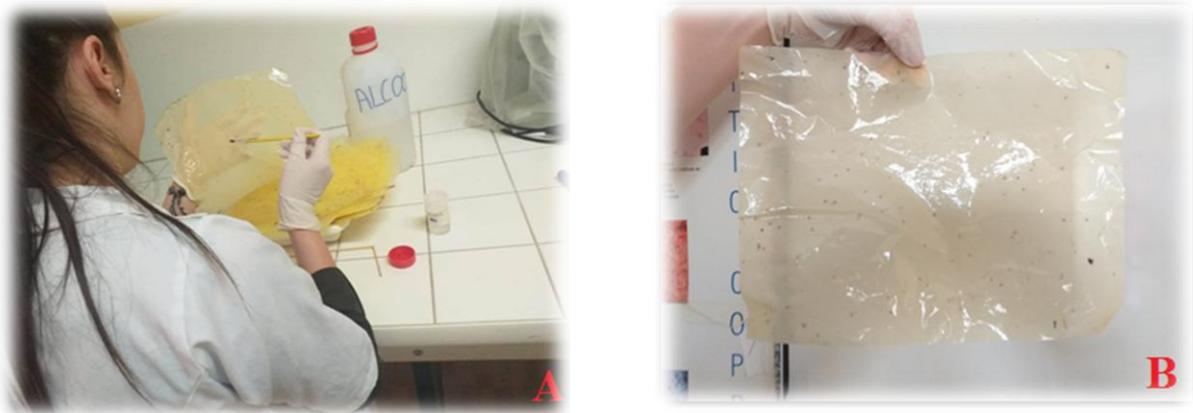


Figure 20. A. Le dépouillement des pièges récupérés au niveau du laboratoire ; B. Piège récupérés (photos personnelles).

Les spécimens recueillis sont conservés dans l'alcool à 70° dans des petits flacons portant chacun une étiquette indiquant : le nom de la station, la localité et la date du piégeage (**Figure 21**).

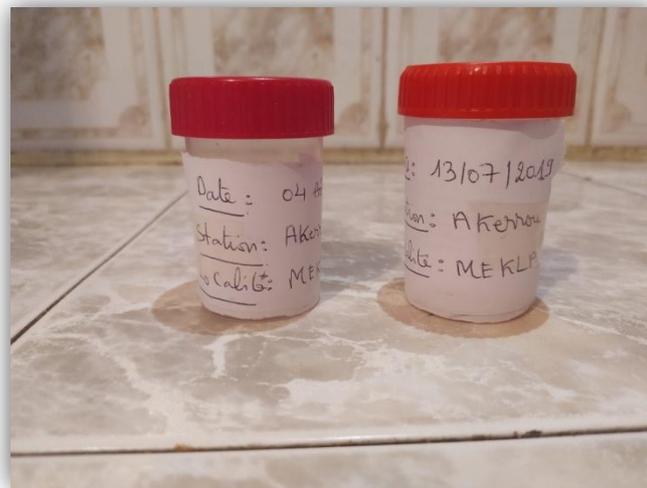


Figure 21. Boites contenant les phlébotomes conservés dans l'alcool 70 ° (photos personnelles).

❖ **Matériel de piégeage :**

Le matériel utilisé lors du piégeage est le suivant (**Figure 22**) :

1. Boites.
2. Huile de ricin.
3. Alcool 70 °.
4. Pinceau de peinture.
5. Pinceau de dessin.
6. Tiges en bois.
7. Feuilles de papier sulfurisé du couleur jaune de format A4



Figure 22. Matériel de piégeage (photos personnelles).

2.3.2. Pièges lumineux

Les pièges lumineux de type CDC (Center for Diseases Control) permettent de récupérer des spécimens vivants, afin de compléter d'éventuelles études de parasitologie et de biologie moléculaire (enzymatique et analyse d'ADN). Cette méthode est adaptée à la capture des espèces photophiles.

Nous avons utilisé des pièges lumineux miniatures de type CDC (**Figure 23**), modifiés pour la capture des phlébotomes, il a été utilisé pendant 03 nuits de piégeage dans une seule station (Akerrou) en mois d'octobre.

Le piège comporte une ampoule de faible luminosité (0,3 ampère), un moteur assurant le fonctionnement d'un petit ventilateur destiné à entretenir une aspiration continue de faible intensité, une batterie qui alimente le moteur et la lampe, l'ensemble moteur-lampe se trouve à l'intérieur d'un cylindre transparent en matière plastique et enfin un tissu transparent à mailles très fines dont la partie supérieure vient s'adapter à l'aide d'un élastique à la partie inférieure du cylindre. Les piège CDC a été utilisé dans les sites les plus sécurisés (étables, habitations).

Il est installé avant le coucher du soleil et reste fonctionnel toute la nuit. Le lendemain matin, le tissu est détaché et soigneusement fermée au moment où le moteur fonctionne toujours, en prenant soin d'éviter la fuite des insectes piégés, le tissu est ensuite mis dans un tissu humide. Afin d'immobiliser les phlébotomes, la boîte de recueil est mise au congélateur pendant une vingtaine de minutes.



Figure 23. Piège lumineux (CDC) modifié (photos personnelles).

2.4. Traitement des échantillons

Les phlébotomes sont des insectes extrêmement fragiles, les manipulations excessives, avec un matériel non adéquat peuvent altérer certains organes utiles pour leurs identifications.

❖ Matériel de traitement

Le matériel utilisé lors du traitement des échantillons est le suivant (**Figure 24**) :

- | | |
|---|--|
| 1. Loupe binoculaire. | 7. Pinceaux. |
| 2. Solution potasse à 20 %. | 8. Boite à pétri. |
| 3. Alcool pour l'entretien des microscopes. | 9. Lamelles. |
| 4. Portoir avec tubes. | 10. Lames. |
| 5. Liquide de Marc-André. | 11. Pipette munie d'une poire en caoutchouc. |
| 6. Seringue à fine aiguille. | 12. Microscope optique. |

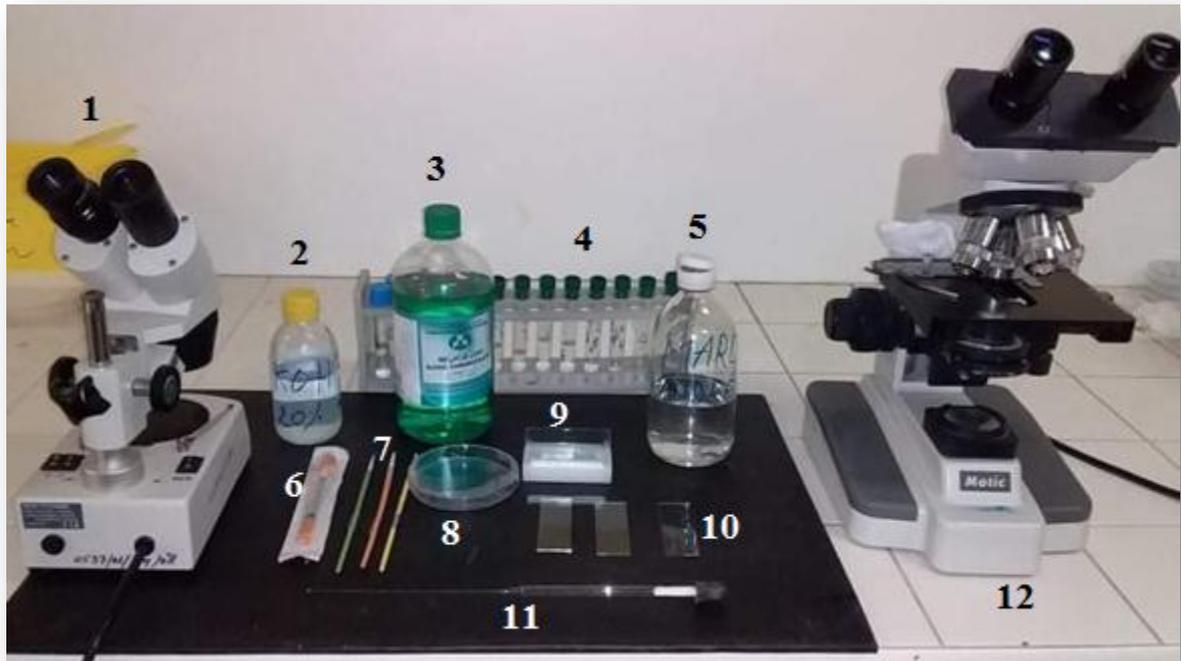


Figure 24. Matériel nécessaire pour le traitement des échantillons (photos personnelles).

2.4.1. Tri des spécimens et séparation des phlébotomes par sexe

Les spécimens conservés dans l'alcool sont versés dans des boîtes pétri (Figure 25), triés puis analysés et dénombrés selon le sexe directement sous la loupe binoculaire (Figure 26).



Figure 25. Boîte pétri contenant des phlébotomes conservés dans l'alcool (photos personnelles).



Figure 26. Séparation des phlébotomes par sexe sous loupe binoculaire (photos personnelles).

Cette ségrégation est basée essentiellement sur la morphologie de l'organe génital, le génitalia (**Figure 27**). Chez le mâle, l'armature génitale très développée est allongée, tandis que chez les femelles est simple, rudimentaire et plutôt interne.

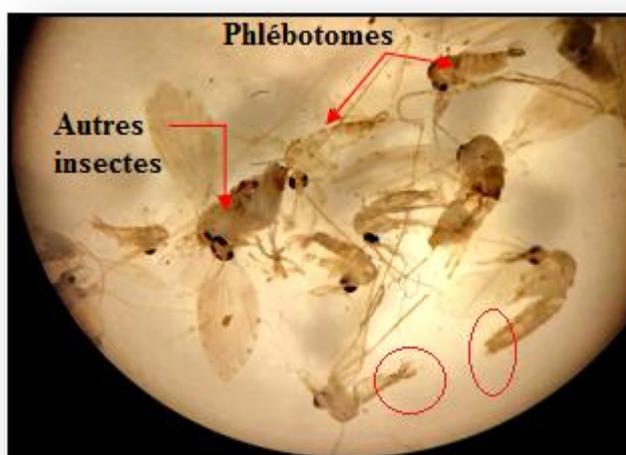


Figure 27. Tri des spécimens capturés sous loupe binoculaire (photos personnelles).

2.4.2. Eclaircissement

Les phlébotomes sont versés dans une coupelle, l'alcool est soutiré à l'aide d'une pipette munie d'une poire en caoutchouc, en prenant bien soin de ne pas aspirer les

phlébotomes. Puis, ces derniers sont éclaircis avec une solution de Potasse (KOH) à 20 % pendant 03 heures, préparées comme suit : 20 g de KOH (sous forme de pastilles) + 100 ml d'eau distillée. La dernière phase est faire passer les spécimens de phlébotomes dans 03 bains d'eau distillée pendant 15 minutes pour chaque bain.

2.4.3. Montage

Après éclaircissement, les spécimens sont placés pendant 2 heures minimum dans le liquide de Marc-André qui est composé de 30 ml d'Eau distillée, 30g d'Hydrate de Chloral et 30 ml d'Acide acétique cristallisable. Une conservation prolongée des spécimens dans ce liquide ne présente pas d'inconvénient. Les phlébotomes sont montés directement dans une goutte de liquide de Marc-André préalablement préparée et sont ensuite déposés en position latérale dans le milieu de montage. La tête est détachée du reste du corps à l'aide de fines aiguilles. Elle est ensuite orientée face ventrale en position supérieure (*Sergentomyia*) ou en position inférieure (*Phlebotomus*) afin de rendre plus aisée l'observation des armatures cibariales et pharyngiennes. Les pattes sont soigneusement étalées du côté ventral et les ailes du côté dorsal.

Quand il s'agit d'un spécimen mâle, l'armature génitale est disposée selon son orientation chez l'insecte vivant en prenant soin de mettre en évidence les différents éléments nécessaires à la diagnose spécifique comme l'édéage, coxite, style.

Quand il s'agit d'un adulte femelle, la dissection du génitalia est nécessaire pour montrer certaines structures internes utilisées pour le diagnostic spécifique comme dans le cas des *Larroussius* (Léger *et al.*, 1983). Une fois la tête coupée, on maintient le thorax à l'aide d'une fine aiguille et on coupe l'abdomen au niveau de l'avant dernier segment afin de récupérer le génitalia. Tête et génitalia sont ensuite recouverts d'une lamelle. Une légère pression permet de mettre les tissus à observer à plat, permettant une meilleure observation microscopique.

2.4.4. Identification morphologique des spécimens

L'identification des échantillons est effectuée au Laboratoire de Parasitologie (Faculté de Médecine, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou). Après montage des phlébotomes entre lame et lamelle, les spécimens sont observés avec un microscope photonique de marque Motic portant quatre objectifs : x4, x10, x40, x100. Chaque

échantillon est identifié sur la base des observations morphologiques des adultes selon la clé de détermination des phlébotomes d'Algérie établie par Dedet et *al.*, (1984) et Boussa (2008). La confirmation de l'identification a été assurée par Dr Mouloua.

- Pour les phlébotomes mâles : morphologie externe de l'appareil génital et, si nécessaire, anatomie de l'armature pharyngienne (*Phlebotomus*) ou cibariale (*Sergentomyia*)
- Pour les phlébotomes femelles : anatomie des spermathèques, de l'armature cibariale et pharyngienne.

3. Analyses de données

Pour mieux exploiter nos résultats, les données climatiques récupérées au niveau de la station météorologiques du Boukhalfa (Tizi-Ouzou), ainsi, les peuplements de phlébotomes capturés dans les différents sites d'étude ont été soumis à quelques analyses climatiques, écologiques et statistiques.

Des paramètres et des indices bioécologiques de composition et de structure sont utilisés afin de juger et d'évaluer l'abondance, la dispersion spatio-temporelle des espèces. Toutes nos données et résultats ont fait l'objet d'un traitement grâce au logiciel Excel 2007 (calculs, graphes et courbes).

3.1. Les indices climatiques

Afin de bien définir le climat de la région d'étude nous avons employé plusieurs indices climatiques :

- Sécheresse et subsécheresse de Gaussen.
- Le diagramme de Bagnouls et Gaussen (1952) est employé pour déceler notamment la période sèche et humide.
- Le quotient pluviothermique d'Emberger (1955) est appliqué pour mettre en exergue l'étage bioclimatique auquel la région d'étude appartient.

3.1.1. Sécheresse et subsécheresse de Gaussen : le rapport ombrothermique P/T

D'après Bagnouls et Gaussen (1952, 1957) un mois est sec, si le rapport des précipitations moyennes mensuelles, par la température moyenne mensuelle, est inférieur à 2 (Guyot, 1999). Dans le même sens, il est à noter qu'on ne passe pas brusquement d'un

mois sec à un mois humide. La transition se fait par un mois « subsec », défini comme un mois où le total des précipitations est supérieur au double de la température et inférieur au triple de celle-ci. Cette notion de « subsécheresse » est intéressante à retenir pour affiner l'analyse (Meddour, 2010). Meddour (2010) rajoute que Rivas-Martinez (1987) a établi une typologie ombrothermique pour les divers mois de l'année qui concorde parfaitement avec le système de Gaussen. En ce sens, que les mois « secs » et « subsecs » de ce dernier sont des mois « arides » et « secs » respectivement pour Rivas-Martinez.

Rivas-Martinez (1987 in Meddour, 2010) distingue 4 niveaux d'humidité et autant d'aridité et en prenant en considération dans la définition de la période de sécheresse les mois subsecs, soit au total 9 types ombrothermiques au pas de temps mensuel (**Tableau 8**).

Tableau 8. Valeurs du rapport P/T et typologie ombrothermique de Rivas-Martinez (1987 in Meddour, 2010).

Valeurs de P/T	Typologie ombrothermique de Rivas-Martinez	Typologie de Gaussen
> 10	Ultrahyperhumide [UH]	Humide
6 - 10	Hyperhumide [HH]	
4- 6	Humide [H]	
3- 4	Subhumide [SH]	
2- 3	Sec [S]	Subsec
1- 2	Semi-aride [SA]	Sec
0,5- 1	Aride [A]	
0,25- 0,5	Hyperaride [HA]	
< 0,25	Ultrahyperaride [UA]	

3.1.2. Délimitation de la période sèche et humide

Selon Bagnouls et Gaussen (1952) l'indice xérothermique est destiné à fournir des indications sur la durée de la période de sécheresse et par conséquent la période humide. Le diagramme Ombrothermique est Constitué par deux courbes, la première étant la *courbe thermique* qui expose les points représentatifs des valeurs de la moyenne mensuelle des températures (°C), la deuxième c'est la *courbe ombrique* qui expose les points représentatifs de la hauteur d'eau moyenne mensuelle (mm) (Bagnouls et Gaussen, 1957).

La construction du diagramme se fait en portant sur l'axe des abscisses les mois de l'année ; en ordonnées, à droite, les précipitations (en mm), à gauche, les températures (en °C) à une échelle double de celle des précipitations, quand la courbe ombrique passe sous la courbe thermique on a $P < 2T$. La surface du croisement indique alors la durée de la période sèche (Bagnouls et Gaussen, 1957) ainsi que Panini et Amandier (2005) signalent l'utilisation de la surface du polygone comme indice d'intensité de sécheresse. En conséquence, les deux auteurs définissent un mois sec comme étant celui où les précipitations, exprimées en millimètres, sont inférieures ou égales au double de la température moyenne en degré Celsius, soit $P \leq 2T$.

3.1.3. Délimitation de l'étage bioclimatique

Emberger (1930) a remarqué que dans les régions méditerranéennes, l'amplitude thermique annuelle est un facteur important de la répartition de la végétation. Alors, cet auteur a caractérisé le climat méditerranéen par le quotient pluviométrique (Guyot, 1999). Encore Stewart (1969), a adapté pour l'Algérie, la formule suivante :

$$Q2=3.43 P/M'-m'$$

P: pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M': moyenne des maxima des mois les plus chauds.

m': moyenne des minima des mois les plus froids.

3.2. Indices écologiques

Les peuplements qui constituent une biocénose, peuvent se définir par des descripteurs qui prennent en considération l'importance numérique des espèces qu'ils comportent. Il sera possible de décrire la biocénose à l'aide de paramètres tels que la richesse spécifique, l'abondance dominance et la diversité (Cherif, 2014).

3.2.1. Indice écologiques de composition

Les indices écologiques de composition appliqués sont représentés par l'abondance relative, la densité, la richesse spécifique et la fréquence d'occurrence.

3.2.1. 1. Abondances relative (*Ar*) ou la fréquence centésimale

L'abondance relative (**Ar**) ou la fréquence centésimale (**Fc**) d'une espèce donnée correspond au pourcentage d'individus de cette espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement (Dajoz, 1985 ; cité par Zeroual, 2016).

$$Ar (\%) = \frac{n_i \times 100}{N}$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce i .

N : nombre total d'individus toutes espèces confondues

3.2.1. 2. Densité (*D*)

Un échantillonnage bien réalisé permet de connaître la densité d'une espèce, c'est-à-dire le nombre d'individus présents par unité de surface (Dajoz, 1985).

3.2.1. 3. La fréquence d'occurrence (*Oc*)

Il est égale au Nombre de sites contenant l'espèce i / Nombre total de sites $\times 100$. Échelles d'occurrence (Zeroual, 2016). Il est calculé comme suit:

$$Oc(\%) = p_i / p \times 100$$

p_i : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

p : nombre total des relevés effectués.

Selon la valeur de Oc , on distingue les classes suivantes:

Si :

$Oc = 0 - 20\%$ le degré de distribution est sporadique.

$Oc = 20,1 - 40\%$ le degré de distribution est rare.

$Oc = 40,1 - 60\%$ le degré de distribution est modéré.

$Oc = 60,1 - 80\%$ le degré de distribution est fréquent.

$Oc = 80,1 - 100\%$ le degré de distribution est constant.

3.2.1. 4. Richesse spécifique (R_s)

La Richesse spécifique (R_s) est représentée par le nombre total d'espèces recensées par station (Barbault, 1992).

$$R_s = \text{nombre d'espèces de la station d'étude.}$$

Cet indice peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement. Il permet de également de distinguer :

- Des variations spatiales : des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres.
- Des variations temporelles : des minima et maxima en fonction des saisons et des stations (Grall et Coïc, 2006).

3.2.2. Indices écologique de structure

Les indices écologiques de structure mesurés sont la diversité de Shannon-Weaver (H'), et l'indice d'équitabilité (E).

3.2.2.1. Indice de diversité ou d'hétérogénéité

D'après Grall et Coïc (2005), la diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèce, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces.

D'après Blondel et Bourlière (1979), l'indice de Shannon-Weaver (H') est le plus couramment utilisé, il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2(P_i)$$

$$P_i = n_i / N$$

n_i : Effectif de l'espèce n

N : Effectif total du peuplement

Il mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement. Si sa valeur est faible, proche de 0 ou de 1, le peuplement a un petit nombre d'espèces avec une grande représentativité, ou il est dominé par une espèce, ou bien que le milieu est défavorable. Par contre, si cet indice est élevé, inférieur ou égal à $\log(R_s)$ implique que le peuplement est

composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité et que le milieu est favorable (Barbault, 1992).

3.2.2.2. Indice d'équitabilité (E) ou régularité

Selon Peet (1974), l'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou (J'). Il peut être calculé par la formule suivante :

$$J' = H' / H' \max$$

$$H' \max = \text{Log}_2(Rs)$$

H' = indice de diversité

Rs = Richesse spécifique

Cet indice permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité ne peut pas déceler en mesurant la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces). (Barbault, 1992).

3.2.3. Répartition temporelle des phlébotomes (Étude de la dynamique saisonnière)

Les fluctuations saisonnières des populations de phlébotomes présents dans la région d'Akerrou (Mekla) ont été étudiées sur une période d'un an par la méthode de capture aux pièges adhésifs avec une fréquence de sortie de trois fois par mois.

1. Analyse climatique

1.1. Sécheresse et subsécheresse de Gausсен : le rapport ombrothermique P/T

Le système de caractérisation de l'arido-humidité de Gausсен est attribué à l'échelle mensuelle pour la région de Tizi-Ouzou durant la période de juillet 2019 à décembre 2019. L'utilisation de ce dernier nous a promis des résultats évidents (**Tableau 9**).

Tableau 9. Valeurs du rapport ombrothermique P/T pour la région de Tizi-Ouzou et typologie de l'arido-humidité mensuelle selon Rivas-Martinez (1987 ; in Meddour, 2010).

Année	2019					
	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Mois						
Précipitation	11	10	47	43	220	22
Température	29,1	28,5	24,6	20,5	14,3	13,4
P/T	0,38	0,35	1,91	2,1	15,38	1,64
Typologie de Rivas-Martinez	HA	HA	SA	S	UH	SA
Typologie de Gausсен	S	S	S	SS	H	S

1.2. Délimitation de la période sèche et humide

L'analyse du diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен conçu pour une période de 08 ans (2012-2019) pour la région de Tizi-Ouzou montre une période sèche qui s'étend de la fin du mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Septembre, tandis que la période humide, s'étend du mois d'Octobre jusqu'à la mi-Mai (**Figure 28**).

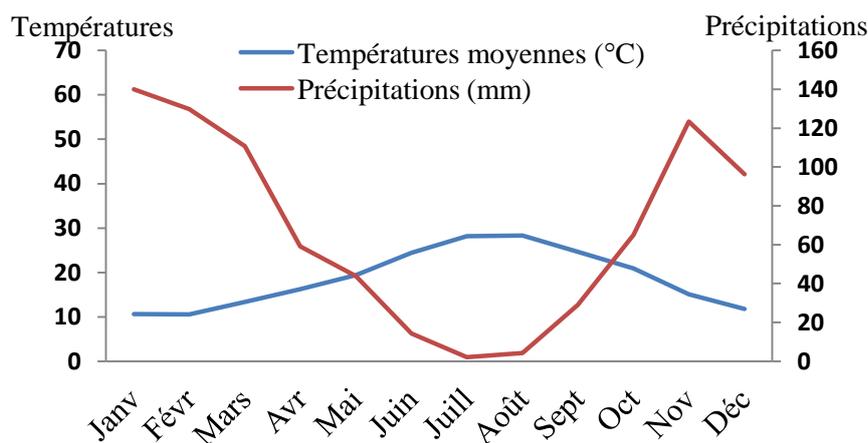


Figure 28. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et de Gausсен de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 08 ans (2012-2019).

1.3. Délimitation de l'étage bioclimatique

Le climagramme d'Emberger permet d'établir l'étage bioclimatique en positionnant la région de Tizi-Ouzou au niveau de l'étage correspondant. Le quotient pluviométrique est calculé pour une période de 08 ans.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 817.94 mm. La température moyenne des maxima du mois le plus chaud est de 35.45 °C et celle des minima du mois le plus froid égale à 5.91°C. De ce fait la valeur du quotient pluviométrique est de 94.97, ce qui permet de placer la région d'étude dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (**Figure 29**).

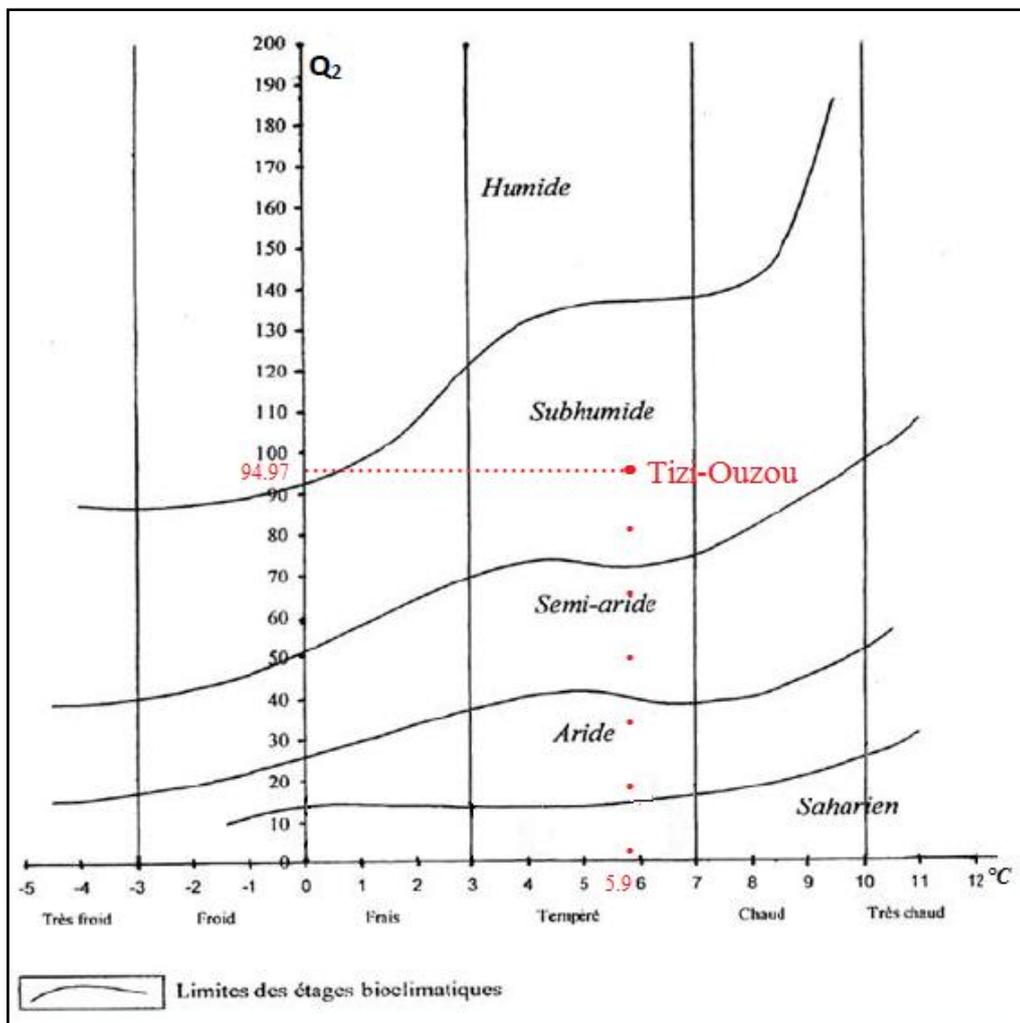


Figure 29. Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'EMBERGER pour la période (2012-2019).

1.6. Synthèse

L'exploitation des données climatiques en utilisant les différents indices climatiques cités dans la partie matériels et méthodes nous a permis de déceler la nature du climat de la région de Tizi-Ouzou. Alors, cette zone est située dans l'étage sub-humide à hiver tempéré avec une période de sécheresse qui s'établi à partir de la fin du mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Septembre et qui dure 04 mois.

2. Enquête entomologique

Durant la période de juillet 2019 à juin 2020 nous avons installé 510 pièges au niveau des cinq stations d'étude citées précédemment. Ces pièges nous ont permis de capturer 1710 phlébotomes.

2.1. Répartition des phlébotomes par sexe

L'ensemble des phlébotomes adultes capturés ont subis une séparation de sexe qui est basée principalement sur le génitalia. Chez le mâle, l'armature génitale très développée est allongée (**Figure 30B**), tandis que chez les femelles est simple, rudimentaire et plutôt interne (**Figure 30A**). Les résultats de cette ségrégation sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

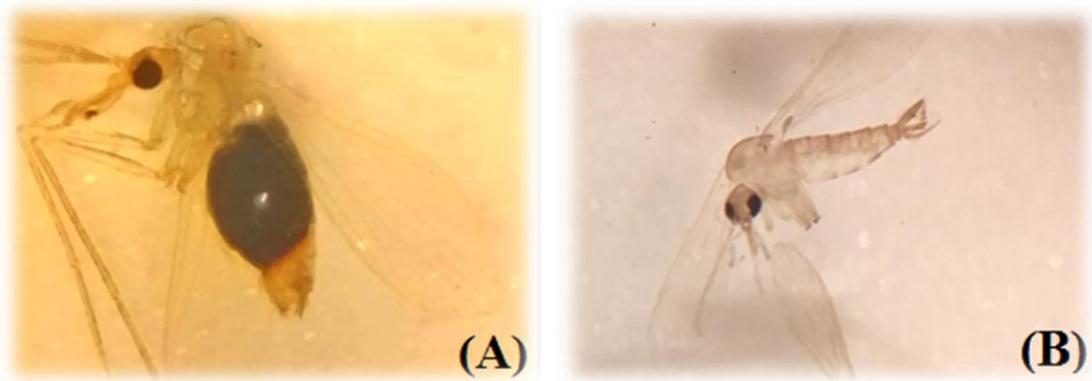


Figure 30. Phlébotomes adultes, (A). Femelle gorgée de sang, (B). Mâle, observés sous loupe binoculaire (Photos personnelles).

Les résultats de la composition des spécimens selon le sexe, pour l'ensemble des stations, sont présentés dans le **tableau 10**.

Tableau 10. Nombre de phlébotomes capturés, identifiés par sexe (M, F) et par station.
M : mâles, F : femelles, * Non identifiés

Localités	Station	Nombre M	Nombre F	Nombre indéterminés	Total
Mekla	Akerrou	392	136	107	635
	Hadjadj	478	148	139	765
Ouaguenoun	Imkechrene	54	20	0	74
Tizi Ouzou	Redjaouna	169	15*	4	188
Azeffoun	Tifrit	26	5	17	48
Total		1119	324	267	1710

On peut remarquer que le sex-ratio est en faveur des mâles pour toutes les stations, ainsi sur la totalité des phlébotomes capturés, le nombre de mâles est quasiment le triple de celui des femelles avec 1119 individus mâles contre seulement 324 femelles soit 77,55% pour les mâles contre 22,45% pour les femelles (**Figure 31**).

Nos résultats concordent avec ceux de Mouloua (2014) et Frahtia-Benotmane (2015) à Tizi-Ouzou et Constantine, respectivement.

Cette différence de nombre des mâles et femelles pourrait être expliquée par le fait que les femelles meurent le plus souvent d'épuisement lors de la ponte des œufs. Dans les conditions du laboratoire, presque 90 % d'entre elles périssent dès la première oviposition. Dans les conditions naturelles, le pourcentage des femelles passant par de nouveaux cycles gonotrophiques varie de manière assez sensible. Apparemment, elles meurent en grand nombre, dans les conditions naturelles également, au cours de la première ponte et des pontes suivantes (Dolmatova et Demina, 1971).

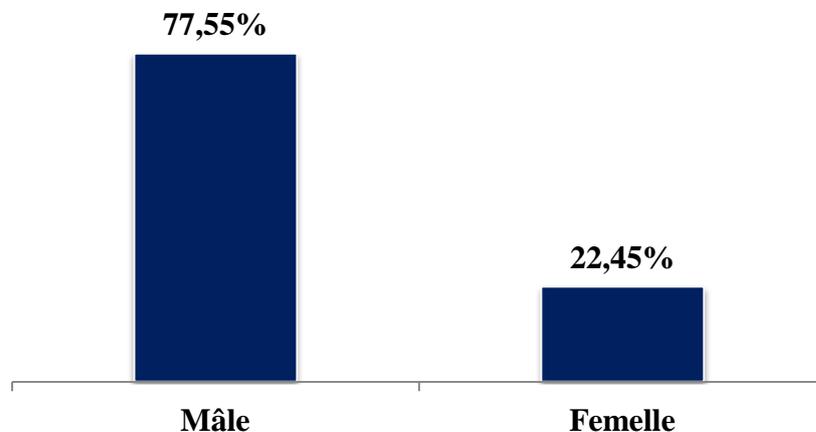


Figure 31. Répartition des phlébotomes par sexe.

2.2. Identification morphologique des espèces capturées

L'étude microscopique des spécimens basée sur l'observation des morphologies externes et internes des phlébotomes adultes, nous a donné lieu d'identifier plusieurs espèces appartenant aux deux genres : *Phlebotomus* et *Sergentomyia*.

2.2.1. *Phlebotomus* (Rondani 1843)

Ce genre est identifié selon les critères suivants :

- Soies des tergites abdominaux II et VI uniformément dressées.
- Armature buccale absente ou rudimentaire (Cibarium inerme) sans tache pigmentée.
- Style porteur de quatre ou cinq épines insérées à des niveaux différents et dépourvu de soie caduque.
- Coxite portant des soies longues sur la surface ventrale ou sur le lobe basal.
- Spermathèque annelée ou incomplètement segmentée.

2.2.2.1. *Phlebotomus (Larrousius) longicuspis* (Nitzulescu, 1930)

❖ Le mâle

- La valve pénienne est incurvée à son extrémité (**Figure 32A**) et possède 18 à 31 soies au niveau du coxite (Benallal *et al.*, 2017).
- Le style qui est composé de 5 épines bien développées, dont 2 terminales et 3 situées à peu près au même niveau vers le milieu du segment (**Figure 32C**).

❖ La femelle

Le corps de la spermathèque comporte 10 à 12 segments. Le processus terminal présente un cou grêle dont le diamètre diminue progressivement de la base à l'extrémité distale et une petite tête arrondie.

Au conduit strié de la spermathèque est annexé en dérivation un bulbe sub-terminal légèrement bilobé, à parois épaisses, délimitant des loges internes, qui s'ouvre largement dans le conduit jusqu'à l'abouchement avec l'atrium génital (**Figure 32B**), si bien qu'il est difficile de dire si cette formation représente une annexe du conduit ou un diverticule du vagin (Leger *et al.*, 1983).

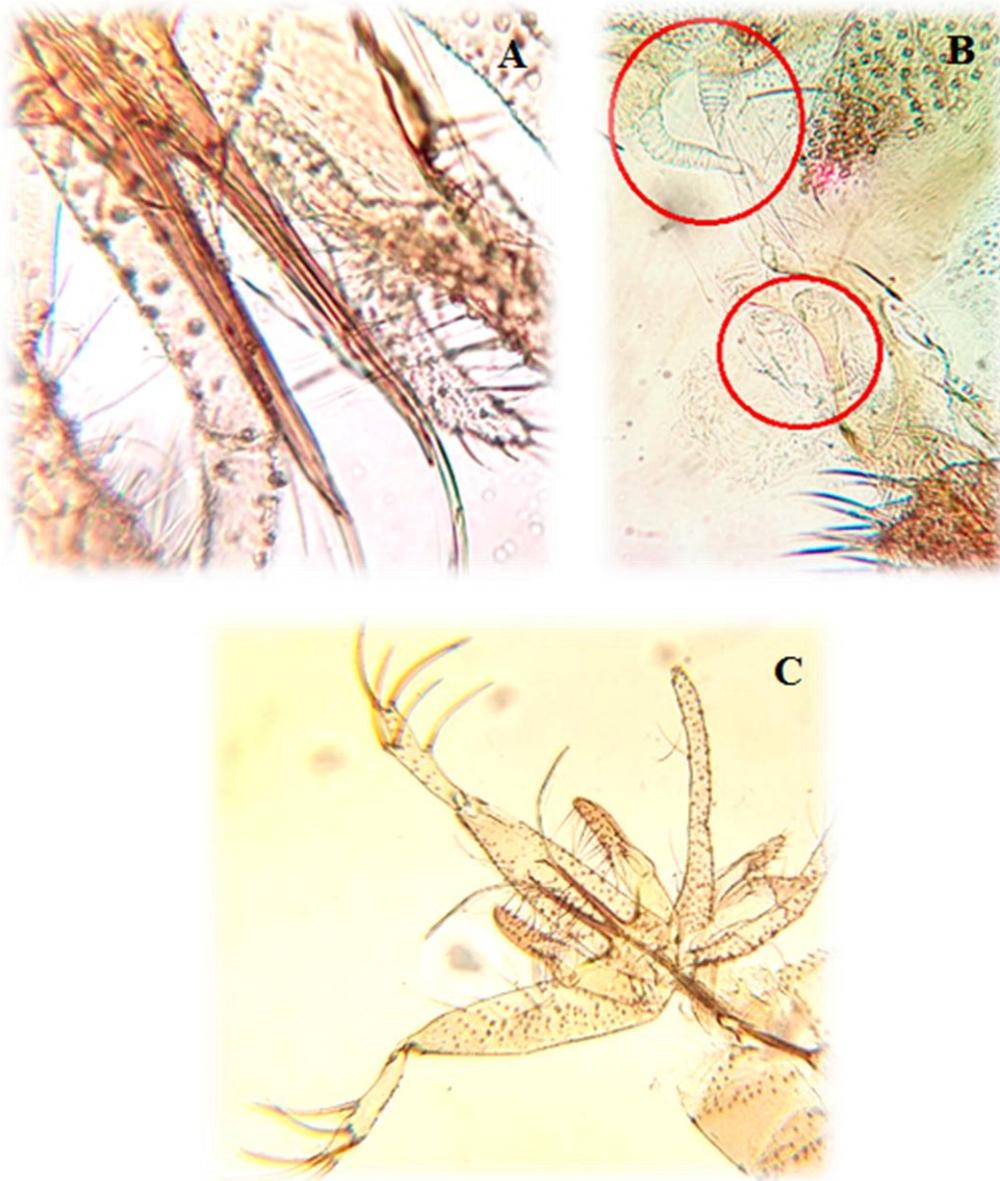


Figure 32. Critères d'identification morphologique de *Phlebotomus longicuspis* : **A.** Valves péniennes ($\times 40$); **B.** Spermathèques et bases ($\times 40$) ; **C.** Genitalia mâle ($\times 10$)
(Photos personnelles).

2.2.2.2. *Phlebotomus (Larrousius) perniciosus* (Newstead, 1911)

❖ Le mâle

- Le style est composé de 5 épines bien développées, dont 2 terminales et 3 situées à peu près au même niveau vers le milieu du segment (**Figure 33A**).

- Les mâles de *Phlebotomus perniciosus* typique sont identifiés par des valves péniennes bifurquées à extrémités pointues. Alors, la fourche terminale des valves est très polymorphe à pointes égales ou inégale (**Figure 33 B, C, D, F**).
- Ils peuvent parfois présenter formes atypiques avec des valves à pointe unique et par conséquent être facilement confondue avec *Phlebotomus longicuspis* qui possède un édéage à extrémité simple (**Figure 33E**) effilée plus ou moins incurvée (Benallal *et al.*, 2017 ; Berchi *et al.*, 2007).

❖ La femelle

- Le corps de la spermathèque est composé de 7 à 12 anneaux. Le processus terminal présente un long cou avec une petite tête arrondie à l'extrémité (**Figure 34H**).
- L'aspect de la spermathèque de *Phlebotomus perniciosus*, (corps, processus terminal et conduit) sont identiques a ceux de *Phlebotomus longicuspis*. Le seul caractère différentiel de ces deux espèces a été mis en évidence au niveau de la partie terminale du conduit de la spermathèque ; à savoir le réservoir dont les parois en sont très épaisses et réfringentes, la lumière est étroite, de forme conique, très pointue, s'ouvrant par un orifice circulaire dans la partie sub-terminale du conduit (Leger *et al.*, 1983).



Figure 33. Critères d'identification morphologique de *Phlebotomus perniciosus* :
A. Génitalia mâle ($\times 10$) ; B, C, D, E, F. Fourches terminales polymorphes des valves péniennes ($\times 40$).

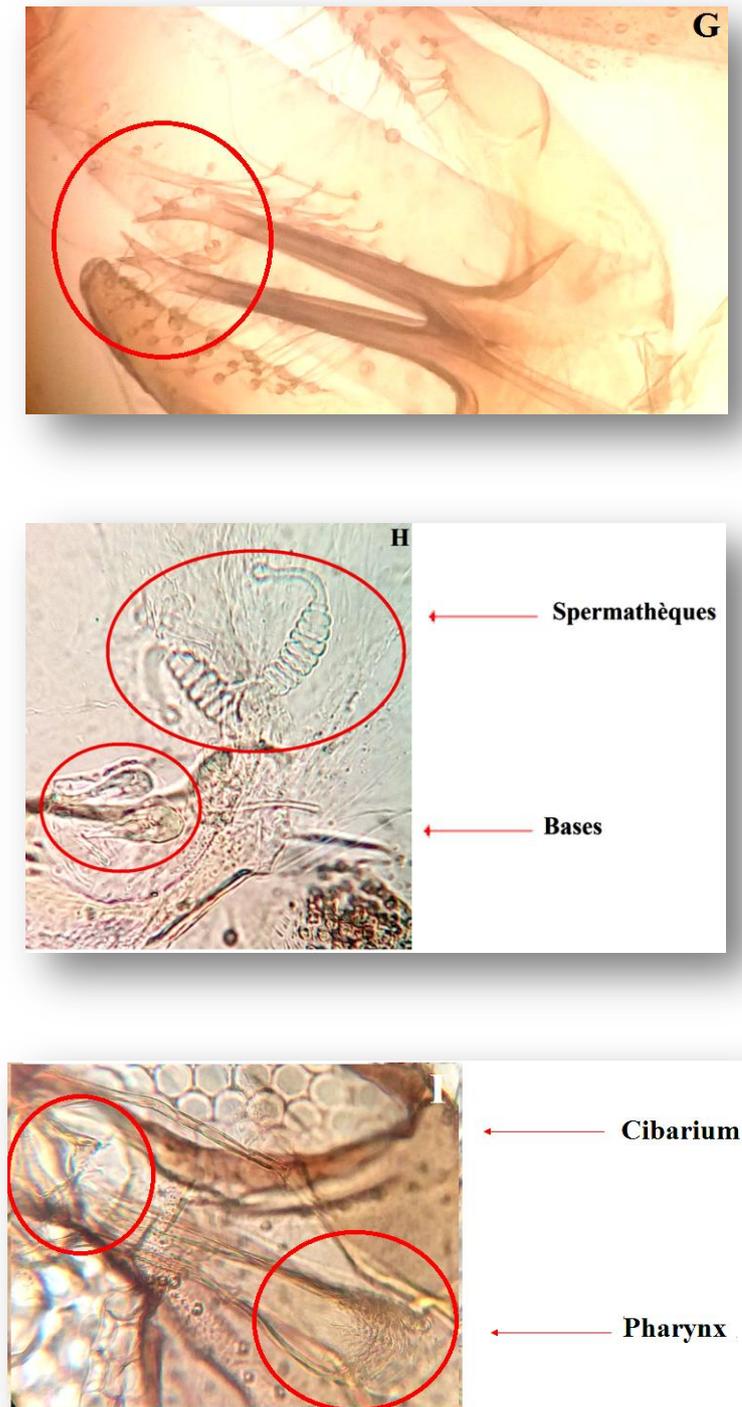


Figure 34. Critères d'identification morphologique de *Phlebotomus perniciosus* : **G.** Malformations : valves péniennes à trois pointes ($\times 40$) ; **H.** Spermathèques et bases ($\times 40$) ; **I.** Cibarium et pharynx ($\times 40$) (Photos personnelles).

2.2.2.3. *Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi* (Parrot, 1930)**❖ Le mâle**

- Le style est composé de 5 épines bien développées, dont 2 terminales et 3 situées à peu près au même niveau vers le milieu du segment.
- Valve pénienne à pavillon large, à extrémité distale spatulée, hyaline, taillée en biseau.

❖ La femelle

- Le corps de la spermathèque, qui comporte une quinzaine d'anneaux, porte un processus terminal grêle avec un cou rétréci à la partie distale et une petite tête plutôt ovale (**Figure 35**).
- Le conduit de la spermathèque est strié. Il débouche dans une grande poche asymétrique, aux parois épaisses et fripées. Les deux poches, indépendantes l'une de l'autre, s'ouvrent côte à côte dans l'atrium génital, par de larges orifices.

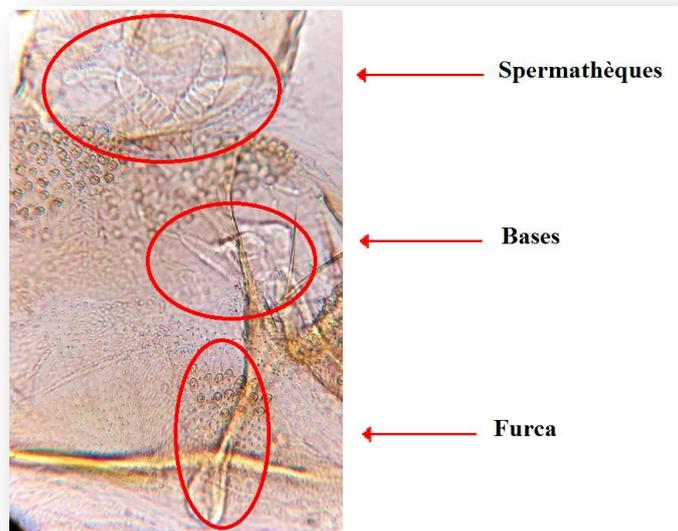


Figure 35. Génitalia femelle de *Phlebotomus perfiliewi* (×40) (Photos personnelles).

2.2.2.4. *Phlebotomus (Larrousius) ariasi* (Tonnoir, 1921)

❖ Le mâle

- Le style est composé de 5 épines bien développées, dont 2 terminales et 3 situées à peu près au même niveau vers le milieu du segment.
- Pénis allongé et renflé en battant de cloche (**Figure 36**).

❖ Femelle

- Le conduit de la spermathèque est lisse, dilaté et fusiforme dans sa partie terminale aboutissant directement dans l'atrium génital. La paroi du conduit fait apparaître une structure gaufrée. Le réservoir est constitué de 10 à 14 anneaux. Le cou est court et trapu.

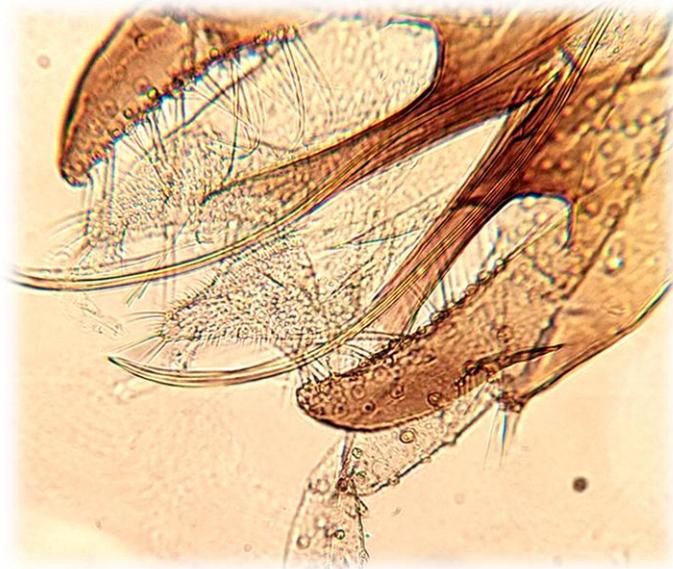


Figure 36. Valves copulatrices de *Phlebotomus ariasi* (Photos personnelles).

2.2.2.5. *Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi* (Scopoli, 1786)

❖ Le mâle

- Phlébotome de grande taille jusqu'à 3 mm.
- Génitalia très développés (**Figure 37A**).
- Style long et grêle portant cinq épines courtes dont trois terminales et deux disposées sur le tiers distal (**Figure 37A**).

- Le coxite montre à l'apex une touffe de 12 soies longues et, bien différenciées, et à sa partie basale un petit tubercule donnant insertion à quelques soies courtes (**Figure 37A**).
- Lobe latéral terminé par deux courtes épines.
- Valve pénienne en forme conique et mousse à son extrémité (**Figure 37B**).

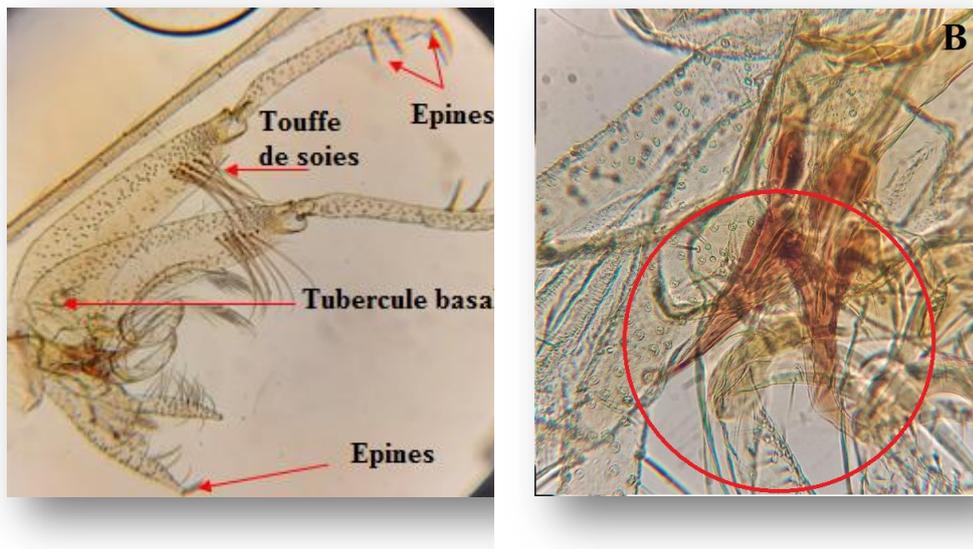


Figure 37. Critères d'identifications morphologiques de *Phlebotomus papatasi*:
 A. Genitalia mâle (×10) ; B. Valves pénienne (×40) (Photos personnelles).

2.2.2.6. *Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti* (Parrot, 1934)

❖ La femelle

- Anneau terminal de la spermathèque plus grand que les autres.
- Spermathèque de cinq à huit anneaux.

2.2.2.7. *Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* (Parrot, 1917)

❖ Le mâle

- Le style est court et trapus, porte 4 épines dont une terminale et, trois autres insérées à des niveaux différents (**Figure 38A**).
- La valve pénienne en cône court à l'extrémité mousse et légèrement recourbé (**Figure 38B**).
- Le lobe basal de taille moyenne peu élargi à l'apex à soies courtes (**Figure 38B**).
- Le lobe latéral est plus long que le coxite.

❖ La femelle

- Spermathèques annelées, portant de trois à sept anneaux dont le terminal est dilaté et sans col (Figure 38C).
- Le pharynx (Figure 38D) postérieur présente une armature occupant moins d'un quart de la surface pharyngienne et il est formé de fortes écailles.

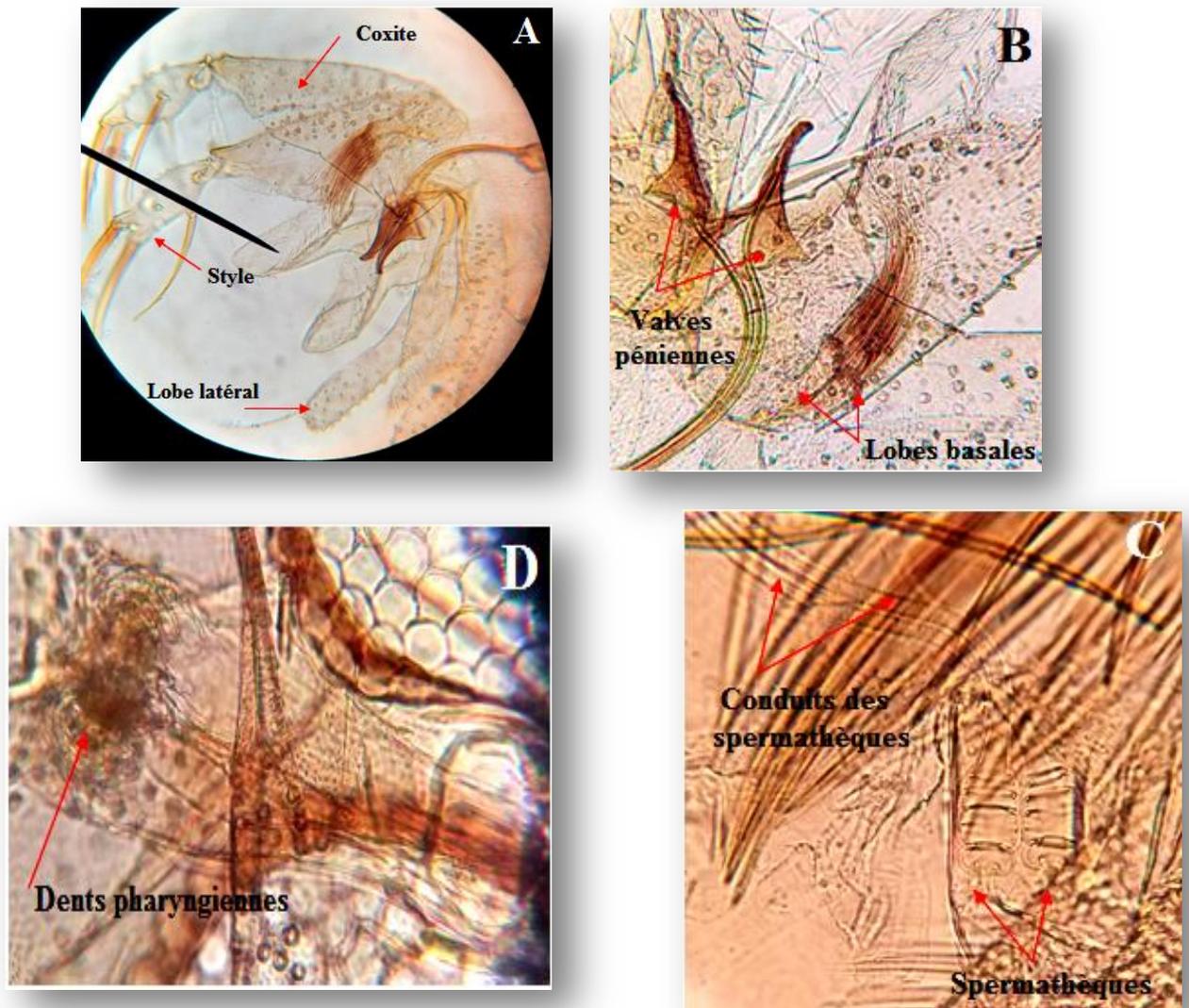


Figure 38. Critères d'identifications morphologiques de *Phlebotomus sergenti*: A. Génitalia mâle (×40); B. Valves péniennes et lobes basales (×40); C. Spermathèques (×40); D. Pharynx (×40) (Photos personnelles).

2.2.2. Genre *Sergentomyia* (Franca et Parrot, 1920)

Ce genre est identifié selon les critères suivants :

- Soies des tergites abdominaux II et VI uniformément couchées.
- Le cibarium armé avec une plage pigmentée plus ou moins développée.
- Les spermathèques annelées, segmentées ou tubulaires.
- Les styles porteurs de 4 longues épines et d'une petite soie ventrale non caduque.

2.2.2.1. *Sergentomyia (Sergentomyia) minuta* (Adler et Theodor, 1927)

❖ Le mâle

- Au niveau de la tête (**Figure 39E**) on observe le cibarium armé des dents déposées sur une ligne droite légèrement concave en arrière.
- Le génitalia mâle de *S.minuta* (**Figure 39A**) est caractérisé par une valve pénienne épaisse digitiforme arrondie à l'apex (**Figure 39C**).
- Le style court porte 4 épines terminales groupées et une soie non caduque insérée au niveau du tiers apical (**Figure 39A**).

❖ La femelle

- Chez la femelle de l'espèce l'armature cibariale est très développée .Elle est sous forme d'une rangée transversale régulière de 70 à 90 dents quadrangulaires, sur lesquelles se surimpose une plaque pigmentée ovalaire à grand axe transversal (**Figure 39G**).
- Le pharynx (**Figure 39F**) porte de très fins denticules acérés.
- Les spermathèques sont lisses et sans réservoir différencié (**Figure 39D**).

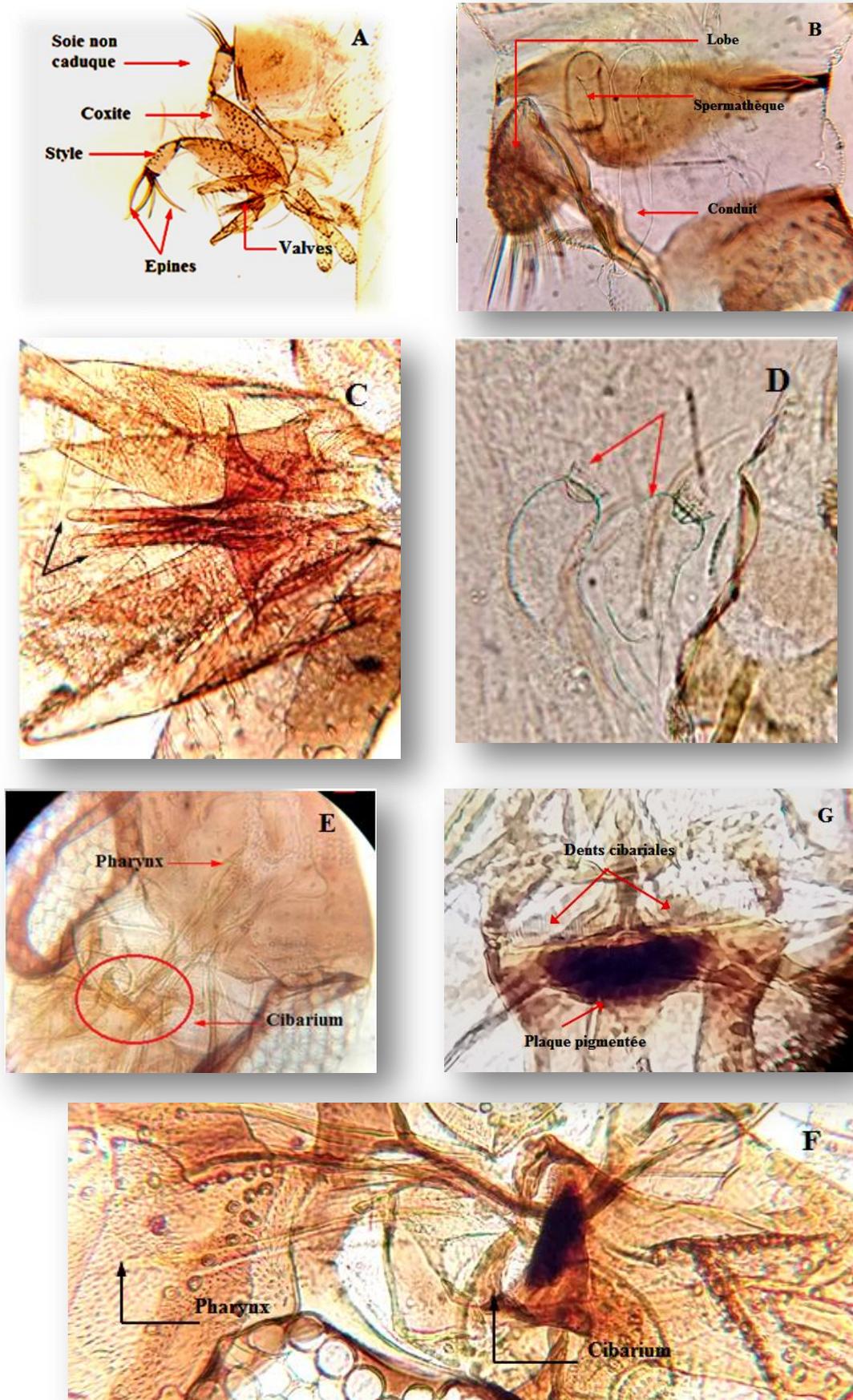


Figure 39. Critères d'identifications morphologiques de *Sergentomyia minuta*: **A.** Génitalia mâle ($\times 10$); **B.** Valves péniennes ($\times 40$); **C.** Génitalia femelle ($\times 40$); **D.** Spermathèques ($\times 40$); **E.** Tête de mâle ($\times 40$); **F.** Pharynx et cibarium femelle ($\times 40$);

G. Cibarium femelle ($\times 40$) (Photos personnelles).

2.2.2.2. *Sergentomyia (Sergentomyia) antennata* (Newstead, 1912)

❖ Le mâle

- L'armature génitale est proche de celle de *Sergentomyia minuta* (Figure 40B).
- Le style trapu porte 4 épines apicales et une soie antérieure grêle insérée vers le point d'union.
- La valve pénienne digitiforme est renflée vers l'extrémité distale.
- Le cibarium porte une rangée irrégulière de 12-18 dents plus ou moins fortes, de morphologie très variable. Un peu en avant, une deuxième rangée, aussi irrégulière que la première porte de petits denticules parfois peu visibles. La plage pigmentée est circulaire avec le bord postérieur le plus souvent sinueux, ou d'aspect déchiqueté (Figure 40C).
- Le pharynx présente dans sa partie postérieure des denticules assez forts (Figure 40A).

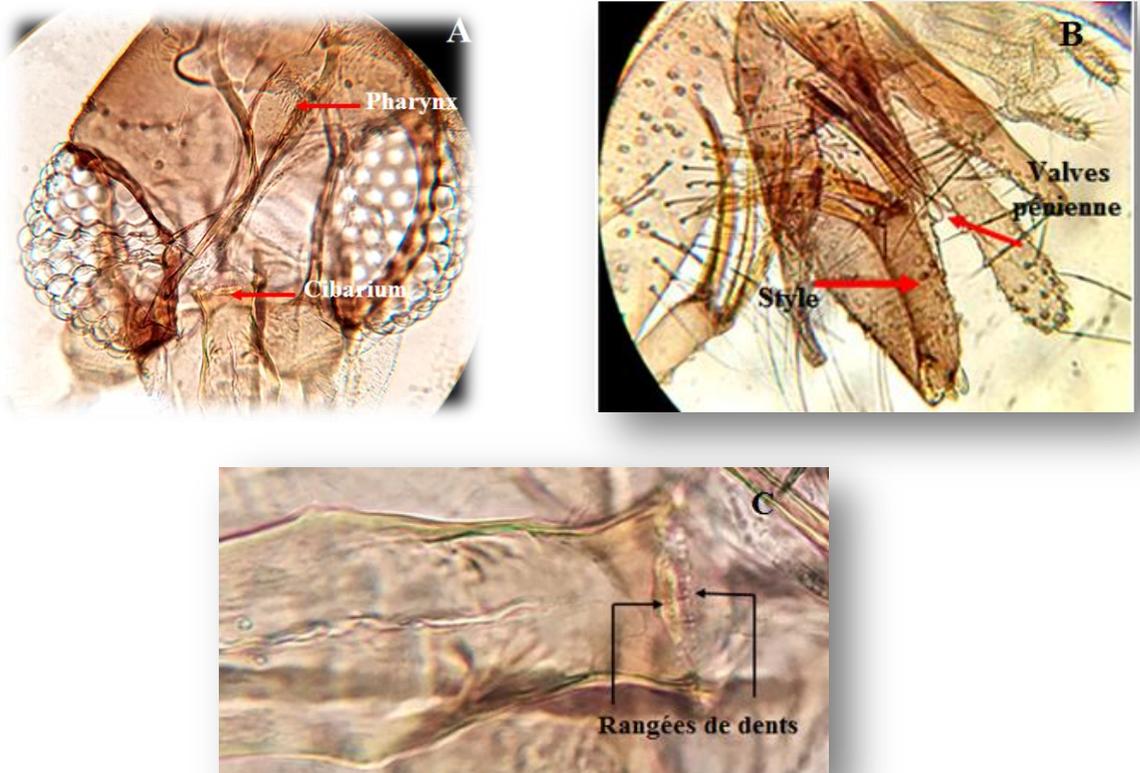


Figure 40. Critères d'identifications morphologiques de *Sergentomyia antennata*: **A.** Tête (×40); **B.** Valves pénienne (×40) ; **C.** Cibarium (×40) (Photos personnelles).

2.2.2.3. *Sergentomyia (Sergentomyia) fallax* (Parrot, 1921)

❖ Le mâle

- Le style typiquement long et fin, porte 4 épines terminales et une soie interne insérée tous près des épines.
- La valve pénienne digitiforme, est légèrement renflée vers l'extrémité distale et un peut courte que la valve de *Sergentomyia antennata* (**Figure 41A**).
- Le cibarium armé possède 15 à 18 dents aiguës, les médianes sont un peu plus courts et disposées suivant un arc de cercle (**Figure 41B**).
- Le pharynx présente de nombreux replis obliques d'avant en arrière avec de fines ponctuations peu nombreuses de l'extérieur vers l'intérieur.

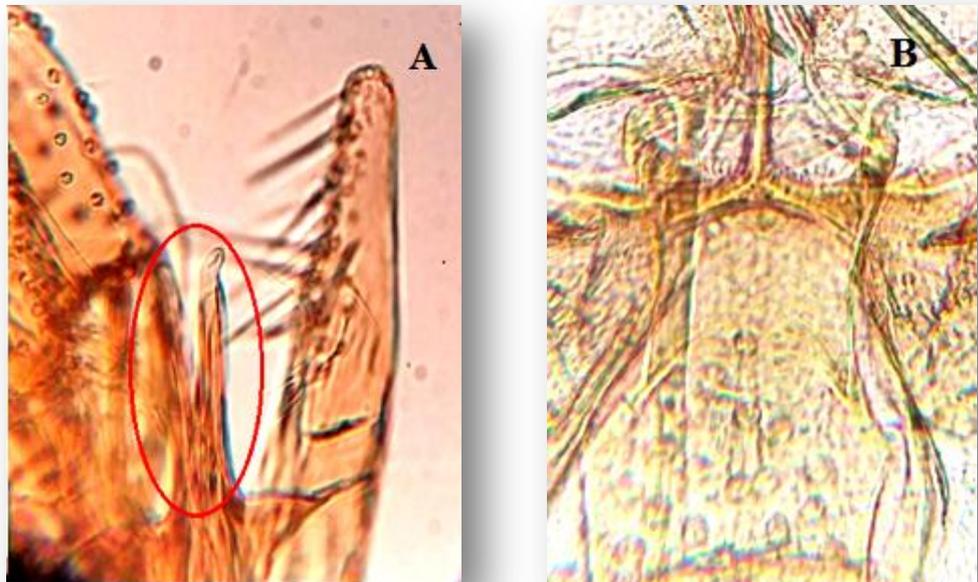


Figure 41. Critères d'identifications morphologiques de *Sergentomyia fallax*: **A.** Valves pénienues (×40) ; **B.** Cibarium (×40) (Photos personnelles).

3. Analyses écologiques

3.1. Abondance des phlébotomes par genre, sous-genre et espèces

L'analyse systématique des phlébotomes, vecteurs principales de leishmaniose, dans la région de Tizi-Ouzou a fait ressortir dix espèces appartenant aux deux genres *Phlebotomus* et *Sergentomyia*. Les espèces identifiées (**Tableau 11**) font partis de la liste des 24 espèces de phlébotomes recensées et connues en l'Algérie (Dedet et *al.*, 1984, Berdjane-Brouk et *al.*, 2011a) (**Tableau 11**).

Tableau 11. Genres, sous-genres et espèces identifiés.

Genres	Sous-genres	Espèces	Nombre
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus papatasi</i>	6
		<i>Phlebotomus bergeroti</i>	6
	<i>Paraphlebotomus</i>	<i>Phlebotomus sergenti</i>	61
	<i>Larrousius</i>	<i>Phlebotomus ariasi</i>	3
		<i>Phlebotomus longicuspis</i>	109
		<i>Phlebotomus perfiliewi</i>	10
		<i>Phlebotomus perniciosus</i>	925
<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia antennata</i>	31
		<i>Sergentomyia fallax</i>	62
		<i>Sergentomyia minuta</i>	215

Les prospections entomologiques ont montré la prédominance du genre *Phlebotomus* avec 78,43 % de la population parmi lequel se recrutent la quasi totalité des espèces d'intérêt médical (Dolmatova et Demina, 1971), contre 21,57 % représenté par le genre *Sergentomyia* (Figure 42).

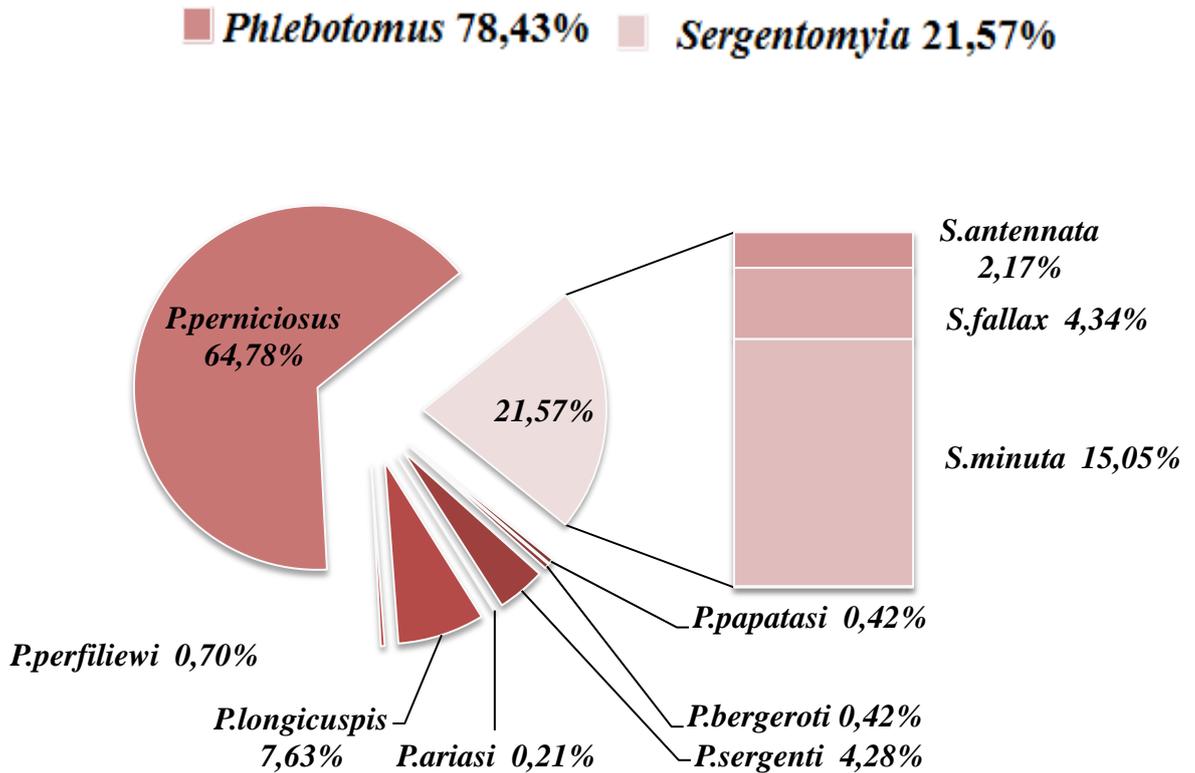


Figure 42. Abondances numériques des genres et d'espèces de Phlébotomes collectés au niveau des stations d'étude.

A propos des sous-genres, la population est dominée par le sous-genre *Larroussi* qui détient 73,31 % de l'effectif, suivie de *Sergentomyia* avec 21,57 % des spécimens. Les sous-genres les moins représentés sont *Paraphlebotomus* avec 4,28 % et *Phlebotomus* avec 0,84 % de la population.

Au sein des dix espèces collectées à Tizi-Ouzou, sept appartiennent au genre *Phlebotomus*, vecteur approuvé de la leishmaniose humaine (Killick-Kendrick, 1990b), parmi ces sept espèces :

Deux font partie au sous-genre *Phlebotomus* (*P. papatasi* et *P. bergeroti*) et une au sous-genre *Paraphlebotomus* (*Phlebotomus sergenti*) qui sont vecteurs de *leishmania major* (Hanafi et al., 1996 ; Killick-Kendrick, 1990b ; Lane et Fritz, 1986). *Phlebotomus sergenti* est confirmé comme vecteur de *L. tropica* au Maroc (Guilvar et al., 1991) et de *L. killicki* en Algérie (Boubidi et al., 2011).

Quatre espèces sont affiliées au sous genre *Larroussius* (*P.ariasi*, *P.longicuspis*, *P.perfiliewi* et *P.perniciosus*). Ces dernières sont, selon Berdjane-Brouke et al. (2012b), Guilvard et al. (1996), Killick-Kendrick., (1990) et Marten-Sanchez et al. (1994) des vecteurs de *L. infantum* dans les pays méditerranéens.

Les trois espèces identifiées dans le genre *Sergentomyia*, sont caractérisés par leur comportement trophique (Dedet et al., 1984).

3.1.1. Evolution temporelle des différentes espèces capturées

a. *P.perniciosus* et *S.minuta*

P.perniciosus, décrite de l'Ile de Malte par R. Newstead en 1911, très répandue en Algérie où elle a été signalée pour la première fois par Sergent (1994), est considéré comme espèce importante du point de vue épidémiologique (Dedet et al., 1984).

Cette espèce, occupe un très vaste territoire géographique englobant les régions médio-européennes et méditerranéennes jusqu'au Sahara (Tassili et Hoggar) (Berchi et al., 2007 ; Rioux et al., 1967).

En Algérie *P.perniciosus* est l'espèce la plus répandue dans le Nord du pays (Littorale et Hauts plateaux) (Bounamous, 2010), avec une répartition essentiellement tellienne et particulièrement constante en grande Kabylie, étage bioclimatique humide et sub-humide, cette région étant endémiques de la leishmaniose viscérale (Dedet et al., 1984 ; Izri et Belazzoug, 2007).

Rossi et al. (2008) montre que cette espèce est inféodée aux types de milieux prospectés due essentiellement à son caractère endophile et anthropozoophile. Ce phlébotome présente une période d'activité entre Mai et Octobre (Belazzoug et al., 1985) Elle est incriminée dans la transmission de la leishmaniose viscérale (Harrat et al., 1995) causée par *L.infantum* dans le bassin méditerranéen et particulièrement en Kabylie (Dedet et al., 1984 ; Izri et al., 1990).

Dans notre étude, la population de *P.perniciosus* est plus abondante que *Sergentomyia minuta* avec des pourcentages respectifs de **64.78%** contre **15,05%**. Ces

résultats concordent avec ceux trouvés lors des études effectuées en été 2009 (Berdjane-Brouke et *al.*, 2011) et durant la période de 2007 à 2010 en Kabylie (Mouloua, 2014) (voir **figure 43**). Par contre, on constate l'inverse lors d'une étude récente réalisée durant la période de 2012 à 2013 en Kabylie (Allal-Ikhlef, 2018),

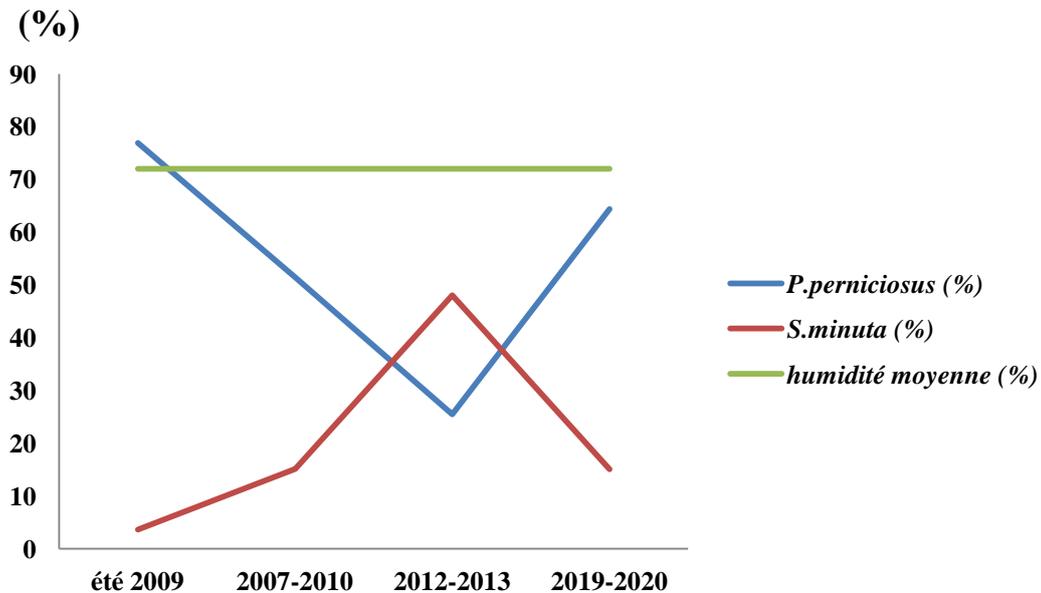


Figure 43. L'évolution de *P. perniciosus* et *S. minuta*.

S. minuta est le phlébotome le plus répandue dans le bassin méditerranéen (Depaquit et *al.*, 2015). Il a été décrit pour la première fois dans la région de Parme en Italie (Belazzoug et *al.*, 1982).

Cette espèce présente des préférences pour les étages subhumide et humide (Bounamous, 2010). Elle est autant figurée lors de l'inventaire réalisé au Nord-Est de l'Algérie (Kabbout, Merzoug et Chenchouni, 2016) représentant ainsi 28,2 % des spécimens.

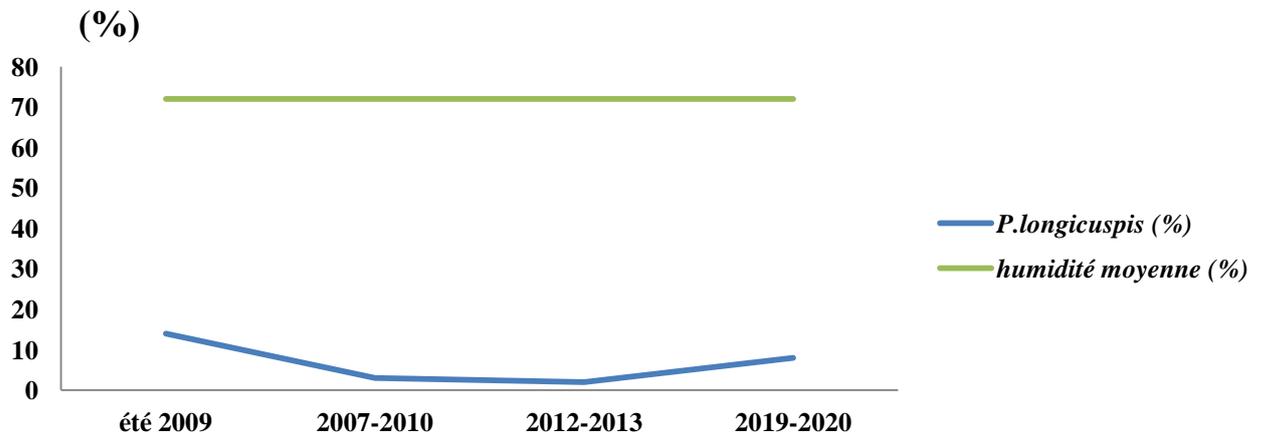
b. P.longicuspis

Figure 44. L'évolution de *P.longicuspis*.

Dans notre démarche d'identification des espèces capturées, **7,63 %** sont des *P.longicuspis*. Sur la **figure 44**, nous constatons que cette espèce a subi une évolution décroissante depuis 2009 jusqu'à 2013 puis une légère progression.

D'après Rioux et *al.*, (1984) et Russo et *al.* (1991), cet insecte est plus fréquent dans les zones bioclimatiques semi-aride, aride et sub-humide. Elle est active de mai à octobre, avec une densité maximale de juin à septembre (Bailly-Choumara et *al.*, 1971).

Elle est signalée dans le Tell algérien, dans les hauts plateaux dans les étages aride et per-aride (Croset et *al.*, 1978). Elle a été signalé pour la première fois en Algérie par Parrot en 1936 (Dedet et *al.*, 1984).

En Algérie, son pouvoir vecteur de leishmaniose viscérale a été prouvé par Parrot, Donatien et Plantureux (1941) (Rioux et *al.*, 1972).

c. P.sergenti

P.sergenti est caractérisée d'une aire de répartition très vaste en Algérie. Cette espèce est signalée aussi bien au Sud du pays dans le Nord de l'Atlas saharien, les steppes présahariennes et au Sahara central. Mais sa densité est en général faible et pratiquement identique du Sud au Nord du pays (Dedet et *al.*, 1984).

Les résultats obtenus durant notre enquête montrent sa présence d'un taux de 4,27%. Cette espèce a subi une évolution décroissante depuis 2009 jusqu'à 2013 puis une progression considérable (Figure 45).

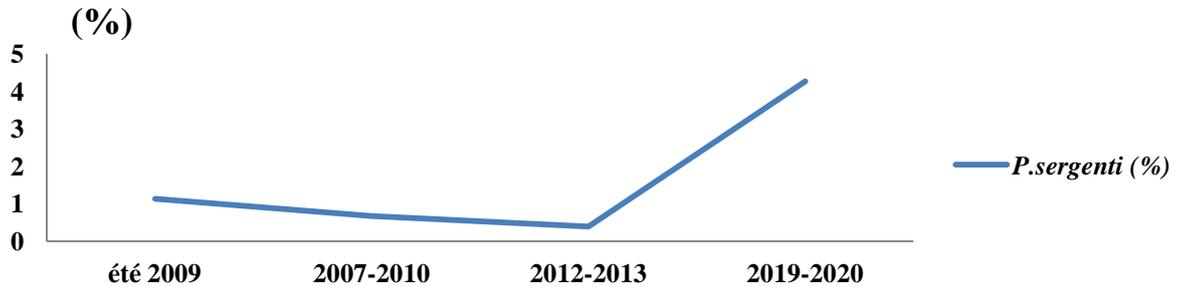


Figure 45. L'évolution de *P. sergenti*.

d. *P. papatasi*, *P. bergeroti*, *P. perfiliewi* et *P. ariasi*

P. papatasi, *P. bergeroti*, *P. perfiliewi* et *P. ariasi* représentaient des taux très faibles qui n'atteignaient pas 1 % (Figure 46, 47) dans le genre *Phlebotomus*, dans notre étude.

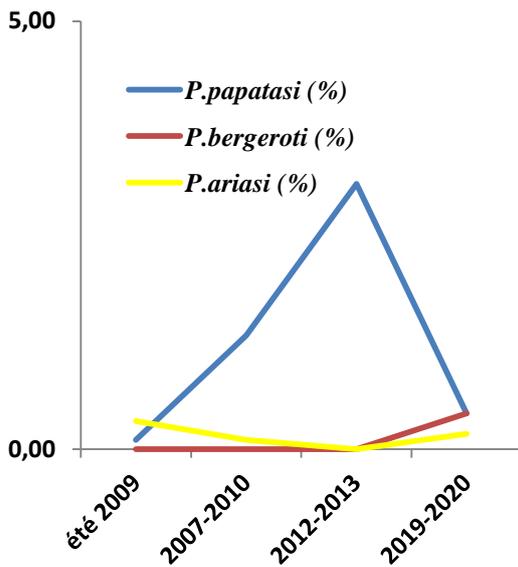


Figure 46. L'évolution de *P. papatasi*, *P. bergeroti* et *P. ariasi*.

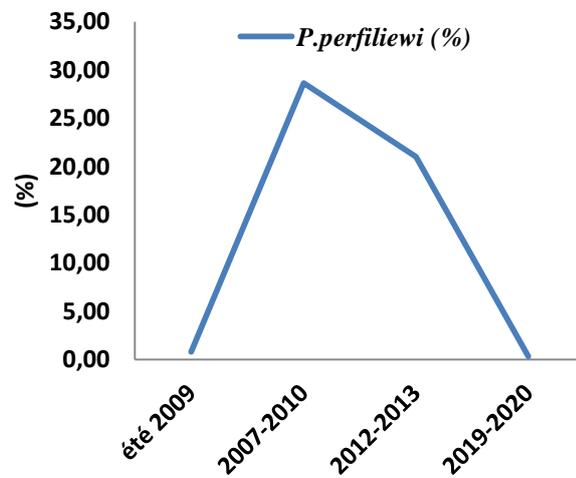


Figure 47. L'évolution de *P. perfiliewi*.

P. papatasi est signalé pour la première fois en Grèce (Athènes) en 1911 (Bounamous, 2010). Cette espèce à répartition mondiale très vaste (Lewis, 1982) est largement répandue sur tout le territoire algérien. Elle est particulièrement abondante dans toute la frange steppique Nord saharienne, mais se rencontre également dans le tell et sur les hauts plateaux avec des taux faibles (Bailly-Choumara et al., 1971; Dedet et al., 1984).

P.papatasi se présente comme une espèce très anthropophile et domestique (Hanafi et al., 2007).

La faible abondance de cette dernière avec **0,42 %** dans nos spécimens contraste avec la densité toujours élevée des populations de cette espèce dans les zones bioclimatiques aride de l'Algérie, où elle représente l'espèce la plus abondante avec 68,4 % et 37,65 %, dans le bassin du Hodna (M'sila) (Cherif, 2014) et dans la région de Biskra (Zeroual, 2015), respectivement. Cette espèce est signalée avec une proche distribution de 0,11 % en Kabylie (Allal-Ikhlef, 2018).

Dans ce présent travail nous avons constaté la présence de *P. bergeroti* avec un taux de **0,42 %**. Cette espèce est plus abondante en étage bioclimatique arides et généralement élevées du nord de l'Afrique (Abonnenc, 1971), elle se trouve en Algérie méditerranéenne (Lane et Fratz, 1986), elle s'étend sur la zone désertique saharo-yéménite, de la Mauritanie à l'Iran (Rioux et al., 1975).

L'enquête a mis en évidence la présence de *P.perfiliewi* avec **0,70 %**. En revanche, elle est largement devancée par la proportion enregistrée chez Moulahem et al. (1998), qui a représentée une prééminence de 75,5 % des captures effectuées dans la région de Constantine.

P.perfiliewi est abondamment ré pondue dans la partie orientale et sud-occidentale de la Méditerranée (Russo et al., 1991). Cette espèce présente une distribution géographique inégale dans les pays de l'Afrique du Nord allant des aires bioclimatiques humides, sub-humides et semi-arides en Algérie (Russo et al., 1991) jusqu'aux partie semi-arides et arides au Maroc (Rioux et al., 1984), et enfin des zones bioclimatiques humides en Tunisie (Ghrab et al., 2006).

P.ariasi nous a offert le taux de présence le plus faible avec 0,21 %.

Sachant que c'est une espèce anthropo-zoophile, pique de préférence le chien (Rioux et al., 1979). Cette espèce a été signalée pour la première fois en Algérie par Parrot en 1936.

Sa répartition géographique en Algérie est essentiellement tellienne, elle paraît inféodée aux étages bioclimatiques humide et subhumide et se rencontre dans les étages de végétation chêne vert-olivier et dans la cédraie. En Grande Kabylie, *P. ariasi* atteint 1400 m d'altitude (Dedet et *al.*, 1984).

Les phlébotomes du genre *Sergentomyia* sont répartis dans tout l'Ancien Monde, les adultes se nourrissent principalement du sang des reptiles (Boussaa et *al.*, 2009).

e. *S.fallax*

S.fallax est identifié dans notre zone d'étude avec un taux de présence de 4,34%.

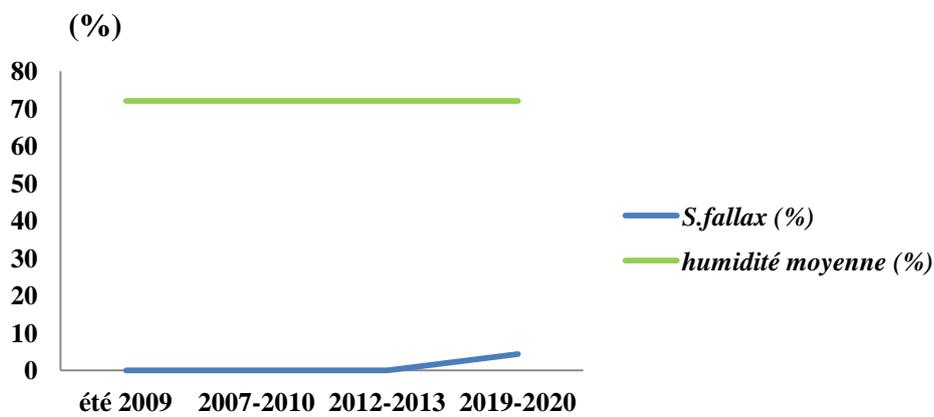


Figure 48. L'évolution de *S.fallax*.

S.fallax se rencontre dans les biotopes sauvages et en pleine ville au niveau des étages bioclimatiques semi-aride et saharien (Dedet et *al.*, 1984).

Selon les études citées dans la **figure 48**, elle n'a jamais été décrite dans la région de Tizi-Ouzou jusqu'à l'année 2019. Par contre, elle a été rapportée par Dedet et ses collaborateurs à Bouira et Béjaïa (Tell) durant la période de 1972 à 1976 lors d'une enquête effectuée sur l'ensemble de l'Algérie (Dedet et *al.*, 1984). Elle est également parmi les espèces les moins représentées à M'Zab-Ghardaïa où elle constitue 3,53 % des phlébotomes capturés (Boukraa et *al.*, 2011) contrairement à l'inventaire de Boussaa et *al.* (2009) au Maroc dans les zones urbaines et rurales où elle est signalée comme espèce omniprésente avec 19,7 %.

f. *S.antennata*

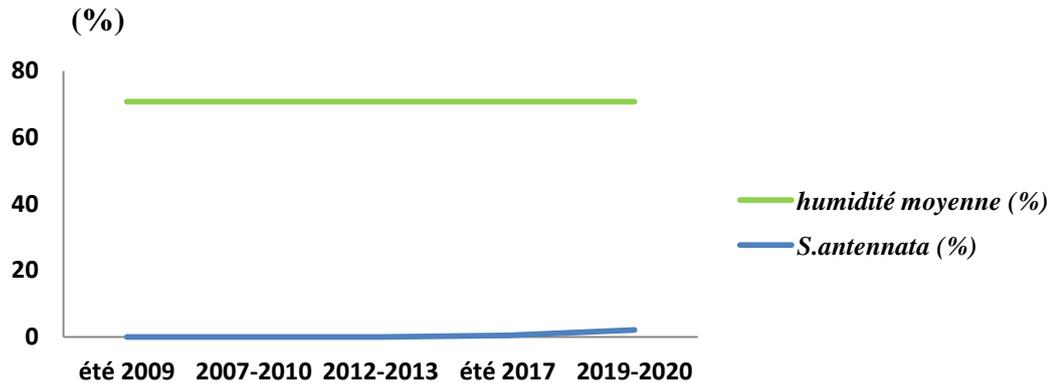


Figure 49. L'évolution de *S. antennata*.

Sergentomyia antennata est représenté avec **2,17 %** dans l'ensemble de nos captures. Ce phlébotome était absent pendant la période de 2009 à 2013 en Kabylie. Néanmoins, on le constate avec un taux de présence de 0,50 % lors des captures réalisées pendant l'été 2017 (Khemmar et Silem, 2017) (**voir figure 49**).

S. antennata a été décrit du Ghana par R. Newstead (1912), et il est distribué du Moyen Orient jusqu'en Afrique (Russo et *al.*, 1991). Sa faible abondance peut s'expliquer par le fait que cette espèce est en dehors de son aire de distribution naturelle, confinée habituellement au Sud.

Elle constitue l'espèce la prédominante dans les étages bioclimatique aride et saharienne, représentant 49,41 % des captures effectuées par entre août et décembre 2008 dans la région du M'Zab-Ghardaïa (Boukraa et *al.*, 2011) et un pourcentage relativement élevé de 79.19 % parmi les phlébotomes capturés en 1972 dans le Sud-marocain (Leger et *al.*, 1974).

3.1.2. Etude spatiale des espèces capturées

a. Abondance relative

C'est dans le massif central que le maximum de phlébotomes a été capturé avec 81,88% de spécimens, par contre au niveau du littoral seulement 2,80 % phlébotomes (**Tableau 12**). Enfin, dans les stations de la vallée de Sébaou nous avons rapporté un taux de 15,32 %.

La répartition des espèces diffère d'un site à l'autre, *P. perniciosus* est l'espèce dominante dans toutes les stations à l'exception de Redjaouna. *P. perniciosus* est retrouvé avec un taux culminant de **92,30 %** au niveau de Hadjadj, la faible abondance de cette espèce est notée au niveau de Redjaouna avec **29,6 %** où elle est devancée par *P.longicuspis* (55,6 %).

P. perniciosus est représenté avec un taux élevé de 90,3 % au littoral dans nos captures, cette espèce a seulement représenté 23,53 % dans cet étage dans l'étude réalisée par Mouloua pendant la période 2007-2010.

On notifie une abondance légèrement élevée de *P.papatasi*, *P.bergeroti*, *P.sergenti*, et *P.perfiliewi* à Imkechrene par rapport aux autres stations. Quant aux espèces *S.fallax* et *S.minuta* ont été assez observé à Akerrou.

Dans la présente étude on démontre une absence totale de *S.minuta* au littoral au moment où elle représentait l'espèce dominante avec 55,88 % durant la période 2007-2010 dans cette zone.

P.longicuspis a été enregistré avec une fréquence maximale au niveau de Redjaouna (**Tableau 12**). Dans une étude sur les phlébotomes marocains faite en 2006, Guernaoui et al., montrent que *P.longicuspis* vit préférentiellement entre 600 et 800 m d'altitude. Ce qui coïncide avec l'altitude de notre station Redjaouna qui est situé à 616 m dans les hauteurs de la région de Tizi-Ouzou.

S.antennata est trouvé avec un taux de présence faiblement élevé au niveau de Redjaouna.

P.longicuspis et *P.sergenti* figurent successivement à Redjaouna et Imkechrene (Vallée de Sébaou) avec **55,6 %** et **18,9 %**, respectivement. Par contre, ont été illustré avec une très faible fréquence de 0,98 % et 0,37 %, respectivement, lors des captures de Mouloua au niveau de cette vallée durant la période de 2007 à 2010.

Au massif, les espèces *P. perniciosus* et *P.perfiliewi* sont inversement représenté dans notre travail par rapport aux captures de Mouloua (2014). Alors, *P. perniciosus* trouvé avec 335 spécimens (23,26 %) dans l'étude de Mouloua (2014), est bien démontré

ici avec **793 (68,65 %)**. Tandis que *P.perfiliewi* recensé avec 18,33 % par Mouloua (2014), est faiblement collecté durant notre enquête avec 0.77 %.

Tableau 12. Répartition des espèces capturées dans les stations étudiées.

N : le nombre d'individus, Ar : l'abondance relative (%) d'espèces.

Espèces	Massif central				Vallée de Sébaou				Littoral		N total	N(%)
	Mekla				Ouaguénoun		Tizi-Ouzou		Azeffoun			
	Akerrou		Hadjadj		Imkechren		Redjaouna		Tifrit Nath El Hadj			
	N	Ar	N	Ar	N	Ar	N	Ar	N	Ar		
<i>P.papatasi</i>	2	0,38	0	0	3	4,05	1	0,59	0	0	6	0,42
<i>P.bergeroti</i>	5	0,94	0	0	1	1,35	0	0	0	0	6	0,42
<i>P.sergenti</i>	44	8,33	1	0,17	14	18,9	1	0,59	1	3,22	61	4,27
<i>P.ariasi</i>	1	0,19	1	0,17	0	0	0	0	1	3,22	3	0,18
<i>P.longicuspis</i>	11	2,09	3	0,49	0	0	94	55,6	1	3,22	109	7,63
<i>P.perfiliewi</i>	2	0,38	7	1,12	1	1,35	0	0	0	0	10	0,35
<i>P.perniciosus</i>	215	40,71	578	92,3	54	73	50	29,6	28	90,3	925	64,73
<i>S.antennata</i>	21	3,98	2	0,32	0	0	8	4,73	0	0	31	2,17
<i>S.fallax</i>	55	10,41	2	0,32	0	0	5	2,95	0	0	62	4,34
<i>S.minuta</i>	172	32,59	32	5,11	1	1,35	10	5,91	0	0	215	15,05
Total	528	36,98	626	43,83	74	5,19	169	11,83	31	2,17	1428	100

b. Densité des phlébotomes

La répartition par densité au niveau de chaque site est présentée sur le **tableau 13**. On constate une répartition irrégulière des densités des phlébotomes dans les différentes stations.

La densité des phlébotomes capturés est très inégale; les plus importantes sont enregistrées dans les stations de la vallée de Sébaou : Imkechrene et Redjaouna avec 74,65 et 64,93 ind /m²/nuit, respectivement, alors qu'elle était moyenne au niveau de Hadjadj (Massif central) et Littoral avec 46 et 50,03 ind /m²/nuit. Enfin, la plus faible est

noté au niveau de la station d'Akerrou avec 28,05 ind /m²/nuit. Ceci est probablement dû aux programmes de lutte utilisés.

Tableau 13. Répartition des densités des espèces capturées dans les stations étudiées.

Etage	Station	Densité	Surface (m ²)	Nuits de piégeage
Macif central	Akerrou	28,05	18,85	7
	Hadjadj	46	13,6017	6
Vallée de Sébaou	Imkechren	74,65	0,9912	1
	Redjaouna	64,93	2,6019	2
Littoral	Tifrit Nath El Hadj	50,03	0,6195	1

c. Occurrence d'espèces de phlébotomes récoltées

Les dix espèces inventoriées sont répertoriées en quatre classes d'occurrence. *P. perniciosus* vecteur de la leishmaniose viscérale humaine à *Leishmania infantum* a été enregistré comme *P. sergenti* dans toutes les stations avec une grande abondance montrant ainsi une large distribution géographique indiquée par une fréquence de **Oc= 100%** et représentant la classe constante.

La classe fréquente est symbolisée par les deux espèces *P. longicuspis* et *S. minuta* avec **Oc= 80%**. Cependant, *P. papatasi*, le principal vecteur de la leishmaniose cutanée a *L. major*, *P. ariasi*, *P. perfiliewi*, *S. antennata* et *S. fallax* présentent une répartition modérée avec **Oc=60%**. Tandis que *P. bergeroti* est distribué rarement avec **Oc=40%** (voir tableau 14).

Tableau 14. Les valeurs et classes d'occurrence des espèces capturées au niveau des stations d'étude.

Espèces	Oc	Classe d'occurrence
<i>P.papatasi</i>	60,00	Modérée
<i>P.bergeroti</i>	40,00	Rare
<i>P.sergenti</i>	100,00	Constante
<i>P.ariasii</i>	60,00	Modérée
<i>P.longicuspis</i>	80,00	Fréquente
<i>P.perfiliewi</i>	60,00	Modérée
<i>P.perniciosus</i>	100,00	Constante
<i>S.antennata</i>	60,00	Modérée
<i>S.fallax</i>	60,00	Modérée
<i>S.minuta</i>	80,00	Fréquente
Nombre de classes		4

d. Richesse spécifique (R_s)

L'inventaire a révélé clairement la présence de dix espèces durant notre étude. Il apparaît ainsi que la richesse spécifique diffère d'une station à une autre ; le peuplement est plus riche avec dix et huit espèces à la station d'Akerrou et Hadjadj, respectivement, suivie de sept au niveau de Redjaouna, six à Imkechrene, et enfin, un dénuement est enregistré à Tifrit Nath El Hadj avec un nombre de 4 (**Tableau 15**). Mouloua (2014) a dénombré 7 espèces en Kabylie, tandis qu'Allal-Ikhlef (2018) a trouvé 8 espèces, seulement. Ces résultats sont apparemment liés au type de milieu échantillonné, ou les conditions climatiques ou encore écologiques.

Tableau 15. Le nombre total d'espèce par station.

(+) : Présence, (-) : Absence.

Espèces	Akerrou	Hadjadj	Imkechrene	Redjaouna	Tifrit Nath El Hadj
<i>P.papatasi</i>	+	-	+	+	-
<i>P.bergeroti</i>	+	-	+	-	-
<i>P.sergenti</i>	+	+	+	+	+
<i>P.ariasi</i>	+	+	-	-	+
<i>P.longicuspis</i>	+	+	-	+	+
<i>P.perfiliewi</i>	+	+	+	-	-
<i>P.perniciosus</i>	+	+	+	+	+
<i>S.antennata</i>	+	+	-	+	-
<i>S.fallax</i>	+	+	-	+	-
<i>S.minuta</i>	+	+	+	+	-
Total	10	8	6	7	4

e. Indices écologique de structure

La dispersion des indices de diversité et la régularité des espèces de phlébotomes montrent que le spectre faunistique est inégalement attribué dans les cinq stations d'étude.

L'indice de Shannon dévoile une forte diversité des espèces dans les stations d'Akerrou, Redjaouna et Imkechrene dont une codominance des espèces est clairement présente (**Tableau 16**), confirmé par le coefficient d'équitabilité qui varie entre 0.47 et 0.64.

Cependant qu'une faible hétérogénéité est décrite avec une valeur qui est très proche de 0 dans les deux stations qui restent Hadjadj et Tifrit ; une seule espèce est dominante (*P.perniciosus*).

Tableau 16. La distribution spatiale des indices de diversité et la régularité des espèces de phlébotomes récoltées dans les stations d'étude.

Station	H'	E	Rs	H' max	Espèces dominantes
Akerrou	2,13	0,64	10	3,32	<i>P. perniciosus</i> (40,6%), <i>S. minuta</i> (32,5%)
Hadjadj	0,51	0,17	8	3,00	<i>P. perniciosus</i> (92,3%)
Imkechrene	1,22	0,47	6	2,58	<i>P. perniciosus</i> (73%), <i>P. sergenti</i> (18,90%)
Redjaouna	1,67	0,60	7	2,80	<i>P. longicuspis</i> (55,60%), <i>P. perniciosus</i> (29,60%)
Tifrit	0,61	0,31	4	2,00	<i>P. perniciosus</i> (90,30%)

3.3. La répartition temporelle des phlébotomes (Etude de la dynamique saisonnière)

L'étude de la dynamique saisonnière au niveau de la station d'Akerrou (Mekla) nous a permis de dénombrer un total de 635 phlébotomes durant la période d'étude qui s'étale de juillet 2019 jusqu'à juin 2020. Cette dernière a été réalisée au cours de deux périodes distinctes, une période chaude et sèche ainsi qu'une période humide tempérée.

La saisonnalité de la faune phlébotomienne dans la station d'Akerrou a été examinée et le résultat a montré qu'ils sont actifs seulement durant la saison sèche et chaude qui s'étale de début Juillet à fin Septembre (**Figure 50**).

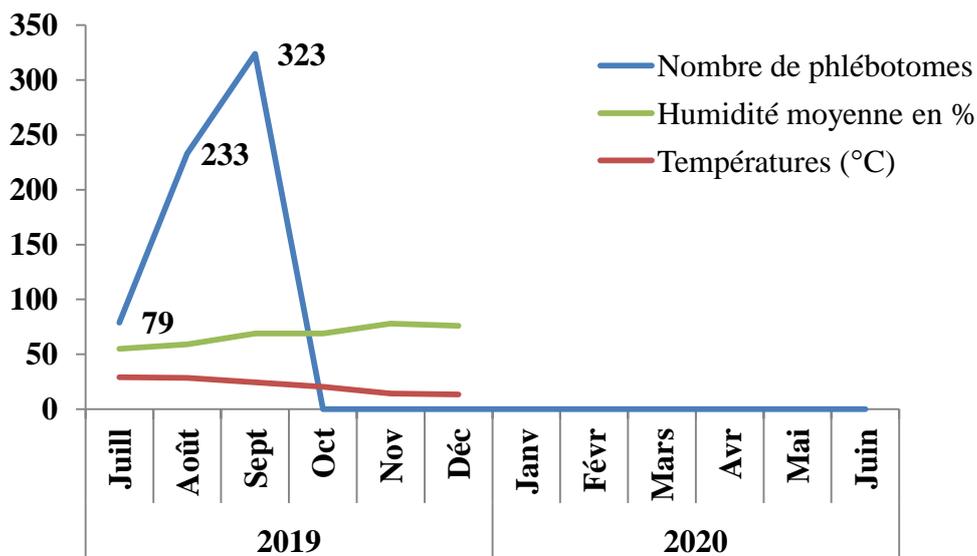


Figure 50. Répartition temporelle des phlébotomes au niveau d'Akerrou durant la période de juillet 2019 à juin 2020.

On constate une abondance majoritaire de 50,86 % durant le mois de septembre, qui est marqué comme semi-aride selon la typologie de Rivas-Martinez¹. Cette abondance est suivie d'un taux de présence de 36,70 % en mois d'août, par contre pendant le mois de juillet seulement 12,44 % sont capturés, ces deux mois sont indiqués comme mois hyper-aride. Cependant, aucun phlébotome n'est signalé durant les autres mois de l'année.

Dans les pays tempérés où l'hiver est rigoureux les adultes disparaissent et seules les larves hibernantes issues du IV^e stade, assurent, grâce à une diapause hivernale la pérennité de l'espèce, puis ils apparaissent l'été (Abonnenc, 1972).

Le développement des larves terricoles des phlébotomes exigent une température voisine de 28 °C et un degré d'humidité voisin de la saturation (Abonnenc, 1972).

La période d'activité des phlébotomes adultes en région méditerranéenne est déterminée entre le mois de mai et septembre (Dedet et *al.*, 1984).

Dans notre étude l'activité saisonnière des phlébotomes capturés s'étendaient de juillet à fin septembre avec un pic en septembre. Par conséquent, on remarque un intervalle différent de période d'activité de ces insectes dans notre région d'étude vu leur absence en mai et juin.

¹ Cf. supra p.

CONCLUSION

Cette étude nous a permis de mettre en évidence des changements interspécifiques et intraspécifiques sur la répartition spatio-temporelle des phlébotomes. Une différence dans la répartition spatiale et temporelle des espèces de phlébotomes et leurs abondances relatives, ainsi un écart de période d'activité saisonnière des phlébotomes a été constaté.

Au cours de cette étude, nous avons capturés dix espèces : sept appartenant au genre *Phlebotomus* et trois au genre *Sergentomyia*. Nous avons constaté une dynamique croissante de 2009 jusqu'à 2013 suivie d'une décline à partir de 2013 à 2020 pour les trois espèces : *S.minuta*, *P.papatasi* et *P.perfiliewi*. Par contre *P.perniciosus*, *P.longicuspis*, *P.sergenti* et *P.ariasii* ont présenté une évolution décroissante durant la période de 2009 à 2013, à partir de cette dernière, on remarque que ces espèces présentent une nette croissance. Nous avons d'autre part remarqué une évolution homologue pour les espèces : *S.antennata* et *P.bergeroti*. *S.fallax* est décrite pour la première fois dans la région de Tizi-Ouzou par rapport aux études citées précédemment malgré son appartenance aux étages semi-aride et saharien, ceci est probablement du soit au trafic ou changements climatiques (**voir annexe I**).

Ces résultats dévoilent l'instabilité des populations de phlébotomes au cours de temps dans la région de Tizi-Ouzou, due soit aux biotopes prospectés, ou aux changements environnementales, climatiques soit aux programmes de luttés élaborés.

Enfin, cette analyse montre l'importance du suivi des populations de vecteurs dans le temps pour comprendre l'évolution de ces populations et la nécessité de mettre en place un programme de surveillance des phlébotomes. Il est plus qu'urgent d'élaborer une nouvelle stratégie de lutte pour endiguer la prolifération de ces vecteurs.

PERSPECTIVES

Nous avons, à travers cette étude, tirer un certain nombre de perspectives :

- Il serait particulièrement intéressant de rechercher et d'identifier les leishmanies par dissection des femelles par la technique PCR.
- Nous souhaitons que notre travail ne soit pas confinée uniquement dans le cadre de recherche universitaire et qu'il soit exploiter par la direction de santé et de prévention de la wilaya ainsi que la collectivité local afin d'organiser des programme de lutte anti vectoriel.
- Le suivi des populations de phlébotomes dans le temps pour comprendre l'évolution de ces populations.
- Il est nécessaire de faire une autre étude sur un nombre maximum de stations dans la région de Tizi-Ouzou pour confirmer les causes de présences des espèces sahariennes au niveau du nord, les changements de répartition des espèces et la dynamique saisonnière des phlébotomes.

Annexe I

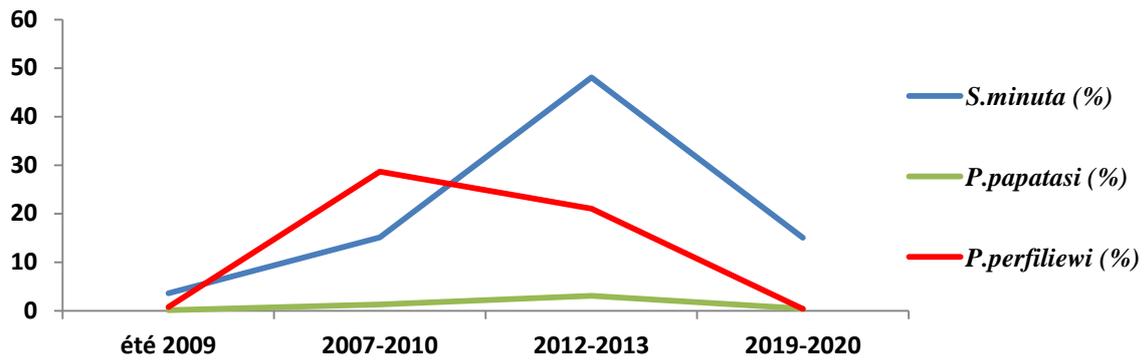


Figure. Evolution de *S.minuta*, *P.papatasi* et *P.perfiliewi*.

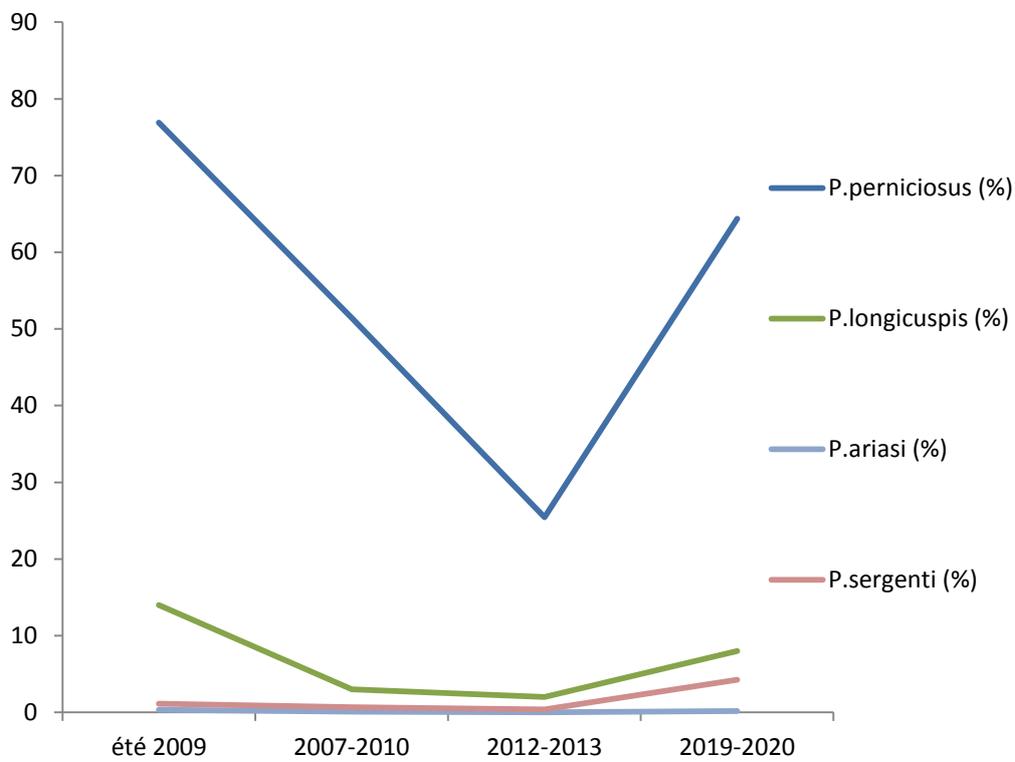


Figure. Evolution de *P.perniciosus*, *longicuspis*, *P.sergenti* et *P.ariasi*.

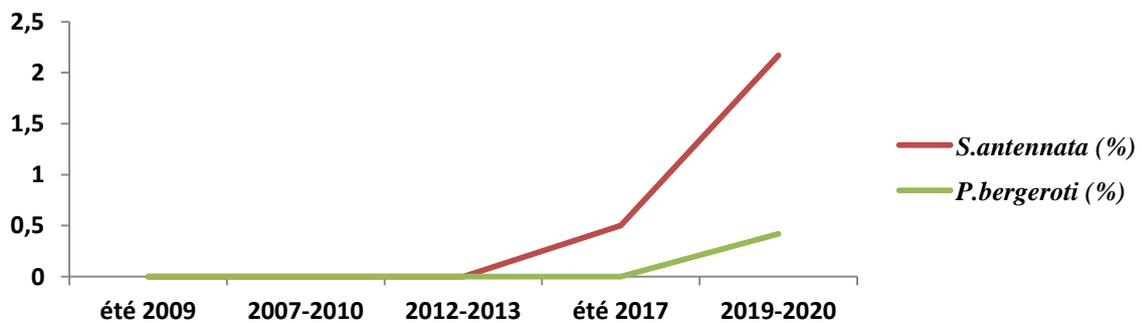


Figure. Evolution de *S.antennata* et *P.bergeroti*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abonnenc, E. et Leger, N. (1976). Sur Une Classification Rationnelle Des Diptères Phlebotomidae. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol*, XIV (1), 69-78.

Abonnenc, E. Les Phlébotomes de la région éthiopienne. N° 55. Paris: ORSTOM ; 1972, 289 p.

Adler, S. et Theodor, O. (1957). Transmission of Disease Agents by Phlebotomine Sand Flies. *Annual Review of Entomology*, 2, 203-226.

Allal-Ikhelef, A.B. contribution à l'étude du rôle vecteur les phlébotomes dans un foyer à leishmanioses à Draa El Mizan (Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat en sciences biologie : parasitologie. Université Oran 1 ; 2018, 159 p.

ANDI. (2013). Wilaya de Tizi-Ouzou.

Ashford R.W. 2000. The leishmaniasis as emerging zoonoses. *International Journal for Parasitology*. **30**: 1269-1281.

Aubry, P. Gaüzère, B.A. (2020). Leishmanioses. Centre René Labusquière, Institut de Médecine Tropicale. Université de Bordeaux, France, 12 p.

Bachi, F. (2006). Aspects épidémiologiques et cliniques des leishmanioses en Algérie. *La Lettre de l'Infectiologue – Tome, XXI* (1), 9-15.

Bagnouls, F. et Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de géographie*, 355, 193-220.

Bailly-choumara, H., Abonnenc, E., et Pastre, J. (1971). Contribution à l'étude des Phlébotomes du Maroc (Diptera, Psychodidae). Données faunistiques et écologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, IX (4), 431-460.

Barbault, R. Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution. Paris : Masson ; 1992, 273.

Belazzoug, S., Mahzoul, D., Addadi, K., J. P. Dedet, J.P. et Touami, M. (1982). *Sergentomyia minuta parroti* (adler et théodor, 1927) en Algérie (Diptera, Psychodidae)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Systematique infraspécifique et répartition géographique. *Annales de Parasitologie*, 57(6), 621-630.
- Bellazzoug, S., Addadi, K., Mokrani, T., Hafirassou, N., Hamrioui, B. et Belkaid, M. (1985). La leishmaniose viscérale en Algérie : étude des hospitalisés entre 1975 et 1984. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 65, 329-335.
- Benabadji, N. et Bouazza, M. (2000). Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). *Energ. Ren*, 3, 117-125.
- Benallal, K.E., Benikhlef, R., Garni, R., Gassen, B., Dedet, J.P. et Harrat, Z. (2017). Presence of *Phlebotomus perniciosus* Atypical Form in Algeria. *J Arthropod-Borne Dis*, 11(1), 139–146.
- Benikhlef, R., Harrat, Z., Toudjine, M., Djerbouh, A., Bendali-Braham, S. et Belkaid, M. (2004). Présence De *Leishmania Infantum* Mon-24 Chez Le Chien. *Med Trop*, 64, 381-383.
- Berchi, S., Bounamous, A., Louadi, K. et Pesson, B. (2007). Différenciation morphologique de deux espèces sympatriques : *Phlebotomus perniciosus* Newstead 1911 et *Phlebotomus longicuspis* Nitzulescu 1930 (Diptera : Psychodidae). *Ann. Soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 43 (2) ,201-203.
- Berdjane-Brouk, Z., Charrel, R.N., Bitam, I., Hamrioui, B. et Izri, A. (2011). Record Of *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *Mascittii* Grassi, 1908 and *Phlebotomus* (*Larroussius*) *Chadlii* Rioux, Juminer & Gibily, 1966 Female in Algeria. *Parasite*, 18, 337-339.
- Blondel, J. et Bourlière, F. (1979). La Niche Ecologique, Mythe Ou Réalité ? *Terre Vie, Rev. Ecol.*, 33, 354-374.
- Boubidi, S.C., Benallal, K., Boudrissa, A., Bouiba, L., Bouchareb, B., Garni, R., Bouratbine, A., Ravel, C., Dvorak, V., Votypka, J., Volf, P. et Harrat, Z. (2011). *Phlebotomus sergenti* (Parrot, 1917) identified as *Leishmania killicki* host in Ghardaï'a, south Algeria. *Microbes and Infection*, 13, 691-696.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Boudrissa, A., Cherif, K. Kherrachi, I., Benbetka, S., Bouiba, L., Boubidi, S.C., Benikhlef, R., Arrar, L., Hamrioui, B. et Harrat, Z. (2012). Extension de *Leishmania major* au nord de l'Algérie. *Bull. Soc. Pathol. Exot*, 105, 30-35.

Boukraa S., Boubidi S.C., Zimmer J.Y., Francis F., Haubruge E., Alibenali Lounaci, Z. et Doumandji S. (2011). Surveillance des populations de phlébotomes (Diptera: Psychodidae), vecteurs des agents responsables des leishmanioses dans la région du M'Zab-Ghardaïa (Algérie). *Entomologie faunistique*. 63 (3), 97-101.

Bounamous, A. Biosystematique Et Caracterisation Par La Biologie Moleculaire Des Phlebotomes De L'est Algerien. Thèse de Doctorat en Sciences en Biologie Animale, Option Entomologie. Université Mentouri De Constantine ; 2010, 302 p.

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 de doctorat en Ecologie-Epidémiologie. Université Louis Pasteur Strasbourg I ; 2008, 181 p.

Boussaa, S., Boumezzough, A., Sibold, B., Alves-Pires, C., Morillas Marquez, F., Glasser, N. et Pesson, B. (2009). Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) of the genus *Sergentomyia* in Marrakech region, Morocco. *Parasitol Res*, 104, 1027–1033.

Cherif, K. Etude Eco-Epidemiologique De La Leishmaniose Cutanée Dans Le Bassin Du Hodna (M'sila).Thèse de doctorat en sciences, Option : Biochimie. Université Ferhat Abbas-Sétif 1 ; 2014, 197 p.

Chippaux, A. (2003). Généralités sur arbovirus et arboviroses Overview of arbovirus and arbovirosis. *Médecine et maladies infectieuses*, 33, 377–384.

Croset, H., Rioux, J.A., Maistre, M. et Bayar, N. (1978). Les Phlébotomes de Tunisie (Diptera, Phlebotomidae) Mise au point systématique, chorologique et éthologique. *Annales de Parasitologie*, 53 (6), 711-749.

Daget, PH. (1977). Le bioclimat Méditerranéen: Analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, 34, 87-103.

Dajoz, R. Précis d'écologie. 5^e édition, Paris : BORDAS ; 1985, 505 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dajoz, R. Précis d'écologie. 8^e édition. Paris : Dunod ; 2006, 631 p.
- Dedet, J.P, Addadi, K.et Belazzoug, S. (1984). Les phlébotomes d'Algérie. *Cah. O.R.S.T.O. M.; sér. Ent., méd. et Paradol.*, .XXI-I (2), 99-127.
- Depaquit, J., Hadj-Henni, L., Bounamous, A., Strutz, S., Boussaa, S., Morillas-Marquez, F., Pesson, B., Gállego, M., Delécolle, J.C. Afonso, M.O., Alves-Pires, C., Capela, R.A., Couloux, A. et LéGer, N.(2015). Mitochondrial DNA Intraspecific Variability in *Sergentomyia minuta* (Diptera: Psychodidae). *J. Med. Entomol.*, 52(5) 819–828.
- Dolmatova, A.V. et Demina, N.A. Les phlébotomes (*Phlebotominea*) et les maladies qu'ils transmettent. N° 18. Paris: ORSTOM; 1971, 169 p.
- Eddaikra Laama, N. Etude de la chimiorésistance aux antimoniés chez *Leishmania* en Algérie : Validation des tests in vitro et Développement de marqueurs moléculaires. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, option : Biochimie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ; 2016, 187 p.
- Faurie, C., Ferra, C., Médori, P., Dévaux, J. et Hemptinne, J.L. Ecologie : Approche scientifique et pratique. 6^e édition. Paris : TEC et DOC ; 2011, 506 p.
- Frahtia-Benotmane, K. Detection Moléculaire Des Leishmanies A Partir Du Genre *Phlebotomus* (Diptera : Psychodidae) : Tendence Vers La Regression De La Leishmaniose A Constantine ? Thèse de doctorat en Sciences en Biologie Animale, Option : Entomologie. Université des Frères Mentouri – Constantine ; 2015, 141 p.
- Gausсен, H. et Bagnouls, F. (1952). L'indice xérothermique. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 222-223.
- Ghrab, J., Rhim, A., Bach-Hamba, D., Chahed, M.K., Aoun, K., Noura, S. et Bouratbine, A. (2006). Phlebotominae (Diptera : Psychodidae) Of Human Leishmaniosis Sites In Tunisia. *Parasite*, 13, 23-33.
- Grall, J. et Coïc, N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Rapport Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT, 91 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Guernaoui, S., Boumezzough, A. et Laamrani, A. (2006). Altitudinal structuring of sand flies (Diptera: Psychodidae) in the High-Atlas mountains (Morocco) and its relation to the risk of leishmaniasis transmission. *Acta Tropica*, 97, 346–35
- Guilvard, E., Gallego, M., Moreno, G., Fisa, R., Rispaïl, P., Pratlong, F., Martinez-Ortega, E., Gallego, J. et Rioux, J.A. (1996). Infestation naturelle de *Phlebotomus ariasi* et *Phlebotomus perniciosus* (Diptera-Psychodidae) par *Leishmania infantum* (Kinetoplastida-Trypanosomatidae) en Catalogne (Espagne). *Parasite*, 3, 191-192.
- Guyot, G. Climatologie de l'environnement : cours et exercices corrigés, 2^e édition. Paris : Dunod ; 1999, 525 p.
- Hanafi, A.H., El Sawaf, B.M., Fryauff, D.J., Modi,G.B. et Presley, S.M. (1996). Experimental Infection and Transmission of *Leishmania major* by Laboratory-Reared *Phlebotomus bergeroti* Parrot. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 54(6), 644 – 646.
- Hanafi, A.H., Fryauff, D.J., Modi, G.B., Ibrahim, M.O. et Main, A.J. (2007). Bionomics of phlebotomine sandflies at a peacekeeping duty site in the north of Sinai, Egypt. *Acta Tropica*, 101(2), 106-114.
- Harrat, Z. Belkaid, M. (2002). Les leishmanioses dans l'Algérois. Données épidémiologiques. *Bull Soc Pathol Exot*, 96 (3), 212-214.
- Harrat, Z. et Belkaid, M. (2003). Les leishmanioses dans l'Algérois. Données épidémiologiques. *Bull Soc Pathol Exot*, 96(3), 212-214.
- Harrat, Z., Hamrioui, B., Belkaid,M. et Tabet-Derraz,O.(1995). Point Actuel sur L'épidémiologie des Leishmanioses en Algérie. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 88,180-184.
- Hubert, P. (1996). Précipitation. *Hydrologie.org*.
- Ivana, B. et Petr, V. (2007). Effect of Temperature on Metabolism of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae). *Entomological Society of America*, 151-154.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Izri, A. Belazzoug, S. (2007). Diagnostic de laboratoire des leishmanioses rencontrées en Algérie. *Francophone Des Laboratoires*, 396, 3-10.
- Izri, A., Depaquit, J. et Parola, P. (2006). Phlébotomes Et Transmission D'agents Pathogènes Autour Du Bassin Méditerranéen. *Médecine Tropicale*, 66 – 5.
- Izri, M.A. et Belazzoug, S. (1993). *Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi* naturally infected with dermatropic *leishmania infantum* at Tenès, Algeria. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 87(4), 399.
- Izri, M.A., Belazzoug, S., Boudjebla, Y., Dereure, J., Pratlong, S., Delalbre-Belmonte, A., et Rioux, J.A. (1990). *Leishmania infantum* mon-1 Isolé de *phlebotomus perniciosus*, en kabylie (algérie). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 65(3), 151-152.
- Kabbout, N., Merzoug, D. et Chenchouni, H. (2016). Ecological Status of Phlebotomine Sandflies (Diptera: Psychodidae) in Rural Communities of Northeastern Algeria. *J Arthropod-Borne Dis*, 10(1), 24–38.
- Killick-Kendrick, R. (1990 b). Phlebotomine vectors of the leishmaniasis: a review. *Medical and Veterinary Entomology*, 4, 1-24.
- Killick-Kendrick, R. (1990). The Life-Cycle Of *Leishmania* In The Sandfly With Special Reference To The Form Infective To The Vertebrate Host. *Ann. Parasitol. Hum. Comp*, 37-42.
- Killick-Kendrick, R. (1999). The Biology and control of Phlebotomine Sand Flies. *Clinics in Dermatology*, 17,279–289.
- Lacoste-Dujardin, (2001). Géographie culturelle et géographie en Kabylie : La révolte de la jeunesse kabyle pour une Algérie démocratique. *Hérodote*, 4 (103) : 57-91.
- Lacoste-Dujardin, C. (2002). Grande Kabylie : du danger des traditions montagnardes. *Hérodote*, 4(107) :119-146.
- Lane, R.P. et Fritz, G.N. (1986). The differentiation of the leishmaniasis vector *Phlebotomus papatasi* from the suspected vector *P.bergeroti* (Diptera: Phlebotominae). *Systematic Entomology*, 11(4), 439-445.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Guilvard, E., Rioux, J.A., Gallego, M., Pratlong, F., Mahjour, J., Martinez-Ortega, E., Dereure, J. A. Saddiki, A. et Martini, A. (1991). *Leishmania Tropica* Au Maroc III — Rôle Vecteur De Phlebotomus Sergenti. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 66 (3), 96-99.
- Leger, N. Depaquit, J. Les phlébotomes (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). In: Duvallet, G. Fontenille, D. et Robert, V. Entomologie médicale et vétérinaire. Marseille : IRD Éditions, Éditions Quae ; 2017, 295-320.
- Léger, N. et Depaquit, J. (2001). Les Phlébotomes Et Leur Rôle Dans La Transmission Des Leishmanioses. *Française des Laboratoires* (338). 41-48.
- Léger, N. et Depaquit, J. (2002). Systématique et biogéographie des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae). *Ann.Soc.entomol.fr. (n.s)*, 38 (1-2) ,163-175.
- Léger, N., Pesson, B., Madulo-Leblond, G. et Abonnenc, E. (1983). Sur la différenciation des femelles du sous-genre *larrousius nitzulescu*, 1931 (diptera-phlebotomidae) de la région méditerranéenne. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 58(6), 611-623.
- Leger, N., Rioux, J.A., Croset, H., Cadi Soussi, M. et Benmansour, N. (1974). Le « complexe » *Sergentomyia (Sergentomyia) antennata*. *Annales de Parasitologie*, 49 (5), 577-591.
- Leng, YJ. (1987). A preliminary survey of phlebotomine sandflies in limestone caves of Sichuan and Guizhou Provinces, south-west China, and description and discussion of a primitive new genus *Chinius*. *Ann Trop Med Parasitol*, 81(3), 311-7.
- Lewis D.J. 1982. A taxonomic review of genus *Phlebotomus* (Diptera: Psychodidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)*. 45, 121-209.
- Lounaci, Z. Biodiversité des Diptères d'intérêt agronomique Médical et vétérinaire en particulier les Phlébotomes et les Culicidés dans l'Algérois, le Marais de Réghaia, et la vallée du moyen Sébaou de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole nationale supérieure agronomique – El Harrach – Alger ; 2015, 303 p.
- Marten-Sanchez, J., Guilvard, E., Acedo-Sanchez, C., Wolf-Echeverri, M., Sanchiz-Marin, M.C. et Morillas-Marquez, F. (1994). *Phlebotomus perniciosus* newstead, 1911, infection

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

by various zymodemes of the *leishmania infantum* complex in the granada province (southern spain). *International Journal for Parasitology*, 24 (3), 405-408.

Martinetti, L. Dépistage, Traitement et Prévention de La Leishmaniose Canine En Corse : Enquête Auprès des Vétérinaires Praticiens de L'île. Thèse de doctorat en Veterinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse ; 2013, 102 p.

Martonne, E. (1942).Nouvelle carte mondial de l'indice d'aridité. *Annales de géographie*, 288, 241-250.

Mazelet, L. (2004). La Leishmaniose Canine Dans Le Bassin Méditerranéen Français. Rapport Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Université Pierre et Marie Curie, PARIS VI, 32 p.

Meddour, R. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : Exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie djurdjuréenne. Thèse de doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou ; 2010, 461 p.

Moulaheem, T., Fendri, A.H., Harrat, Z., Benmezad, A., Aissaoui, K., Ahraou, S. et Addadi. K. (1998). Contribution à l'étude des phlébotomes de Constantine : Espèces capturées dans un appartement urbain. *Entomologie médicale*, 1952, 1-2.

Mouloua, A. (2014). Etude éco-épidémiologique de la leishmaniose canine en Kabylie. Thèse de doctorat en Sciences biologiques. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou ; 2014, 267 p.

Mouloua, A., Boubidi, S.C., Bouiba, L., Mezai, G., Madiou, M. et Harrat, Z. (2017). Impact environnemental sur la répartition des leishmanioses dans le foyer de Tizi-Ouzou (Algérie). *Méd. Vét.*, 168, 252-261.

OMS- Organisation Mondiale de la Santé. La lutte contre les leishmanioses. Rapport de la réunion du comité OMS d'experts de la lutte contre les leishmanioses, Genève, 22 - 26 mars 2010 ,228 p.

OMS- Organisation Mondiale de la Santé. Principaux repères sur la leishmaniose. (2020).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- OMS- Organisation Mondiale de la Santé. Relevé épidémiologique hebdomadaire : Le point sur la situation mondiale de la leishmaniose, 2006- 2015 : un tournant dans la surveillance de la maladie, Genève, 2017, 92, 557–572.
- OMS- Organisation Mondiale de la Santé. Weekly epidemiological record : Global leishmaniasis surveillance update, 1998–2016, Genève, 2018, 557–572.
- Ozenda, P. Perspectives pour une géobiologie des montagnes. Lausanne : Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes ; 2002, 175.
- Pajot, F.X. et Le Pont, F. (1981). La Leishmaniose Tégumentaire En Guyane Française. Rapport CENTRE O.R.S.T.O.M. de CAYENNE.
- Panini, T. et Amandier, L. (2005). Climats pluviométriques et thermiques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : Analyse des données météorologiques 1961-1996 et cartographie par Système d'information géographique. *Forêt méditerranéenne*, XXVI (4).
- Paul, R. (2001). Climate Change and Mosquito-Borne Disease. *Environmental Health Perspectives*, 109(1), 141-161.
- Peel, M.C., Finlayson, B .L. et McMahon,.T. A (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology And Earth System Sciences Discussions*, 4, 439–473.
- Peet, R.K. (1974). The Measurement of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 285-307.
- Pereiraa, S., Pita-Pereirab, D., Araujo-Pereirab, T., Brittab, C., Costa-Regob, T., Ferrolhoa, J., Vilhenac, M., Rangeld, E.F., Vilelad, M.L. et Afonsoa, M.O. (2017) First molecular detection of *Leishmania infantum* in *Sergentomyia minuta* (Diptera, Psychodidae) in Alentejo, southern Portugal. *Acta Tropica*, 174, 45–48.
- Pratlong, F. Dedet, J.P. (2008). Les infections parasitaires chez les transplantés. *Revue Francophone Des Laboratoires*, 403, 49-52.
- Pratlong, F., Dereure, J., Ravel, C., Lami, P., Balard, Y., Serres, G., Lanotte, G., Rioux, J.A. et Dedet, J.P. (2009). Geographical distribution and epidemiological features of Old

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

World cutaneous leishmaniasis foci, based on the isoenzyme analysis of 1048 strains. *Tropical Medicine and International Health*, 14(9), 1071–1085.

Pratlong, F., Lambert, M., Bastien, P. et Dedet J. P. (1997). Leishmaniose et immunodépression Aspects biocliniques actuels. *Française des laboratoires*, 291, 161-168.

Prudhomme, J. Phlébotomes Et Ecosystèmes : Impact Des Facteurs Biotiques Et Abiotiques Sur La Structure Génétique Et Phénotypique Des Populations. Thèse de Doctorat en sciences Biologie-Santé. Université Montpellier. 2015, 259 p.

Ramade, F. *Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. 4^e édition. Paris : Dunod ; 2009, 689.

Ramdane, E., Berchi, S. et Louadi, K. (2018). Les phlébotomes (Diptera, Psychodidae), vecteurs d'agents pathogènes responsables de la leishmaniose humaine dans la région de Constantine (Algérie). *Entomofauna*, 39(2), 537-555.

Ramdane, E., Sélima Berchi, S. (2018). Study on the distribution of phlebotomine (Diptera, Psychodidae) responsible for human leishmaniasis based on biotope in type from the region of Constantine, Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(2), 2820-2826.

Raynal, J.H. (1954). Les Phlébotomes De France Et Leur Distribution Régionale. *Ann. de Parasitologie*, XXIX (3), 298-323.

Rioux, J.A., Croset, H., Leger, N., Benmansour, N. et Cadi Soussi, M. (1975). Présence au Maroc de *Phlebotomus Bergeroti*, *Phlebotomus chabaudi*, *Phlebotomus chadlii* et *Sergentomyia christophersi*. *Annales de Parasitologie*, 50 (4), 493-506.

Rioux, J.A., Golyan, Y.J., Croset, H., Houin, R., Juminer, B., Bain, O. et Tour, S. (1967). Ecologie des Leishmanioses dans le sud de la France 1. - Les Phlébotomes. *Annales de Parasitologie*, 42(6), 561-603.

Rioux, J.A., Killick-Kendrick, R., Leaney, A.J., Young, C.J., Turner, D.P., G. Lanotte, G. Bailly, M. (1979). Écologie des Leishmanioses dans le sud de la France. *Annales de Parasitologie*, 54 (4), 401-407.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Rioux, J.A., Lanotte, G., Croset, H., Houin, R., Guy, Y., et Dedet, J.P. (1972). Ecologie des Leishmanioses dans le sud de la France. *Annales de Parasitologie*, 47(1), 147-157.
- Rioux, J.A., Rispaïl, P., Lanotte, G. et Lepart, J. (1984). Relations Phlébotomes-bioclimats en écologie des leishmanioses Corollaires épidémiologiques. L'exemple du Maroc. *Hull. Soc. bot. Fr.* 131. *Actual. bot.* .., (2 /3/4), 549-557.
- Rossi, E., Bongiorno, G., Ciolli, E., Di Muccio, T., Scalone, A., Gramiccia, M., Gradoni, L. et Maroli, M. (2008). 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*, 105, 158–165.
- Russo, J., Rioux, J.A., Lambert, M., Rispaïl, P., Belmonte, A. et Berchi, S. (1991). Chorologie Des Phlébotomes De L'est Algérien. (Diptera, Phlebotomidae). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 66 (6), 247-251.
- Russo, J., Rioux, J.A., Lambert, M., Rispaïl, P., Belmonte, A., Et Berchi, S. (1991). Chorologie des phlébotomes de l'est algérien. (Diptera, phlebotomidae). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 66 (6), 247-251.
- Tesh, R.B., Lubroth, J. et Guzman, H. (1992). Simulation of Arbovirus Overwintering: Survival of Toscana Virus (Bunyaviridae: Phlebovirus) in its Natural Sand Fly Vector *Phlebotomus perniciosus*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 47(5), 574 – 581.
- Théodoridès, J. (1993). La contribution française à la parasitologie médicale et à la pathologie exotique de 1900 à 1950. *Histoire Des Sciences Médicales - Tome XXVII* (3), 223-231.
- Théodoridès, J. (1997). Note historique sur la découverte de la transmission de la leishmaniose cutanée par les phlébotomes. *Société de pathologie exotique*, 90,3, 177-178.
- Ulloa, G.M., Vázquez-Achaya, F., Gomes, C., Del Valle, L.J., Ruiz, J. Pons, M.J. et Del Valle Mendoza, J. (2018). Molecular Detection of *Bartonella bacilliformis* in *Lutzomyia*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

maranonensis in Cajamarca, Peru: A New Potential Vector of Carrion's Disease in Peru?
Am. J. Trop. Med. Hyg., 99(5), 1229–1233.

Wittmann, E.J., Baylis, M. (2000). Climate change: effects on Culicoides transmitted viruses and implications for the UK. *Veterinary journal*, 160(2), 107-117.

ZEROUAL, S. Les phlébotomes vecteurs de leishmaniose dans la région de Biskra : Inventaire et écologie des phlébotomes et étude épidémiologique. Thèse de Doctorat en Sciences. Université BADJI Mokhtar – ANNABA. 2016, 108 p.

Résumé

Etude spatio-temporelle des phlébotomes dans la région de Tizi-Ouzou

Les phlébotomes (*Psychodidae*) sont des diptères nématocère largement distribués dans la région de Tizi-Ouzou qui représente un foyer endémique et historique de la leishmaniose cutanée et viscérale. Afin d'actualiser nos connaissances sur l'écologie, la biologie des phlébotomes en déterminant leur dynamique spatio-temporelle et en étudiant leur présence et leur abondance dans la région d'étude. Une enquête entomologique est réalisée en différents endroits représentée par les localités : **Mekla, Tizi-Ouzou, Ouaguennoun et Azeffoun** de juillet 2019 à juin 2020. L'échantillonnage a été réalisé principalement à l'aide de pièges adhésifs. Au total 1710 spécimens ont été récoltés. Ainsi, dix espèces ont été répertoriées, il s'agit de: *Phlebotomus bergeroti*, *P. perniciosus*, *P. longicuspis*, *P. perfiliewi*, *P. papatasi*, *P. sergenti*, *P. Ariasi*, *Sergentomya minuta*, *S. antennata* et *S. fallax*. C'est dans le massif central que le maximum de phlébotomes a été capturé avec 81,88% de spécimens, par contre au niveau du littoral seulement 2,80% phlébotomes, enfin c'est dans les stations de la vallée de Sébaou que nous avons rapporté un taux de 15,32 %. La répartition des espèces diffère d'une station à l'autre, *P. perniciosus* est l'espèce la plus abondante avec un taux de 64,78%. Cette étude nous a permis de mettre en évidence une différence dans la répartition spatiale et temporelle des espèces de phlébotomes et leurs abondances relatives, ainsi un écart de période d'activité saisonnière des phlébotomes a été constaté.

Mots clé : Phlébotomes, Tizi-Ouzou, Leishmaniose, Ecologie, Spatio-temporelle, Activité saisonnière.

Summary

Spatio-temporal study of phlebotomine in the region of Tizi-Ouzou

Phlebotomine sandflies (*Psychodidae*) are nematocera diptera widely distributed in the region of Tizi-Ouzou which represents an endemic and historical focus of cutaneous and visceral leishmaniasis to update our knowledge about the ecology and biology of phlebotomine. In order to actualize our knowledge in ecology, biology of phlebotomine by determining their spatio-temporal dynamics and by studying their presence and abundance in the study area. An entomological survey is carried out in different places represented by the localities: **Mekla, Tizi-Ouzou, Ouaguennoun and Azeffoun** from July 2019 to June 2020. Sampling was realized mainly with the help of adhesive traps. In total 1710 specimens have been harvested. So, ten species have been listed, they are: *Phlebotomus bergeroti*, *P. perniciosus*, *P. longicuspis*, *P. perfiliewi*, *P. papatasi*, *P. sergenti*, *P. Ariasi*, *Sergentomya minuta*, *S. antennata* et *S. fallax*. It is in the central massif that the maximum of phlebotomine was captured with 81,88% of specimens. On the other hand, at the coastal level only 2.80% phlebotomine, Finally it's in the Sébaou valley stations that we have reported an amount of 15,32%. The distribution of species differs from one station to another, *P. perniciosus* is the most abundant species with a rate of 65,78%. This study allowed us to highlight a difference in the spatial and temporal distribution of phlebotomine species and their relative abundance, as well, a period of seasonal activity period of phlebotomine has been found.

Key words: Phlebotomine, Tizi-Ouzou, Leishmaniasis, Ecology, Spatio-temporal, Seasonal activity.