

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Hadj Lakhdar - Batna

Faculté des Sciences

Département de Biologie



Mémoire de Magister en Sciences Biologiques

Option: Biologie Cellulaire et Physiologie Animale

Thème

**Contribution à l'étude des insectes d'intérêt médical  
dans les régions de Batna et de Biskra : Cas particulier des  
phlébotomes (*Diptera : Psychodidae*)**

Présenté par:

Mme : BENCHERIF FAIZA

Devant le jury composé de :

Président : Pr. AIT HAMOUDA RABAH

Pr. CHU et Université de Batna

Rapporteur : Dr. SI BACHIR ABDELKRIM

M.C. Université de Batna

Examineurs : Pr. BERCHI SELIMA

Pr. Université de Constantine

Dr. MARZOUG DJEMOI

M.C. C.U d'Oum -El -Bouaghi

Année Universitaire : 2009/ 2010

## REMERCIEMENTS

*Avant d'exposer le résultat de ce travail, il est nécessaire d'exprimer, avec plaisir, ma reconnaissance et mes remerciements à tous ceux qui m'ont aidé à les réaliser ou qui m'ont fait l'honneur de les juger.*

- *A **DIEU** tout puissant pour la volonté, la santé et patience qu'il nous a donné durant toutes ces années d'étude.*
- *Ma profonde gratitude et mes sincères remerciements vont particulièrement à l'inspirateur de ce travail, **M. SI BACHIR ABDELKRIM**, Maitre de conférences (Département de Biologie – université de Batna), il a toujours bien veillé à ce que ce travail aboutisse et il m'a toujours encouragé pour aller plus loin dans mon travail. Je le remercie pour la confiance et la compréhension qu'il a toujours manifestée à mon égard.*
- *A mon marie **ZAOUIA MOUNIR**, infatigable, généreux, et ton affection m'ont toujours accompagné tout au long de l'élaboration de ce travail. Je te souhaite longue et heureuse vie.*
- *Je tiens tout d'abord à remercier en premier, **M. MEDJADBA A, M. ABDELAZIZ A, et M. NOUCER F, M. BENNOUNE O, M. LAYACHI A**, (Département des sciences vétérinaires- université de Batna), **Dr. CHELGHAM IKBAL, Dr. KHELFA (CHU de Batna)** pour leurs soutient et pour les efforts qu'ils déploient pour l'encouragement de la recherche scientifique.*
- *Je remercie toutes les personnes qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail : **GHENAM Khadija, DJEDDOU Nawal, SAADI Omor, GALI Boubekre FERRAH Fahima, BELLEFERAG Rami, et ARRAR Abdlekrim** pour la réalisation des nombreux spectres de masse.*
- *JE remercie l'ensemble de l'équipe de laboratoire d'écologie pour leur sympathie et leur expérience : **Hadia , Nawal, Loubna, Toufha, Soumia et Salima***
- *Merci aussi à tous mes collègues et amis du laboratoire qui ont su « chauffer » l'ambiance et que j'ai eu la chance de côtoyer.*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

- *A mon marie **Mounir** et ma petite **Khaoula**, que Dieu les bénisse et les garde pour moi.*
- *A mes parents : mon père **Salah** et ma mère **Dhaouia** qui grâce à eux j'ai pu arriver là où je suis maintenant, que Dieu les bénisse et les garde pour moi.*
- *Mes chers frères : **Mohamed, Fahim, Nacer et Hocine.***
- *Ames sœurs : **Hayet, Bouchra, Hafida et Zohra***
- *A toute ma famille et la famille de mon marie*
- *A mes chers amis : **Khadija, Nawal, Ghania...***
- *A mes collègues de Magister de l'option Biologie cellulaire et physiologie animale.*
- *A tous mes enseignants et au personnel du Département Biologie, Université de Batna.*

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION-----</b>	<b>01</b>
<b>CHAPITRE I. Recueil bibliographique sur les insectes d'intérêt médical, les phlébotomes en particulier</b>	
1. Généralités sur les insectes d'intérêt médical-----	<b>03</b>
1.1. Vecteurs-----	<b>04</b>
1.2. Pathogènes à transmission vectorielle-----	<b>04</b>
1.3. Mécanisme de transmission vectorielle-----	<b>05</b>
1.4. Classification des insectes d'intérêt médical-----	<b>05</b>
1.4.1. Ordre des <i>Diptera</i> -----	<b>05</b>
1.4.2. Ordre des <i>Hemiptera</i> -----	<b>07</b>
1.4.3. Ordre des <i>Aphaniptera</i> -----	<b>07</b>
1.4.4. Ordre des <i>Anoplura</i> -----	<b>07</b>
2. Généralités sur les phlébotomes et les maladies qu'ils transmettent-----	<b>10</b>
2.1. Position systématiques des phlébotomes-----	<b>10</b>
2.2. Données morphologiques -----	<b>10</b>
2.2.1. Œuf -----	<b>10</b>
2.2.2. Larves -----	<b>10</b>
2.2.3. Nymphe -----	<b>11</b>
2.2.4. Imago-----	<b>11</b>
2.3. Principaux phlébotomes ( <i>Psychodidae</i> ) connus en Algérie-----	<b>16</b>
3. Biologie et rôle pathogène des <i>Leishmanies</i> -----	<b>18</b>
3.1. Historique-----	<b>18</b>
3.2. Classification des leishmanies-----	<b>18</b>
3.3. Distribution des différentes espèces de <i>Leishmania</i> -----	<b>19</b>
3.4. Éléments de morphologie et cycle de vie de <i>Leishmania sp</i> -----	<b>20</b>
3.5. Éléments de biologie du genre <i>Leishmania</i> -----	<b>22</b>
3.6. Cycle de répllication, survie et devenir du parasite chez le phlébotome et chez le mammifère-----	<b>23</b>
3.7. Relation <i>Leishmanies</i> - phlébotomes et épidémiologies de la leishmaniose-----	<b>25</b>
3.7.1. Définition de leishmaniose-----	<b>25</b>
3.7.2. Manifestations cliniques de la leishmaniose chez l'homme-----	<b>25</b>
3.7.3. Réservoir-----	<b>26</b>
3.7.4. Situation épidémiologique dans le monde -----	<b>27</b>
3.7.5. Situation épidémiologique en Algérie-----	<b>28</b>
3.7.6. Traitements contre les leishmanioses et contrôle des réservoirs et des vecteurs--	<b>29</b>
<b>CHAPITRE II. Présentation du milieu d'étude</b>	
1. Régions de Batna-----	<b>31</b>
1.1. Géographie et orographie-----	<b>31</b>
1.2. Géologie -----	<b>32</b>
1.3. Hydrographie-----	<b>32</b>
1.4. Climat-----	<b>33</b>
1.4.1. Températures-----	<b>34</b>
1.4.2. Pluviométrie-----	<b>36</b>
1.4.3. Vents-----	<b>37</b>
1.4.4. Humidité relative -----	<b>37</b>
1.4.5. Synthèse climatique -----	<b>38</b>
1.5. Données épidémiologiques sur la leishmaniose dans la wilaya de Batna -----	<b>41</b>
2. Régions de Biskra-----	<b>42</b>

2.1. Géographie et orographie-----	42
2.2. Géologie -----	42
2.3. Hydrographie-----	42
2.4. Climat-----	43
2.4.1. Températures-----	43
2.4.2. Précipitation-----	44
2.4.3. Vents-----	45
2.4.4. Humidité relative -----	45
2.4.5. Synthèse climatique -----	46
2.5. Données épidémiologiques sur la leishmaniose dans la wilaya de Biskra-----	46
 <b>CHAPITRE III. Matériels et méthodes</b>	
1. Méthodes et techniques utilisées pour le recensement des phlébotomes-----	48
1.1. Objectif de l'étude et choix des sites de prélèvement -----	48
1.2. Techniques de piégeage et de collecte -----	49
1.3. Techniques de tri et de conservation-----	51
1.4. Traitement des échantillons de phlébotomes collectés-----	52
1.4.1. Eclaircissement préalable-----	52
1.4.2. Montage-----	53
1.4.3. Dissection et identification -----	53
2. Méthodes protozoologique parasitaire utilisées-----	54
2.1. Objectifs et choix des méthodes-----	54
2.2. Méthode de culture des formes promastigote-----	54
2.2.1. Préparation du prélèvement sur les phlébotomes-----	54
2.2.2. Préparation de milieu NNN (Novy- Nicolle- Mac Neal) et ensemencement	55
2.2.3. Culture, Observation et lecture-----	55
2.3. Méthode de préparation des coupes histologiques-----	57
2.3.1. Fixation -----	57
2.3.2. Déshydratation-----	57
2.3.3. Eclaircissement-----	57
2.3.4. Inclusion-----	57
2.3.5. Mise en bloc -----	57
2.3.6. Coupes-----	57
2.3.7. Coloration -----	59
2.3.8. Observation et lecture -----	59
3. Exploitation et analyse des données-----	59
3.1. Paramètres de structure et d'organisation des populations et peuplements de phlébotomes recensés-----	59
3.2. Méthode d'élaboration de cartes de répartition -----	62
 <b>CHAPITRE IV. Résultats et discussions</b>	
1. Inventaire systématique des phlébotomes recensés dans les régions de Batna et de Biskra-----	64
1.1. Résultats-----	64
1.2. Discussions-----	65
1.3. Conclusion -----	72
2. Qualité d'échantillonnage -----	72

2.1. Résultats-----	72
2.2. Discussions-----	72
2.3. Conclusion-----	73
3. Efficacité du piégeage -----	73
3.1. Résultats-----	73
3.2. Discussions-----	73
3.3. Conclusion-----	74
4. Structure et organisation des peuplements recensés -----	75
4.1. Répartition et similitude stationnelles des espèces de phlébotomes recensés-----	75
4.1.1. Résultats -----	75
4.1.2. Discussions -----	77
4.1.3. Conclusion -----	78
4.2. Fréquences d'abondance des populations-----	78
4.2.1. Abondance relative globale et selon le sex-ratio-----	78
4.2.1.1. Résultats-----	78
4.2.1.2. Discussions-----	79
4.2.1.3. Conclusion -----	81
4.2.2. Abondance relative globale des populations suivant les stations d'études ---	81
4.2.2.1. Résultats-----	81
4.2.2.2. Discussions -----	82
4.2.2.3. Conclusion -----	83
4.2.3. Abondance relative globale des populations selon les saisons climatiques---	84
4.2.3.1. Résultats-----	84
4.2.3.2. Discussions -----	85
4.2.3.3. Conclusion -----	86
4.3. Répartition géographique et bioclimatique-----	87
4.3.1. Résultats et discussions-----	87
4.3.2. Conclusion-----	96
4.4. Diversité et équirépartition -----	96
4.4.1. Résultats -----	96
4.4.2. Discussions-----	98
4.4.3. Conclusion-----	
5. Résultats des recherches des protozoaires chez les phlébotomes -----	102
5.1. Résultats -----	102
5.2. Discussions-----	103
5.3. Conclusion-----	104
6. Principaux complexes de leishmanioses observées dans les deux régions d'étude---	105
6.1. Résultats-----	105
6.2. Discussions-----	107
6.3. conclusion-----	108
Conclusion générale-----	109
Références bibliographiques-----	111
Annexes-----	118

Titres des tableaux et des figures utilisés	Page
Tableau I. Classification des <i>Psychodidae</i> décrits en Algérie	17
Tableau II. Données thermométriques moyenne en (°C) de la région de Batna calculées sur les périodes 1913-1937 et 1980-2006.	35
Tableau III. Données thermométriques moyenne en (°C) de la région de Batna pendant l'année 2008.	35
Tableau IV. Précipitations moyennes mensuelles de la région de Batna durant les périodes allant de 1913 à 1938 et de 1980 à 2006.	36
Tableau V. moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) avec leurs directions dominantes pour la période allant de 1974-2006.	37
Tableau VI. Humidité relative moyenne (%).	37
Tableau VII. Humidité mensuelle relative en (%) pendant l'année 2008.	38
Tableau VIII. Evolution mensuelle des cas de leishmaniose cutané observés dans la wilaya de Batna durant les années 2001 à 2008.	41
Tableau IX. Températures moyennes mensuelles en °C.	43
Tableau X. Données thermométriques moyenne en (°C) de la région de Biskra pendant l'année 2008.	44
Tableau XI. Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à Biskra.	44
Tableau XII. Vitesses mensuelles moyennes des vents en (m/s)	45
Tableau XIII. Humidité relative moyenne (%).	45
Tableau XIV. Evolution mensuelle des cas de leishmaniose cutané observés dans la wilaya de Biskra 2004 à 2008.	47
Tableau XV. Coordonnées géographiques des sites prospectés.	48
Tableau XVI. Liste systématiques des phlébotomes ( <i>Psychodidae</i> ) recensés dans la région de Batna et de Biskra.	64
Tableau XVII. Comparaison de la faune phlébotomienne du zone d'études avec celle de la Constantine, Mila, d'Oum- EL –Bouaghi et Skikda.	71
Tableau XVIII. Pourcentages des phlébotomes capturés dans les deux régions d'étude selon le type de piégeage.	73
Tableau XIX. Pourcentage des espèces de phlébotome recensées dans les deux régions	75
Tableau XX. Répartition stationnelle et fréquence d'occurrence des espèces recensées dans les 15 stations.	76
Tableau XXI: Indice de similitude de Jaccard calculé pour les quinze stations échantillonnées prises deux à deux	76
Tableau XXII. Présentation des stations dont les compositions sont similaires et peu similaires	77
Tableau XXIII. Valeurs du sex-ratio des populations de phlébotomes recensées selon la région de capture	79
Tableau XXIV. Variation de la fréquence d'abondance de sex-ratio en fonction des pièges utilisés	80
Tableau XXV: Répartition des effectifs des phlébotomes recensés (%) par station d'étude	82
Tableau XXVI. Répartition des fréquences d'abondance (%) des phlébotomes recensés en fonction des saisons	84
Tableau XXVII. Fréquence d'occurrence (%) des espèces recensées en fonction des saisons	85
Tableau XXVIII. Richesse totale (S), indice de diversité de Shannon (H') et Équirépartition (E) des peuplements phlébotomienne selon saisons.	97
Tableau XXIX. Richesse totale (S), indice de diversité de Shannon (H') et Équirépartition (E) des peuplements d'invertébrés suivant des 15 stations d'étude.	97
Tableau XXX. Richesse totale (S), indice de diversité de Shannon (H') et Équirépartition (E) des peuplements d'invertébrés suivant les deux types de piégeage.	97

Tableau XXXI. Principaux complexes observés dans la région de Batna.	106
Tableau XXXII. Principaux complexes observés dans la région de Biskra	107
Figure 1. Présentation de quelques insectes d'intérêt médical	9
Figure 2. Stades de développement d'un Phlébotome	12
Figure 3. Anatomie céphalique d'un Phlébotome	13
Figure 4. Anatomie des génitalia mâle et femelle d'un phlébotome	15
Figure 5. Taxonomie des leishmanies connus dans le monde	19
Figure 6. Distribution géographique des leishmanioses dans le monde	20
Figure 7. Cycle de vie des Leishmanies	21
Figure 8. Organisation cellulaire de <i>Leishmania</i>	22
Figure 9. Processus de différenciation des <i>Leishmania</i> au niveau de tube digestif chez le vecteur	24
Figure 10. Cycle épidémiologique de la leishmaniose	28
Figure 11. Répartition géographique des deux types des leishmanioses en Algérie.	29
Figure 12. Localisation géographique de la région de Batna et de Biskra.	31
Figure 13. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Batna pendant les périodes allant de 1913-1938(A) et 1980-2006(B).	39
Figure 14. Variation mensuelle du nombre de cas de leishmaniose cutanée dans la wilaya de Batna pendant l'année 2008	42
Figure 15. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de Biskra (1995-2004).	46
Figure 16. Variation mensuelle du nombre de cas de leishmaniose cutanée dans la wilaya de Biskra pendant l'année 2008	47
Figure 17. Pièges adhésifs installés dans différents biotopes.	50
Figure 18. Schéma d'un piège lumineux simple.	51
Figure 19. Principales étapes de la préparation de milieu NNN.	56
Figure 20. Principales étapes de la préparation des coupes histologiques.	58
Figure 21. Tête (A) et génitalia mâle (B) de <i>P. papatasi</i>	66
Figure 22. Génitalia mâle de <i>P. sergenti</i>	66
Figure 23. Génitalia d'un <i>P. perniciosus</i>	69
Figure 24. Génitalia d'un <i>P. longicuspis</i> mâle	69
Figure 25. Génitalia d'un <i>P. chadlii</i> mâle	69
Figure 26. Tête (A) et génitalia femelle (B) de <i>S. fallax</i>	70
Figure 27. Génitalia mâle de <i>S. minuta</i>	70
Figure 28. Tête (A) et génitalia femelle (B) de <i>S. minuta</i>	71
Figure 29. Présentation graphiques de la répartition des phlébotomes selon le type de piégeage dans les deux régions.	74
Figure 30. Répartition globale des espèces recensées selon le sexe.	79
Figure 31. Evolution saisonnière des phlébotomes récoltés dans les deux régions	86
Figure 32. Répartition bioclimatique de <i>P. perniciosus</i> , <i>P. longicuspis</i> et <i>P. papatasi</i> .	88
Figure 33. Répartition de <i>P. perniciosus</i> , <i>P. longicuspis</i> et <i>P. papatasi</i> selon les précipitations	88
Figure 34. Répartition de <i>P. perniciosus</i> , <i>P. longicuspis</i> et <i>P. papatasi</i> selon la température maximale.	89
Figure 35. Répartition de <i>P. perniciosus</i> , <i>P. longicuspis</i> et <i>P. papatasi</i> selon la température minimale.	89
Figure 36. Répartition bioclimatique de <i>P. sergenti</i> , <i>P. chabaudi</i> et <i>P. alexandri</i>	90
Figure 37. Répartition de <i>P. sergenti</i> , <i>P. chabaudi</i> et <i>P. alexandri</i> selon les précipitations.	91
Figure 38. Répartition de <i>P. sergenti</i> , <i>P. chabaudi</i> et <i>P. alexandri</i> selon la température maximale	91

Figure 39. Répartition de <i>P. sergenti</i> , <i>P. chabaudi</i> et <i>P. alexandri</i> selon la température minimale.	92
Figure 40. Répartition bioclimatique de <i>S. fallax</i> , <i>S. minuta</i> et <i>P. chadlii</i>	93
Figure 41. Répartition de <i>S. fallax</i> , <i>S. minuta</i> et <i>P. chadlii</i> selon les précipitations	93
Figure 42. Répartition de <i>S. fallax</i> , <i>S. minuta</i> et <i>P. chadlii</i> selon la température maximale	94
Figure 43. Répartition de <i>S. fallax</i> , <i>S. minuta</i> et <i>P. chadlii</i> selon la température minimale.	94
Figure 44. Evolution des cas de leishmaniose en fonction de la température pendant l'année 2008 dans la région de Batna.	95
Figure 45. Evolution des cas de leishmaniose en fonction de la température pendant l'année 2008 dans la région de Biskra.	95
Figure 46. Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de diversité de Shannon (H'), de l'équitabilité (E) en fonction des saisons	99
Figure 51. Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de diversité de Shannon (H'), de l'équitabilité (E) en fonction des stations.	100
Figure 52. Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de diversité de Shannon (H'), de l'équitabilité (E) en fonction de type de piégeage.	101
Figure 53. Contamination des lames de lecture par des champignons.	102

## Introduction

Les maladies à transmission vectorielle sont des maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré : homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (insecte, tique) hématoophage. Ces maladies, notamment les maladies humaines comme le paludisme ou la dengue, contribuent de façon majeure à l'impact global des maladies dans le monde [Tran, 2005].

Les entomologistes estiment à environ 14.600 les espèces d'arthropodes hématoophages, effectuant, plus ou moins régulièrement des repas de sang sur des vertébrés. Les maladies parasitaires et virales à transmission vectorielle sont de nos jours une grande cause de mortalité [Mouchet, 1995].

Parmi les insectes hématoophages, les phlébotomes qui sont des insectes de l'ordre des Diptères, dont la classification taxonomique est l'une des plus controversée [Dondji, 2001]. Néanmoins, au niveau du genre, presque toutes les classifications reconnaissent six genres dont deux d'importance médicale en épidémiologie leishmanienne (*Phlebotomus*, *Lutzomyia*).

Les leishmanioses sont des maladies parasitaires dues au protozoaire flagellé du genre *Leishmania*. Elles sévissent à l'état endémique dans quatre continents (Afrique, Amérique, Asie, Europe).

Les leishmanioses sont présentes dans les zones tropicales et subtropicales de 88 pays, dont 72 pays en développement, 350.000.000 de personnes sont exposées. Le climat influence l'étendue (géographique) des maladies, en même temps que les conditions climatiques affectent la chronologie et l'intensité des épidémies [De La Rocque et Rioux, 2008].

L'Algérie compte parmi les pays les plus touchés dans le monde par la leishmaniose avec 54.145 cas déclarés entre 2000–2005 et une extension géographique en tache d'huile avec apparition de nouveaux foyers [Achour Barchiche et Madiou, 2008]. Elle est concernée par trois formes cliniques sévissant à l'état endémique : la leishmaniose viscérale (LV), leishmaniose cutanée sporadique du nord (LCS) et la leishmaniose cutanée zoonotique [Harrat et Belkaid, 2003].

Les phlébotomes ont fait l'objet de très importants travaux menés à l'institut Pasteur d'Alger, sous la direction de PARROT et des frères SERGENT. Des découvertes capitales concernant tant leur systématique que leur pouvoir pathogène y ont été réalisées, nous citons en particulier ceux qui ont trait à un ensemble de 201 stations sur la totale du territoire

Algérien entre 1972 et 1976. D'autres enquêtes plus poussées ont été effectuées dans les deux foyers historiques de la leishmaniose, à Biskra et à M'sila [Chauvet, 1984].

A l'exception des investigations de l'institut Pasteur (1972-1976), très peu d'étude consacrées à la biologie et à l'écologie des leishmanioses dans la région de Batna et de Biskra sont réalisées de nos jours. Nous avons à cet effet jugé utile de contribuer à l'étude de la bio-écologie des phlébotomes dans la wilaya de Batna avec une enquête à titre de comparaison dans la wilaya voisine de Biskra, région bien connue comme foyer "historique" de la leishmaniose cutanée.

Dans cette optique, nous avons mené de pair des recherches écologiques et parasitologiques sur les phlébotomes et les leishmanies véhiculées. Nous avons procédé en deux étapes :

Etape I : concernant un inventaire faunistique des espèces de phlébotomes vivant dans la zone d'étude ; avec description de la morphologie des adultes et diagnose illustrée des différentes espèces, des notions de bio-écologie de chaque espèce inventoriée et les fluctuations saisonnières.

-Etape II: relative à l'un analyse parasitologique, sur les populations des espèces du genre *Phlebotomus* inventoriées en vue de la recherche de *Leishmania*.

Après un rappel sur les insectes d'intérêt médical suivi par une synthèse bibliographiques sur les phlébotomes, les maladies qu'ils transmettent , la *leishmania* et la leishmaniose (Chapitre I), une présentation de la zone d'étude (Chapitre II) et des méthodes de travail sur le terrain et au laboratoire (Chapitre III), Le chapitre IV renferme tous les résultats obtenus avec des discussions et des conclusions partielles. Ces résultats se scindent en deux grandes parties :

- la première partie est consacrée à l'étude de l'inventaire systématique des espèces inventoriées suivi par une étude détaillée sur la structure et l'organisation des peuplements recensés, dans le temps et dans l'espace.

- La deuxième partie présente les résultats des recherches des protozoaires chez les phlébotomes recensés.

# CHAPITRE I : RECUEIL BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES INSECTES D'INTERET MEDICAL, LES PHLEBOTOMES EN PARTICULIER

## 1. Généralités sur les insectes d'intérêt médical

Les insectes représentent plus de 60 % de l'ensemble des espèces animales décrites et beaucoup d'entre eux restent sans doute encore inconnus. La classe des insectes a réussi à coloniser la quasi totalité des milieux naturels et à s'adapter à de nombreux modes de vie, constituant ainsi l'une des plus grandes réussites du règne animal [Rodhain et Perez, 1985].

Un certain nombre d'insectes sont hématophages et interagissent donc de manière régulière avec des vertébrés. Ces interactions les ont conduits à devenir au fil de l'évolution des vecteurs de pathogènes dont le cycle se partage entre ces vertébrés et les insectes. Les insectes sont parfois de simples véhicules pour les pathogènes, mais ils peuvent aussi être des hôtes intermédiaires voire obligatoires pour les pathogènes qui, dans ce dernier cas, réalisent une partie essentielle de leur cycle vital chez l'insecte [Frolet, 2006].

### 1.1. Les vecteurs

Le terme de vecteur recouvre à la fois une entité zoologique et une fonction, celle d'assurer le passage d'un agent pathogène d'un vertébré à un autre. Le vecteur est un organisme vivant (souvent invertébré), qui à l'occasion de relation écologique, acquiert un agent pathogène et le transmet d'un hôte à l'autre. Mais n'importe quel parasite n'est pas transmissible par n'importe quel vecteur hématophage [Mouchet *et al.*, 1995].

Certains insectes limitent leur rôle à celui de transporteur ; le germe prélevé sur un vertébré infecté reste sur les pièces buccales du vecteur et est immédiatement inoculé à un nouvel hôte. Ce mode de transmission dit mécanique se produit surtout lorsque le repas de l'insecte commencé sur un hôte est interrompu et terminé sur un autre hôte. Il est en général le fait d'insectes diurnes piquant des animaux en activité (taons, stomoxes, certains Aèdes) [Mouchet *et al.*, 1995].

La capacité vectorielle représente la sommation de plusieurs phénomènes successifs : aptitudes de l'insecte à s'infecter, à assurer le développement du parasite et à le transmettre. Ces aptitudes sont conditionnées par des facteurs intrinsèques (propres à l'espèce) et extrinsèques (dépendants de l'environnement) tels que le comportement (préférence trophiques, endophagie ou exophagie...), la susceptibilité ou la résistance au développement du parasite, ou à son environnement (présence de biotopes favorables au développement de ses populations, influence climatique...).

## 1.2. Les pathogènes à transmission vectorielle [Frolet, 2006].

- **Les arbovirus**

Les virus transmis par les insectes font partie de la famille des arbovirus, terme dérivant de diminutif d'arthropod-borne-virus. Il existe plus de 500 espèces d'arbovirus, réparties sur presque toute la surface du globe. L'homme n'est en général pas le réservoir des arbovirus, souvent constitué par un autre vertébré. La transmission à l'homme n'est donc la plupart du temps pas nécessaire pour le maintien du virus, elle intervient fortuitement lorsque le vecteur pique un homme lors de son repas sanguin. La plupart des arboviroses passent inaperçues.

Parmi les arbovirus connus pour leur dangerosité, on peut noter le virus de la fièvre jaune et le virus de la Dengue.

- **Les bactéries**

Les bactéries sont souvent transportées de manière mécanique d'un vertébré à l'autre par la piqûre d'un insecte hématophage, mais il existe des cas où l'insecte joue le rôle de vecteur, comme par exemple celui de la peste bubonique. L'agent responsable de la peste est le bacille *Yersinia pestis*, dont le réservoir est constitué en ville par les rats et qui est transmis d'un vertébré à l'autre par la piqûre d'une puce. De notre jour, la peste tue encore, mais il s'agit surtout de la forme pulmonaire, transmise directement d'homme infecté à homme sain.

- **Les protozoaires**

Les protozoaires sont responsables des plus grandes endémies actuelles et un certain nombre d'entre eux sont transmis par des insectes vecteurs.

Les protozoaires parasites sont également transmis par des diptères hématophages. Les plus répandus sont les Plasmodiums, dont 4 espèces sont responsables du paludisme humain. Ils sont transmis par les anophèles femelles. Les autres protozoaires sont les leishmanies et les trypanosomes. Il faut distinguer les 2 catégories de trypanosomes susceptibles d'infecter l'homme : *Trypanosoma brucei spp*, qui sont transmis par la salive de glossines infectées (Trypanosomiasis Africaines) et ceux dont la transmission est assurée en Amérique tropicale, par les déjections des réduves (*T. cruzi*, agent de la maladie de Chagas).

- **Les filaires**

Les filaires sont des vers transmis par les moustiques lors d'un repas sanguin et qui se localisent dans le système lymphatique de l'homme. Elles provoquent une maladie appelée filariose lymphatique ou éléphantiasis à cause des hypertrophies de membres (jambes, bras, organes génitaux...) qu'elles provoquent. L'homme est souvent le réservoir de ces parasites et le moustique est un vecteur. Les filaires sont les seuls helminthes parasites à être propagées par un arthropode vecteur. Les filarioses lymphatiques de l'homme sont disséminées par des moustiques, les onchocercs par les simuliés et les Loa d'Afrique par des tabanidés. On estime que plus de 120 millions d'humains sont actuellement infectés dont 40 millions gravement handicapés et un milliard de personnes sont exposées au risque en Afrique, en Inde, en Asie du sud, au Pacifique et en Amériques.

### **1.3. Mécanisme de transmission vectorielle**

Le mécanisme de transmission vectorielle comporte 3 phases :

- L'infection du vecteur a toujours lieu au cours d'un repas sanguin (hormis lors d'une transmission verticale, d'une génération à la suivante), le vecteur est donc obligatoirement un insecte hématophage.

- Le développement du parasite dans l'organisme du vecteur aura lieu uniquement si l'arthropode appartient à une espèce capable de l'assurer.

- La transmission au vertébré se produit lorsque le vecteur est devenu infectant, c'est-à-dire que le pathogène se trouve à un stade infectieux pour l'hôte vertébré. La transmission des parasites se fait par la salive, par régurgitation au moment de la piqûre au cours d'un repas sanguin, par dépôt direct des parasites sur la peau ou par les déjections parasitées.

### **1.4. Classification des insectes d'intérêt médical**

Les principaux insectes d'intérêt médical appartiennent à plusieurs ordres : les diptères, les hémiptères, les aphaniptères et les anoploures.

Tout fois, la plupart des vecteurs hématophages de pathogènes d'importance médicale pour l'homme appartiennent à l'ordre des insectes diptères.

#### **1.4.1. Ordre des Diptères**

- **Famille *Culicidae*** (les moustiques) (Fig.1A)

La famille des culicidés appartient à l'un des plus importants ordres de l'embranchement des arthropodes ; l'ordre des diptères qui se divise lui-même en deux sous ordres ; les Brachycères et les Nématocères [Grassé *et al.*, 1970].

Les moustiques ont une distribution cosmopolite. Les *Culicidae* sont une famille d'insectes de 3.200 espèces [Dieng, 1995].

Les moustiques ont été classés dans trois sous-familles : les *Culicinae* (Fig.1A et B), les *Anophelinae* (Fig. 1C) et les *Toxorhynchitinae* constituée d'un seul genre *Toxorhynchites* qui sont des moustiques de grande taille et inoffensifs au stade imaginal [Dieng, 1995].

Les *Toxorhynchitinae* ont peu retenu l'attention des entomologistes médicaux car leurs femelles ne sont pas hématophages [Henrique, 2004].

• **Famille de *Psychodidae***

La sous famille des *Phlebotominae* (Fig. 1D) regroupe environ 700 espèces. 70 espèces des genres *Phlebotomus* et *Lutzomyia* transmettent les protozoaires du genre *Leishmania*, diverses arboviroses (Phlebovirus, Vesiculovirus et Orbivirus) ainsi que *Bartonella Bacilliformis*. Ils ont une activité nocturne ou crépusculaire.

• **Famille des *Tabanidae*** [Poinsignon, 2005]

Les taons sont des insectes diurnes (Fig. 1E) fréquentant des milieux écologiquement peu modifiés : prairies, savanes, marécages...Ils transmettent une seule maladie, la loase. Cette filariose sous-cutanée due à l'espèce *Loa loa* est propre des régions forestières humides d'Afrique tropicale où les tabanidés du genre *Chrysops* assurent la transmission (*C. silacea* et *C. dimidiata*).

• **Familles des *Simuliidae***

Les simulies des petites mouches noires et bossues dont les femelles hématophages du genre *Simulium* (Fig. 1F) transmettent la filaire *Onchocerca volvulus*. Ce nématode est responsable de l'onchocercose, également connue sous le nom de " la cécité des rivières ", qui se rencontre en Afrique Centrale et Amérique Centrale et du Sud. Quatre phases composent le cycle de vie des *Simuliidae* : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte. La durée de chacune de ces phases varie avec le climat, le passage de l'œuf à l'adulte dure environs 12 à 16 jours.

• **Familles des *Glossinidae*** (Fig. 1G)

Les glossines ou mouches Tsé Tsé sont des insectes vivants uniquement en Afrique sub-saharienne. On connaît 31 espèces ou sous-espèces, toutes regroupées au sein du genre *Glossina*. Elles sont responsables de la transmission de plusieurs espèces de trypanosomes, parasitant l'homme (la maladie du sommeil) et certains vertébrés sauvages ou domestiques (la Nagana). Les mouches des 2 sexes sont hématophages.

#### 1.4.2. Ordre des *Hemiptera*

Deux familles abritent des espèces hématophages susceptibles de piquer l'homme : les *Cimicidae* et les *Reduviidae*.

Les Triatomes (famille des *Reduviidae*) (Fig. 1H), dont *Rhodnius prolixus*, sont les vecteurs de la maladie de Chagas, parasitose d'Amérique tropicale due au protozoaire *Trypanosoma cruzi*. Ce sont des punaises de grande taille (5 à 45 mm de longueur selon les espèces), de couleur brune ou noire avec des taches rouges ou jaunes sur le thorax et l'abdomen. Les 2 sexes sont hématophages.

#### 1.4.3. Ordre des *Aphaniptera* (Fig. 1I)

Les puces sont des insectes sans ailes, holométaboles. Environ 2.500 espèces et sous-espèces avaient été décrites à la fin du XXe siècle [Lewisre, 1998].

Les puces sont des ectoparasites de mammifères et, plus rarement, d'oiseaux. Les adultes, mâles et femelles, sont hématophages et ont la faculté de sauter. Le parasitisme des puces est obligatoire. Cependant, si leur situation en tant qu'ectoparasite peut être permanente, elle n'est, le plus souvent, qu'occasionnelle [Duchemin *et al.*, 2006].

De ce fait, ces insectes peuvent entrer en interaction avec l'homme et être ainsi à l'origine de nuisances. Celles-ci sont de deux ordres : directes liées à la piqûre et indirectes liées à la transmission d'agents pathogènes.

Toutefois, ces nuisances sont à nuancer en fonction de l'espèce de puce considérée en raison de la spécificité et de l'écologie de chaque taxon [Menier et Beaucournu, 2001].

#### 1.4.4. Ordre des *Anoplura* [Poinsignon, 2005] (Fig. 1J)

Les poux regroupent 500 espèces, ectoparasites permanents et obligatoires des mammifères, hématophages à tous les stades et dans les 2 sexes. Ce sont des insectes de couleur grise ou brune, aplatis dorso-ventralement et long de 0,5 à 8 mm. Les poux transmettent des rickettsioses dont la plus importante est le typhus exanthématique, dû à *Rickettsia prowazekii*.

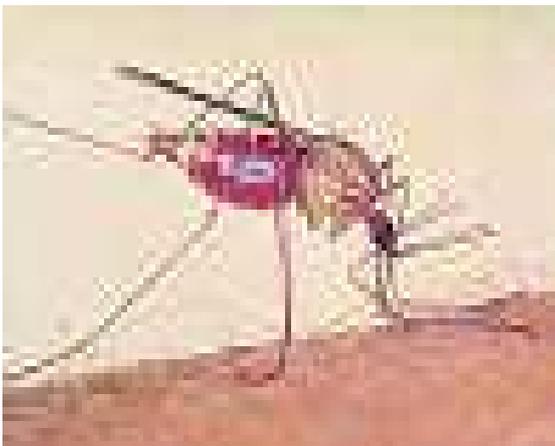
Cette maladie est endémo épidémique, potentiellement cosmopolite et spécifique de l'homme.



**A. *Aedes* (Diptera : Culicidae)**



**B. *Culex* (Diptera : Culicidae)**



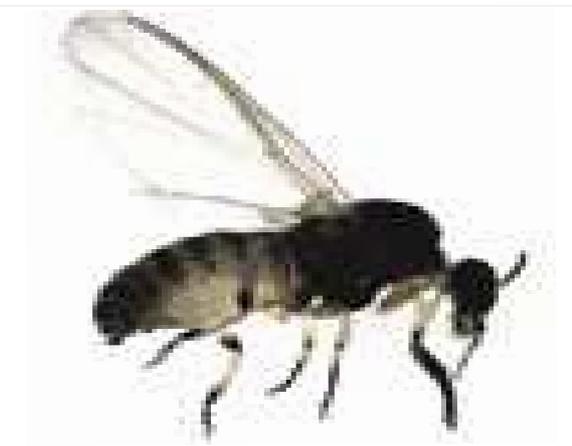
**C. *Anophele* (Diptera : Culicidae)**



**D. *Phlebotome* (Diptera : Psychodidae)**



**E. *Taons* (Diptera : Tabanidae)**

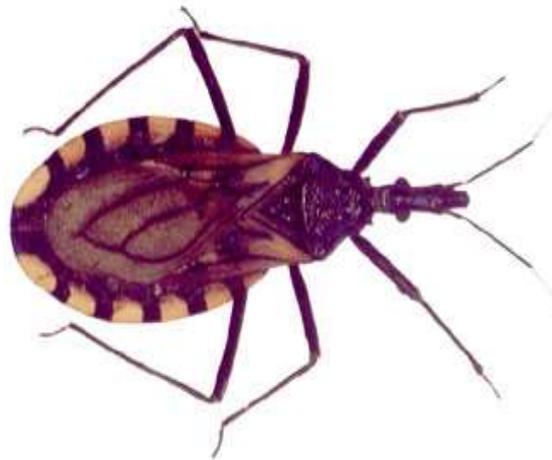


**F. *Simulie* (Diptera : Simuliidae)**

**Figure 1. Présentation de quelques insectes d'intérêt médical [Poinsignon, 2005].**



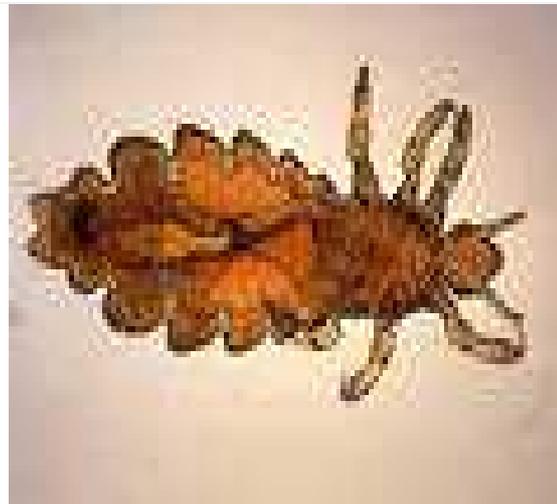
**G. Taons** (*Diptera : Glossinidae*)



**H. Triatome** (*Hemiptera :Reduviidae*)



**I. Puces** (*Aphaniptera*)



**J. Poux** (*Anoplura*)

**Figure 1. Présentation de quelques insectes d'intérêt médical**  
[Poinsignon, 2005].

## 2. Généralités sur les phlébotomes et les maladies qu'ils transmettent

### 2.1. Position systématiques des phlébotomes

Les phlébotomes appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, classe des Insectes, Ordre des Diptères, sous-ordre des Nématocères (antennes filiformes), famille des *Psychodidae* [Boussaa, 2008], cette famille est divisée en 6 genres dont trois comportent des espèces hématophages : *Phlebotomus* ; *Lutzomyia* et *Sergentomyia* [Killick-Kendrick, 1999].

*Phlebotomus* et *Lutzomyia* regroupent les espèces mammophiles vectrices de leishmanies. *Sergentomyia* dont les espèces très nombreuses dans l'ancien monde se nourrissent sur les reptiles, les amphibiens et les oiseaux, piquent très rarement l'homme et ne sont jamais vecteurs [Moulinier, 2002].

Parmi les représentants de la famille de *Psychodidae*, la taxonomie de *Phlebotominae* est toujours une issue très discutée. Ce groupe d'insectes est énorme (plus de 1000 espèces) et mal compris [Young et Perkins, 1994]. Les espèces cachées ne sont pas rares [Dujardin, 2007].

Les leishmanies sont transmises par la femelle hématophage, telmophage du phlébotome lors de son repas sanguin nécessaire au développement des ovocytes alors que le mâle ne joue aucun rôle dans la propagation des leishmanioses. Néanmoins, on le retrouve près de l'hôte attiré par la femelle pour la reproduction [Meghamla, 2007].

### 2.2. Données morphologiques

Le développement des phlébotomes comporte une métamorphose complète (holométabole) comprenant les stades : œuf, larve, nymphe et imago [Ba, 1999].

#### 2.2.1. Œuf (Fig. 2A)

La femelle pond de 50 à 200 œufs, l'œuf est elliptique et mesure environ 0,4 mm de long. La surface du chorion présente des ornements caractéristiques. Au moment de la ponte, ces œufs sont de couleur claire; ils se pigmentent rapidement en brun au contact de l'air [Ba, 1999].

Ils sont pondus isolément sur le sol [Brumpt, 1949] dans un endroit calme, abrité du vent, humide et sombre. Ils éclosent au bout de 4 à 15 jours après la ponte. Libérant ainsi une larve de premier stade [Baldet, 2004].

### 2.2.2. Larves (Fig. 2A)

Les stades larvaires sont au nombre de quatre. La larve est de type éruciforme [Ba, 1999]. Les larves de phlébotome de 2 à 8 mm de longueur sont vermiformes, eucéphales. Elles sont dotées de pièces buccales broyeuses sur la capsule céphalique et d'un tégument orné de petits tubercules portant chacun une soie épineuse. Les segments abdominaux (de 1 à 7) sont munis de fausses pattes locomotrices et le segment abdominal 9 est doté de deux paires de soies fortes, très longues et foncées [Baldet, 2004].

Les larves sont terricoles, sédentaires, saprophages et phytophages [Moulinier, 2002] ; présentent 4 stades qui durent de 14 à 60 jours ; certaines espèces hibernent à l'état larvaire le plus souvent au quatrième stade [Killick-Kendrick, 1999]. Lorsque la température est suffisamment basse pour faire cesser tout développement, la larve hivernante devient peu mobile, le métabolisme baisse et la digestion ralentit [Dolmatova et Demina, 1971 ; Djazor, 1975]. La dernière mue transforme la larve du quatrième stade en nymphe [Baldet, 2004].

### 2.2.3. Nymphe (Fig. 2B)

La nymphe se caractérise par un céphalothorax distinct de l'abdomen ; elle mesure 3 mm de longueur. Les deux derniers segments abdominaux dans la dépouille du stade 4 servent de support à la nymphe fixée ainsi au substrat qui peut alors se dresser verticalement [Baldet, 2004].

La nymphe est inerte ou peu mobile, fixée par son extrémité postérieure au sol [Segyu 1951]. Elle ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade qui est de 6 à 15 jours [Baldet, 2004].

### 2.2.4. Imago (Fig. 2C et 2D)

#### ➤ Eléments de morphologie

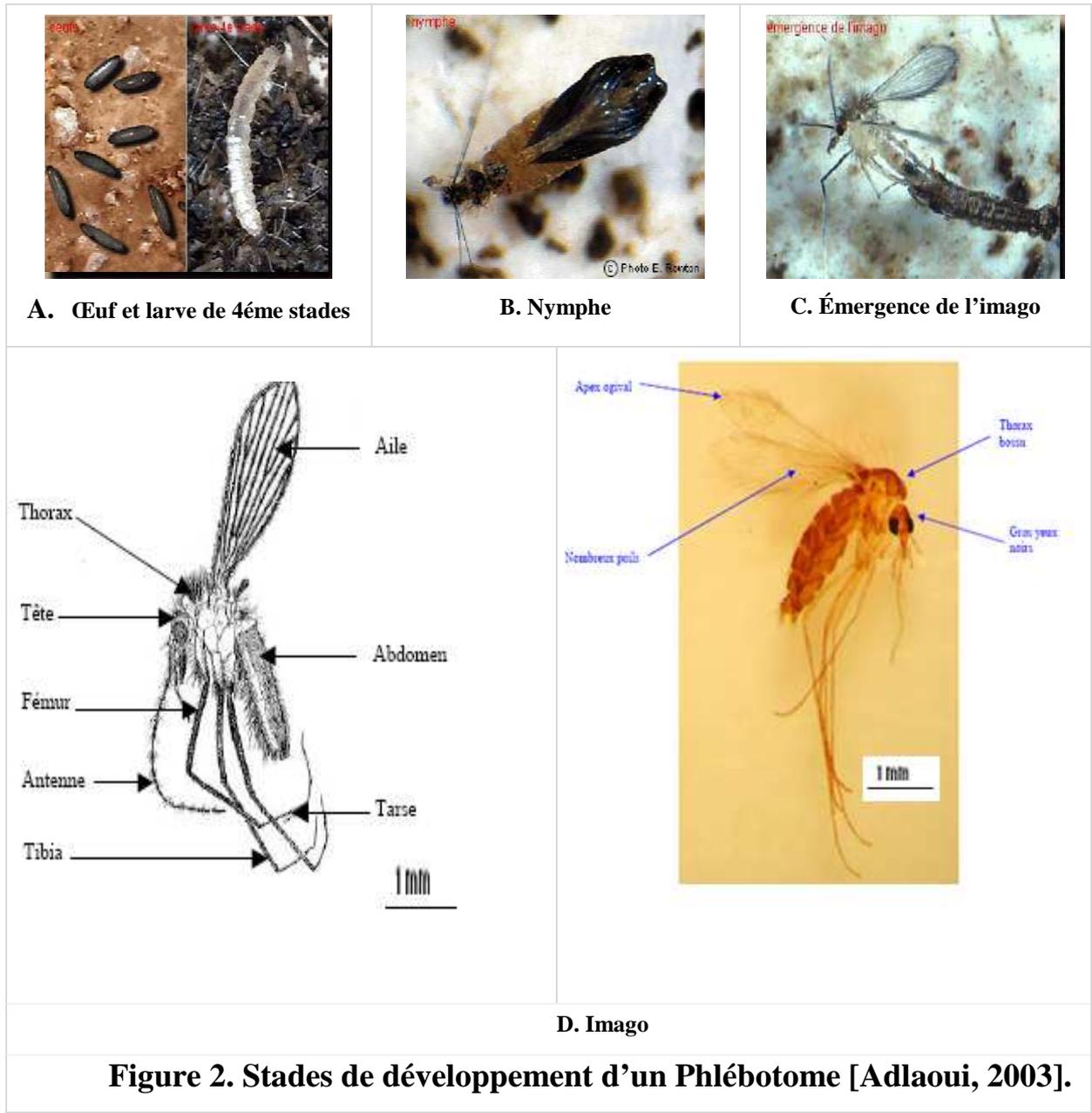
Leur corps grêle se divise en tête, thorax et abdomen [Ba, 1999] ; ils mesurent 2 à 3 mm et ils sont parfois confondus avec des petits moustiques. Ils sont de couleur claire, jaune pâle, à brune, à peine visible à l'œil nu (Fig. 1D). Leurs ailes, de forme lancéolée, se dressent en V à 45° sur le dos lorsqu'ils sont au repos [Izri *et al.*, 2006]. Examinés à la loupe, ils apparaissent velus, bossus, pourvus de longues pattes et d'une nervation alaire caractéristique [Dolmatova et Demina, 1971 ; Abonnenc, 1972].

#### • La tête

La tête porte les antennes, les organes visuels et les pièces buccales [Izri *et al.*, 2006].

- Antennes : Longues et fines à 16 articles, pourvues de soies. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel comme chez les moustiques [Moulinier, 2002].

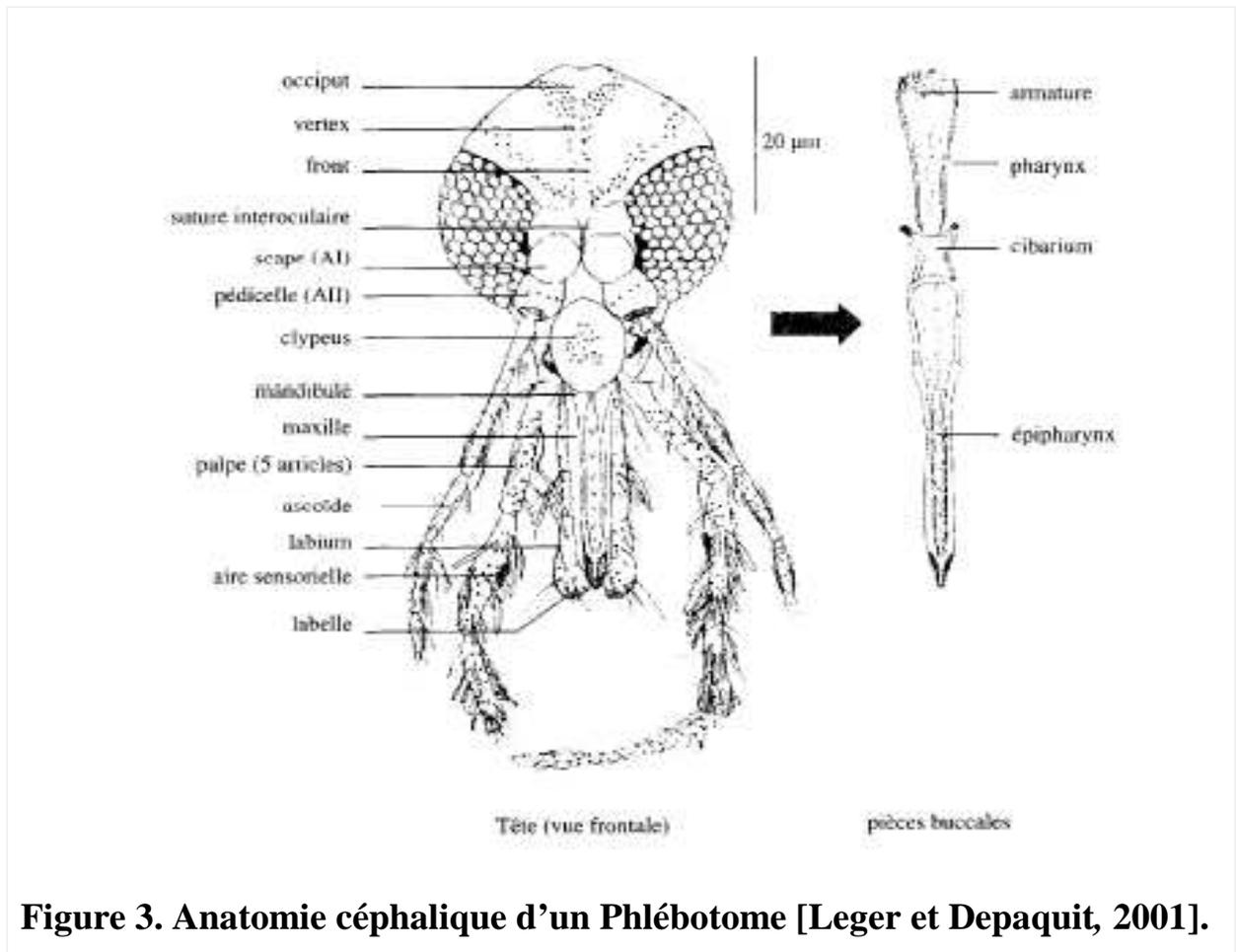
- Les yeux sont gros ;  
 - Pièces buccales : Labre, maxilles, mandibules dentés, forment avec l'hypopharynx parcouru par le canal salivaire, un fascicule court, engainé au repos par un labium en gouttières. Le cibarium (partie antérieure de la cavité buccale) porte des denticulations chez le genre *Lutzomyia* (absentes dans le genre *Phlebotomus*) [Moulinier, 2002] (Fig. 3).



• **Le thorax**

Le thorax qui porte les ailes et les pattes se divise en prothorax, mésothorax et métathorax. Le prothorax est réduit. Le mésothorax très développé est formé de plusieurs plaques portant des soies sensorielles. Il porte le stigmate antérieur. Le métathorax porte le stigmate postérieur ;

- Les ailes sont lancéolées avec sept nervures longitudinales et des nervures transverses. La disposition de ces nervures permet de distinguer les différents genres de phlébotomes ; - Les pattes sont longues et grêles, couvertes de soies [Ba, 1999].



- **L'abdomen**

L'abdomen est constitué de dix segments. Il porte des stigmates sur les tergites 2 à 6. Les trois derniers segments sont transformés en génitalia [Ba, 1999]. La femelle dispose de deux spermathèques. Le mâle présente un appareil copulateur externe extrêmement développé (en particulier les coxites, les styles et les griffes) et aussi long que le tiers de la longueur de l'abdomen [Moulinier, 2002].

Chez le mâle, l'armature génitale très développée (Fig. 4A) 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 (Fig. 4B). 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.

Leur identification repose sur un examen microscopique après montage minutieux entre lame et lamelle. Les caractères d'identification d'espèces les plus utilisés sont les antennes, le pharynx et le cibarium au niveau de la tête, les ailes et l'implantation des soies au niveau du thorax, l'implantation des soies dorsales au niveau abdominal et les génitalia qui permettent aujourd'hui l'identification rapide et précise de nombreuses espèces [Leger *et al.*, 1983 ; Killick-Kendrick *et al.*, 1991]. Enfin, l'étude des iso enzymes [Izri *et al.*, 2006].

### ➤ **Eléments de biologie**

#### • **Accouplement**

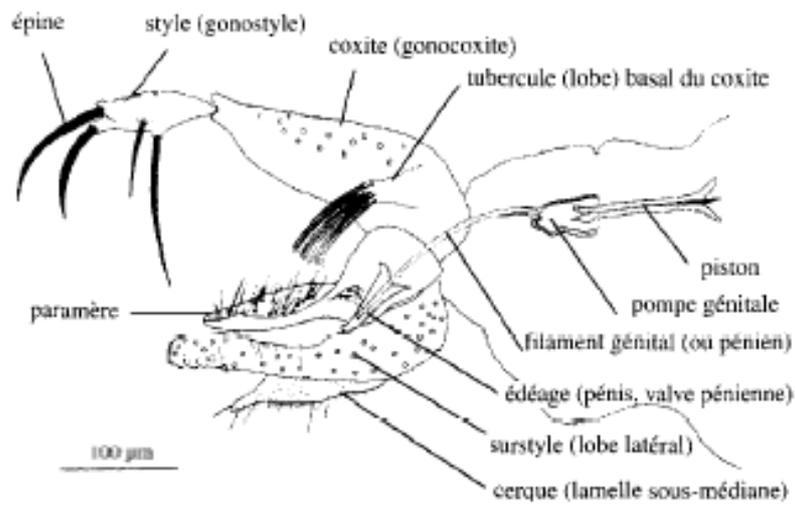
Les mâles émergent quelques heures avant les femelles ; la rotation des derniers anneaux abdominaux et la mise en place des pièces génitales sont terminées 12 heures après l'émergence. L'accouplement se réalise au crépuscule, en vol, à terre ou parfois sur un hôte pendant le repas de la femelle [Moulinier, 2002].

#### • **Repas Sanguin**

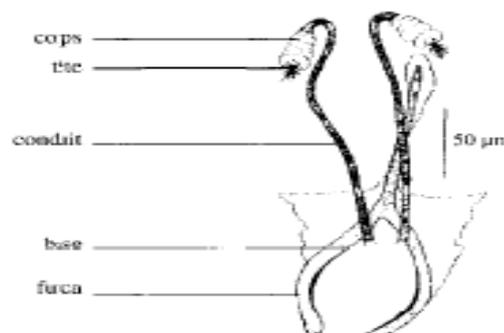
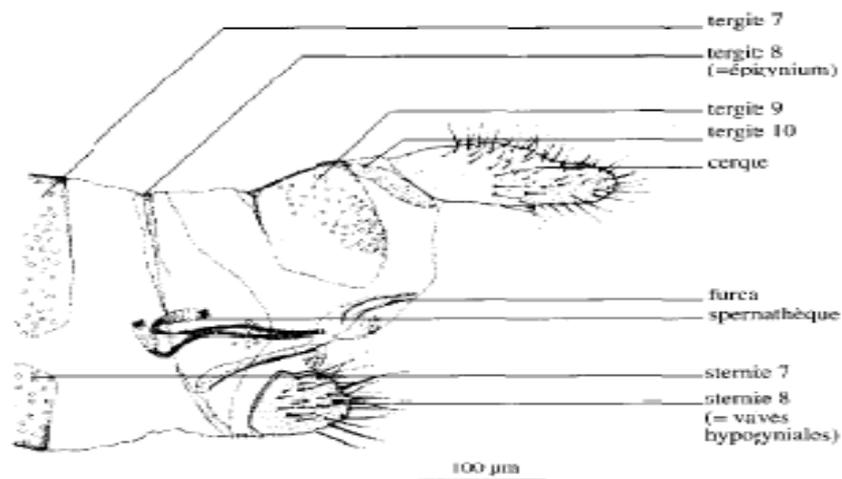
Dès leur émergence, les phlébotomes cherchent à se nourrir. Alors que l'insecte mâle se contente de sucs de plantes et de miellat de pucerons [Killick-Kendrick, 1999], la femelle a besoin de sang pour le développement de ses œufs [Nieves et Pimenta., 2002]. Elle se nourrit en piquant aussi bien l'Homme que les animaux. Telmophagie (formation d'un hématome) [Ba, 1999], elle prélève le sang en dilacérant avec sa trompe les tissus superficiels de ses hôtes, provoquant un petit hématome qu'elle aspire (phlébotome signifie littéralement «Coupeurs de veines»). La piqûre peut passer inaperçue en raison de la petitesse de l'insecte ou du sommeil de l'hôte. La durée du repas de sang est assez longue de l'ordre de 10 à 30 minutes probablement par pool feeding [Messai, 2006].

Une fois gorgée de sang, la femelle prend une brève période de repos sur un mur ou un support proche avant de rejoindre un abri où elle digère son repas. La digestion s'effectue en 3 à 10 jours et permet la maturation.

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 [Abonnenc, 1972]. 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.



**A. Anatomie du génitalia mâle.**



**B. Extrémité postérieure de l'abdomen d'une femelle et anatomie des spermathèques.**

**Figure 4. Anatomie des génitalia mâle et femelle d'un phlébotome [Leger et Depaquit, 2001].**

### •Gites de repos

Les phlébotomes très sensibles à la dessiccation, fréquentent des gites ombrés, à l'abri du vent et humides :

- grotte, cavernes, creux d'arbres, terriers de rongeurs, termitières, anfractuosités des vieux murs pour les espèces sauvages ;

- granges, étables, caves, clapiers pour les espèces domestiques [Moulinier, 2002].

### •Activité et vol

Les phlébotomes ont une activité nocturne et crépusculaire [Izri *et* Belazzoug., 2007], ce sont des mauvais voiliers, leur portée de vol est faible. Ils ne sortent de leur gîte de repos que les jours sans vent [Brumpt, 1949]. Ils se déplacent alors avec un vol sautillant, saccadé et au niveau du sol [Baldet, 2004].

Ils sont actifs toute l'année en zone tropicale et seulement à la belle saison en zone tempérées [Brumpt, 1949]. La période de vie active des phlébotomes varie ainsi suivant le climat [Dolmotova *et* Demina 1971].

### •Dispersion

La dispersion active des phlébotomes est toujours très limitée. Ils s'éloignent peu du lieu de leur naissance [Brumpt, 1949]. On peut toutefois supposer qu'ils peuvent franchir de longues distances passivement grâce aux vents [Baldet, 2004]. Leur vol est court (< 1 km), expliquant l'épidémiologie parfois très localisée de la leishmaniose [Minodier *et al.*, 2005].

### •Longévité

La longévité moyenne est de l'ordre de 15-21 jours, le maximum peut atteindre 90 jours. Elle varie selon la température (plage optimale de 15 °C à 28 °C), l'humidité (impact positif de 50 % à 80 %) et l'espèce [Baldet, 2004].

L'évolution de la température accélère le développement mais diminue la vitalité, par contre son abaissement ralentit le développement et affaiblit également la vitalité [Messai, 2006].

L'infection des phlébotomes par *Leishmania* a un effet sur leur longévité et leur fécondité [Kamhawi, 2006].

## 2.3. Principaux phlébotomes (*Psychodidae*) connue en Algérie

En Algérie, la leishmaniose constitue un problème de santé publique. Bellazoug *et al* (1991) in Boudrissa (2006) a donné la classification des 22 espèces décrites en Algérie (Tableau I).

**Tableau I. Classification des *Psychodidae* décrits en Algérie  
[Boudrissa *et al.*, 2006].**

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

### 3. Biologie et rôle pathogène des Leishmanies

#### 3.1. Historique

Les phlébotomes incommode beaucoup les hommes avec leurs piqûres. De nombreuses personnes souffrent de l'effet toxique de leur salive. Certaines espèces sont vectrices de bartonellose, de leishmanioses ou d'arboviroses [Ba, 1999].

Les parasites du genre *Leishmania* agents des leishmanioses, ont été indépendamment décrits par William Leishman et Charles Donovan en 1903, mais précédemment ont observé par David Cuninghame en 1885 et Peter Borovsky en 1898. Ces parasites ont été confondus avec d'autres protozoaires et le genre *Leishmania* était proposé par James Wright seulement en 1903 [Vannier-Santos *et al.*, 2002 ; Nogueira *et al.*, 1998].

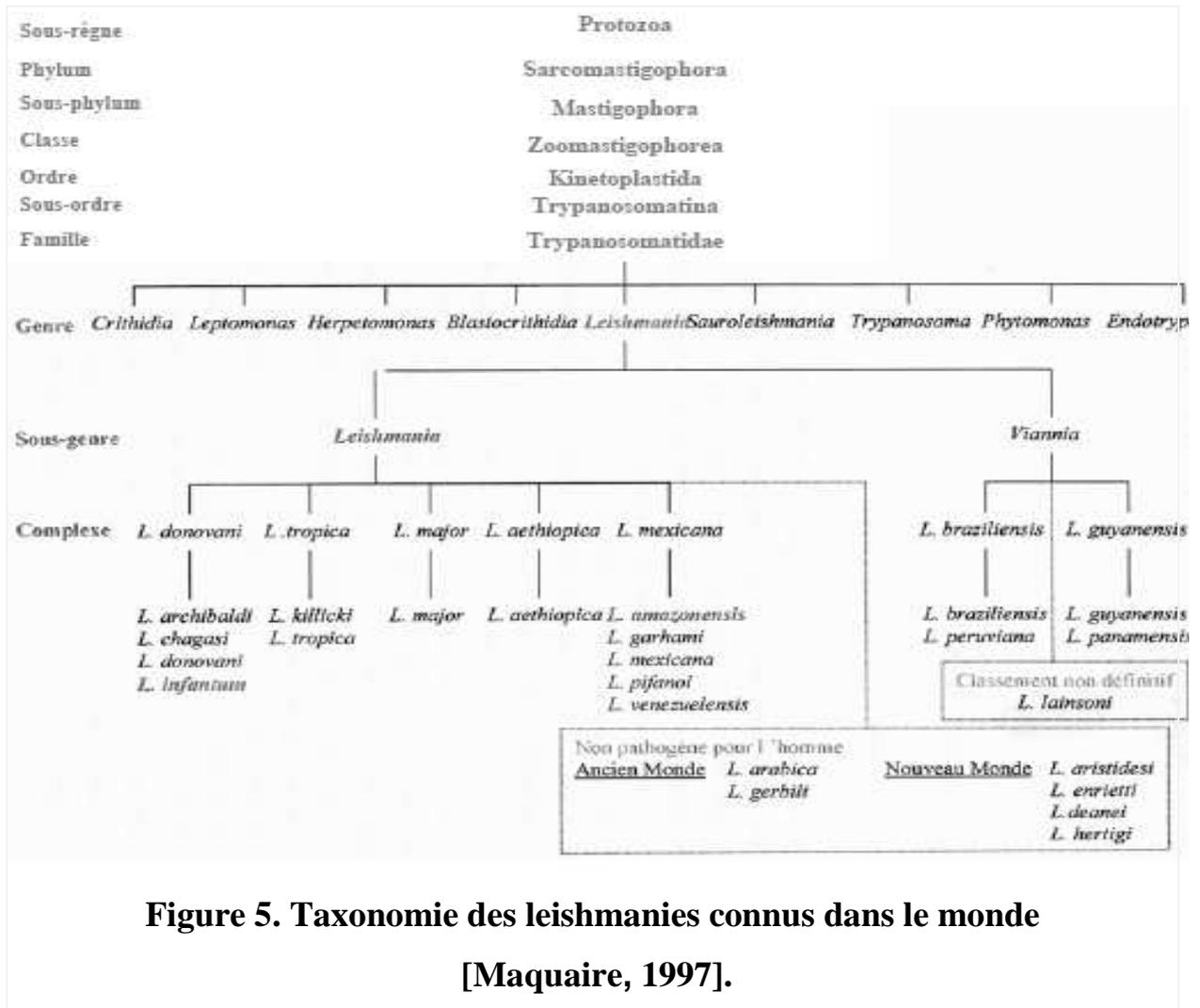
La révélation de la relation entre le vecteur (phlébotome) et les symptômes est due à l'équipe de l'Institut Pasteur d'Algérie dirigé à l'époque par les frères Edmond et Etienne Sergent et leurs collaborateurs. Les preuves expérimentales de la transmission de la leishmaniose cutanée ont été apportées en 1921, lorsque les frères Sergent contaminèrent un sujet sain en le faisant piquer par des phlébotomes récoltés dans le sud du pays. Presque parallèlement, des observations faites en Palestine et en Syrie par Adler et Theodor confirmèrent celles de l'équipe de l'Institut Pasteur d'Algérie [Dedet, 1999].

#### 3.2. Classification des Leishmanies

*Leishmania* est un parasite protozoaire de l'ordre des *Kinetoplastidae*, famille *Trypanosomatidae* [Roze, 2005]. Elle a un cycle de vie dimorphique [Sacks et Kamhawi 2001], présentant donc deux formes morphologiques: l'amastigote intracellulaire dans le système réticulo-histiocytaire du mammifère et promastigote dans le tractus digestif de hôte invertébré [Dedet *et al.*, 1999].

*Leishmania* est un parasite de vaste distribution géographique retrouvé en Asie, Afrique, Amérique du Sud et Centrale et en Europe, particulièrement autour du bassin méditerranéen [Ouellette *et al.*, 2003].

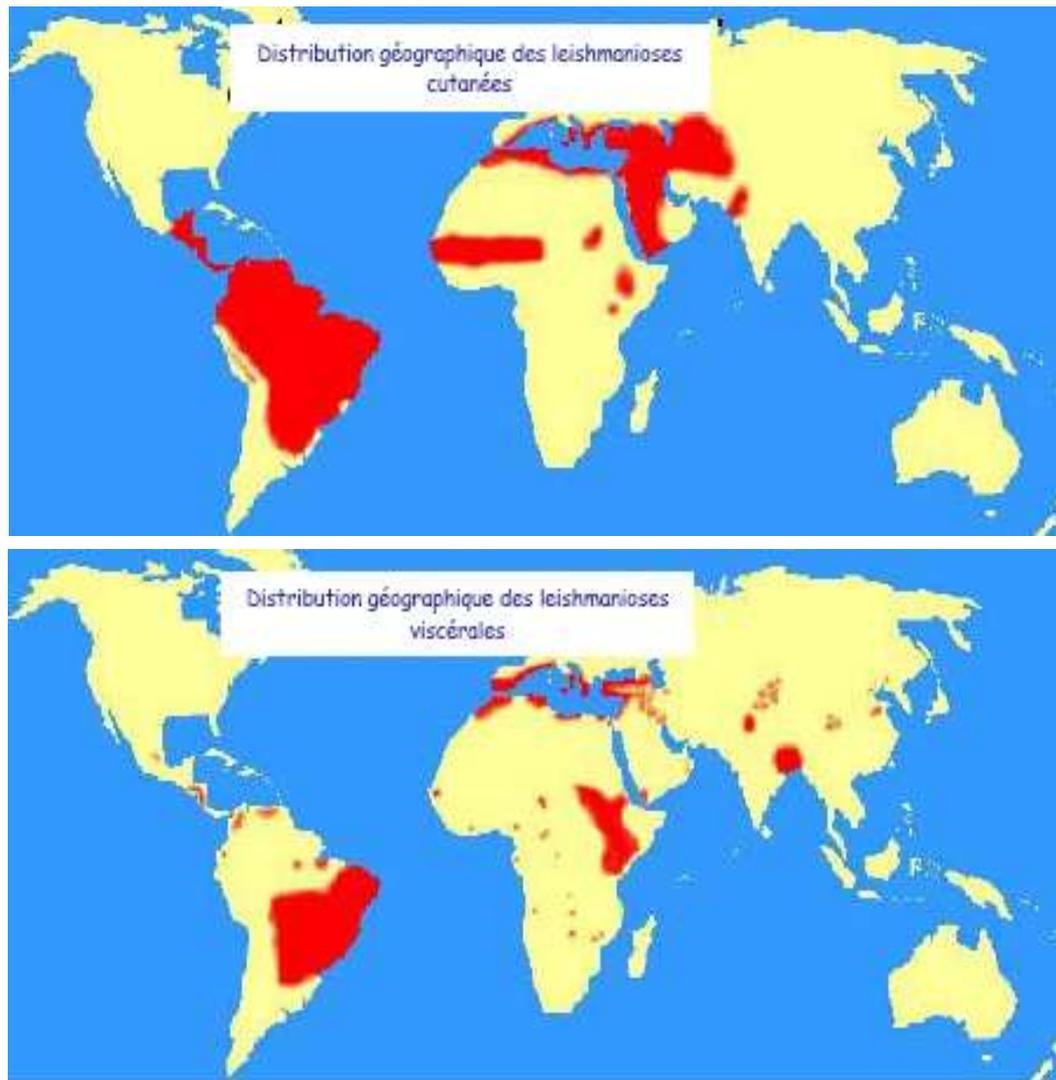
Plus de 30 espèces de *Leishmania* ont été nommées jusqu'à aujourd'hui parmi lesquelles, environ 10 espèces ont une importance médicale et vétérinaire [Bates et Ashford, 2006]. Le développement du parasite dans le tube digestif du vecteur, au niveau du pylore est le critère qui a permis de diviser le genre *Leishmania* en deux sous-genres. D'une part, la section *Suprasyllaria*, caractérisée par la multiplication dans l'intestin moyen et antérieur, devient le sous-genre *Leishmania*. D'autre part, la section *Perisyllaria*, caractérisée par la multiplication dans la partie postérieure suivie d'une migration antérieure, devient le sous genre *Viannia* [Acebey, 2007] (Fig. 5).



### 3.3. Distribution des différentes espèces de Leishmania

Les différents types de leishmanioses sont retrouvés dans les régions tropicales et subtropicales du globe. On distingue deux grandes situations géographiques, l'Ancien monde (sud de l'Europe, Afrique, Proche-Orient, Moyen-Orient et Asie) et le nouveau monde (Amériques du Sud et Centrale) (Fig. 6).

La distribution géographique des différentes espèces de *Leishmania* semble de plus très proche de celle des insectes vecteurs. Environ 30 espèces de mouches des sables jouent le rôle de vecteur et appartiennent soit au genre *Phlebotomus* (ancien monde) soit au genre *Lutzomyia* (nouveau monde). Ces insectes se distribuent en fonction de l'altitude et des facteurs climatiques généraux et, en particulier, la température et la pluviosité [Acebey, 2007].



**Figure 6. Distribution géographique des leishmanioses dans le monde [Hide, 2004].**

### **3.4. Eléments de morphologie et cycle de vie de *Leishmania sp.***

Les leishmanies sont des parasites hétéroxènes et dimorphique c'est-à-dire possédant deux formes morphologiques différentes au cours de leur cycle de vie : tout d'abord la forme promastigote lorsqu'il se développe chez l'insecte vecteur, puis sous forme amastigote qui se développe à l'intérieur des macrophages chez l'hôte mammifère [Ouellette *et al.*, 2003; Vannier-Santos *et al.*, 2002] (Fig. 7).

#### **➤ Chez les mammifères**

Les leishmanies se présentent morphologiquement sous une forme cryptomastigote (ou amastigote). Cette forme possède un tout petit flagelle, intra cytoplasmique. Les amastigotes

sont des parasites intracellulaires [Bates, 2007], elles sont présentes au sein d'une phagolysosome de macrophages et d'autres phagocytes [Handman et Bullen., 2002].

Elles sont ovalaires et mesurent  $4 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$  [Mazelet, 2003]. Elles renferment un noyau volumineux et un élément en forme de bâton, le kinétoplaste, les macrophages infectés sont hypertrophiés et prennent souvent un aspect mûriforme [Roqueplo, 2003].

➤ **Chez le vecteur**

Chez le vecteur, les leishmanies ont un aspect morphologique totalement différent : éléments allongés fusiforme de  $15 \text{ à } 20 \mu\text{m}$  de longueur sur  $1 \text{ à } 4 \mu\text{m}$  de largeur, pourvus d'une portion libre du flagelle de  $20 \mu\text{m}$  de longueur [Dedet, 1999; Vannier-Santos *et al.*, 2002] et un noyau en position supranucléaire c'est la forme promastigote [Roqueplo, 2003].

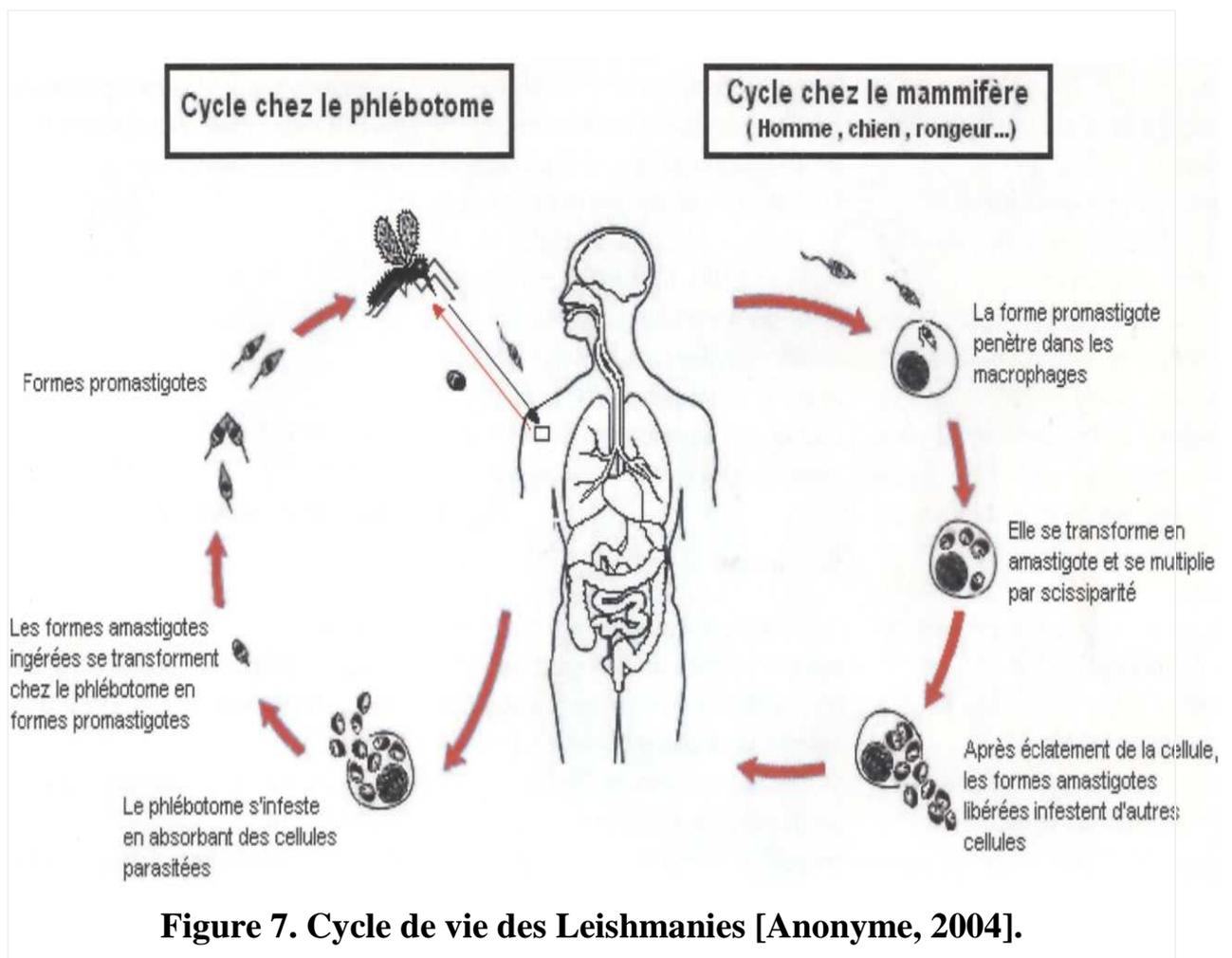


Figure 7. Cycle de vie des Leishmanies [Anonyme, 2004].

### 3.5. Eléments de biologie du genre *Leishmania*

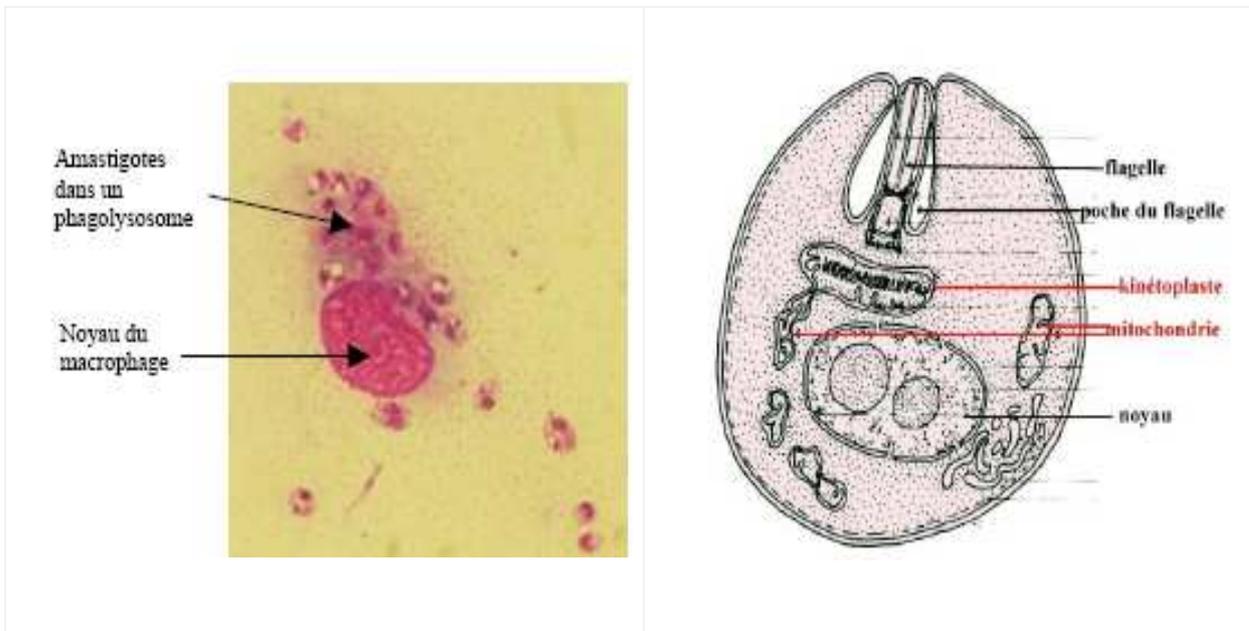
#### ➤ Les différentes formes et leurs localisations

##### • La cellule de *Leishmania*

Les Leishmanies sont des eucaryotes unicellulaires, pourvus d'un organe spécifique aux kinetoplastidés, le kinétoplaste, situé en position antérieure, il contient deux types de molécules d'ADN [Hide, 2004].

La composition cellulaire des *Leishmania* inclut des organites plus classiques tels que le noyau, le flagelle et sa poche flagellaire ou encore l'appareil de Golgi [Meghamla, 2007].

La membrane plasmique est composée principalement de glycolipides de haute poids moléculaire, de glyco-inositol-phospholipides de faible poids moléculaire [Antoine *et al.*, 1999] et de protéines membranaires.



##### • Les formes parasitaires

Les *Leishmania* passent par deux principaux stades de développement caractéristiques de l'hôte dans lequel elles évoluent. Lorsqu'elles sont dans le tractus digestif du phlébotome, elles se trouvent sous la forme dite promastigote. Lors de la piqûre par le phlébotome, des formes promastigote mature et infectieuses dites métacycliques sont inoculées à l'hôte vertébré [Miriam et Robert, 2007]. (Fig. 8).

Des études récentes tendent à montrer que ce stade promastigote semble regrouper plus de 2 états cellulaires (promastigotes de division et métacycliques) ; ces nouveaux stades intermédiaires sont à l'étude [Sacks et Kamhawi, 2001].

Ces formes métacycliques, amassées au niveau de la valve stomodéale du phlébotome, sont morphologiquement proches des promastigotes de division mais se caractérisent par l'expression de protéines spécifiques [Hide, 2004]. Chez l'hôte vertébré, ces formes métacycliques vont se transformer en formes amastigotes sphériques et de petite taille (2 à 5 µm de diamètre en moyenne). Moins de 24 heures après la phagocytose des promastigotes par les macrophages, les promastigotes vont se différencier en amastigotes à l'intérieur de la vacuole parasitophore [Rose, 2005].

Ces amastigotes ont une localisation intramacrophagique et ne présentent plus de flagelle émergent. Ils sont anaérobies, acidophiles et capables de résister aux hydrolases lysosomales [Dedet, 1999] ; et sont donc parfaitement adaptés aux conditions de température et de pH des vacuoles parasitophores des macrophages [Hide, 2004].

#### ➤ **Mode de reproduction**

Même si le mode de reproduction de *Leishmania* est encore débattu, il semble que ce parasite se reproduit de façon majoritairement clonale comme les autres Trypanosomatidae. En dépit de ce mode de reproduction, ces organismes présentent la capacité de faire de la recombinaison sexuée puisque des hybrides ont été mis en évidence dans les populations naturelles. Les mécanismes moléculaires mis en jeu restent indéterminés même si des fusions cellulaires ont été observées aux microscopes [Hide, 2004].

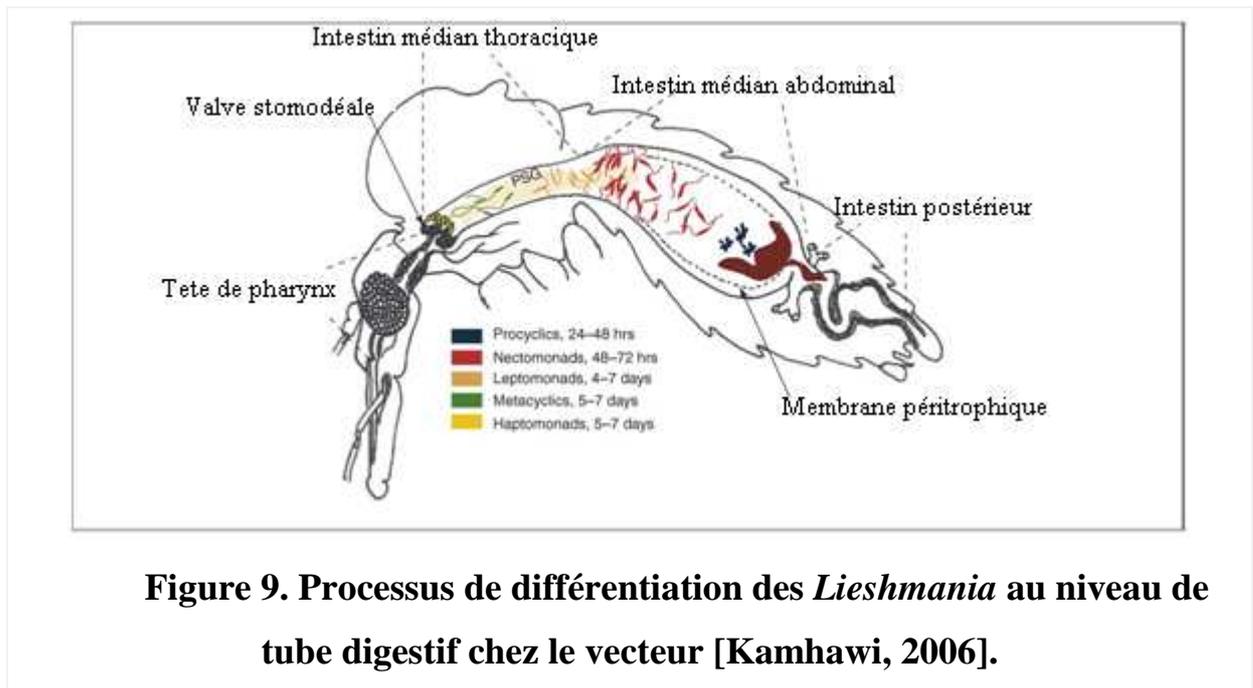
### **3.6. Cycle de réplication, survie et devenir du parasite chez le phlébotome et chez le mammifère**

#### ➤ **Phase extracellulaire : développement chez l'insecte**

Le cycle évolutif fait intervenir les phlébotomes et les mammifères [Rose, 2005]. Lors du repas sanguin du phlébotome, les formes cryptomastigotes du parasite, présentes dans la peau de l'hôte vertébré réservoir, sont ingérées ; elles se transforment en leishmanies promastigotes qui se multiplient par division binaire longitudinale [Schlein, 1993].

Le repas sanguin est d'abord confiné dans une membrane péritrophique par les cellules bordant l'intestin du phlébotome [Leger et Depaquit., 2001]. La matrice chitineuse de la membrane est attaquée par les enzymes chitinolytiques produites par les parasites [Killick-Kendrick, 2002], qui peuvent ainsi s'échapper dans la lumière du tube digestif. Ils s'attachent

alors à la paroi intestinale en insérant leur flagelle dans les microvillosités des cellules intestinales [Warburg, 2007] (Fig. 9).



A mesure que la densité parasitaire augmente, les promastigotes remontent vers la valve stomodéale (une structure qui règle la prise de sang pendant l'alimentation) située à l'avant de l'intestin en partie thoracique [Matthew *et* Bates., 2007] ; où ils se fixent à la partie chitineuse de la valve [Killick-Kendrick, 2002].

Les formes promastigotes remontent ensuite vers le pharynx qu'elles colonisent. Elles prennent une forme circulaire, courte, appelée paramastigote. Quelques uns de ces paramastigotes se transforment en promastigotes métacycliques [Bates *et* Rogers., 2004]. Ces formes sont infectieuses pour l'hôte vertébré [Kamhawi, 2006].

Les promastigotes métacycliques s'observent dans les pièces buccales et les glandes salivaires du phlébotome au terme de 15 à 20 jours, en fonction de la température [Killick-Kendrick, 2002].

Le temps approximatif nécessaire pour les parasites à accomplissent leur développement dans la mouche de sable est de 6 à 9 jours, selon l'espèce [Kamhawi, 2006].

#### ➤ Phase intracellulaire : développement chez l'hôte mammifère

Les promastigotes infectants vont être inoculés à un nouvel hôte vertébré, au cours du repas sanguin suivant du phlébotome qui peut injecter entre 10 à 100 parasites dans le derme de l'hôte [Sacks *et* Kamhawi., 2001].

Le changement de température de 25°C à 37°C et le changement de pH, (d'un pH physiologique à un pH aux environs de 5), induisent la différenciation en amastigotes [Acebey, 2007]. Les parasites, après différenciation, se divisent par fission binaire chez les

hôtes mammifères se répandent par relargage et internalisation de macrophage à macrophage [Ouellette *et al.*, 2003].

### 3.7. Relation Leishmanies- phlébotomes et épidémiologie de la leishmaniose

#### 3.7.1. Définition de la leishmaniose

Les Leishmanioses sont des parasitoses communes à l'homme et à l'animal (anthropozoonose), dues à des protozoaires flagellés appelés Leishmanies, transmises par la piqûre de la femelle hématophage d'un insecte diptère dénommé phlébotome [Anjili, 2006]. Les réservoirs de parasites sont des rongeurs sauvages, les mammifères, l'homme et le chien [Keita *et al.*, 2003].

#### 3.7.2. Manifestations cliniques de la leishmaniose chez l'homme

Le parasite du genre *Leishmania* est, selon les espèces, responsable de différentes pathologies et représente une cause importante de morbidité et de mortalité en médecine humaine et vétérinaire [Ouellette *et al.*, 2003]. Les manifestations symptomatiques peuvent être classées en quatre groupes [Hide, 2004].

➤ **Leishmaniose cutanée (LC)**, cette manifestation clinique était autrefois appelée bouton d'Orient, elle se caractérise par la formation d'une petite papule prurigineuse rouge sombre qui apparaît au site de piqûre. Puis, elle s'ulcère, s'infiltré en profondeur et se recouvre d'une mince croûte évoluant très lentement sous forme sèche ou forme humide.

Le tout se résorbe généralement après quelques mois voire un an, en laissant, malheureusement, de profondes cicatrices non pigmentées.

Dans le cas de *L. mexicana*, les lésions guérissent spontanément sauf lors d'une infection au niveau du pavillon de l'oreille qui peut durer plusieurs années (certaines datent de 40 ans) connu comme « ulcéra del chiclero » [Dedet, 1999].

➤ **Leishmaniose cutanéomuqueuse ou mucocutanée (LCM)**, connue sous le nom d'espundia, il s'agit d'une zoonose où les manifestations cliniques, de façon générale, évoluent en deux temps : d'une part, l'apparition d'ulcères cutanés initiaux, similaires à la leishmaniose cutanée, qui finissent par se résorber spontanément entre six mois et un an. D'autre part, une deuxième infection peut s'installer avant la guérison de la première ou apparaître plusieurs années plus tard [Roqueplo, 2003]. Elle provoque des lésions pouvant conduire à une destruction étendue et mutilante des muqueuses du nez, de la bouche et de la gorge. Ces lésions nécrosées peuvent entraîner des infections bactériennes et le tout peut engendrer une grande difformité due à la perte des lèvres, nez, palais et pharynx. La mort du

patient peut également survenir à cause d'infections secondaires ou de problèmes de respiration [Hide, 2004]. Se surinfectent facilement et peuvent donner lieu à des métastases [Khiati, 1992].

➤ *Leishmaniose cutanée diffuse (LCD)*, est caractérisée par la dissémination des lésions nodulaires ou en plaques qui ressemblent fortement à des formes lèproïdes, souvent présentes au niveau de visage ou des membres. Ces lésions ne guérissent pas de façon spontanée et sont plus fréquentes chez des individus ayant un système immunitaire défectueux.

➤ *Leishmaniose viscérale (LV)*, également appelée kala-azar, un mot indien signifiant fièvre noire. Représente la forme la plus grave de la maladie, avec une mortalité d'environ 100 % en l'absence de traitement. Les parasites ne restent pas au site de piqûre, ils migrent vers les organes lymphoïdes (le foie, la rate et la moelle osseuse), via les systèmes sanguin et lymphatique.

Elle se caractérise par des poussées de fièvres irrégulières, une perte de poids, une hépato-splénomégalie, une lympho-adénopathie et une anémie. La mort survient chez les patients non-traités de 6 mois à quelques années suivant l'infection [Hide, 2004].

Les leishmanioses viscérales qui peuvent être endémiques, épidémiques ou sporadiques prennent des caractères cliniques différents selon le cas [Marty, 2005].

### 3.7.3. Réservoir

On peut qualifier les leishmanioses d'anthroponoses ou de zoonoses selon que l'humain soit l'hôte direct ou l'hôte accidentel du vecteur. En effet, certains vecteurs sont attirés par l'humain alors que la majorité ont plutôt tendance à infecter d'autres mammifères. Ceux-ci varient selon l'habitat [Pinto *et al.*, 2001].

Le principal réservoir des *leishmanies* est essentiellement animal. En ce qui concerne les leishmanioses viscérales, les sources indirectes de *L. infantum* sont essentiellement constituées par les canidés domestiques et sauvages et les rongeurs sauvages ou péri-domestiques, cliniquement atteints ou non, qui sont les réservoirs de parasites [Soenen, 1996].

Le chien domestique représente le réservoir principal. La faune sauvage, et principalement les canidés sauvages, comme les loups, les renards, les chacals jouent le rôle de réservoirs secondaires [Courtenay *et al.*, 2001].

L'homme infecté développe une leishmaniose viscérale et ne permet pas la poursuite du cycle, excepté pour quelques rares souches dermatropes. L'homme leishmanien constitue, dans ce cas, un cul-de-sac épidémiologique.

Les chats, exceptionnellement infectés, ne jouent aucun rôle épidémiologique. Aucun autre arthropode n'est impliqué dans la transmission [Roqueplo, 2003].

Par contre, en Inde, c'est l'homme qui constitue le réservoir principal de *L. donovani*.

En ce qui concerne les leishmanioses tégumentaires, on distingue épidémiologiquement trois types de foyers leishmaniens.

Dans les foyers primaires (Asie centrale, Moyen Orient, Afrique ou certaines régions d'Amérique latine), le réservoir animal est constitué d'animaux sauvages appartenant à de nombreuses espèces, en particulier des rongeurs, rats, souris, des canidés (chacals, renards) ou des primates.

Dans ces foyers, l'endémie leishmanienne se maintient chez l'animal et la contamination humaine est exceptionnelle.

Dans les foyers secondaires (pourtour méditerranéen, Chine, certaines régions d'Amérique latine), le réservoir est essentiellement constitué par les animaux domestiques, chats mais surtout chiens. Ces animaux revêtent une importance épidémiologique particulière, en raison de leur nombre et des contacts étroits qu'ils ont avec la population humaine dans les pays à haut développement socio-économique.

Dans ces foyers, la contamination humaine est plus fréquente. Dans les foyers tertiaires (Moyen Orient, corne de l'Afrique), le principal réservoir de parasites est l'homme malade. Ces formes de leishmaniose sont bénignes. Dans ces foyers, la contamination humaine est beaucoup plus fréquente, la maladie évolue selon un mode endémo-épidémique [Roqueplo, 2003].

### **3.7.4. Situation épidémiologiques dans le monde**

Actuellement, 20 espèces du genre *Leishmania* sont responsables de cette maladie et sont distribuées le long des régions tropicales et subtropicales sur 88 pays sur tous les continents à l'exception de l'Océanie, leur incidence est de 2 millions de cas par an. L'estimation actuelle du nombre de cas dans le monde est de 12 millions et 350 millions d'individus sont exposés au risque [Desjeux, 2002 ; Loiseau, 2007]. Avec 1,5 millions de cas de leishmaniose cutanée et 500 000 cas de leishmaniose viscérale. Cette affection pose un problème de santé publique dans de nombreuses régions intertropicales et on note une extension de cette maladie dans des régions autrefois indemnes. Les principaux foyers de leishmaniose cutanée (plus de 90 % des cas mondiaux) sont signalés au Brésil, au Pérou et dans les pays d'Asie du Sud Ouest (Afghanistan, Iran, Arabie Saoudite, République Arabe Syrienne) et la majorité des foyers de leishmaniose viscérale se trouve dans des pays comme le Brésil, le Bangladesh, l'Inde, le Soudan [Roqueplo, 2003].

La propagation des cas de leishmaniose est basée sur deux formes éco-épidémiologiques ; dans la première forme ou forme zoonotique, les mammifères sauvages ou domestiques (surtout le chien) interviennent en tant que réservoirs naturels, où l'être humain joue le rôle d'hôte facultatif lorsqu'il s'expose accidentellement au cycle de transmission. Ensuite, la deuxième forme ou forme anthroponotique est caractérisée par la présence d'un seul réservoir qui est aussi source d'infection : l'homme [Ouellette *et al.*, 2003] (Fig.10).

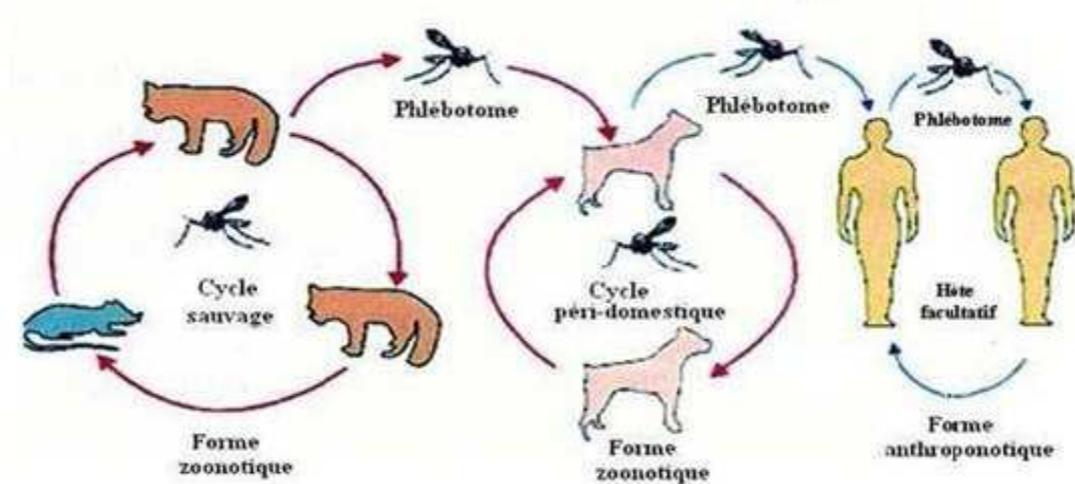


Figure 10. Cycle épidémiologique de la leishmaniose [Acebey, 2007].

### 3.7.5. Situation de la leishmaniose en Algérie

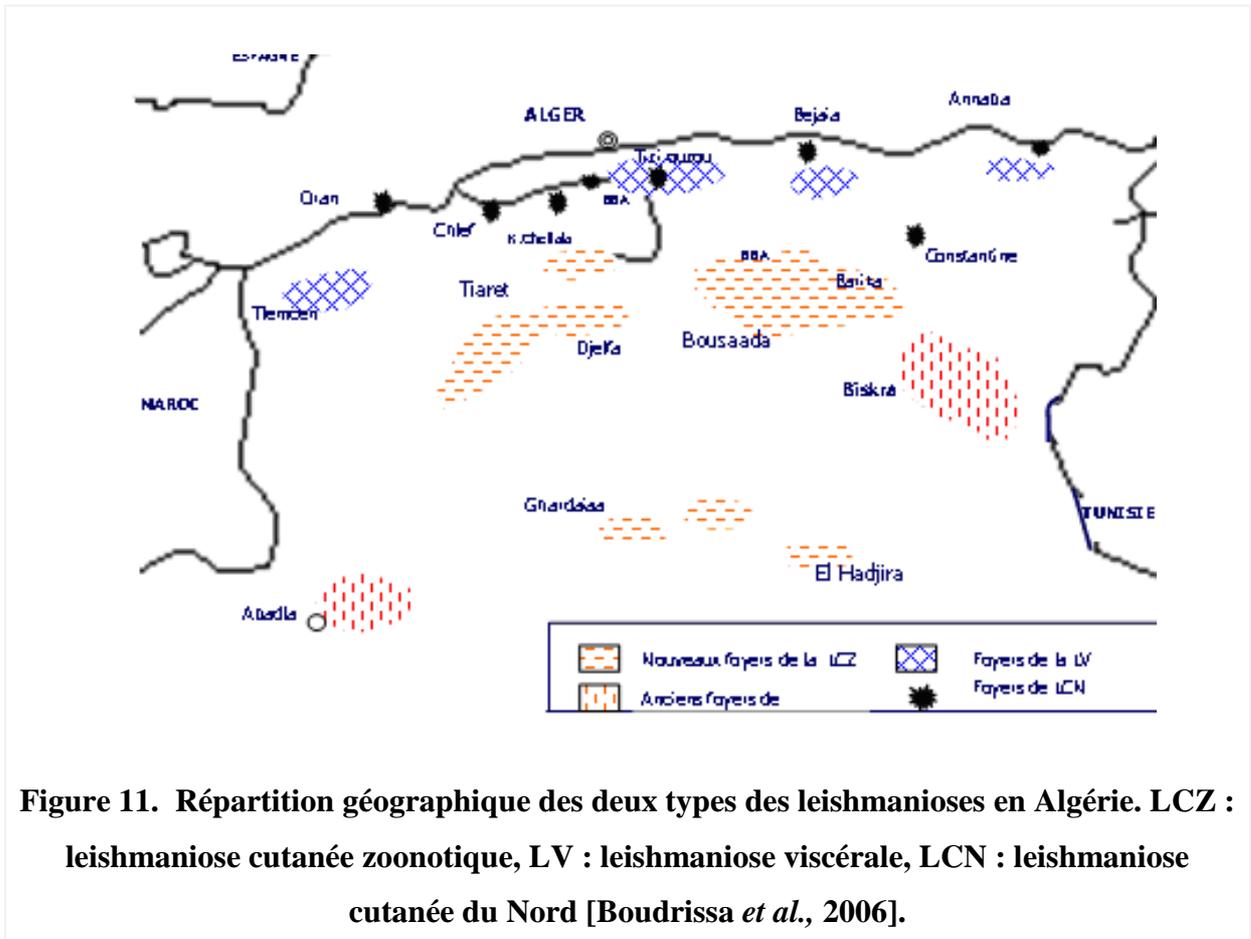
En Algérie, les leishmanioses sont signalées sur tout le territoire national [Berchi *et al.*, 2007], trois formes, une viscérale et deux cutanées, y sont décrites [Izri et Belazzoug, 2007].

Mais chaque forme constitue une entité clinico-épidémiologique distincte. La leishmaniose viscérale, due à *Leishmania infantum* (Nicolle, 1908), est la forme la plus grave. Elle sévit surtout dans le nord du pays où elle touche 100 à 200 sujets chaque année. La leishmaniose cutanée à *Leishmania major* (Yakimoff et Schokhor, 1914) ; regroupe, à elle seule, la quasi-totalité des cas des leishmanioses cutanées (LC) algériennes. Elle sévit en bordure du Sahara et dans les oasis. Elle est relativement bénigne mais peut avoir un pronostic esthétique redoutable en raison des cicatrices indélébiles qu'elle laisse après la guérison. La troisième forme, la leishmaniose cutanée à *Leishmania infantum*, est bénigne et moins fréquente. Elle est observée dans le même territoire que la forme viscérale [Izri et Belazzoug., 2007].

L'Algérie donc compte parmi les pays les plus exposés est concernée par trois formes cliniques sévissant à l'état endémique : la leishmaniose viscérale (LV), la leishmaniose cutanée sporadique du nord (LCS) et la leishmaniose cutanée zoonotique [Harrat *et* Belkaid., 2003]. Dont la répartition géographique est illustrée dans la figure 11.

Avec près de 40000 cas par an, les leishmanioses constituent un véritable problème de sante publique en Algérie [Izri et Belazzoug., 2007].

Il est cependant important de noter que le foyer de la Grande Kabylie regroupe à lui seul près de 50 % de cas recensés [Harrat *et al.*, 1995].



### 3.7.6. Traitement contre les leishmanioses et contrôle des réservoirs et des vecteurs

Pour le traitement des leishmanioses, L'antimoine trivalent fût la première molécule utilisée mais elle a été vite abandonnée à cause de sa toxicité. Depuis 1940, les médicaments de première ligne les plus utilisés sont des antimoines pentavalents, le N-méthyl glucamine (**Glucantime**) avec une teneur d'antimoine de 8,5 % (85 mg/ml) et le stibogluconate de sodium (**Pentostam**) dont la teneur en antimoine est de 10 % (100 mg/ml). Ces produits ont une action inhibitrice sur la synthèse de l'ADN, sur l'oxydation glycolytique et sur celle des

acides gras, de plus ils ne sont actifs *in vivo* qu'après conversion en antimoine trivalent [Hide, 2004].

Les mesures de prévention ayant pour but la diminution de la propagation de la maladie doivent se baser sur le contrôle de la transmission zoonotique et de la transmission anthroponotique.

Dans la transmission zoonotique, il est conseillé d'éviter le contact avec le vecteur, ce dernier est plutôt actif après le coucher du soleil et pendant la nuit dans les régions chaudes.

De plus, il faut mettre en place des techniques de prophylaxie, telles que l'application d'insecticides péri ou intra domiciliaires (utilisation courante de Pyréthroïde), et aussi l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide. Ces moyens de prévention (application d'insecticides maison et moustiquaires), ont été prouvés comme moyens de contrôle efficaces pour des foci de leishmaniose cutanée en Afghanistan, Syrie, et pour la leishmaniose viscérale au Népal et au Soudan.

En outre, des études concernant la protection des chiens grâce à l'imprégnation des colliers avec de la deltaméthrine, montrent une efficacité prometteuse. De plus, l'amélioration des systèmes de diagnostic, de surveillance et de traitement des chiens malades semble nécessaire.

Dans la transmission anthroponotique, il est conseillé d'améliorer les systèmes de surveillance, de diagnostic précoce et le suivi des cas de résistance. Cela dans le but d'éviter la propagation de la maladie surtout vers les régions non endémiques [Roqueplo, 2003].

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CADRE D'ETUDE

### 1. Région de Batna

#### 1.1. Géographie et orographie

La wilaya de Batna est localisée dans la partie orientale de l'Algérie, entre 4° et 7° de longitude Est et 35° et 36° de latitude Nord. Ses wilayas limitrophes sont à l'Est : Tébessa, Oum El Bouaghi et Khenchela, au Nord- Ouest : Sétif et M'sila, au Nord-Est : Mila et au Sud : Biskra [Anonyme, 2007a] (Fig.12) avec une population de 1. 128 ,030 habitants en 2008

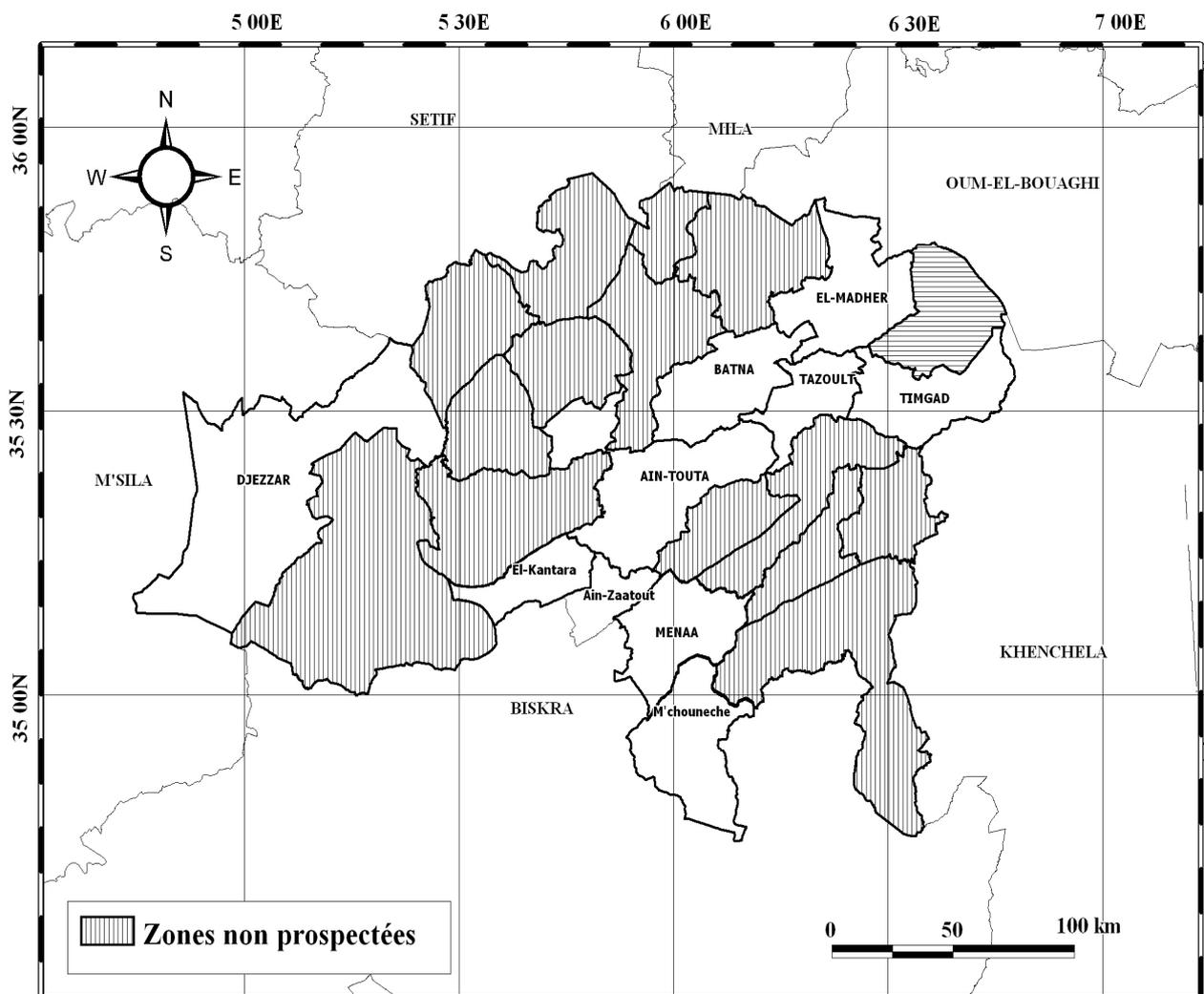


Figure 12. Localisation géographique de la région de Batna et de Biskra.

Le territoire de la wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (Tellien et Saharien) ; ce qui détermine de ce fait, les caractères du climat et les conditions de vie humaines et représente la particularité physique principale de la wilaya qui sont définis comme suit :

1- Au Nord nous distinguons le domaine des hautes plaines telliennes qui matérialisent la limite Nord de la Wilaya, particulièrement avec la série des petits « chotts » tels que : Chott Beida, Chott Taricht, Sebket Ez Zemoul etc... Dans cette partie de la Wilaya les altitudes varient de 800 à 1000 m et les pentes excèdent rarement 3 % [Anonyme, 2007a].

2- Les reliefs physiques montagneux : l'Atlas Tellien par l'ensemble des monts du Hodna, du Bou Taleb, et les Monts de Belezma et l'Atlas Saharien par les Aurès le Dj. Metlili et les monts du zab, forment "l'ossature physique" principale de la wilaya et de ce fait constituent l'ensemble physique le plus important du point de vue superficie (cet ensemble représente 45 % de la surface totale de la Wilaya). Les altitudes varient de 700 m (Dj. Rebaa sur le versant Nord des Monts du Zab) à 2.326 m au Dj. Chélia (considéré comme le plus haut point de la Wilaya et même de l'Algérie du Nord).

3- Les hautes plaines steppiques situées dans la partie Ouest de la Wilaya de Batna. Elles se trouvent encadrées au Nord par les Monts du Hodna, à l'Est par les Monts du Bellezma et le Dj. Metlili et au Sud par le versant Nord des monts du zab constitué par les Djebels Ammar, Mekmizane et Bouzokma [Anonyme, 2007a].

### 1.2. Géologie

La wilaya de Batna est marquée par une grande variété de structures géologiques allant du tertiaire inférieur jusqu'au quaternaire récent qui est formée d'argiles, limons, graviers et galets calcaires enrobés dans du matériel sablo argileux. Ce recouvrement est d'épaisseur variable et atteint jusqu'à 30 - 40 m vers la plaine de Ain Touta [Mouhamdi et Taib, 2004] et qui entrent en totalité ou partiellement dans les limites régionales présentant des caractéristiques hydrogéologiques très variables [Anonyme, 2007a].

### 1.3. Hydrographie

L'ensemble de la wilaya de Batna est réparti sur 3 grands bassins versants, selon la répartition faite par l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydriques).

Le Bassin du Constantinois, situé au Nord et Nord Est, qui s'étend sur une superficie de 4.037 km<sup>2</sup> dans le territoire de la Wilaya. Le Bassin versant du Hodna situé à l'Ouest, qui s'étend dans les limites de la Wilaya sur une surface de 4.394 km<sup>2</sup>. Le Bassin des Aurès Nememcha, qui occupe la partie Sud et Sud Est de la Wilaya sur une superficie de 5.611 km<sup>2</sup> [Anonyme, 2007b].

La région Nord et Nord Est de la Wilaya, est caractérisée par la présence d'une série de Sebkhass, Garâats et Chotts qui marquent toute une série de cuvettes au passage vers les Hauts plateaux Constantinois en plus Oued Hamla qui part du versant Sud de Chellalaa et draine les eaux des versants Nord du Djebel Boumerzoug et les versants Nord et Nord- Est du Djebel Touggurt, l'oued se dirige vers Oued El- Gourzi pour se jeter à El- Madher (Sebkhet Djendli).

Les cours d'eau qui se dirigent vers le Nord sont d'Ouest à Est, l'Oued- Fesdis, Oued Chemora, Boulfreis et Oued Gueiss. Tous ces Oueds prennent leur origine dans les versants septentrionaux des massifs des Aurès et de Belezma [Anonyme, 2007a].

La partie Ouest de la Wilaya est caractérisée par la présence du Chott El Hodna, point d'arrivée de certains Oueds qui se dirigent vers le Sud Ouest, en particulier l'Oued de Barika et celui de Bitam. La wilaya de Batna est composée des infrastructures hydrauliques suivantes : Barrage d'une superficie de 59.000 ha (Koudiat Medaour), 3 retenues collinaires, 1.529 forages, 6.290 puits, 22 mares, 250 sources, 500.000 seguias [Anonyme, 2007b].

### 1.4. Climat

La connaissance de l'ensemble des paramètres climatiques demeure d'une première importance en biologie et en écologie. Les différentes composantes du climat agissent sur la répartition et le développement des espèces. Selon Dajoz (1975), les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites bien précises de températures, d'humidité relative et de pluviométrie. Au-delà de ces limites, les populations sont éliminées.

Des modifications dans la distribution et/ou le comportement de nombreuses espèces vivantes sont observées par les biologistes [De La Rocque et Rioux, 2008]. Ces derniers tentent d'analyser la part du réchauffement climatique actuel dans ces modifications. L'influence du changement climatique sur le risque d'émergence de maladies vectorielles [Anonyme, 2005 ; Duvallet, 2006].

Les caractéristiques climatiques de la wilaya de Batna sont étudiées ici à partir de données météorologiques enregistrées par la station météorologique d'Ain Skhouna (latitude : 34°. 50', longitude : 0°. 85') sur une période de 27 ans, allant de 1980 jusqu'à 2006. Les données climatique rapportées par de Seltzer (1946) couvrant une période qui s'étale de 1913 à 1937 sont également utilisées afin de déterminés des éventuels changements dans le climat de la région. Aussi, des données concernant l'année 2008 correspondant à la majorité de notre étude.

### 1.4.1. Températures

D'après Ramade (1984), la température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

L'activité des phlébotomes est concentrée à la période estivale. Ces derniers sont alors actifs en fin de journée, lorsque la température est moins élevée et le vent moins violent. Des observations expérimentales montrent l'augmentation du nombre de phlébotomes infectés avec une augmentation de la température. En effet, lorsque la température augmente les parasites se déplacent plus facilement vers l'avant du tube digestif de l'insecte, le rendant ainsi infectant [Anonyme, 2007a].

Les données thermométriques caractérisant la région de Batna durant les périodes 1913 - 1937 et 1980 - 2006 sont reportées dans le Tableau II.

En analysant les données récentes, de la période 1980 - 2006, nous constatons que janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 5,36 °C et juillet le mois le plus chaud avec une moyenne de 25 °C.

Les moyennes maximales dépassent 30 °C pour les mois de juillet et aout. Les valeurs thermiques maximales comprises entre 20 °C et 30 °C sont enregistrées de mai à octobre. Les amplitudes thermiques variant entre 5 °C et 10 °C sont enregistrées entre les mois de novembre et mars, puis elles augmentent entre les mois d'avril e octobre pour atteindre 17 °C au mois de juillet.

En comparant entre les deux périodes (1913 - 1937 et 1980 - 2006), il ressort que la température moyenne a augmenté de 0,46 °C pour janvier, le mois le plus froid et 0,3 °C pour juillet, le mois le plus chaud dans une période de près de 7 décennies. Ceci montre une véritable tendance à une augmentation des températures de la région et de probable changement climatique global.

**Tableau II. Données thermométriques moyenne en (°C) de la région de Batna calculées sur les périodes 1913-1937 et 1980-2006 (M : moyenne mensuelles des températures maximales absolues quotidiennes ; (M+m)/2 : moyenne mensuelles).**

Période Mois	1913-1937 (SETZLER, 1946)			1980-2006		
	m	M	(m+M)/2	m	M	(m+M)/2
<b>Janvier</b>	0,3	9,5	4,9	0,13	10,6	5,36
<b>Février</b>	0,6	11,5	6,05	0,56	12,4	6,48
<b>Mars</b>	20,7	14,3	8,5	2,87	15,47	9,17
<b>Avril</b>	5	18,9	11,95	5,39	18,59	11,98
<b>Mai</b>	8,3	23,6	15,95	9,66	24,07	16,86
<b>Juin</b>	13	28,9	20,95	14,1	29,96	22,03
<b>Juillet</b>	16,1	33,3	24,7	16,57	33,44	25
<b>Aout</b>	15,7	32,3	24	16,79	32,89	24,84
<b>Septembre</b>	13	27,7	20,35	13,74	27,7	20,72
<b>Octobre</b>	8,5	21,2	14,85	9,52	22,18	15,85
<b>Novembre</b>	4,2	15	9,6	4,81	15,71	10,26
<b>Décembre</b>	1,1	10,7	5,9	1,57	11,4	6,49

Durant l'année d'étude, la température annuelle moyenne est de l'ordre de 15,5 °C, les températures mensuelles moyennes, enregistrées, varient de 5,6 °C en décembre à 27,9 °C en juillet (Tableau III).

**Tableau III. Données thermométriques moyenne en (°C) de la région de Batna pendant l'année 2008.**

Mois	2008		
	m	M	(m+M)/2
<b>Janvier</b>	0,1	13,6	6,4
<b>Février</b>	0,1	15,3	7,7
<b>Mars</b>	2,7	16,7	9,7
<b>Avril</b>	4,8	22,3	14,4
<b>Mai</b>	11,7	26,2	19
<b>Juin</b>	14,3	30,5	22,6
<b>Juillet</b>	19	36,4	27,9
<b>Aout</b>	17,6	35,7	26,2
<b>Septembre</b>	13,5	26,2	22
<b>Octobre</b>	10,5	22,3	16,1
<b>Novembre</b>	3,7	15	9,3
<b>Décembre</b>	0,7	11,4	5,6
<b>moyenne</b>	8,01	22,6	15,5

### 1.4.2. Pluviométrie

La répartition spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal. Ainsi, pour la région de Batna, la répartition des pluies sur les différents mois varie en général dans les trois grands bassins versants considérés [Anonyme, 2007a].

Les données pluviométriques de la région de Batna durant les périodes 1913-1938 et 1980-2006 sont mentionnées dans le Tableau IV.

**Tableau IV. Précipitations moyennes mensuelles de la région de Batna durant les périodes allant de 1913 à 1938 et de 1980 à 2006 (P : moyenne mensuelle des précipitations).**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
<b>1913-1938</b>	40	30	43	28	39	23	7	20	21	29	36	30	346
<b>1980-2006</b>	29,6	26,3	34	31,9	38,3	18,2	8,4	18,6	36,9	24,9	29,4	34,3	330,8
<b>2008</b>	6,9	2,3	39,3	3	107	21,5	18,8	10,5	47,1	36,4	15	15,6	323,7

Pour SELTZER (1946) a pris comme point de départ de l'année le premier septembre et non le premier janvier et la période de 25 ans s'étend de septembre 1913 à aout 1938.

La comparaison de données des précipitations montre qu'elles ne sont pas réparties d'une manière homogène sur les différents mois et sur les deux périodes prises en considération.

Pendant la période allant de 1913 à 1938, mars et janvier sont les mois les plus pluvieux, avec respectivement 43 mm et 40 mm, alors que pour la période 1980 - 2006, on note un maximum de pluies durant les mois de mai et septembre, avec respectivement 38,3 mm et 36,9 mm. Par ailleurs, juillet reste le mois qui reçoit le minimum de précipitations pour les deux périodes indiquées.

La remarque la plus importante dans cette comparaison, c'est la différence dans le total des précipitations des deux périodes. La période de 1913-1938 est plus arrosée avec une différence de 15,2 mm. Ce qui dénote d'une baisse de précipitation au cours des dernières décennies et renforce la probabilité de changement climatique annoncée déjà lors de l'étude des températures.

Durant l'année d'étude, la pluviométrie présente deux maxima, l'un en mai et l'autre en septembre avec respectivement 107 mm et 47,1 mm. Le mois d'avril reçoit le minimum de précipitation avec seulement 3 mm.

### 1.4.3. Vents

Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Les vents les plus dominants dans la région de Batna sont de direction ouest et Sud-ouest avec des vitesses moyennes variant entre 2,9 et 3,8 m/s (Tableau V).

**Tableau V. moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) avec leurs directions dominantes pour la période allant de 1974-2006 (W : Ouest, SW : Sud-ouest, S : Sud, N : Nord).**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Vitesse du vent (m/s)	2,9	2,9	3,2	3,8	3,5	3,6	3,3	3,2	3,2	2,9	3	3
Direction du vent	W	SW	W	W	W	SW	SW	W	N	S	W	N

Les vents du sud-ouest (sirocco) sont secs et chauds. Ils provoquent une chute brutale de l'humidité et une augmentation notable de la température, généralement supérieure à 30 °C [Seltzer, 1946]. Le maximum de sa fréquence a lieu généralement entre juin et juillet.

Les vents du nord-ouest soufflent surtout en hiver apportant des pluies à la région [Anonyme, 2007a].

### 1.4.4. Humidité relative de l'air

L'Humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins est plus ou moins proche de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air [Seltzer, 1946].

Les données caractérisant l'humidité relative de l'air de la région de Batna au cours de la période allant de 1995 à 2006 sont reportées sur le tableau VI.

**Tableau VI. Humidité relative moyenne (%).**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
HR%	74,08	68,08	55,92	53,5	49,08	42,08	34,91	39,00	51,66	55,75	61,25	74,58

Nous signalons une humidité relative haute durant les mois de décembre et janvier avec respectivement 74,58 % et 74,08 % et une humidité relative basse durant le mois le plus chaud, juillet, avec 34,91 %.

Les températures moyennes de la région de Batna, ainsi que le gradient thermique correspondent aux climats secs notamment pour les basses altitudes. Une confirmation de cette caractéristique est fournie par les données de l'humidité relative qui dépasse 60% pendant 4 mois seulement, alors que les températures accusent une forte amplitude thermique annuelle, saisonnière et journalière pour la période chaude, soulignant de ce fait, la continentalité de la région.

**Tableau VII. Humidité mensuelle relative en (%) pendant l'année 2008.**

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Humidité Mini</b>	42	35	33	26	31	26	21	21	36	46	43	49
<b>Humidité Max</b>	89	85	86	81	82	79	73	77	84	91	85	89
<b>Humidité Moy</b>	71	62	61	53	56	52	44	49	55	72	67	73

Les données enregistrées à Batna durant l'année 2008, montrent un maximum de 73 % en décembre et un minimum de 44 % en juillet (Tableau VII).

#### **1.4.5. Synthèse climatique**

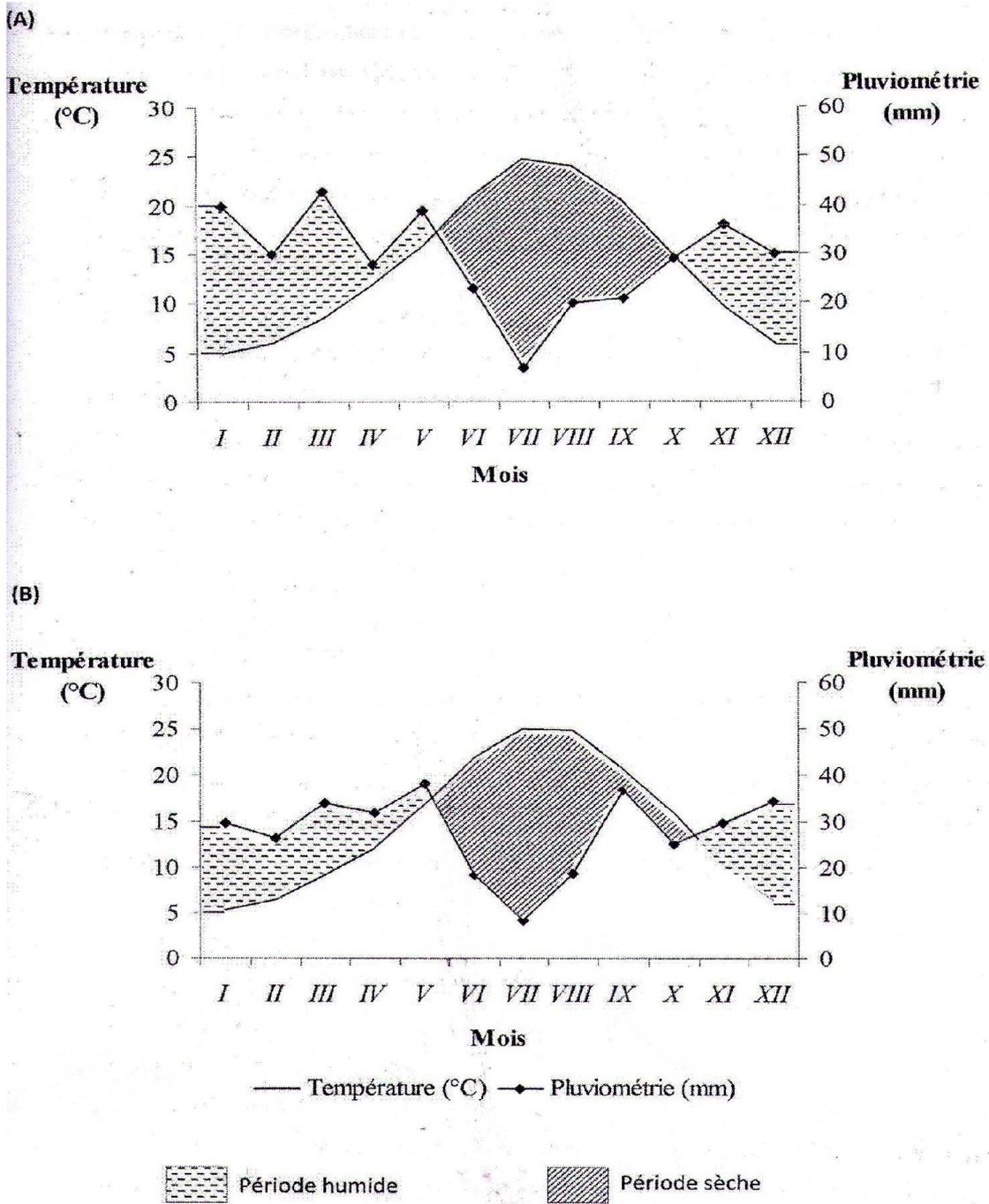
- **Diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN**

D'après Frontier et *al.* (2004), les diagrammes ombrothermiques sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est réputé « sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé « humide » dans le cas contraire [Frontier, 2004].

Pour localiser les périodes humides et sèches de la région de Batna, nous avons tracé deux diagrammes ombrothermiques pour les périodes allant de 1913 - 1938 et 1980 - 2006.

Le diagramme ombrothermiques de la région de Batna pour la période allant de 1913 à 1938 fait apparaître deux périodes bien distinctes, l'une sèche et chaude s'étalant sur 5 mois, depuis juin jusqu'à octobre, et l'autre humide et froide allant de novembre jusqu'à mai.

Pour la période allant de 1980 à 2006, nous observant également les mêmes périodes, l'une sèche et chaude et l'autre humide et froide. La période sèche et chaude s'étale sur 5 mois, allant de juin jusqu'à octobre, alors que la période humide et froide s'étale sur les mois allant de novembre jusqu'à mai.



**Figure 13. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Batna pendant les périodes allant de 1913-1938 (A) et 1980-2006 (B).**

• **Climagramme d'EMBERGER**

Le système d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens [Dajoz, 2003]. Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante [Stewart, 1969]:

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

P : pluviométrie annuelle en mm.

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

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

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide [Dajoz, 1985]. Faurie et *al.* (1998-2003) avancent, que cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- humides pour :  $Q > 100$  ;
- tempérées pour :  $100 > Q > 50$  ;
- semi arides pour :  $50 > Q > 25$  ;
- arides pour :  $25 > Q > 10$  ;
- désertiques pour :  $Q < 10$ .

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Batna et la situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique Q avec les données climatiques calculées sur deux périodes, de 25 ans Q1 (1913-1938) et de 27 ans Q2 (1980-2006).

$$Q1 = 3,43 \times \frac{346}{33,3 - 0,3} = 35,96$$

$$Q2 = 3,43 \times \frac{330,8}{33,4 - 0,13} = 34,06$$

Malgré la différence de 1,89 entre Q1 et Q2, la région de Batna est toujours classée dans l'étage climatique semi-aride à hiver frais (moyenne des températures minimales du mois le plus froid janvier est de 0,3 °C pour la période (1913-1937) et 0,13 °C pour la période (1980-2006).

Nous pouvons ainsi dire que, le climat de la région de Batna est de type semi-aride à hiver frais pour toutes les cuvettes et reliefs, à l'exception de la zone des haute plaines de

l'Est qui sont plus moins exposées au nord, alors qu'il est subhumide à hiver frais, grâce à l'avancée de l'imposant massif des Aurès [Anonyme, 2007a].

### **1.5. Données épidémiologiques sur la leishmaniose dans la wilaya de Batna**

Dans la wilaya de Batna, le nombre des cas de leishmaniose varient au cours d'une année à une autre, Selon le rapport annuel de la direction de la Santé [Anonyme, 2008], un pic de 4.377 cas sont enregistré en 2003.

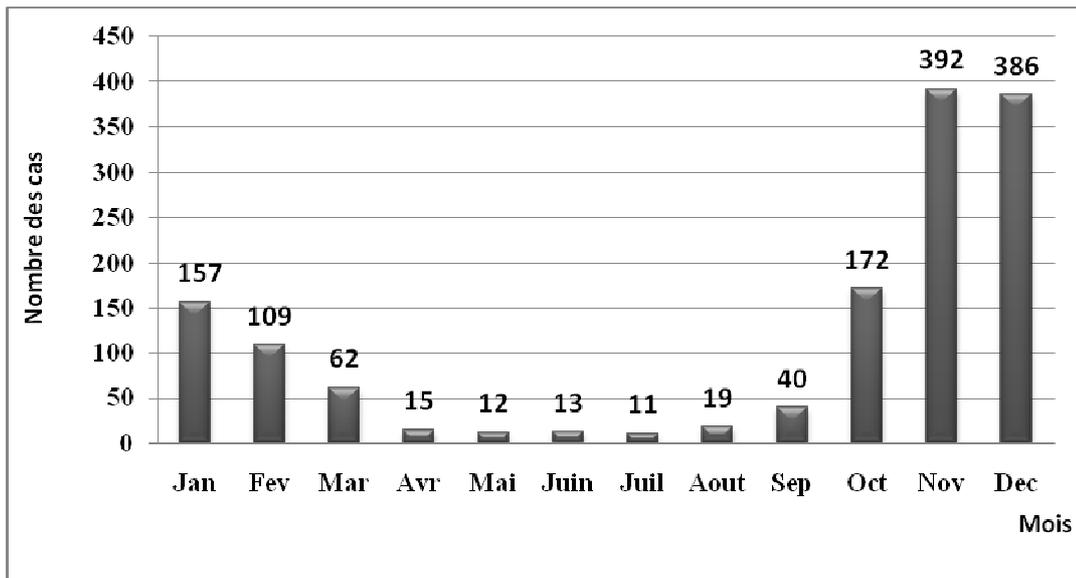
**Tableau VIII. Evolution mensuelle des cas de leishmaniose cutané observés dans la wilaya de Batna durant les années 2001 à 2008.**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot
<b>2001</b>	258	130	52	26	17	4	1	1	24	128	232	297	1170
<b>2002</b>	439	225	138	70	26	7	6	1	88	248	764	1023	3035
<b>2003</b>	1371	390	166	76	31	19	9	13	93	258	558	1393	4377
<b>2004</b>	934	483	257	86	47	22	16	8	20	98	680	861	3512
<b>2005</b>	636	517	190	111	56	21	10	72	117	331	406	359	2826
<b>2006</b>	254	154	112	46	26	14	11	20	53	70	62	44	866
<b>2007</b>	40	29	8	12	6	4	3	4	19	31	45	87	288
<b>2008</b>	157	109	62	15	12	13	11	19	40	172	392	386	1388
<b>Moyenne</b>	511,1	254,6	123,1	55,2	27,6	13	8,3	17,2	56,7	167	392,2	556,2	2182,7

Les nombres de cas enregistrés varient en fonction de la période de l'année, nous avons remarqué que le nombre des cas de leishmaniose augmentées à partir de mois de octobres et se termine vers le mois de févriers.

L'allure de la figure 14 montre deux pics l'un en novembre et l'autre en décembre, malgré le fait que les périodes d'activités intenses du vecteur s'étendent de Mai à Septembre ceci pourrait explique par le fait que les malades attendent souvent pendant un certain temps avant de se présenter dans une structure sanitaire pour les soins.

Ces constatations rejoignant à peu près avec les deux notions classiques de l'épidémiologie des leishmanioses qui montre : la grande variabilité inter-annuelle en nombre des cas et l'existence d'une saison leishmanienne s'étendant de novembre à avril avec un pic maximale en fin d'année [Lightburn, 2002].



**Figure 14. Variation mensuelle du nombre de cas de leishmaniose cutanée dans la wilaya de Batna pendant l'année 2008**

## 2. Région de Biskra

### 2.1. Géographie et orographie

La wilaya de Biskra est localisée au sud-est algérien et s'étend sur une superficie de près de 2.167,20 km<sup>2</sup>. Elle est délimitée au nord par la wilaya de Batna, au nord-est par la wilaya de Khenchela, au nord ouest par la wilaya de M'Sila, au sud-ouest par la wilaya de Djelfa, au sud-est par la wilaya d' El-Oued et au sud par la wilaya de Ouargla (Fig. 12).

Le chef lieu de la wilaya se trouve à une latitude de (34° 51' 0 N), une longitude de (5° 43' 59 E) et une Altitude de (213 mètres).

### 2.2. Géologie

La région de Biskra constitue un pays de transition entre les domaines sahariens et telliens. Au Nord s'étend le bâti atlasique, plissé, orienté sud ouest – nord est. Au sud sévissent les étendues planes (regs, ergs, plateaux) sous tendues par le socle africain [Benaziza et Lebid, 2002].

### 2.3. Hydrogéologie

La région de Biskra est caractérisée par la présence de 04 nappes aquifères

- **Les nappes phréatiques du quaternaire**

Elles se localisent généralement dans les accumulations alluvionnaires. Les plus importantes sont celles d'oued Biskra et d'oued Djeddi.

- **La nappe des sables**

Elle est située dans la partie sud – est de la wilaya, représentée par la croûte calcaire gypseuse et les dépôts alluvionnaires du mio-pliocène.

- **La nappe des calcaires**

C'est la mieux connue depuis longtemps grâce à ses exutoires naturels tels que les sources d'Oumach, M'tlili, Megloub. C'est aussi la nappe la plus exploitée dans la région.

- **La nappe profonde du continental intercalaire**

Dite souvent Albien, elle est exploitée actuellement par les forages de Sidi-Khaled. Le niveau aquifère capte l'Albien à 150-200 m d'épaisseur. Son eau coûteuse en raison de sa température et de sa profondeur, mais reste assez rentable pour l'irrigation des palmiers.

Elle a un trait marquant qui est son volume considérable dû à la fois à son extension et son épaisseur.

## 2.4. Climat

Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude sont obtenues à partir des données de la station météorologique de Biskra (latitude : 34° 80' ; longitude : 5°73') pour une période s'étalant de 1995 à 2004. En plus les données récentes seront comparées aux données anciennes de Seltzer (1946).

### 2.4.1. Températures

D'après les données prélevées durant la période 1913-1938, nous constatons que le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température de 33,95 °C, le mois le plus froid est celui de janvier avec une moyenne de 11,25 °C.

Durant la décennie (1995-2004), la wilaya de Biskra se caractérise par une température élevée dont la moyenne annuelle est de 22,56 °C avec des variations saisonnières remarquables (34,39 °C en juillet et 11,74 °C en janvier) (Tableau IX).

**Tableau IX. Températures moyennes mensuelles en °C.**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>1913-1938</b>	11.25	18.15	16.30	20.20	24.70	29.95	33.95	32.65	28.80	22.45	16.25	11.95
<b>1995-2004</b>	11,74	13,78	17,29	20,74	26,33	31,44	34,39	34,01	28,79	22,91	16,57	12,38

Source: (Station météorologique, Biskra, 2005).

En comparant entre les deux périodes (1913-1938 et 1995-2004), il ressort que la température moyenne a augmenté de 0,49 °C pour janvier, le mois le plus froid et 0,44 °C pour juillet, le mois le plus chaud.

**Tableau X. Données thermométriques moyenne en (°C) de la région de Biskra pendant l'année 2008.**

Mois	2008		
	m	M	(m+M)/2
<b>Janvier</b>	4,6	18,7	12,1
<b>Février</b>	7,9	19,9	13,7
<b>Mars</b>	11,8	24	17,8
<b>Avril</b>	15,6	29,2	22,5
<b>Mai</b>	20,8	32,3	26,5
<b>Juin</b>	24,1	36,7	30,7
<b>Juillet</b>	29,7	42,5	36,1
<b>Aout</b>	28,1	40,6	34,4
<b>Septembre</b>	23,9	34,9	29,4
<b>Octobre</b>	18	27,1	22,3
<b>Novembre</b>	10,6	20,4	15,2
<b>Décembre</b>	6,8	15,8	11,3
<b>moyenne</b>	18	28,5	23,25

#### 2.4.2. Précipitations

Nous avons repris dans le tableau XI, les résultats des précipitations moyennes mensuelles recueillies durant les deux périodes (1913 – 1938 et 1995 – 2004) et ceux de l'année de notre étude.

**Tableau XI. Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à Biskra.**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot.
<b>1913-1938</b>	17	15	22	18	17	10	19	10	15	8	2	3	156
<b>1995-2004</b>	25,68	4,86	15,59	20,96	8,85	4,18	0,34	3,83	10,17	10,1	18,4	15,44	138,4
<b>2008</b>	4,1	0,5	1,4	0	21,1	0	0	0,5	18,1	40	0	32,7	118,4

Source: (Station météorologique, Biskra, 2005).

L'hauteur totale des précipitations reçues de la région de Biskra est de l'ordre de 156 mm pendant la période de 1913-1938 avec une moyenne mensuelle de 13 mm/an.

L'analyse du tableau montre que le total des précipitations moyennes mensuelles relevées durant 10 ans (de 1995 à 2004) est de l'ordre de 138,44 mm/an avec une moyenne mensuelle de 11,53 mm/an. On constate que il' a y une chute très nette dans la précipitation

entre les deux périodes où la période 1913 - 1938 est la plus arrosée avec une différence de 17,6 mm.

Durant l'année 2008, la pluviométrie est relativement faible, à l'exception du mois d'octobre où elle a marqué un pic de 40 mm.

### 2.4.3. Vents

Dans la wilaya de Biskra, les vents soufflent durant toute l'année. En période hivernale se sont les vents froids et humides venant des hauts plateaux et du Nord-ouest qui sont les plus dominants. Cependant le printemps est marqué par vents de sables venant du Sud-ouest [Ziadi, 1996].

**Tableau XII. Vitesses mensuelles moyennes des vents en (m/s)**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>1995-2004</b>	4,61	4,63	4,75	6,1	5,95	4,13	4,02	4,13	4,5	3,95	4,61	4,41
<b>2008</b>	2,9	2,4	5,2	5,5	6,8	4,5	4,5	3,5	3,8	3,2	4,1	3,4

### 2.4.4. Humidité relative

Les moyennes d'humidité relative enregistrées durant la période de 1995-2004 sont représentées dans le tableau. Ces données montrent que l'humidité relative est très faible avec une moyenne maximale en décembre (66 %) et minimale (28.7 %) en Juillet (Tableau XIII).

**Tableau XIII. Humidité relative moyenne (%).**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>1913-1938</b>	59	55	44	33	32	27	21	26	36	46	54	61
<b>1995-2004</b>	64,2	52	45,9	41,4	35,7	31,5	28,9	31,9	43,9	52,7	58,9	66
<b>2008</b>	52	46	39	31	33	29	24	30	40	61	59	70

Source : (Station météorologique. Biskra., 2005).

Durant l'année d'étude, l'humidité oscille entre 24 % au mois de juillet et 70 % au mois de décembre.

2.4.5. Synthèse climatique

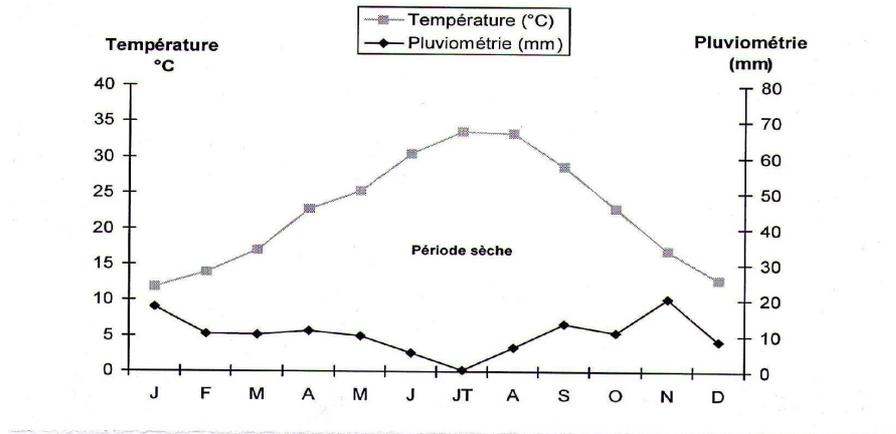


Figure 15. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de Biskra (1995-2004).

Le diagramme ombrothermique réalisé est caractérisé par une période sèche qui dure toute l'année (Fig. 15). Les données climatiques et leur analyse montrent que les régions d'étude sont définies par un climat saharien, sec sur toute l'année, présentant aussi des amplitudes thermique importantes ce qui accélère le processus d'évaporation qui dépasse la quantité faible des précipitations reçues en une année.

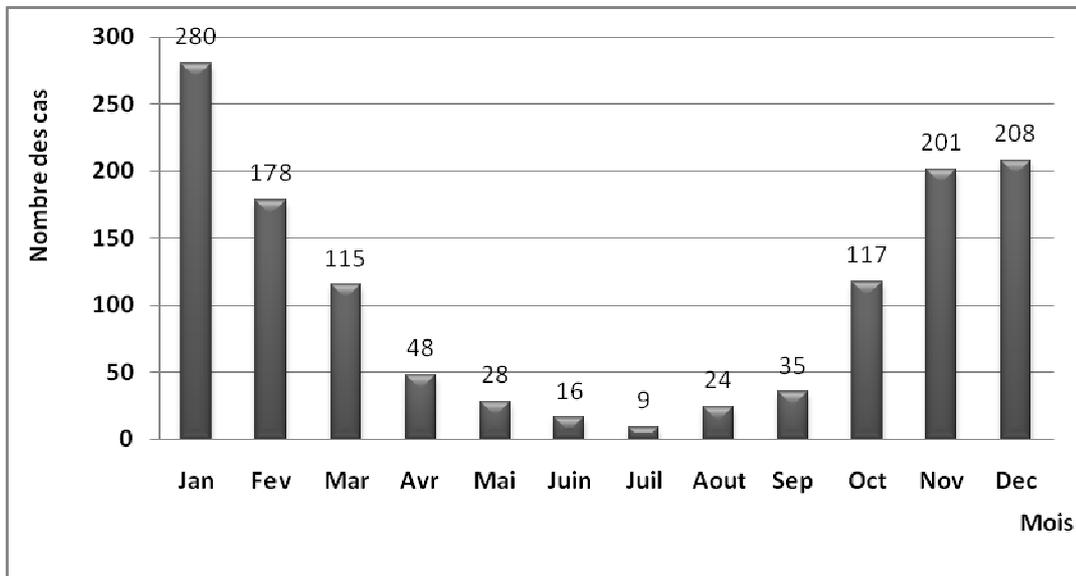
2.5. Données épidémiologiques sur la leishmaniose dans la wilaya de Biskra

Le tableau suivant donne le nombre de cas des leishmanioses cutanées enregistrées dans la wilaya de Biskra durant les périodes 2004 à 2008 (Tableau XIV).

Tableau XIV. Evolution mensuelle des cas de leishmaniose cutané observés dans la wilaya de Biskra 2004 à 2008.

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai.	Jui.	Juill	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot.
2004	497	459	244	135	85	27	21	12	76	193	506	834	3089
2005	995	650	378	195	87	36	37	230	1103	1809	1382	1473	8375
2006	1001	557	325	139	87	33	30	52	140	140	209	182	2957
2007	182	105	60	34	27	24	18	12	34	103	189	325	1113
2008	280	178	115	48	28	16	09	24	35	117	201	208	1259
Moy.	591	389,8	224,4	110,2	62,8	27,2	23	66	277,6	472,4	497,4	604,4	3358,6

En 2005, le nombre de cas notifiés par les secteurs sanitaires de la wilaya de Biskra est de l'ordre de 8375 cas. Suivi par une baisse en 2006, 2007 et 2008 ceci explique la variabilité inter-annuelle en nombre des cas qui sont déjà signalé par les épidémiologistes.



**Figure 16. Variation mensuelle du nombre de cas de leishmaniose cutanée dans la wilaya de Biskra pendant l'année 2008**

Selon les moyennes de la répartition mensuelle et la répartition du nombre des cas de leishmaniose pendant l'année 2008, nous avons remarqué que il y'a un pic qui commence au mois d'octobre, atteint un optimum en décembre et se termine en février.

## CHAPITRE III : MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1. Méthodes et techniques utilisées pour le recensement des phlébotomes

#### 1.1. Objectif de l'étude et choix des sites de prélèvement

L'objectif de ces recensements entomologiques réalisés sur les peuplements de phlébotomes dans plusieurs localités de la wilaya de Batna et de Biskra est multiple : il s'agit de connaître la composante taxonomique de ces communautés, la répartition spatiale des différentes populations, leurs abondances relatives et leurs sex-ratio. L'utilisation de deux techniques de piégeage renseignera également sur l'efficacité des types de pièges utilisés. Afin d'atteindre ces objectifs, nous avons opté au recensement des phlébotomes dans un total de 15 stations dont 12 dans la wilaya de Batna et 3 dans la wilaya de Biskra.

Ces sites sont choisis selon leurs différences en latitudes et longitudes ainsi que par leurs situations bioclimatiques (Tableau XV), leur proximité du laboratoire de l'université et leur accessibilité (sécurité). Ce sont également des zones reconnues comme étant des foyers de leishmaniose [Izri et Belazzoug., 2007].

**Tableau XV. Coordonnées géographiques des sites prospectés.**

Stations	Wilaya	Latitude	Longitude	Altitude
<b>Mena</b>	Batna	35°10'	06°4'	1420
<b>Tazoult</b>	Batna	35°29'	06°15'	1206
<b>Markouna</b>	Batna	35°31'	06°15'	1213
<b>Djerma</b>	Batna	35°70'	06°30'	1047
<b>Oued Chaaba</b>	Batna	35°30'	06°40'	1060
<b>Batna</b>	Batna	35°33'	06°10'	1048
<b>Bouilef</b>	Batna	35°36'	06°12'	1049
<b>Ain Yagout</b>	Batna	35°17'	06°25'	912
<b>El Madher</b>	Batna	35°74'	06°36'	1050
<b>Ain Touta</b>	Batna	35°22'	5°54'	930
<b>Tiguarghar</b>	Batna	35°12'	06°5'	1063
<b>Barika</b>	Batna	35°23'	5°22'	450
<b>Ain Zaatout</b>	Biskra	35°14'	5°38'	900
<b>El Kantara</b>	Biskra	35°13'	5°42'	484
<b>M'Chounche</b>	Biskra	43°95'	6°00'	330

## 1.2. Techniques de piégeage et de collecte

Deux groupes de dispositifs de piégeage sont généralement utilisés dans la capture des phlébotomes en vue de leur étude quantitative et qualitative.

Il s'agit de :

➤ Papiers huilés ou "PH" : Connue depuis les importants travaux des épidémiologistes Russes VLAZOV, (1932) et PETRISCHEVA (1935) in [Dedet *et al.*, 1984]. 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 chronologiques [Abonnenc, 1972]. C'est une méthode non sélective qui a été largement utilisée dans ce genre d'enquête dans divers pays de la région méditerranéenne [Ba, 1999, Croset *et al.* 1977].

➤ Pièges lumineux attractifs, de plusieurs types sont utilisés, on en cite : les pièges CDC (Centers for Disease Control and Prevention) simples, le « New Jersey Mosquito Trap».

Cette méthode est adaptée à la capture des espèces photophiles. Contrairement à de nombreux autres insectes, les phlébotomes demeurent rarement prisonniers du flux lumineux. Ils semblent même le fuir à partir d'une certaine intensité. C'est pourquoi certains pièges utilisés pour d'autres insectes (moustiques notamment) n'ont que de très faibles rendements en ce qui concerne les phlébotomes [Anonyme, 1975].

Dans le présent travail, nous avons opté à l'utilisation des pièges adhésifs et des pièges CDC dont l'application est détaillée ci- dessous.

### • Pièges adhésifs

Des feuilles de papier blanc de format 20 x 20 cm sont enduites d'huile de ricin à l'aide d'un pinceau et ensuite stockées par petits paquets dans des bacs en plastique jusqu'au jour de l'emploi. L'huile de ricin a été choisie d'une part parce qu'elle ne possède aucun pouvoir répulsif sur les phlébotomes et d'autre part parce qu'elle est très visqueuse (les insectes s'y engluent solidement).

Sur le terrain, les pièges sont disposés le long d'itinéraire transects soit roulés en cornets et introduits dans les interstices des murs en pierres sèches ou des murs en argile, soit placés debout dans des barbacanes, des anfractuosités larges et des éboulis (Fig.17).



**Figure 17. Pièges adhésifs installés dans différents biotopes.**

Lorsque les endroits piégés se trouvent à proximité des agglomérations, il convient d'avertir la population afin de récupérer le maximum de pièges.

Les pièges sont ramassés (maximum après 5 nuits) et regroupés par station dans des sacs en plastique portant le numéro de la station et le nombre de pièges posés et récupérés.

Les phlébotomes sont récoltés dès que possibles, après la récupération des pièges pour éviter la dessiccation ou le développement de moisissures. Toutefois, la conservation au congélateur donne d'excellents résultats.

- **Piège lumineux**

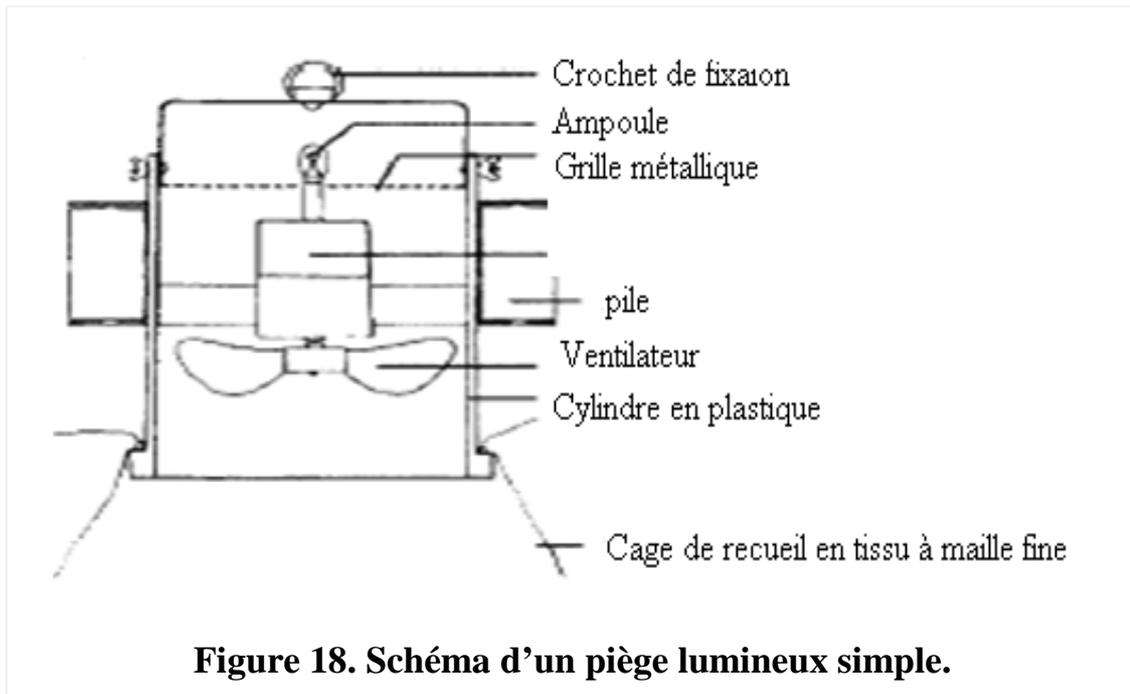
Nous avons utilisé des pièges lumineux de type CDC, ces pièges sont dotés :

- ✓ D'un moteur assurant le fonctionnement d'un petit ventilateur destiné à entretenir une aspiration continue de faible intensité. Au dessus du ventilateur se trouve une petite ampoule de 0,3 Ampère. Le tout est alimenté par quatre piles rondes de 1,5 Volt qui sont suffisantes pour assurer un fonctionnement efficace pendant la totalité de la nuit et prévenir ainsi la fuite des phlébotomes capturés en maintenant la ventilation (Fig.18).

✓ L'ensemble moteur-ventilateur-lampe se trouve à l'intérieur d'un cylindre transparent en matière plastique dont la partie supérieure est couverte d'un grillage métallique évitant la pénétration des insectes de grande taille et dont la partie inférieure est creusée d'une gorge destinée à l'ajustement de la cage de recueil.

✓ Une cage recouverte d'un tissu à mailles très serrées dont la partie supérieure vient s'adapter à l'aide d'un élastique à la partie inférieure du cylindre.

✓ Un couvercle métallique très aplati qui couvre le tout et protège l'appareil de la pluie et des Projections.



Les pièges CDC sont installés avant le coucher du soleil et restent fonctionnels toute la nuit. Le lendemain matin, la cage est détachée et soigneusement fermée alors que le moteur fonctionne toujours, en prenant soin d'éviter la fuite des insectes piégés.

### 1.3. Techniques de tri et de conservation

Pour les pièges adhésifs, les insectes englués sont prélevés à l'aide d'une aiguille fine et transférés dans des tubes contenant de l'éthanol à 95°. Chaque tube est muni d'une étiquette portant la date et le nom de la station de capture. Un séjour de 48 heures environ dans de l'alcool à 95° est nécessaire pour solubiliser totalement l'huile. On remplace ensuite l'alcool à 95° par de l'alcool à 70° qui servira de milieu de conservation.

Pour les pièges CDC, la partie supérieure de la cage en tissu est refermée et mise au réfrigérateur pendant une vingtaine de minutes afin d'immobiliser les phlébotomes.

Immédiatement après la sortie du réfrigérateur, la cage est ouverte et les phlébotomes prélevés à l'aide d'une pince entomologique ou d'un pinceau trempé dans l'alcool.

Le repérage des phlébotomes à l'intérieur de la cage est assez délicat, d'une part ceux-ci s'y trouvent mélangés à de nombreux autres insectes, d'autre part ils redeviennent actifs après quelques minutes à la température ambiante ce qui impose un nouveau séjour à 0 °C.

#### **1.4. Traitement des échantillons de phlébotomes collectés**

Afin de réussir de bons montages qui faciliteraient l'identification ultérieure des spécimens collectés, un traitement préalable des spécimens est obligatoire, ce traitement consiste à l'éclaircissement des insectes et leur montage soit dans la gomme de chloral, soit dans le baume de canada. Ces étapes nécessitent l'utilisation des produits et réactifs suivants :

- Eau distillée
- Ethanol à 95°
- Solution aqueuse de potasse à 10 %
- Liquide de Marc-André [Abonnenc, 1972] préparé en mélangeant les quantités suivantes : eau distillée (30 ml), hydrate de chloral (40 g) et acide acétique cristallisable (30 ml).
- Gomme au chloral [Madulo-Leblond, 1983] préparé à l'aide du mélange de : eau distillée (10 ml), hydrate de chloral (74 g), gomme arabique pulvérisée (8 g) et acide acétique cristallisable (3 ml).

##### **1.4.1. Eclaircissement préalable**

Les phlébotomes sont versés dans une coupelle de cristal munie d'un couvercle dans laquelle s'effectueront toutes les manipulations.

L'alcool est soutiré à l'aide d'une pipette Pasteur munie d'une poire en caoutchouc, en prenant bien soin de ne pas aspirer les phlébotomes. Les bains successifs suivants sont ensuite effectués :

- 4 à 8 heures dans la solution de potasse à 10 % ;
- 6 bains, de 20 minutes chacun, dans l'eau distillée ;
- 1 heure minimum dans le liquide de Marc-André. Une conservation prolongée des spécimens dans ce liquide ne présente pas d'inconvénient.

Cette étape est obligatoire. Son but est de faciliter l'observation des structures internes des phlébotomes qui sont des insectes fragiles pourvus de nombreuses soies utiles à la diagnose.

### 1.4.2. Montage

Deux types de montage sont possibles : le montage rapide dans la gomme au chloral et le montage dans le baume du Canada. Dans ce travail, nous avons opté pour la première méthode pour sa relative facilité et rapidité d'observation. Le montage au baume de Canada nécessite l'utilisation de produits et réactifs non disponibles au laboratoire (solution de fuchsine à 1 pour mille, créosote du hêtre).

Le montage rapide dans la gomme au chloral favorise la visualisation des spermathèques qui apparaissent très réfringentes et permet une bonne observation microscopique en contraste de phases. Cependant, la gomme au chloral a tendance à se rétracter après un certain temps ; les structures internes tendent à s'effacer et à la longue l'ensemble de la préparation devient inobservable. Par conséquent, ce type de montage est à déconseiller pour une conservation de longue durée.

### 1.4.3. Dissection et identification

Chaque échantillon est identifié d'après les critères habituels, en se basant sur la clé de détermination des phlébotomes recensés en Algérie [Dedet *et al.*, 1984] (Annexes 1-5).

Le phlébotome est déposé en position latérale dans une goutte de gomme au chloral déposée sur une lame. La tête est détachée du reste du corps à l'aide de fines aiguilles. Elle est ensuite orientée face ventrale en position supérieure pour le genre (*Sergentomyia*) ou en position inférieure pour le genre (*Phlebotomus*) afin de rendre plus aisée l'observation des armatures cibariales et pharyngienne. 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 en prenant soin de mettre en évidence les différents éléments nécessaires à la diagnose spécifique : édéage, coxite, style,...

Quand il s'agit d'un spécimen femelle, la dissection du génitalia est parfois nécessaire pour montrer certaines structures internes utilisées pour la diagnose spécifique comme dans le cas des *Larrousius* [Léger *et al.*, 1983]. Cette dissection se fait dans le milieu de montage sous la loupe binoculaire. Une fois la tête coupée, nous maintenons le thorax à l'aide d'une fine aiguille et nous coupons l'abdomen au niveau de l'avant dernier segment. Nous isolons alors, en se débarrassant des téguments et des tissus qui l'entourent, la furca avec les spermathèques.

La préparation est ensuite recouverte d'une lamelle. Une légère pression permet de mettre les tissus à observer à plat, position la plus favorable à l'observation microscopique.

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

Pour les phlébotomes femelles : anatomie des spermathèques, de l'armature cibariale pharyngienne.

Les identifications de la plus part des phlébotomes, surtout les femelles, sont réalisées par Mr Bounamous A. au niveau de laboratoire de bio systématique et écologie des Arthropodes, Université de Constantine et dans le laboratoire Decpar, Afssa, Faculté de Pharmacie, Université Reims, France.

## 2. Méthodes protozoologiques parasitaires utilisées

### 2.1. Objectif et choix des méthodes

La détection des leishmanies peut s'effectuer chez l'hôte vertébré et chez le vecteur. De nombreuses méthodes sont disponibles, assurant un diagnostic de certitude dans le cas où la technique permet la mise en évidence de l'agent pathogène. L'identification selon les critères parasitologiques est empirique et est souvent remise en cause face à la complexité des cycles évolutifs des parasites [Boussaa, 2008]. Cette technique d'identification reste cependant la seule méthode fiable pour détecter la présence de parasite chez l'insecte vecteur.

La dissection des phlébotomes et l'examen microscopique des organes susceptibles d'héberger des leishmanies restent la méthode classique de référence. Le diagnostic s'effectue alors d'après la localisation des parasites chez le vecteur.

Il permet uniquement de reconnaître différents sous-genres et les infections intestinales ne peuvent être identifiées. Ceci constitue une limite considérable pour les recherches sur l'épidémiologie des leishmanioses.

### 2.2. Méthode de culture des formes promastigote

#### 2.2.1. Préparation du prélèvement sur les phlébotomes

La mise en culture des intestins parasités est possible et permet d'identifier des souches parasitaires isolées chez le vecteur. La quantité de matériel biologique récoltée est alors amplifiée et, par conséquent, facilement détectable. Cette méthode à l'inconvénient d'être lourde pour des applications de terrain sur un grand nombre d'échantillons. De plus, en cas d'infection mixte, une espèce peut se développer plus facilement dans le milieu de culture et masquer alors l'espèce sympatrique [Boussaa, 2008].

Afin de procéder à la culture des formes promastigote, nous avons utilisé un matériel biologique constitué de 96 femelles de genre *Phlebotomus*.

Les phlébotomes sont écrasés dans une goutte de sérum physiologique de telle façon le pharynx et l'intestin antérieur afin de libérer les *Leptomonas* [Fresil, 1969].

L'ensemencement de chaque 3 phlébotomes en ensemble s'effectue sur 3 tubes.

### 2.2.2. Préparation de milieu NNN (Novy- Nicolle- Mac Neal) et ensemencement

Ce milieu est composé de deux phases :

✓ Phase solide : faire chauffer 1,4g de gélose (simple, non nutritive) avec 0,6 g de Na Cl et 90 ml d'eau distillée dans un flacon ; mélanger constamment jusqu'à ce que la gélose ait fondu (Fig.19A). Transvaser la gélose dans un flacon à bouchon fileté et stériliser par passage à l'autoclave pendant 15 mn à 120 °C, laisser refroidir jusqu'à 50 °C environ puis ajouter 10 ml de sang de lapin défibriné (Fig. 19 B et C) et de 5 mg de Gentamycine. Transvaser ensuite le produit encore liquide dans des tubes ou des flacons de culture stérile (Fig. 19D). Les placer en position inclinée jusqu'à ce que la gélose prenne (Fig. 19E et F). Puis les mettre au réfrigérateur [Anonyme, 1996].

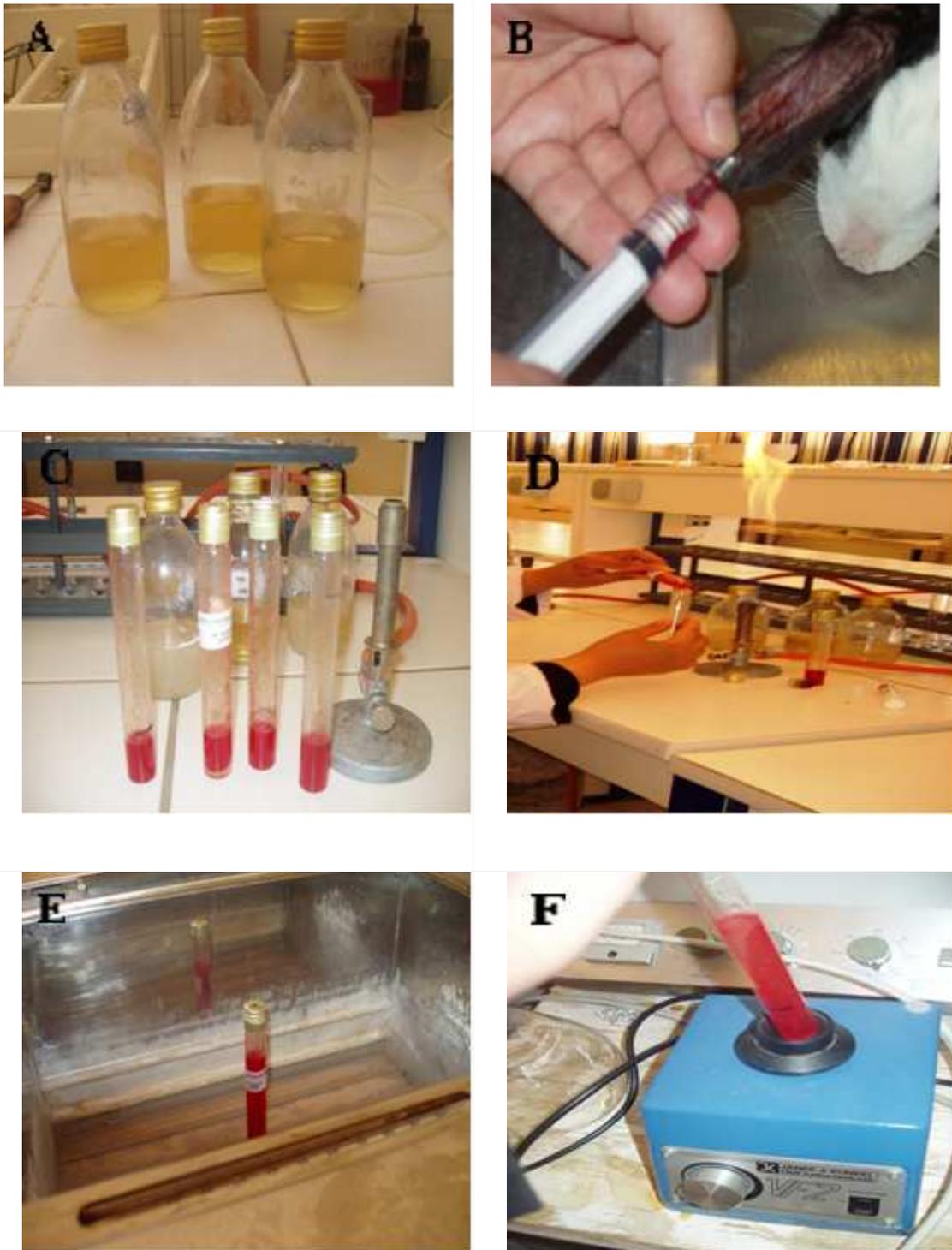
✓ Phase liquide : Elle est normalement constituée par l'eau qui se condense au fond des tubes inclinés mais, en pratique, nous avons rajouté de 5 gouttes de l'eau distillée sur une gélose inclinée dans un flacon de 7 ml. Inoculer le prélèvement effectué sur les phlébotomes dans la phase liquide du milieu.

Les tubes préparés sont conservés à 4 °C. Ce milieu est utilisé dans la semaine qui suit l'addition du sang du lapin et jeté au bout de 3 semaines de conservation à 4°C. Sans addition de sang, ces milieux se conservent plusieurs mois à température ambiante [Anonyme, 1996].

### 2.2.3. Culture, observation et lecture

La mise en culture est globalement une méthode de valeur relative car seules les souches transmissibles par le vecteur réussissent en culture.

Les Leishmanies se cultivent sur milieu NNN à 22°C. Les formes obtenues sont des Promastigotes qui se développent en voile à la surface de la phase liquide. Le repiquage doit avoir lieu tous les 7 jours.



Pour le diagnostic : il faut ensemençer 6 tubes et poursuivre, le cas échéant, les repiquages pendant 5 semaines.

Pour colorer : il suffit de prélever une goutte de culture qui nous étalons sur lame et traiter comme un frottis.

La lecture de lames effectuées au niveau du laboratoire de parasitologie (CHU de Batna) par Mme khelfa salima (Maître assistante Institut de Médecine, médecin spécialiste dans le laboratoire de mycologie et parasitologie de CHU de Batna).

### **2.3. Méthode de préparation des coupes histologiques [Fresil, 1969].**

Cette méthode nécessite le passage par les phases suivantes :

#### **2.3.1. Fixation**

L'insecte fixé pendant 3 h au Carnoy, fraîchement préparé (60 ml alcool 100 %, 30 ml chloroforme et 10 ml acide acétique).

#### **2.3.2. Déshydratation**

Dans des bains d'alcool éthylique à des concentrations croissantes de 80°, 90° et 95° pendant 1 heure pour chaque bain et deux bains d'éthanol à 100° pendant 1 heure pour chacune (Fig. 20A).

#### **2.3.3. Eclaircissement**

Avec le xylène (2 bains pendant 1h chacun).

#### **2.3.4. Inclusion**

Les phlébotomes sont introduits dans des cassettes (Fig. 20 B), puis ces cassettes sont infiltrées dans la paraffine pendant 2 h à 4h à 60°, les 2 précédentes étapes sont réalisées normalement à l'intérieur de l'automate.

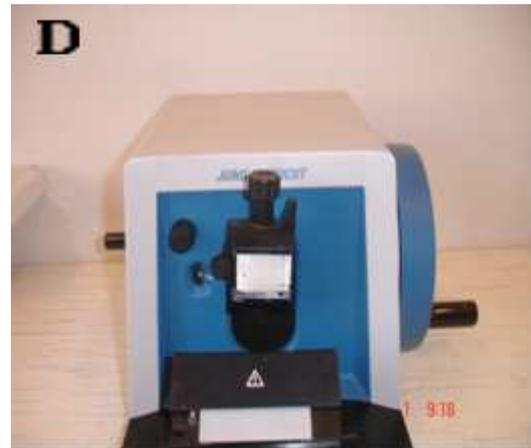
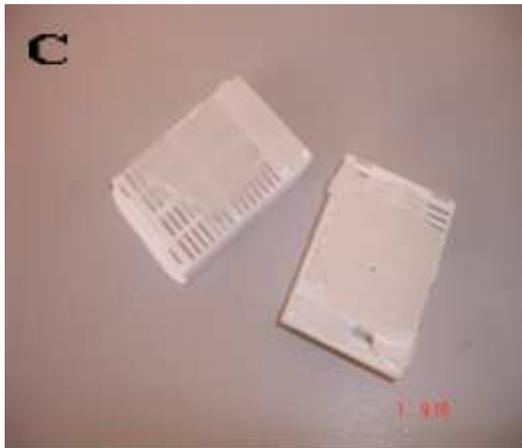
#### **2.3.5. Mise en bloc**

Les cassettes sont incluses dans la paraffine liquide selon une position verticale (Fig. 20 C). Dans chaque bloc, une petite étiquette écrite portant la date de capture.

#### **2.3.6. Coupes**

Les blocs d'inclusion sont coupés avec le microtome (Killer 1980) permettant d'effectuer des sections très fines de 10 à 50  $\mu\text{m}$  (Fig. 20 D). Le microtome est un sorte de machine à jambon opérant un mouvement vertical alternatif supportant le bloc à couper et équipé d'un rasoir prismatique fixe affûté par pâtes diamantées sur plaque de verre.

- Effectuer les coupes et les coller à l'albumine glycéinée.
- Déparaffiner et réhydrater dans un bain marie (Fig. 20 E).



**Figure20. Principales étapes de la préparation des coupes histologiques.**

### 2.3.7. Coloration

Les coupes pourront être colorées soit au Giemsa soit à l'Héματοxyline.

La coloration Giemsa a l'avantage de donner aux protozoaires, dans les coupes de tissus, des couleurs identiques à celles obtenues sur les frottis de sang. On peut également l'employer sur des coupes d'insectes infectés. Cette technique de double inclusion est valable pour tous les insectes ainsi que pour les tissus des vertébrés.

Pour préparer le colorant Giemsa nous avons mélangé : 10 ml eau tamponnée (7,2), 1 ml Giemsa, 1 ml acétone et 1 ml alcool méthylique.

Colorer 1h dans des cuves en porcelaine, coupes en dessous. Puis placer dans l'eau ordinaire, Un bain prolongé (24h) fait ressortir les bleus puis séchées (Fig. 20 F)

### 2.3.8. Observation et lecture

La lecture des lames effectuées au niveau du laboratoire de parasitologie (CHU de Batna) par Mme khelfa salima (Maître Assistante Institut de Médecine, médecin spécialiste dans le laboratoire de mycologie et parasitologie de CHU de Batna).

## 3. Exploitation et analyse des résultats

### 3.1. Paramètres de structure et d'organisation des populations et peuplements de phlébotomes recensés :

Pour l'exploitation de nos résultats, des paramètres et des indices bioécologiques sont utilisés afin de juger de la qualité d'échantillonnage, de l'efficacité des méthodes de piégeages et d'évaluer l'abondance et la dispersion des espèces ainsi que de comparer des compositions des communautés entre les différentes stations étudiées.

#### ➤ Qualité de l'échantillonnage

Selon Ramade (1984), la qualité d'échantillonnage est représentée par  $a/N$ ,  $a$  étant le nombre des espèces vues une seule fois au cours de  $N$  relevés. Il permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Plus  $a/N$  est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande.

#### ➤ Constance ou indice d'occurrence

La constance ( $C$ ) exprimée en pourcentage, représente le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée ( $P_i$ ) au nombre total de relevés ( $P$ ) [Dajoz, 1982].

$$C (\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

BIGOT et BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieur à 10 %
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10 %.

#### ➤ **Fréquence d'abondance**

La fréquence centésimale (**Fc**) représente l'abondance relative d'une espèce donnée et correspond au pourcentage d'individus de cette espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus recensés ( $N$ ) d'un peuplement [Dajoz, 1985].

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

#### ➤ **Sex-ratio**

C'est le rapport entre le nombre d'individus appartenant au sexe mâle (**M**) par rapport à celui du sexe femelle (**F**) que compte une population [Ramade, 1984].

$$\text{Sex-ratio} = M / F$$

#### ➤ **Diversité et équirépartition des peuplements de phlébotomes recensés**

##### • **Richesse totale**

Par définition ; la richesse totale (**S**) est le nombre total d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de  $N$  relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand [Blondel, 1975].

$$\text{La richesse totale est égale à : } SN = (SN - 1) - \frac{a}{N}$$

### • Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon dérive d'une fonction établie par Shannon et Wiener qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Cet indice symbolisé par lettre  $H'$  fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de  $H'$  représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante [Magurran, 1988] :

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

Où ( $P_i$ ) représente le nombre d'individus de l'espèce ( $i$ ) par rapport au nombre total d'individus recensés ( $N$ ) :

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

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon Magurran (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce [Dajoz, 1975].

### • Indice d'équirépartition (équitabilité)

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition ( $E$ ) est le rapport entre la diversité calculée ( $H'$ ) et la diversité théorique maximale ( $H'_{max}$ ) qui est représentée par le  $\log_2$  de la richesse totale ( $S$ ) [Magurran, 1988].

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

Où :  $H'$  est l'indice de Shannon,  $H'_{max} = \log_2 S$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ( $E < 0,5$ ), cela signifie que la quasi totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance [Barbault, 1981].

### • Analyse de similitude (Indice de JACCARD)

A fin de comparer les peuplements phlébotomiens dans les 15 stations prises deux à deux, nous avons utilisé le coefficient de similitude de JACCARD. Ce dernier qui ne tient compte que de la présence - absence des espèces, il s'exprime de la manière suivante:

$$J_{1-2} = \left[ \frac{3 \times a}{a+b+c} \right] \times 100$$

Avec :

$J_{1-2}$  : Coefficient de similitude entre les relevés 1 et 2.

$a$  : Nombre d'espèces communes aux deux relevés.

$b$  : Nombre d'espèces propres au relevé 1.

$c$  : Nombre d'espèces propres au relevé 2.

Nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique en espèces des différentes stations prise deux à deux.

Plus les valeurs de ce coefficient sont proche de 100 plus les deux stations comparées sont qualitativement semblables.

### 3.2. Méthode d'élaboration de cartes de répartition

La création de cartes concernant la répartition géographique et bioclimatique a nécessité l'utilisation du MAP INFO 9.0 en suivant les étapes suivantes :

- Récolte des données : consiste à récolter les données nécessaires pour réaliser les différents thèmes des cartes. A cet effet, nous avons récolté les données suivantes :

- Carte topographique de la région pour définir les limites de la région et pour extraire les courbes de niveau qui sont nécessaires à l'interpolation des données climatiques.

- Les données climatiques obtenues à partir des stations météorologiques. Ces données couvrent des périodes allant jusqu'à 30 ans.

- Manipulation sous le logiciel MAPINFO qui consiste à :

- ✓ Digitaliser les limites de la région d'étude et les courbes de niveau à partir de la carte topographique

- ✓ Saisir les données climatiques de la région

- ✓ Interpoler les données climatiques saisies avec l'altitude selon la loi du changement de chaque paramètre climatique avec l'altitude

- ✓ Saisir les données de l'abondance et de la répartition des espèces dans chaque emplacement correspondant.

- ✓ Lancer l'analyse thématique en ressortant les différents étages bioclimatiques de la région et lancer à nouveau l'analyse thématique en ressortant la distribution spatiale des différentes espèces en les superposant sur les thèmes précédents (climat, limite administratif,...).
- En fin, nous passons à la mise en page des cartes pour les exporter en format imprimable.

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 1. Inventaire systématique des phlébotomes recensés dans la région de Batna et de Biskra

#### 1.1. Résultats

Les deux méthodes de capture adoptées nous ont permis la collecte d'un total de 680 phlébotomes dont 502 individus sont identifiés jusqu' à l'espèce. Les 178 phlébotomes restant ont été utilisés pour la recherche de *Leishmania*.

La liste systématique des espèces recensées établie suivant l'ordre taxonomique de Dedet et *al.* (1984) et comprenant neuf espèces appartenant toutes à la famille des *Psychodidae* est rapportée dans le tableau XVI.

**Tableau XVI. Liste systématiques des phlébotomes (*Psychodidae*) recensés dans la région de Batna et de Biskra.**

Genres	Sous -genre	Espèce	Batna	Biskra
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i> Rondani, 1843	<i>P. papatasi</i> Scopoli, 1786	+	-
	<i>Paraphlebotomus</i> Théodor, 1948	<i>P. sergenti</i> Parrot, 1917	+	-
		<i>P. chabaudi</i> Croset, Abonnec et Rioux, 1970	+	-
		<i>P. alexandri</i> Sinton, 1928	+	+
	<i>Larrousius</i> Nitzulescu, 1931	<i>P. longicuspis</i> Nitzulescu, 1930	+	+
		<i>P. perniciosus</i> Newstead, 1911	+	+
		<i>P. chadlii</i> Rioux, Juminer et Gibily, 1966	+	+
<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i> Franca, 1920	<i>S. fallax</i> Parrot, 1921	+	+
		<i>S. minuta</i> Adler et Théodor, 1927	+	+

## 1.2. Discussion :

L'inventaire taxonomique comprend un total de neuf espèces réparties en deux genres : *Phlebotomus* avec trois sous genres (*Phlebotomus*, *Paraphlebotomus* et *Larrousius*) et *Sergentomyia* avec un seul genre (*Sergentomyia*).

Durant ce suivi, nous avons identifié neuf espèces appartenant aux deux genres dans la région de Batna alors que dans la région de Biskra nous avons identifié seulement six espèces appartenant aux mêmes genres. Ceci serait dû d'une part à une répartition naturelle et d'autre part à l'effort de l'échantillonnage qui était plus important dans la wilaya de Batna par rapport à celle de Biskra.

Il faut par ailleurs remarquer l'absence des espèces du sous genre *Grassomyia*, *Parrotomyia* et *Sintonius* du genre *Sergentomyia*, dont les gîtes de repos se situent essentiellement dans la végétation herbacée [Trouillet *et al.*, 1995], serait en relation avec notre protocole d'échantillonnage qui a ciblé en particulier les zones urbaines. Dedet (1984) a signalé la présence de 21 espèces en Algérie.

Dans un souci de clarté nous passerons successivement en revue, pour chaque espèce, les éléments de la diagnose spécifique et en indiquant brièvement leurs bio-écologie, leurs répartition géographique et leurs rôles en pathologie humaine.

### Genre *Phlebotomus*

#### ➤ Sous genre *Phlebotomus*

- *Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi* Scopoli, 1786

Le sous genre *Phlebotomus* est représenté par une seule espèce, *P. papatasi*. C'est l'espèce de référence et sa description morphologique a été détaillée [Dancesco, 2008]. Le mâle présente un hypopigium caractéristique : le style (le segment distal de la gonapophyse supérieure) avec cinq épines courtes dont deux sur le tiers distal et trois terminales (Fig. 21), Le coxite, présente à sa base un petit lobe garni de quelques soies courtes et dans sa partie subterminale une douzaine de soies longues bien différenciées. L'aedeagus (valve copulative ou fourreau pénien) est court. La spermathèque de la femelle est segmentée (six à dix segments) sans col.

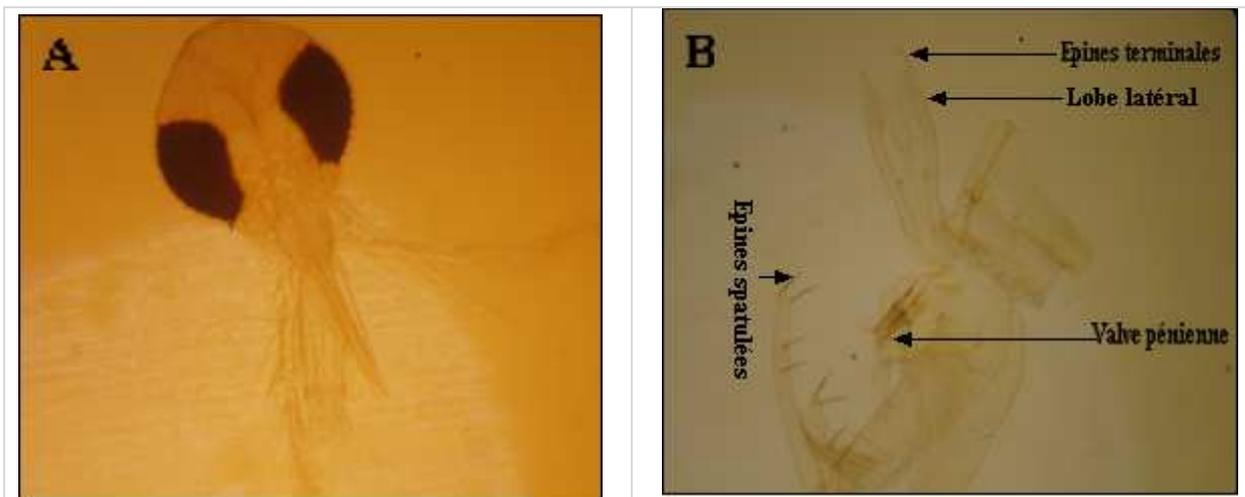
*P. papatasi* est un vecteur confirmé de *L. major* [Killick-Kendrick, 1990] et *L. tropica* au Maghreb en Lybie et au Nord du Soudan [Chauvet, 1984].

➤ **Sous genre *Paraphlebotomus***

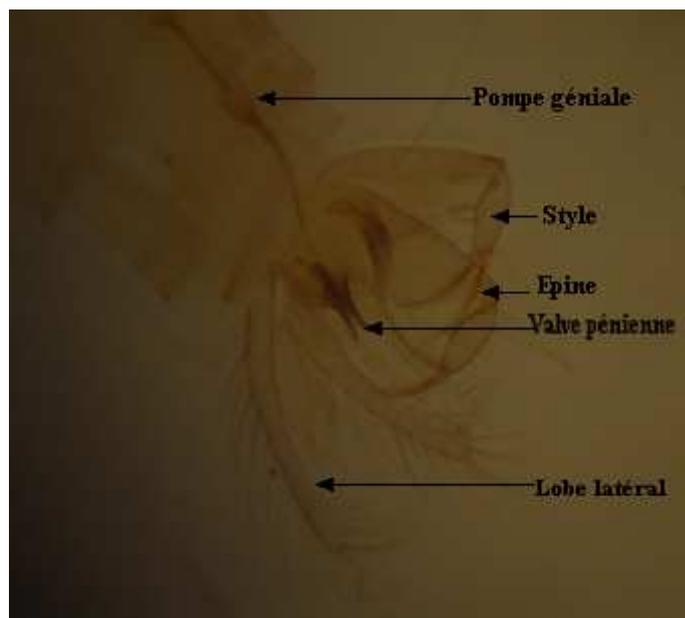
- *Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot, 1917

Le mâle est décrit pour la première fois en Algérie [Parrot, 1917], la femelle est décrite au Portugal [França, 1918].

Il est caractérisé par les détails du hypopigium: le coxite présente un tubercule bien long fourni d'une touffe de poils longs (Fig.22).



**Figure 21. Tête (A) et génitalia mâle (B) de *P. papatasi***  
(Photographie personnelle ; G X40).



**Figure 22. Génitalia mâle de *P. sergenti***  
(Photographie personnelle ; G X40).

La spermathèque de la femelle est segmentée (cinq-six segments) et sans col.

L'aire de répartition de *P. sergenti* en Algérie est très vaste. Il est présent aussi bien au Sud du pays dans les contreforts de l'Atlas saharien et les steppes présahariennes que dans les régions telliennes et au Sahara central [Dedet et al., 1984].

*P. sergenti* est un vecteur prouvé de *L. tropica* [Killick-Kendrick, 1990].

- ***Phlebotomus (Paraphlebotomus) chabaudi* Croset, Abonnec et Rioux, 1970**

Selon Dedet et al. (1984), cette espèce a été décrite en 1970 à partir du seul mâle ; la femelle n'est connue que depuis 1974. Le mâle est caractérisé par un style à quatre épines ; le coxite présentant un lobe basal de taille moyenne, peu élargi à l'apex et muni de six à dix longues soies. Le lobe latéral plus long que le coxite ; les valves péniennes effilées en lame de poignard. La femelle caractérisée par une spermathèque à six – huit anneaux, munie d'une collerette terminale.

Les préférences trophiques de cette espèce ne sont pas connues, pas plus que son rôle pathogène éventuel.

- ***Phlebotomus (Paraphlebotomus) alexandri* Sinton, 1928**

Cette espèce est de répartition géographique très vaste. *P. alexandri* a été signalée pour la première fois en Algérie par Parrot en 1936 [Dedet et al., 1984].

Chez le mâle, le style allongé à quatre épines (une terminale, une sub-terminale et deux médianes). Le lobe basal du coxite court, trapu, nettement dilaté à l'extrémité et surmonté d'une touffe de soies longues et fournies. Le lobe latéral est sensiblement de la même taille que le coxite ; la femelle possède une spermathèque annelée de cinq à sept anneaux.

*P. alexandri* est confirmée vectrice de la leishmaniose viscérale à *Leishmania donovani* en Chine [Farzin-Nia et Hanafi-Bojd., 2007] et supposée vectrice de la leishmaniose cutanée à *L. major* et *L. tropica* en Afrique du Nord (Tunisie)[Guan et Dong, 1986].

➤ **Sous genre *Larroussius***

Les *Larroussius* constituent un sous-genre bien individualisé au sein du genre *Phlebotomus* tant par leur morphologie que par leur rôle épidémiologique.

Les phlébotomes du sous-genre *Larroussius* sont incriminés dans la transmission de *L. infantum*. Ils sont aussi vecteurs d'arbovirus.

- ***Phlebotomus (Larrousius) perniciosus* Newstead, 1911**

Le mâle a un style à 5 épines bien développées, dont deux terminales et trois situées à peu près au même niveau vers le milieu du segment ; valves péniennes caractéristiques : bifurquées à leur extrémité [Dedet et al., 1984] (Fig. 23) et la femelle par une spermathèque à réservoir annelé, en navette (sept à douze segments) munie d'un col long et grêle.

Très répandue en Algérie où elle a été signalée pour la première fois par Sergent (1914), sa répartition géographique est essentiellement tellienne. *P. perniciosus* est particulièrement constant en grande Kabylie et dans le Constantinois (étage bioclimatique humide et subhumide) deux régions endémiques de la leishmaniose viscérale ; présent à Mila, Annaba, sur les hauts plateaux à l'Est de l'Algérie.

*P. perniciosus* suspecté par Sinton dans la transmission de la leishmaniose viscérale en 1925, puis démontré par Parrot à Alger [Moulehem et al., 1998], puis confirmé en Kabylie en 1991 par la découverte d'un spécimen parasité par *Leishmania infantum* Mon -1 [Izri et al., 1990].

- ***Phlebotomus (Larrousius) longicuspis* Nitzulescu, 1930**

Le style du mâle a cinq épines ; la valve pénienne terminée par une pointe unique, longue, plus ou moins recourbée vers le bas (Fig. 24). La femelle, très difficile à distinguer de celle de *P. perniciosus*, la spermathèque de neuf à dix segments ; le pharynx postérieur est de morphologie voisine de celle de *P. perniciosus*.

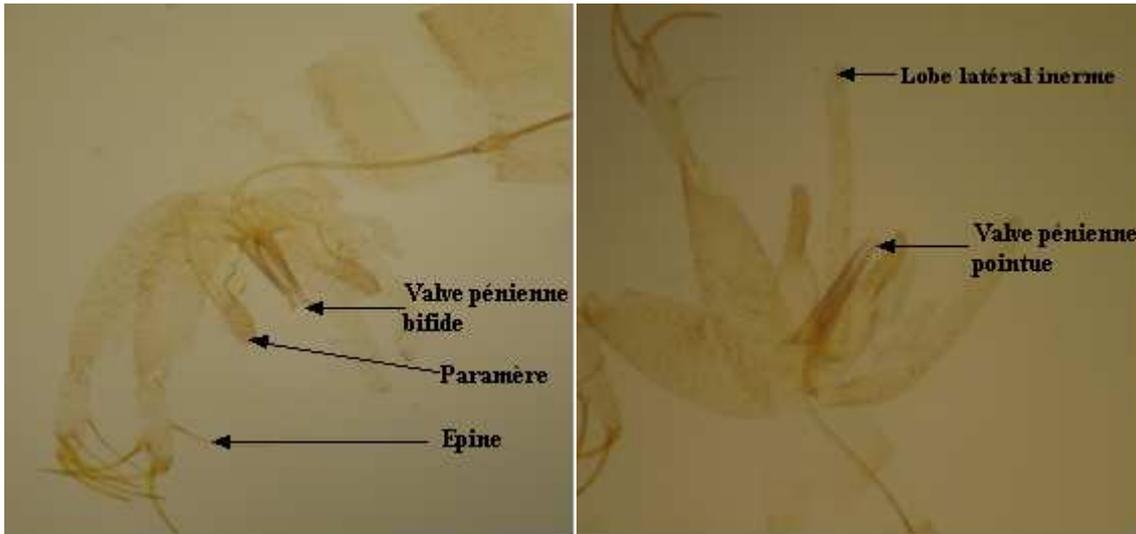
Espèce endémique d'Afrique du Nord, très répandue en Algérie et sensiblement plus abondante sur les hauts plateaux de l'Est algérien.

*P. longicuspis* est la troisième espèce trouvée infestée naturellement par *Leishmania* en Algérie par Parrot et al. (1954) in [Moulehem et al., 1998].

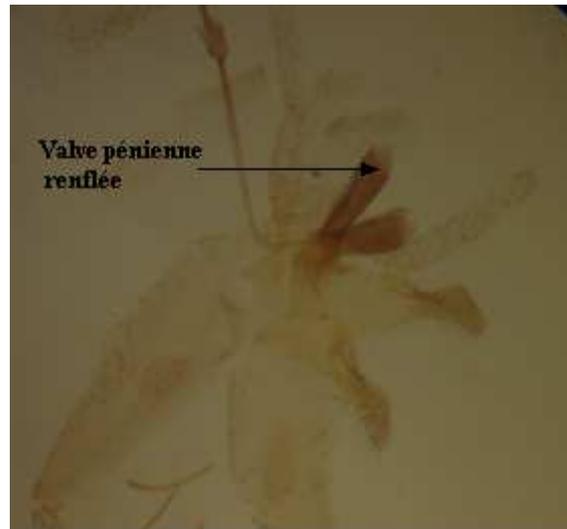
- ***Phlebotomus (Larrousius) chadlii* Rioux, Juminer et Gibily, 1966**

Depuis sa découverte, *P. chadlii* a été signalé dans diverses localités de Tunisie [Groset, 1969], en Algérie [Rioux et al., 1970] et au Maroc [Rioux et al., 1975]. Le pénis en battant de cloche, plus court et beaucoup plus trapu et renflé (Fig. 25). La touffe située sur le bord interne du coxite compte un grand nombre de soies (60 à 80).

La femelle de l'espèce *Phlebotomus (Larrousius) chadlii*, inconnue jusqu'à ce jour, est décrite à partir d'un exemplaire capturé au nord-ouest de la Tunisie, dans la région du Kef [Chamkhi et al., 2006].



**Figure 23. Génitalia d'un *P. perniciosus* Figure 24. Génitalia d'un *P. longicuspis* mâle** (Photographie personnelle ; GX 10) (Photographie personnelle ; G X 10)



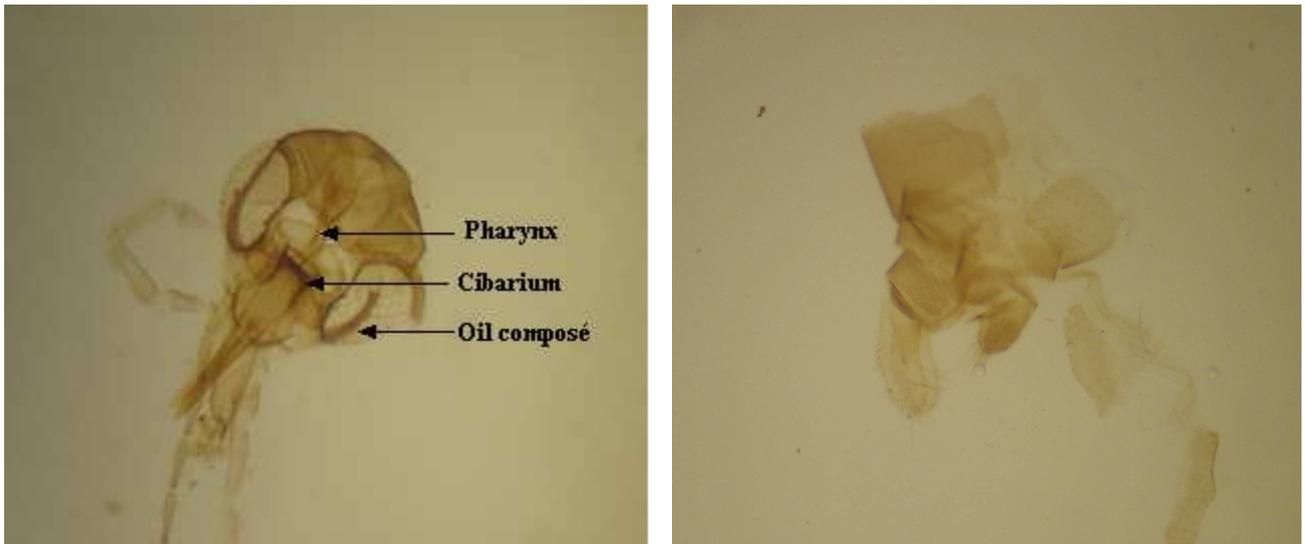
**Figure 25. Génitalia d'un *P. chadlii* mâle** (Photographie personnelle ; G X 40).

### Genre *Sergentomyia*

Le genre *Sergentomyia* regroupe jusqu'à 12 sous-genres [Artemiev, 1991].

#### ➤ *Sergentomyia (Sergentomyia) fallax* Parrot, 1921

Décrit comme une variété de *S. minuta*. D'après des exemplaires mâles d'Aïn Touta, puis élevé au rang d'espèce, la même année par le même auteur *S. fallax* est relativement abondante en Algérie. Le mâle a un style long (six à sept fois plus long que large) portant quatre épines longues, apicales et une soie non caduque grêle, valves pénienes digitiformes et la femelle caractérisée par une cibarium présentant 16 à 18 dents aigues disposées en arc de cercle assez fortement concave vers l'arrière (Fig. 26), spermathèque tubulaire, à parois lisses.



**Figure 26. Tête (a) et génitalia femelle (b) de *S. fallax*** (Photographie personnelle ; GX 40).

- *Sergentomyia (Sergentomyia) minuta* Adler et Théodor, 1927

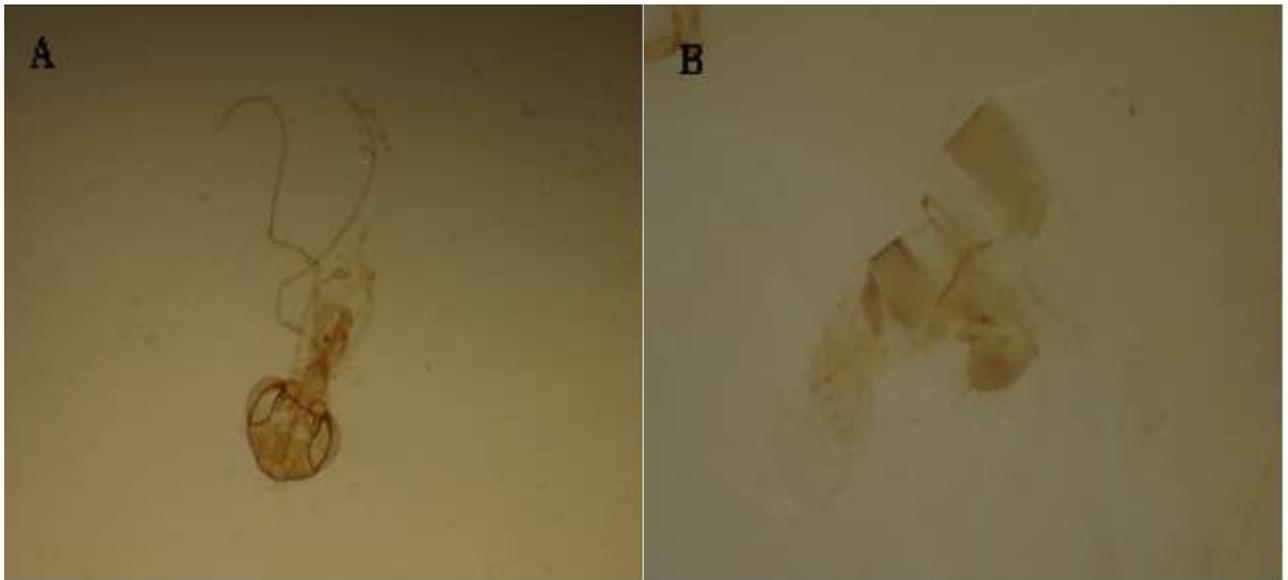
Cette espèce se distingue d'emblée des autres phlébotomes par sa petite taille (1,6 à 2,1 mm) et sa couleur foncée, dont la diagnose spécifique pose peu de problèmes.

Le style est court, trapu et porte quatre épines terminales groupées et une soie non caduque insérée au niveau du tiers apical. Les valves pénienues sont épaisses, digitiformes et arrondies à l'apex (Fig. 27). La spermathèque est sacciforme, non segmentée avec des parois parfaitement lisses (Fig. 28). Étant donné son comportement trophique, essentiellement herpétrophile, *S. minuta* n'intéresse pas l'épidémiologie [Dancesco, 2008].

Dans l'ensemble du territoire national cette espèce se distingue du Nord au Sud et d'Est en Ouest dans chaque étage bioclimatique à l'étage semi-aride.



**Figure 27. Génitalia mâle de *S. minuta*** (Photographie personnelle ; GX 40).



**Figure 28. Tête (A) et génitalia femelle (B) de *S. minuta* (Photographie personnelle ; GX 40).**

Nous avons dressé un tableau comparatif des phlébotomes recensées dans les deux régions d'études avec celle signalée dans les zones de Constantine [Moulaheem *et al.*, 1998] de Mila [Messai, 2006], d'Oum- EL -Bouaghi [kabbout, 2007] et Skikda [Bouleknafet, 2007] (Tableau XVII).

**Tableau XVII. Comparaison de la faune phlébotomienne du zone d'études avec celle de la Constantine, Mila, d'Oum- EL –Bouaghi et Skikda.**

Zones Espèces	Zone d'étude	Constantine (1998)	Mila (2006)	d'Oum- EL - Bouaghi (2007)	Skikda (2007)
<i>P. perfiliewi</i>	-	75,5	4,9	30,0	6,7
<i>P. perniciosus</i>	32,1	23,3	79,3	39,2	18,8
<i>P. longicuspis</i>	12,1	0,2	13,4	3,33	4,0
<i>P. papatasi</i>	4,4	-	-	0,50	0,6
<i>P. chadlii</i>	0,6	-	-	-	-
<i>P. sergenti</i>	2,2	-	-	-	-
<i>P. chabaudi</i>	0,6	-	-	-	-
<i>S. minuta</i>	33,9	0,2	2,4	27,6	60,82
<i>S. fallax</i>	11,9	+	-	-	-
<b>Total</b>	502	433	82	809	772

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons l'importance de richesse la zone d'étude par rapport aux autres sites. Nous notons que la majorité des espèces communes entre les autres sites, et nous avons retrouvé toutes les espèces d'autres sites à l'exception de *P. perfiliewi* (Même Dedet et al. (1984) ne signalent pas cette espèce en Aurès).

### 1.3. Conclusion

L'inventaire phlébotomienne a révélé l'existence de 9 espèces réparties sur 2 genres et trois sous genres différentes dans la région de Batna et six espèces appartenant aux mêmes genres dans la région de Biskra.

Parmi les neuf espèces de Phlébotomes qui sont déjà décelées sur le territoire algérienne, les espèces du genre *Phlebotomus* prédominent tant par le nombre de spécimens captures que par leur diversité (3 sous genres -7 espèces). Seules, deux espèces du genre *Sergentomyia* ont été capturées

*P. perniciosus* et *P. longicuspis* sont franchement anthropophiles, elles sont prouvées de transmettre le *Leishmania* en Algérie.

Nos modes de capture qui utilisé a pour but d'identifications qui sont basé surtout sur les PA, privilégiant les espèces anthropophiles ou piquant les gros mammifères, ne permettent pas de dresser un tableau exhaustif des *Sergentomyia*, qui sont très souvent herpétophile.

## 2. Qualité d'échantillonnage

### 2.1. Résultat

La qualité de l'échantillonnage au niveau de la zone d'étude est testée par la calcule d'une indice de la qualité de l'échantillonnage. Cet indice est représenté par rapport  $a / N$  où :

$a$  : Nombre des espèces observées une seule fois.

$N$  : Nombre de relevés.

Dans notre cas, sur l'ensemble des 25 relevés dans les 15 stations, une espèce a été observée (collectée) une seule fois. De ce fait le quotient  $a / N = 1 / 25$  montre que notre échantillonnage est très satisfaisantes.

### 2.2. Discussion

La seule espèce notée une seule fois durant les 25 sorties est au nombre de 1. Il s'agit de *P. chabaudi* capturés à Menaâ, mais avec 3 exemplaires.

Toutefois, il est utile de signaler que pour des raisons de moyens de locomotion, notre protocole d'échantillonnage n'a pas touché l'ensemble des communes des deux wilayas.

### 2.3. Conclusion

La valeur calculée pour la qualité de l'échantillonnage au niveau des stations d'étude est égale à 0,04, étant donné que deux espèces de phlébotomes recensées ont été vue une seule fois durant les 25 visites effectuées. Par conséquent, la qualité d'échantillonnage est satisfaisante.

Toutefois, il serait nécessaire de faire d'avantage de relevés dans les communes non touchées par cette étude.

## 3. Efficacité du piégeage

### 3.1. Résultat

A fin de mettre en évidence l'efficacité des deux types de pièges utilisés lors de notre étude, à savoir, les pièges adhésifs et les pièges lumineux(CDC) ; nous avons calculé les pourcentages des captures réalisées par les deux moyens (Tableau XVIII).

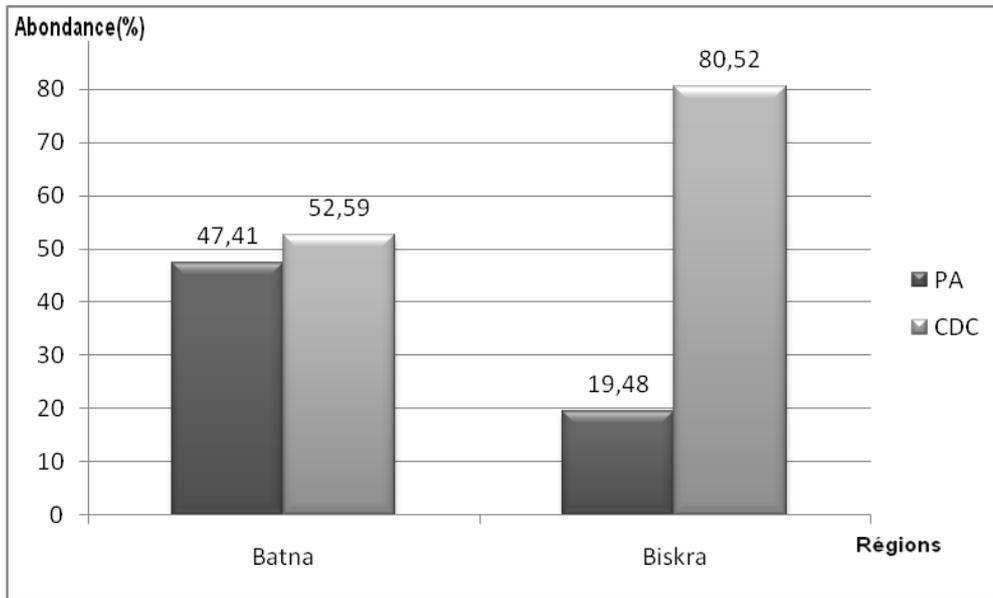
**Tableau XVIII. Pourcentages des phlébotomes capturés dans les deux régions d'étude selon le type de piégeage.**

Région	Batna		Biskra		Total	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
PA	165	47,41	30	19,48	195	38,84
CDC	183	52,59	124	80,52	307	61,16
<b>Total</b>	348	100	154	100	502	100

### 3.2. Discussions

Au total, les pièges lumineux nous ont permis la capture de 307 phlébotomes représentant 61,16 % de l'ensemble des insectes capturés. Pièges adhésifs nous ont permis la capture de 195 (38,8 %).

Cette plus grande efficacité de capture des phlébotomes par les pièges lumineux (CDC) est également constatée par région (Fig. 29).



**Figure 29. Présentation graphique de la répartition des phlébotomes selon le type de piégeage dans les deux régions.**

Il est utiles de signaler que les deux types de pièges sont installés en milieu urbain à suburbain, le piège lumineux placé soit à l'intérieur d'un local humain soit dans une étable ou une bergerie (milieu domestique) alors que les pièges adhésifs sont placés dans les milieux péri-domestique essentiellement dans les anfractuosités des murs et des ruines proches des habitations.

Il faut également remarquer que dans les captures de phlébotomes, la diversité spécifique est surtout liée aux méthodes d'échantillonnage [Ba, 1999], à l'exophilie et à l'endophilie des différentes espèces présentes, à leur plus ou moins grande phototaxie positive et à la multiplicité des microclimats disséminés sur le territoire du site, donc cette distribution des espèces est en relation avec l'habitat humain et son environnement.

### 3.3. Conclusion

La majorité des spécimens de phlébotomes collectés sont capturés sur CDC pour les deux régions. Ceci revient au fait que les pièges CDC sont toujours disposés dans des endroits abrités et sécurisés d'une part et d'autre part au fait que les phlébotomes sont des insectes photophiles.

Les pièges adhésifs se révèlent également assez efficaces dans la capture des phlébotomes moyennant quelques précautions : disposer les pièges dans des endroits bien

abrités, loin des populations et leur collecte dans un laps de temps assez court (éviter l'action du vent et des pluies).

#### 4. Structure et organisation des peuplements recensés

##### 4.1. Répartition stationnelles et similitude des espèces de phlébotomes recensées

###### 4.1.1. Résultats

Lors du prélèvement de chaque espèce, nous avons noté les stations exactes où elles ont été collectées et nous avons calculé le pourcentage de chaque espèce (Tableau XIX), les fréquences d'occurrence des différentes espèces dans les 15 stations prospectées. Les résultats obtenus sont énumérés dans le Tableau XX.

Nous avons également comparé la composition spécifique des peuplements entre les différentes stations d'étude prises deux à deux suite au calcul de l'indice de JACCARD (Tableau XXI).

**Tableau XIX. Pourcentage des espèces de phlébotome recensées dans les deux régions**

Esp.	Rég.	Batna				Biskra				Total			
		PA	CDC	Tot	%	PA	CDC	Tot	%	PA	CDC	Tot	%
<i>P. longicuspis</i>		7	41	48	13,79	-	13	13	8,44	7	54	61	12,15
<i>P. perniciosus</i>		48	66	114	32,76	13	34	47	30,52	61	100	161	32,07
<i>P. chadlii</i>		2	-	2	0,57	-	1	1	0,65	2	1	3	0,60
<i>P. sergenti</i>		6	5	11	3,16	-	-	-	-	6	5	11	2,19
<i>P. chabaudi</i>		3	-	3	0,86	-	-	-	-	3	-	3	0,60
<i>P. alexandri</i>		-	6	6	1,72	-	5	5	3,25	-	11	11	2,19
<i>P. papatasi</i>		9	13	22	6,32	-	-	-	-	9	13	22	4,38
<i>S. minuta</i>		73	30	103	29,60	17	50	67	43,51	90	80	170	33,86
<i>S. fallax</i>		17	22	39	11,21	-	21	21	13,64	17	43	60	11,95
<b>Total</b>		165	183	348	100,00	30	124	154	100,00	195	307	502	100,00

**Tableau XX. Répartition stationnelle et fréquence d'occurrence des espèces recensées dans les 15 stations** (- : Absence d'espèce ; + : Présence d'espèce).

Station Espèce	Menaâ	Tazoult	Markouna	Djerma	Oued El Chaah	Batna	Bouilef;	Ain Yagout	El Madher	Ain Touta	Tigharghar	Barika	Ain Zaatout	El Kantra	M'chouneche	C (%)	Echelle
<i>P. longicuspis</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	46,7	A
<i>P. perniciosus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	80,0	C
<i>P. chadlii</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	13,3	Ac
<i>P. sergenti</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,3	Ac
<i>P. chabaudi</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	06,7	Tac
<i>P. alexandri</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	13,3	Ac
<i>P. papatasi</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	13,3	Ac
<i>S. minuta</i>	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	73,3	C
<i>S. fallax</i>	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	40	A
<b>Nombre d'espèces</b>	8	6	4	1	2	2	3	2	2	3	2	1	5	2	2		

{ C(%) : Fréquence d'occurrence ; A : accessoire ; Ac : accidentelle ; C : constante }.

**Tableau XXI. Indice de similitude de JACCARD calculé pour les quinze stations échantillonnées prises deux à deux** (- : Absence de similitude).

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	50,0	60	75,0	-	60,0	60,0	85,7	60,0	60,0	50,0	60,0	-	66,7	-	<b>100</b>
14	50,0	33,3	42,8	-	-	-	-	-	-	-	60,0	-	37,5	<b>100</b>	
13	70,6	93,7	92,3	42,8	66,7	66,7	60,0	66,7	66,7	60,0	37,5	42,8	<b>100</b>		
12	30,0	37,5	50,0	100	75,0	75,0	60,0	75,0	75,0	60,0	-	<b>100</b>			
11	50,0	66,7	42,8	-	-	-	-	-	-	-	<b>100</b>				
10	64,3	75,0	90,0	60,0	85,7	85,7	100	85,7	85,7	<b>100</b>					
9	50,0	60,0	75,0	75,0	100	100	85,7	100	<b>100</b>						
8	50,0	60,0	75,0	75,0	100	100	85,7	<b>100</b>							
7	64,3	75,0	90,0	60,0	85,7	85,7	<b>100</b>								
6	50,0	60,0	75,0	75,0	100	<b>100</b>									
5	50,0	60,0	75,0	75,0	<b>100</b>										
4	30,0	37,5	50,0	<b>100</b>											
3	75,0	85,7	<b>100</b>												
2	79,0	<b>100</b>													
1	<b>100</b>														

St1: Mena; St2: Tazoult ; St3: Markouna ; St4: Djerma ; St5: Oued El Chaaba ; St6: Batna ; St7: Bouilef; St8: Ain Yagout; St9: El Madher; St10: Ain Touta ; St11: Tigharghar; St12: Barika; St13: Ain Zaatout ; St14 El Kantra ;St15:M'chouneche.

#### 4.1.2. Discussions

D'après les résultats obtenus dans le tableau XX, nous remarquons que le nombre d'espèces le plus élevée est notée dans la station de Mena avec 8 espèces, suivie de Tazoult avec 6 espèces, puis Ain Zaatout avec 5 espèces, Markouna avec 4 espèces et Ain Touta avec 3 espèces Oued el Chaaba, Tiguarghar et El Kantara sont notées chacune avec 2 espèces. La plus faible valeur concerne Djerma et Barika avec une espèce chacune.

*S. minuta* et *P. perniciosus* sont les espèces les plus constantes dans toutes les stations d'étude, par contre, le reste des espèces varient d'une espèce accidentelle, accessoire à espèce très accidentelle dans l'espace (fréquence d'occurrence inférieure à 50%).

Les espèces constantes sont celles qui enregistrent des valeurs de constance supérieures à 50 % et qui, de ce fait, présentent une omniprésence dans l'espace (stations explorées).

L'analyse des matrices de similitudes (Tableau XXI) révèle une différence de composition entre les 15 stations. Ceci est révélé par la grande variation de l'indice de JACCARD qui fluctue entre 30 % et 100 % (Tableau XXII).

**Tableau XXII. Présentation des stations dont les compositions sont similaires et peu similaires.**

Stations dont les compositions sont similaires (similitude de JACCARD > 90)	Stations dont les compositions sont peu similaires (similitude de JACCARD < 40)
Markouna - Ain Zaatout	Mena – Djerma
Tazoult - Ain Zaatout	Mena - Barika
Oued El Chaaba - El Madher	Tazoult - El Kantra
Oued El Chaaba - Ain Yagout	Tazoult - Barika
Oued El Chaaba – Batna	Tazoult – Djerma
Batna - El Madher	Tigharghar - Ain Zaatout
Batna - Ain Yagout	Ain Zaatout - El Kantra
Bouilef - Ain Touta	
Ain Yagout - El Madher	

La plus grande valeur de similitude (supérieur à 90 %) est signalée entre plusieurs stations, alors que les plus petites valeurs sont notées sont comprises entre 30 % et 40 %.

En plus, la similitude entre certains stations est nulle ceci expliquée par le nombre faibles des espèces dans ces stations.

Toutefois, nous signalons que dans la majorité des cas, la similitude entre les stations est généralement supérieure à 50 % ; ce qui démontre une ressemblance dans la composition en espèces des peuplements recensés.

#### **4.1.3. Conclusion**

La station de Mena est celle qui abrite le plus grand nombre d'espèces de phlébotomes identifiés.

*S. minuta* et *P. perniciosus* sont les espèces les plus courantes dans l'espace et présentent ainsi le spectre de répartition le plus large.

Prise deux à deux, la plus part des stations se rapprochent par leur composition en espèces ce qui en relation avec la proximité géographique de ces stations.

## **4.2. Fréquences d'abondances des populations**

### **4.2.1. Abondance relative globale et selon le sex-ratio**

#### **4.2.1.1. Résultat**

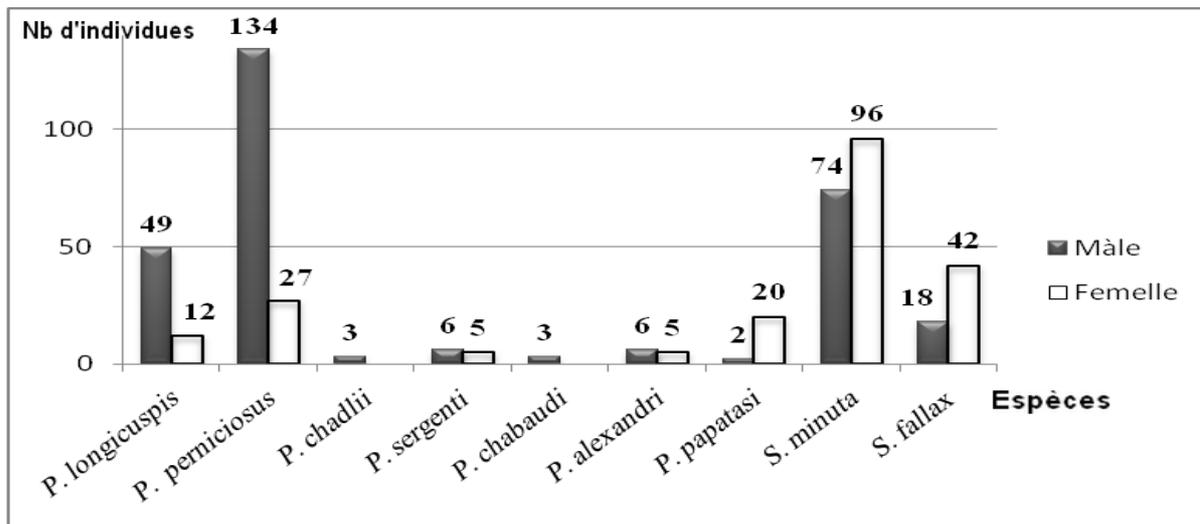
A fin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différentes espèces de phlébotomes recensés, nous avons opté à calculer les fréquences d'abondance en pourcentages pour les diverses espèces selon la région de capture et prends en considération le sexe de chaque espèce (Tableau XXIII).

**Tableau XXIII. Valeurs du sex-ratio des populations de phlébotomes recensées selon la région de capture** (- : capture d'individus d'un seul sexe).

Espèces	Batna				Biskra				Total		
	M	%	F	%	M	%	F	%	M	F	Sex – ratio
<i>P. longicuspis</i>	36	15,25	12	10,71	13	22,03	0	-	49	12	4,08
<i>P. perniciosus</i>	107	45,34	4	3,57	27	45,76	20	21,05	134	27	4,96
<i>P. chadlii</i>	2	0,85	0	-	1	1,69	0	-	3	0	-
<i>P. sergenti</i>	6	2,54	5	4,46	0	-	0	-	6	5	1,2
<i>P. chabaudi</i>	3	1,27	0	-	0	-	0	-	3	0	-
<i>P. alexandri</i>	6	2,54	0	-	0	-	5	5,26	6	5	1,2
<i>P. papatasi</i>	2	0,85	20	17,86	0	-	0	-	2	20	0,1
<i>S. minuta</i>	62	26,27	41	36,61	12	20,34	55	57,89	74	96	0,77
<i>S. fallax</i>	12	5,08	27	24,11	6	10,17	5	5,26	18	42	0,43
<b>Totaux</b>	<b>236</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>100</b>	<b>59</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>295</b>	<b>207</b>	<b>1,43</b>

#### 4.2.1.2. Discussions

Près de 500 ont été récoltées au cours de cette enquête entomologique, globalement, Il y a une légère prédominance de mâles par rapport aux femelles (295 Mâles et 207 Femelles). Ces résultats ne sont pas accord avec ceux de Rioux et *al.* (1967) in Messai (2006) qui ont capturé plus de femelles que de mâles.



**Figure 30. Répartition globale des espèces recensées selon le sexe.**

Dans la région de Batna, nous avons une prédominance des mâles par rapport à celle de Biskra ceci peu être liée aux méthodes de piégeages dans cette région qui sont basées surtout sur les pièges adhésifs par contre dans la région de Biskra nous avons utilisé beaucoup plus les pièges lumineux.

Cependant Dedet et Addadi (1977) in Messai (2006), dans l'Aurès, n'ont capturé que des mâles de *P. perniciosus*. Alors que khiari (1987) in Messai (2006) affirme que le taux sexuel dans la région de Constantine est toujours en faveur des femelles pour *Sergentomyia minuta* et légèrement des mâles pour *P. perniciosus*.

Par contre, pour le genre *Sergentomyia* il y a une dominance de femelles pour les deux espèces (Fig. 30).

Pour *P. sergenti* et *P. alexandri*, nous avons un équilibre pour l'ensemble des captures (6M et 5F), ces résultats sont en accord avec les chiffres donnés par les autres auteurs [Bailly *et al.*, 1971].

La proportion entre le nombre des mâles et des femelles est différente selon les moyens de capture et le type d'abri exploré. En effet dans les échantillons collectés à l'aide de CDC, les mâles de genre *Phlebotomus* ont toujours prédominé nettement sauf pour le *P. papatasi* où les femelles sont les prédominentes, mais pour le genre *Sergentomyia*, nous avons constaté que il y a une faveur des femelles par rapport aux mâles (Tableau XXIV).

**Tableau XXIV. Variation de la fréquence d'abondance de sex-ratio en fonction des pièges utilisés.**

Espèces	<i>P. longicuspis</i>		<i>P. perniciosus</i>		<i>P. chadlii</i>		<i>P. sergenti</i>		<i>P. chabaudi</i>		<i>P. alexandri</i>		<i>P. papatasi</i>		<i>S. minuta</i>		<i>S. fallax</i>		Total	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
<b>CDC</b>	9,2	1,6	17,9	2,0	0,2	-	-	1,0	-	-	1,2	1	0,4	2,2	4,6	11	2,8	5,8	61,7	60,4
<b>PA</b>	0,6	0,8	8,8	3,4	0,4	-	1,2	-	0,6	-	-	-	-	1,8	10,2	7,8	0,8	2,6	38,3	39,6

Dans les échantillons collectés à l'aide des papiers huilés, nous avons une légère prédominance du mâle observé chez tous les exemplaires sauf pour *S. fallax*, la même observation faite en Tunisie [Dancesco, 2008].

Il y a peu près un équilibre entre les mâles et les femelles de *P. sergenti* malgré ils sont capturés par deux méthodes différentes.

Les seules trois exemplaires mâles des *P. chabaudi* sont capturés par le piège PA alors que les 11 individus de *P. alexandri* sont capturés par le piège CDC ce qui confirme sa grande phototaxie, déjà signalée par Abonnenc (1972).

Pour *P. papatasi*, il y a peu près un équilibre entre les femelles capturées par le CDC et celles capturées par le PA.

#### **4.2.1.3. Conclusion**

Le sex-ratio est en faveur des mâles pour toutes les espèces de genre *Phlebotomus* sauf le *P. papatasi* et il est en faveur des femelles pour les espèces de genre *Sergentomyia*

Il apparaît enfin que l'on capture proportionnellement plus d'espèces du genre *Phlebotomus* que du genre *Sergentomyia* en milieu domestique et peridomestique

Le peuplement dans son ensemble présente un sex-ratio proche de l'unité.

### **4.2.2. Abondance relative globale des populations suivant les stations d'études**

#### **4.2.2.1. Résultats**

Pour présenter la structure et l'organisation de la faune phlébotomienne inventoriée, nous avons opté pour l'étude de leur répartition stationnelle. Les stations sont classées de 1 à 12 concernant la wilaya de Batna, les trois dernières, 13, 14, et 15 correspondent aux sites explorés dans la wilaya de Biskra (Tableau XXV).

**Tableau XXV. Répartition des effectifs des phlébotomes recensés (%) par station d'étude (- : Absence de l'espèce)**

	Batna												Biskra			Total	
	Ménaa	Tazoult	Markouna	Djerna	Ouec chaaba	Batna	Bouilef	Ain yagout	Madher	Ain touta	Tigharguar	Barika	Ain zaatout	El kantra	M'chounche		
<i>P. longicuspis</i>	8,37	0,20	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,80	-	1,00	1,39	0,20	12,16	
<i>P. perniciosus</i>	13,94	2,99	0,20	0,60	0,40	1,00	0,80	0,80	0,20	1,39	-	0,40	9,36	-	-	32,08	
<i>P. chadlii</i>	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	0,6	
<i>P. sergenti</i>	1,99	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	
<i>P. chabaudi</i>	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	
<i>P. alexandri</i>	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	2,2	
<i>P. papatasi</i>	2,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	-	-	-	-	4,38	
<i>S. minuta</i>	7,77	7,57	1,79	-	0,20	0,20	1,39	0,20	0,20	1,20	-	-	12,95	-	0,40	33,87	
<i>S. fallax</i>	5,98	1,20	0,20	-	-	-	0,20	-	-	0,20	-	-	4,18	-	-	11,96	
Total	Nombre	213	63	12	03	03	06	12	05	02	14	13	02	139	12	03	100
	%	42,43	12,55	2,39	0,60	0,60	1,20	2,39	1,00	0,40	2,79	2,59	0,40	27,69	2,39	0,60	

#### 4.2.2.2. Discussions

En prenant en considération toutes les stations étudiées ; Parmi les neuf espèces rencontrées, deux dominent par leur fréquences d'abondance. Il s'agit de *Sergentomyia minuta parroti* avec 33,87 % des captures totales et une présence dans 11 stations sur les 15 explorées. *Phlebotomus perniciosus* est représenté avec 32,08 % des captures totales et une présence dans 12 stations.

Cette fréquence variable est connue et a été particulièrement bien mise en évidence par Croset en Tunisie (1969) dont les observations portaient sur 30.000 exemplaires.

A Batna, 348 phlébotomes appartenant à neuf espèces représentant 69,3 % de population globale sont recensés. L'essentiel du peuplement est composé d'espèces du genre *Phlebotomus* avec une prédominance de *P. perniciosus* (22,7 %).

A Biskra, 154 phlébotomes appartenant à six espèces sont identifiés, environ ce qui couvre 30,7 % de population globale. La majorité du peuplement est composée d'espèces du genre *Sergentomyia* avec une prédominance de *S. minuta* (14,7 %).

kabbout (2007), a signalé une prédominance de *P. perniciosus* (39,7 %) et de *P. perfiliwi* (30,2 %) dans la région d'Oum-El-Bouaghi. Dedet et al., (1984), ont signalé que les

espèces les plus abondantes en Algérie sont *S. minuta parroti* et *P. perniciosus* avec respectivement 78,9 % et 10,4 %.

Par ailleurs, la station de Menaâ regroupe le plus grand nombre des phlébotomes capturés avec un total de 213 phlébotomes appartenant à 2 genres, 3 sous-genres et 8 espèces, représentant une abondance globale de 42,43 %. Elle est suivie par la station d'Ain Zaatout (Biskra) qui représente 27,69 % de l'ensemble des phlébotomes recensés. Alors que les effectifs des phlébotomes capturés fluctuent dans le reste des stations entre 2 et 63 individus

La faible densité des phlébotomes recensés dans le foyer historique de leishmaniose cutanée de la région de Batna (Barika) serait d'une part à la faiblesse du nombre de relevés réalisés dans cette station et d'une part à l'application de campagne de lutte par les services de la santé.

*S. minuta* accompagne assez souvent *P. perniciosus* sur la presque-totalité des stations (11/15) et même avec *P. longicuspis*, notamment autour des habitations et même à leurs intérieures. Ce phénomène est également souligné par Moulahem (1998) à Constantine et qui serait dû à l'anthropophilie avérée de ces deux dernières espèces.

Dans la région de Batna, l'abondance de *P. sergenti* (1.20 %) y avoisinait celles de *P. alexandri* et récoltées en même station avec les seuls trois spécimens de *P. chabaudi* ; Cette observation coïncide parfaitement avec celles effectuées par Dedet et al. (1984).

*P. papatasi* est capturé seulement dans la région de Batna, dans deux sites parmi les 12 stations prospectées qui sont la station de Menaâ et Tigharghar, cette dernière station constitue la seule localité où la femelle de *P. papatasi* a été récoltée.

Les seuls 3 exemplaires mâles de *P. chabaudi* sont récoltés seulement dans la station de Menaâ, Tazoult constitue avec la station d'Ain Zaatout, les seules localités où *P. chadlii* a été récolté avec une abondance successive de 0,4 % et 0,2 %.

#### 4.2.2.3. Conclusion

Le peuplement phlébotomien de la région de Batna est caractérisé par une forte abondance de *P. perniciosus* vecteur de la leishmaniose viscérale en Algérie et une forte abondance de *S. minuta* dans la région de Biskra.

*P. perniciosus*, *P. longicuspis* et *S. minuta* vivent donc en sympatrie sur la presque-totalité des zones prospectées donc ces espèces notamment les deux premières en étant anthropophile.

Une condensation qualitative et quantitative des phlébotomes sont bien apparent dans les communes de Menaâ (Batna) et d'Ain Zaatout (Biskra).

*P. chabaudi* et *P. chadlii* présentes en faible abondance, *P. chabaudi* ne présentes qu'à Menaa et *P. chadlii* récoltée seulement en Tazoult et Ain Zaatout.

### 4.2.3. Abondance relative globale des populations selon les saisons climatiques

#### 4.2.3.1. Résultats

Afin de pouvoir comparer la répartition des neuf espèces recensées, nous avons opté à calculer les fréquences d'abondance (Tableau XXVI), ainsi que les fréquences d'occurrence avec l'échelle d'occurrence (Tableau XXVII) selon les saisons climatiques.

**Tableau XXVI. Répartition des fréquences d'abondance (%) des phlébotomes recensés en fonction des saisons** (- : Absence de l'espèce).

Espèces	Saisons			
	Hiver	Printemps	Eté	Automne
<i>P. longicuspis</i>	-	1,0	4,0	7,2
<i>P. perniciosus</i>	2,0	3,2	9,8	17,3
<i>P. chadlii</i>	-	-	0,4	0,2
<i>P. sergenti</i>	-	-	0,2	2,0
<i>P. chabaudi</i>	-	-	-	0,6
<i>P. alexandri</i>	-	-	-	2,2
<i>P. papatasi</i>	-	-	0,4	4,0
<i>S. minuta</i>	2,6	0,6	10,0	20,7
<i>S. fallax</i>	0,4	0,8	1,6	6,2
<b>Total</b>	5,0	5,6	26,3	63,3

**Tableau XXVII. Fréquence d'occurrence (%) des espèces recensées en fonction des saisons** (- : Absence de l'espèce).

{ **C**(%) : Fréquence d'occurrence ; **A** : accessoire ; **Ac** : accidentelle ; **C** : constante ; **Tac** : très accidentelles }.

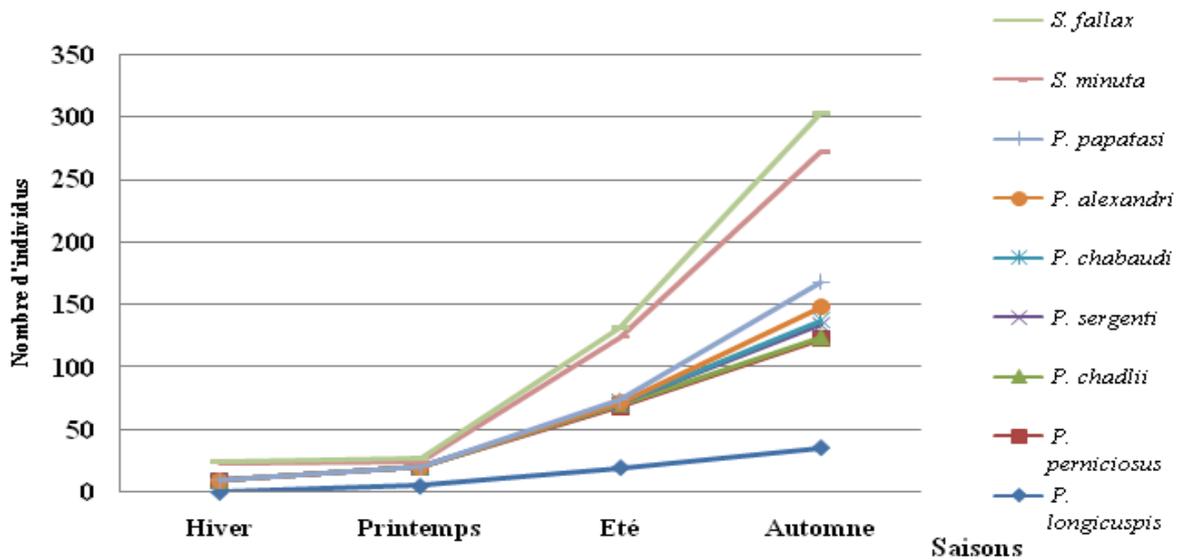
Saisons Paramètre Espèces	Hiver		Printemps		Eté		Automne		Total	
	C (%)	Échelle	C (%)	Échelle	C (%)	Échelle	C (%)	Échelle	C (%)	Échelle
<i>P. longicuspis</i>	-	-	12	Ac	16	Ac	16	Ac	46,7	A
<i>P. perniciosus</i>	16	Ac	16	Ac	16	Ac	28	Ac	80,0	C
<i>P. chadlii</i>	-	-	-	-	4	Tac	4	Tac	13,3	Ac
<i>P. sergenti</i>	-	-	-	-	4	Tac	8	Tac	13,3	Ac
<i>P. chabaudi</i>	-	-	-	-	-	-	4	Tac	06,7	Tac
<i>P. alexandri</i>	-	-	-	-	-	-	8	Tac	13,3	Ac
<i>P. papatasi</i>	-	-	-	-	8	Tac	8	Tac	13,3	Ac
<i>S. minuta</i>	16	Ac	12	Ac	20	Ac	24	Ac	73,3	C
<i>S. fallax</i>	8	Tac	8	Tac	12	Ac	24	Ac	40,0	A

#### 4.2.3.2. Discussions

Au total, la fréquence d'abondance de différentes espèces augmente pendant la période qui coïncide avec la saison d'automne suivi par l'été. Par contre, nous constatons une diminution en hiver et printemps (Fig. 31).

La période automnale représente l'abondance la plus élevée avec 63,3 % ceci pourrait être expliquée par les conditions propices au développement et à l'activité de la majorité des insectes, Théodoridès (1997) montre que les moustiques ne sont présents à Biskra qu'au printemps et en automne.

Les espèces *P. perniciosus* et *S. minuta* sont apparues au coures de quatre saisons et au total, nous avons rappellent que les deux espèces sont déjà classées parmi les espèces les plus abondantes et constantes.



**Figure 31. Evolution saisonnière des phlébotomes récoltés dans les deux régions**

Selon le tableau XXVI, *P. perniciosus* présente deux pic maximaux, le premier enregistré en été et la deuxième en automne. Messai (2006) montre que se espèce présente deux pic maximaux, le premier enregistré en juin (correspond bien évidemment à la première génération d'imago issues des larves diapausantes qui sont déjà pondus en printemps) et le deuxième enregistré vers la fin d'aout debout septembre (correspond à la deuxième génération issue des œufs pondus par la première génération) et toujours la deuxième génération, née des œufs pondus par la première génération est la plus abondante, cette observation faite par Parrot et al.(1933) in Messai (2006) et coïncide parfaitement avec notre résultats.

#### 4.2.3.3. Conclusion

La saison d'automne compte à elle seuls 318 individus soit 63,3 % des captures, c'est ainsi la saison la plus favorable à une dynamique ascendante des phlébotomes.

Nous notons une légère égalité ente les effectifs des phlébotomes capturés en hiver et en printemps (environs 5 %).

Ce sont les espèces *P. perniciosus* et *S. minuta* qui prédomine au cours de toutes les saisons, tout en fréquences d'abondance qu'en fréquences d'occurrence.

### 4.3. Répartition géographique et bioclimatique

#### 4.3.1. Résultats et discussions

Afin de pouvoir statuer sur la répartition des neuf espèces de phlébotomes recensées dans les deux régions prospectées selon le climat, il est nécessaire de se référer à des cartes bioclimatiques des régions prospectées. A cet effet, nous avons établi des cartes de répartition des phlébotomes en fonction des précipitations, des températures maximales, minimales et des étages bioclimatiques (Fig. 32 à 43).

L'aire de distribution de *P. perniciosus* s'étend sur les cinq bioclimats mais surtout dans la station de Tazoult, Ain Touta, Ain Zaatout et Menaâ (Fig. 32).

*P. longicuspis* a été rencontré dans les étages sub-humide et semi aride frais, avec optimum de présence dans le sub-humide froid (Fig. 32).

*P. papatasi* se localise préférentiellement dans la station de l'étage sub- humide froid.

La récolte de *P. perniciosus* effectué dans les stations où les précipitations varient entre 50 – 650 mm (Fig. 33) et la température maximale varie de 30 – 40 °C (Fig. 34) et minimale de -1 à 3 °C (Fig. 35).

*P. longicuspis* est répartie dans les différents étages bioclimatiques, surtout dans les sub-humide et semi aride, les précipitations varient de 450 à 850 mm (Fig. 33), la température maximale entre 35 - 40 °C (Fig. 34) et la température minimale de -1 à 3 (Fig.35).

Au Maroc, Guernaoui *et al.* (2006) montrent que *P. longicuspis* vit préférentiellement entre 600 et 800 m d'altitude alors que *P. perniciosus* se trouve majoritairement entre 1000 et 1200 m.

La récolte de *P. papatasi* effectué dans les stations où les précipitations varient entre 450 – 650 mm (Fig. 33), la température maximale varie de 25 à 40 °C (Fig. 34) et minimale de -3 à 1 °C (Fig. 35). *P. papatasi* récoltée au Maroc dans deux stations où la température maximale varie entre 30 °C et 42 °C et la température minimale varie entre 8 °C et 17 °C.

*P. papatasi* est absent dans l'étage aride et saharien. L'altitude de récolte est représentée par Menaâ à 1.420 m (étage sub- humide froid). Il est particulièrement abondant dans toute la frange steppique nord saharienne, mais se rencontre également dans le tell et sur les hauts plateaux (Ain Touta et Barika) [Dedet *et al.*, 1984]. Mais, même dans ces régions, nous ne l'avons pas récolté.

Au Maroc, *P. papatasi* à été récolté à l'altitude maximale de 1.600 m [Bailly-Choumara *et al.*, 1971], les étages aride et surtout saharien restent les localisations préférentielles de cette espèce et sa densité croît avec l'augmentation de l'aridité [Boussaa,2008].

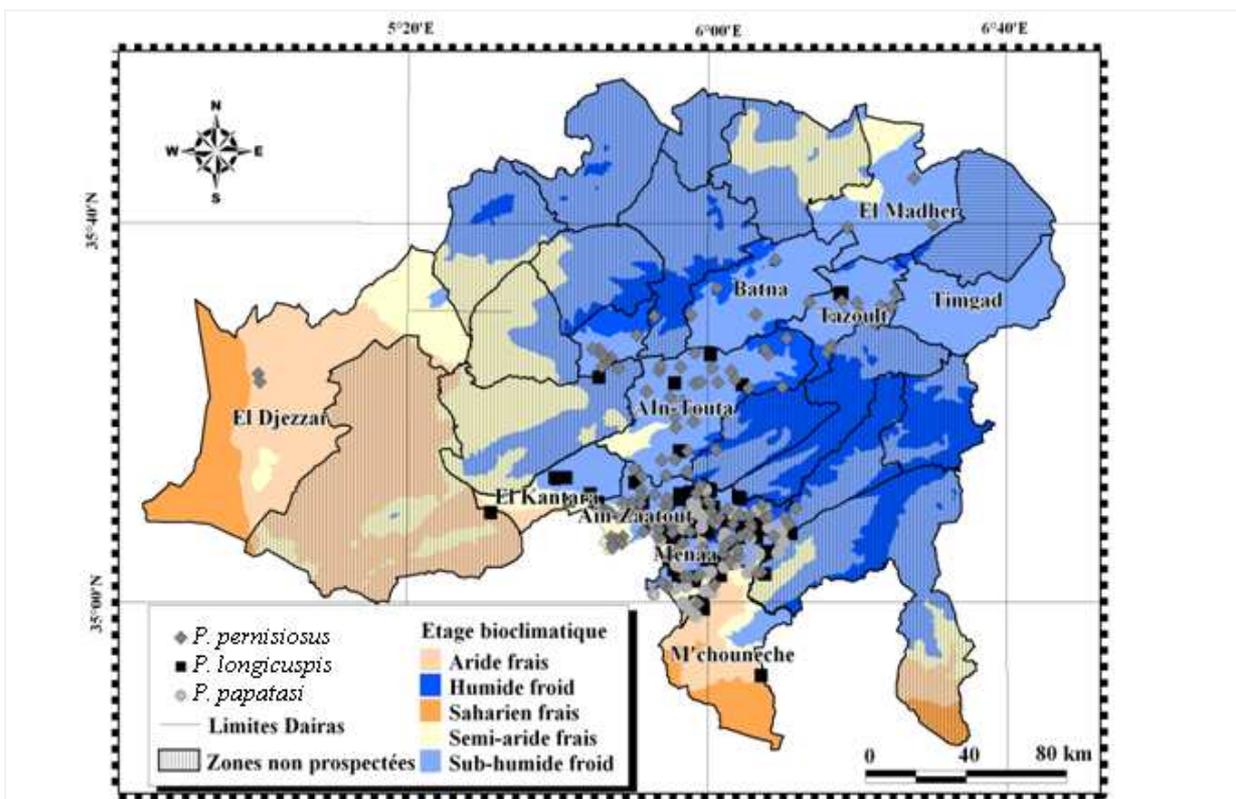


Figure 32. Répartition bioclimatique de *P. perniciosus*, *P. longicuspis* et *P. papatasi*.

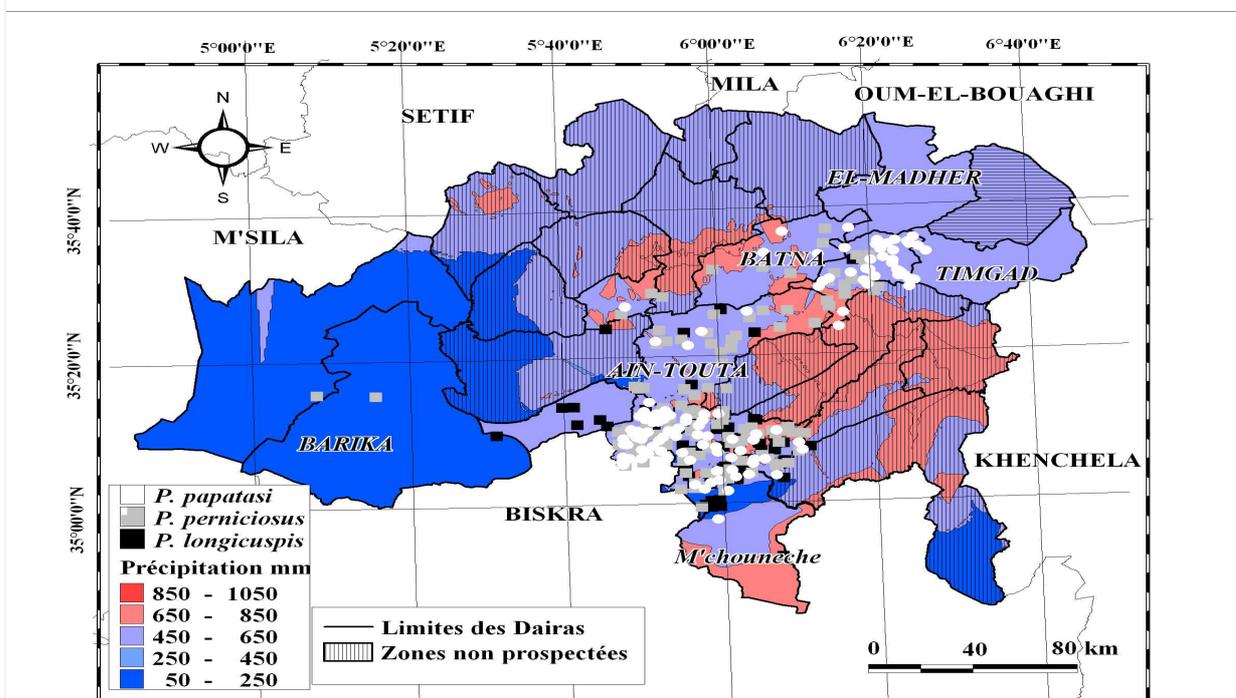


Figure 33. Répartition de *P. perniciosus*, *P. longicuspis* et *P. papatasi* selon les précipitations

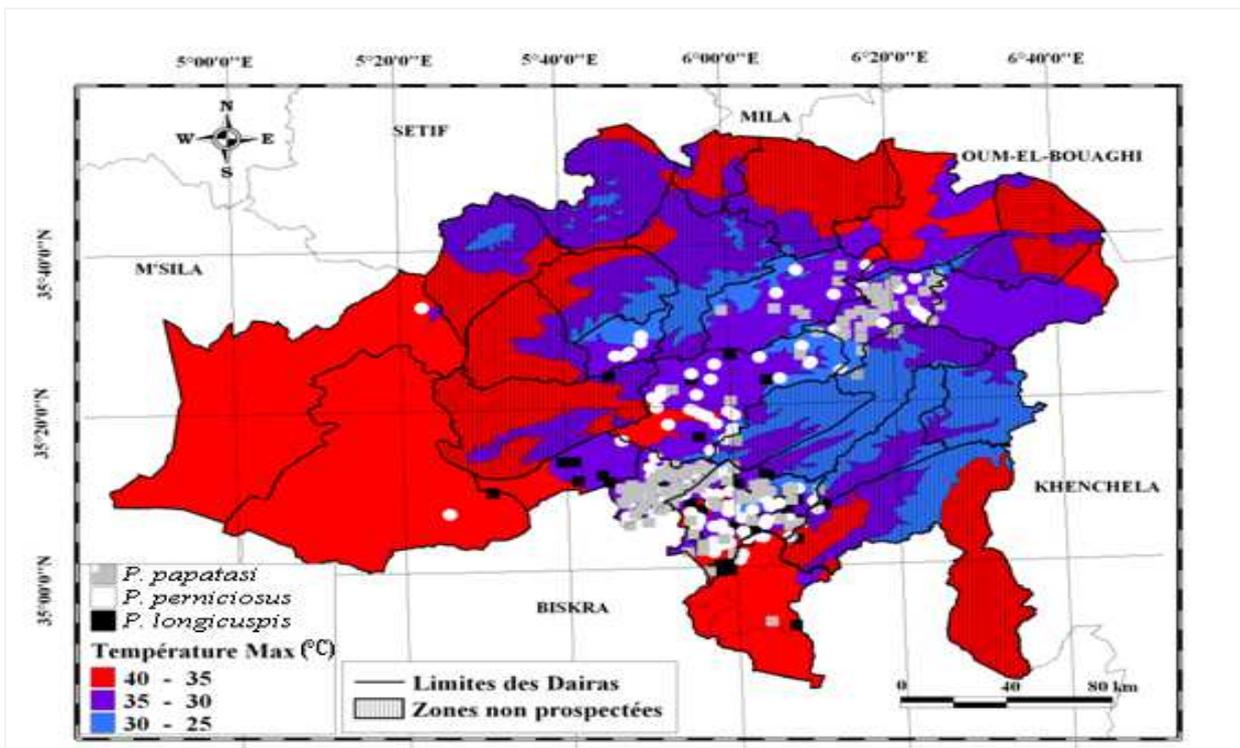


Figure 34. Répartition de *P. perniciosus*, *P. longicuspis* et *P. papatasi* selon la température maximale.

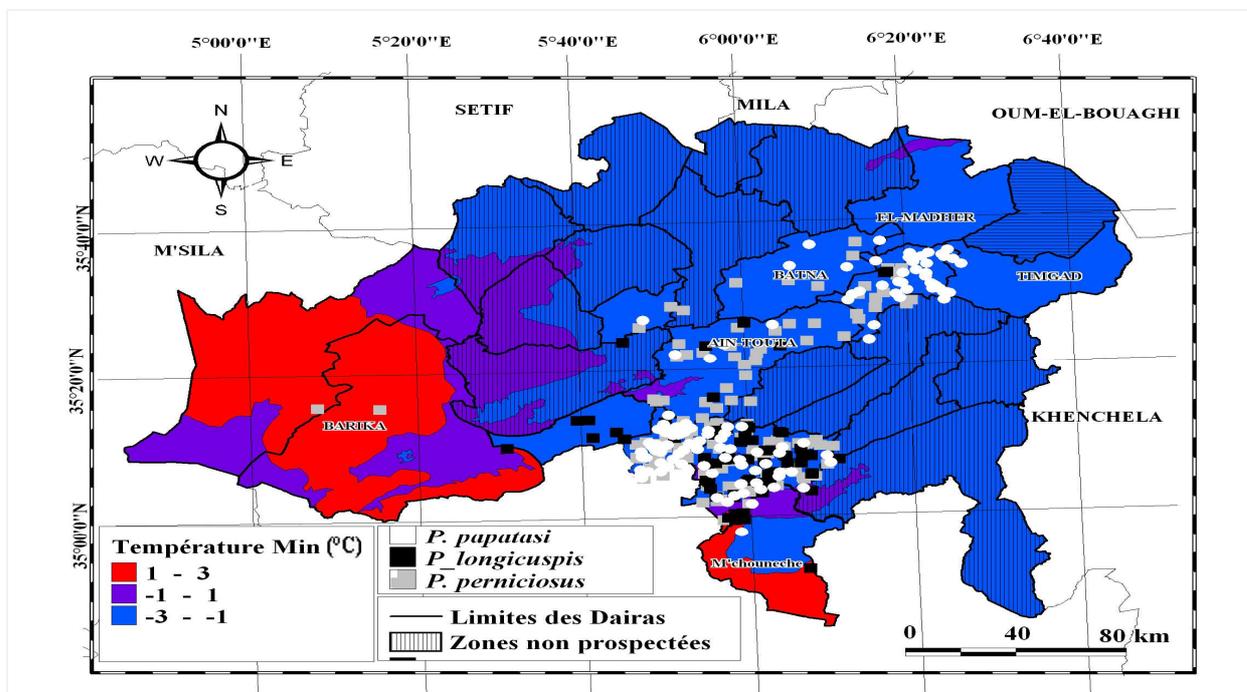


Figure 35. Répartition de *P. perniciosus*, *P. longicuspis* et *P. papatasi* selon la température minimale.

*P. sergenti* apparaît inféodé aux étages bioclimatiques humide et sub-humide (Fig. 36) et atteint 1.400 m d'altitude, avec une précipitation de 50 à 650 mm (Fig. 37), avec des températures maximales de 25 à 35 °C (Fig. 38), et minimales de (-3) à 1 °C (Fig. 39).

Au Maroc, la récolte s'effectue dans les zones où la température maximale varie de 30 °C à 40 °C et minimale de 9 °C à 26 °C.

*P. alexandri* est une espèce à vaste distribution géographique. L'altitude de récolte est représentée par Menaâ à 1.420 m (étage sub-humide froid) et à El Kantara à 484 m (étage sub-humide froid et semi aride) (Fig. 36). Avec une précipitation de 450 à 650 mm (Fig. 37), avec des températures maximales de 25 à 40 °C (Fig. 38), et minimales de (-3) à (-1) °C (Fig. 39).

Cette espèce est mentionnée au Sahara central au Hoggar (1.070 m) [Le ponté, 1993].

Au Maroc, *P. alexandri*, a été trouvé exclusivement en étage saharien où la température maximale varie de 30 °C à 40 °C.

*P. chabaudi*, récoltée seulement dans l'étage bioclimatique sub-humide froid où les précipitations varient de 450 à 850 mm (Fig. 37), la température maximale entre 35 - 40 °C (Fig. 38), et la température Minimale de (-1) à 3 °C (Fig. 39).

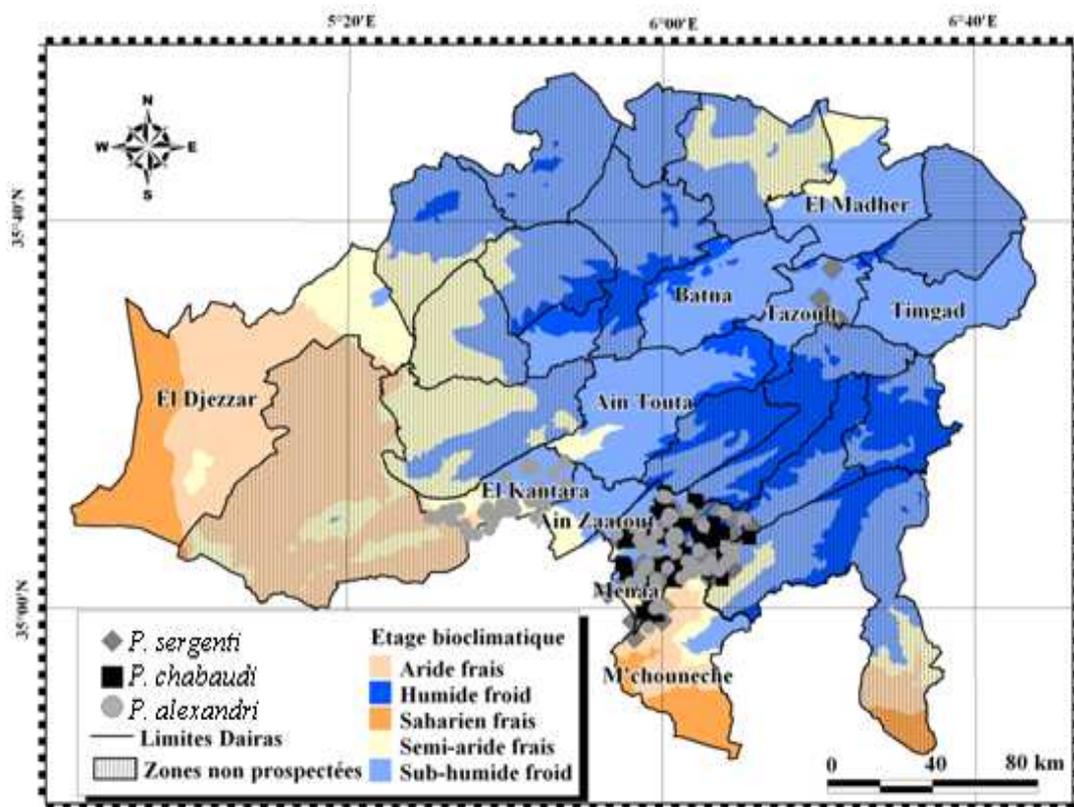


Figure 36. Répartition bioclimatique de *P. sergenti*, *P. chabaudi* et *P. alexandri*.

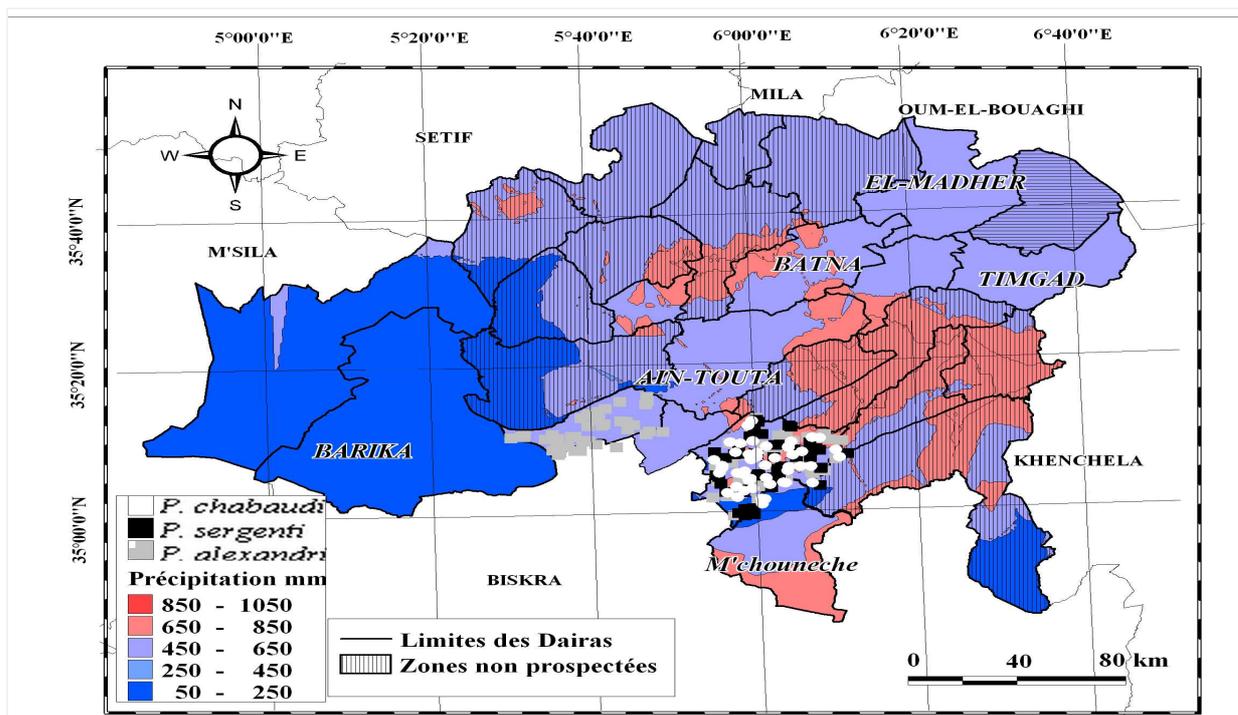


Figure 37. Répartition de *P. sergenti*, *P. chabaudi* et *P. alexandri* selon les précipitations.

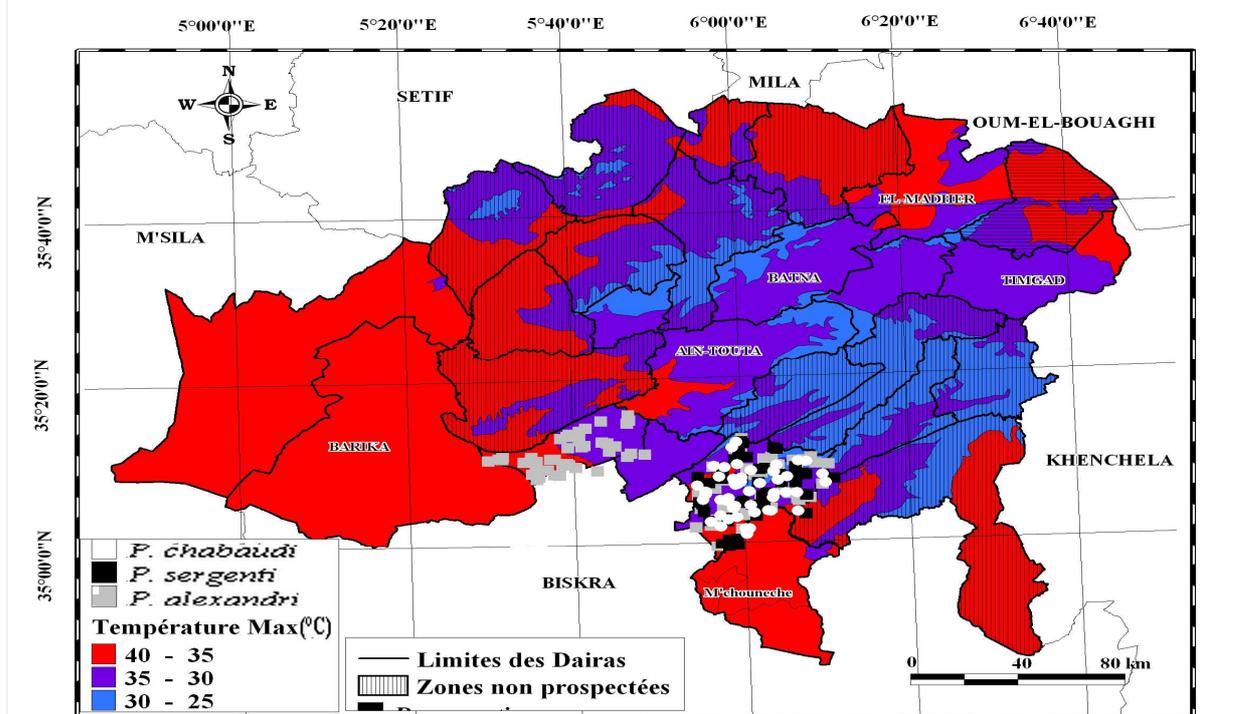
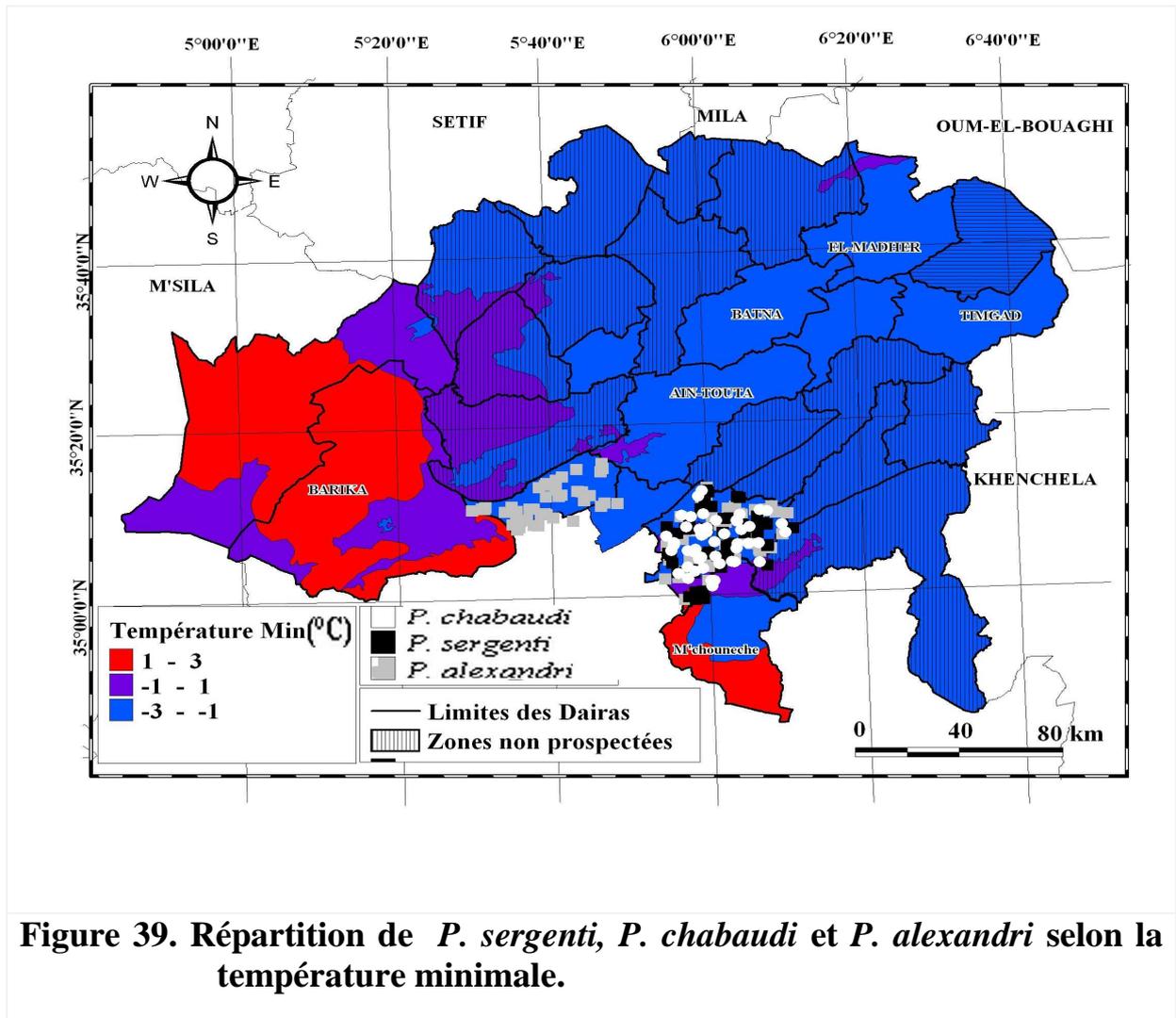


Figure 38. Répartition de *P. sergenti*, *P. chabaudi* et *P. alexandri* selon la température maximale



**Figure 39. Répartition de *P. sergenti*, *P. chabaudi* et *P. alexandri* selon la température minimale.**

*S. fallax* est particulièrement abondant dans les étages bioclimatiques semi-aride et saharien. (Fig. 40). L'altitude de récolte de *S. fallax* est représentée par Tazoult à 1.206 m (étage sub- humide froid) et Ain Zaatout à 900 m, avec une précipitation de 450 à 650 mm (Fig. 41), avec des températures maximales de 25 à 35 °C (Fig. 42).et minimales de (-3) à 1 °C (Fig. 43).

*S. minuta* apparait comme une espèce excessivement dans chaque étage bioclimatique et surtout à toute altitude y compris au-dessus de 1.200 m (Fig. 40), avec une précipitation de 450 à 850 mm (Fig. 41), avec des températures maximales de 25 à 40 °C et minimales de (-3) à 1 °C (Fig. 43).

Au Maroc, *S. minuta* et *S. fallax* ont été recueillis entre 380 et 840 m [Bailly-Choumara *et al.* 1971], *S. minuta* a été collectés jusqu'à 1.400 m et *S. fallax* à 1.200 m [Guernaoui *et al.*, 2005]. *P. chadlii* trouvé exclusivement en étage sub-humide froid, avec une température maximale de 25 °C à 35 °C (Fig. 42).

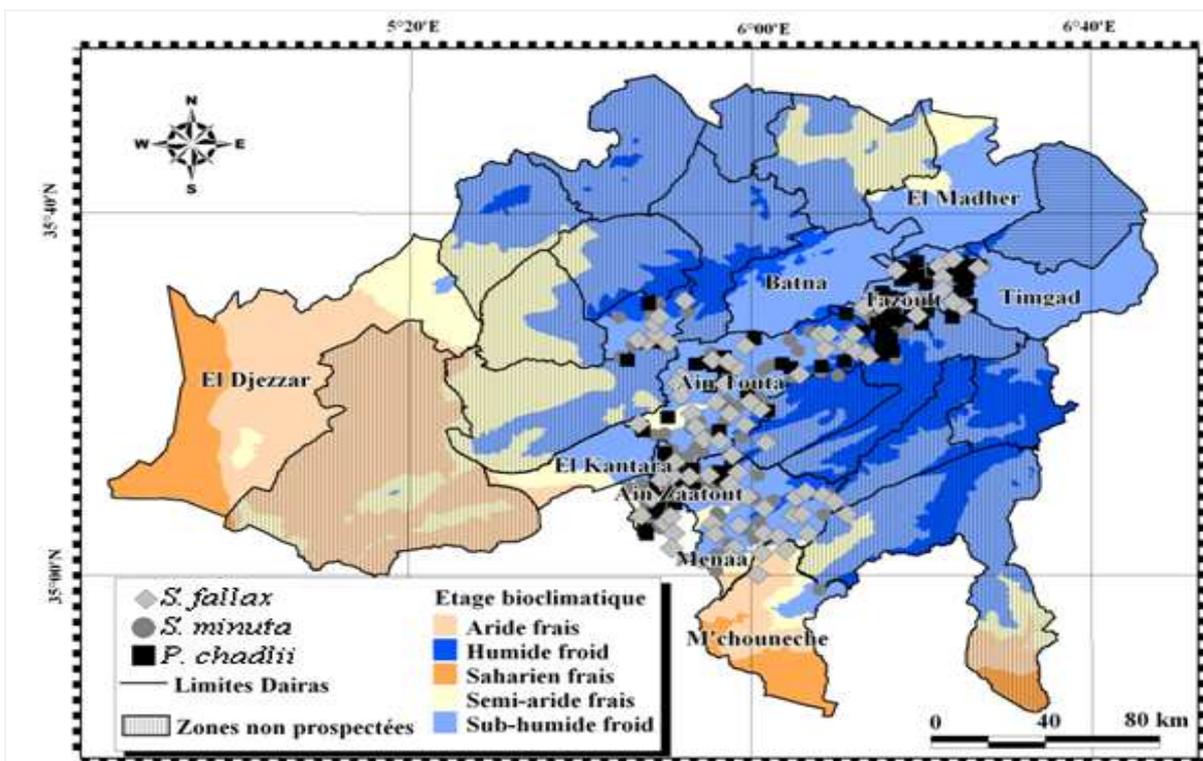


Figure 40. Répartition bioclimatique de *S. fallax*, *S. minuta* et *P. chadlii*

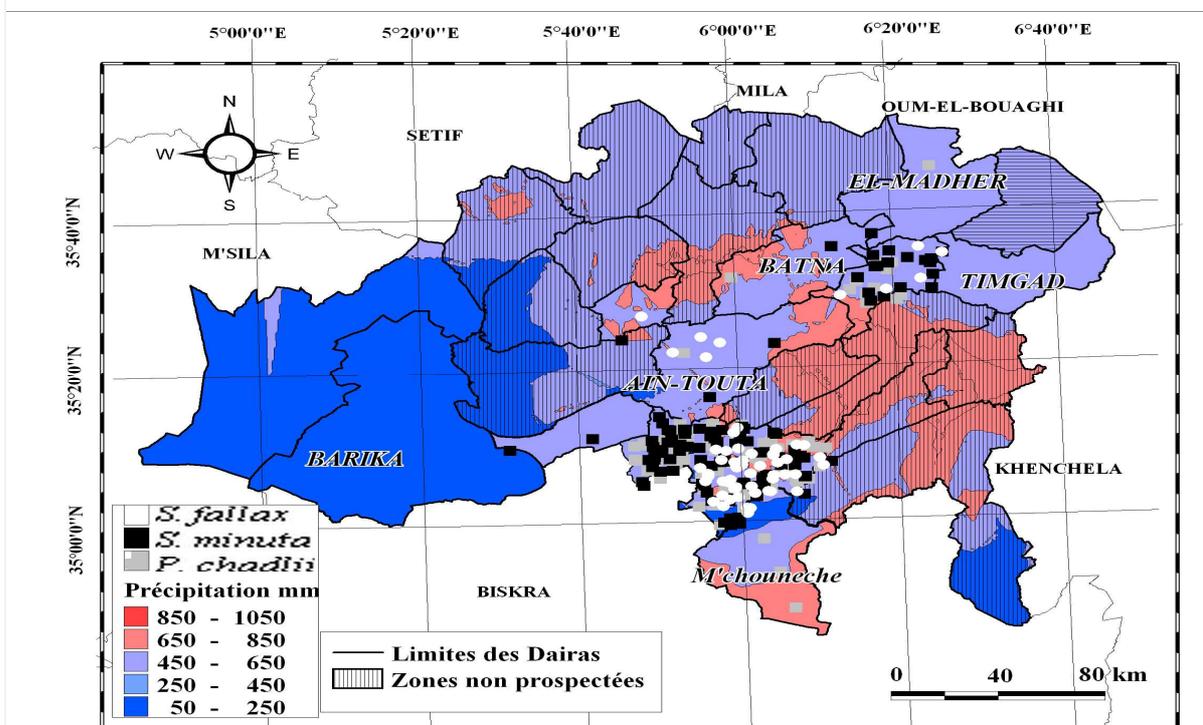


Figure 41. Répartition de *S. fallax*, *S. minuta* et *P. chadlii* selon les précipitations

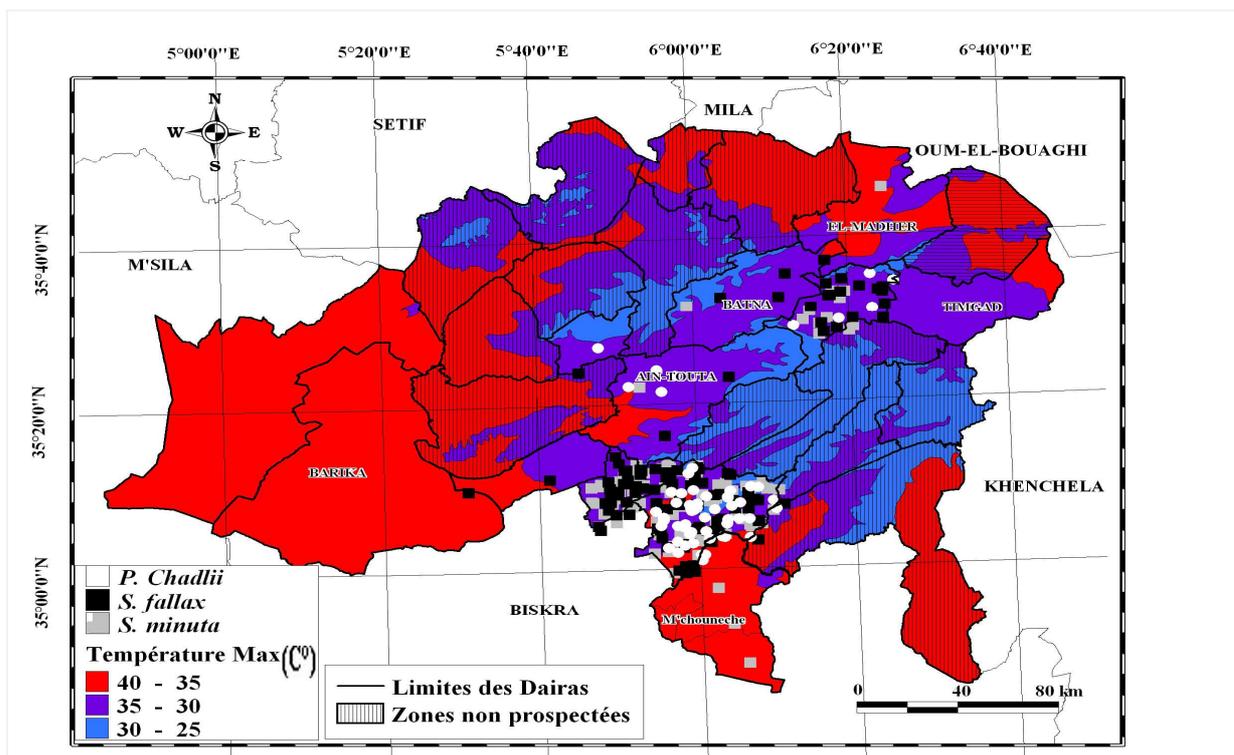


Figure 42. Répartition de *S. fallax*, *S. minuta* et *P. chadlii* selon la température maximale.

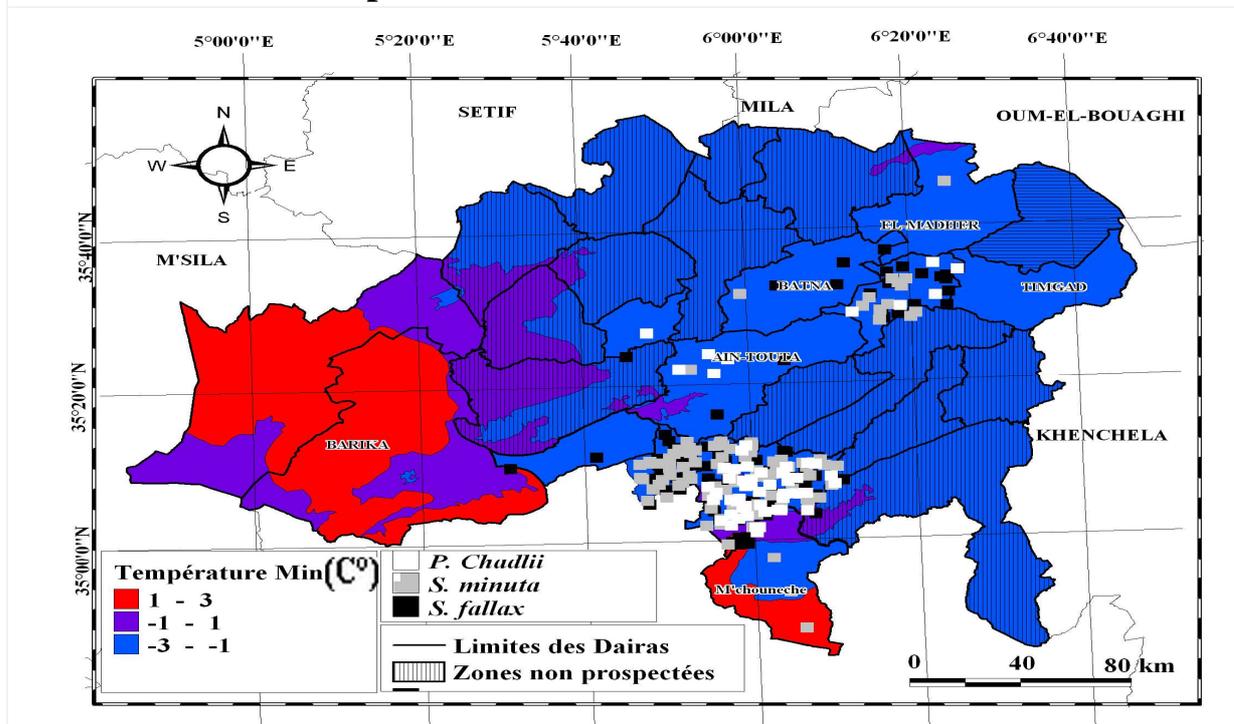
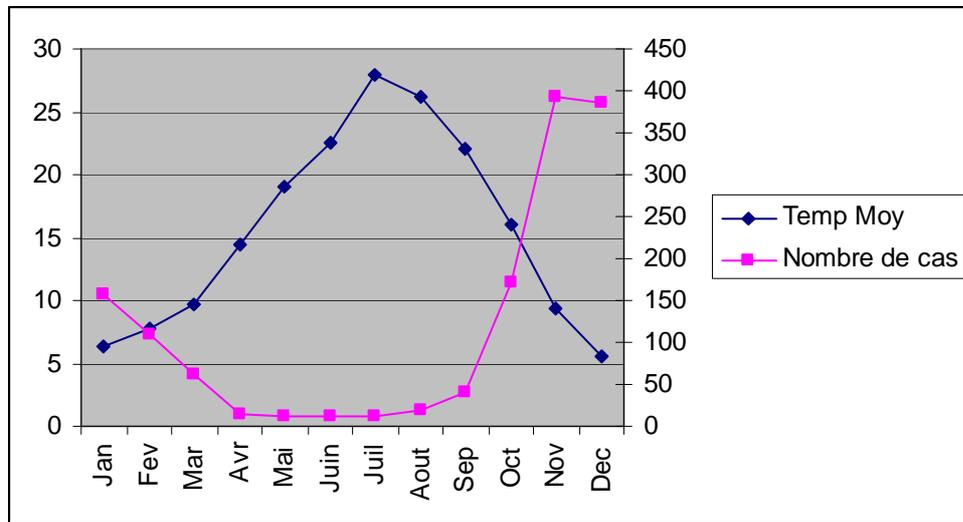
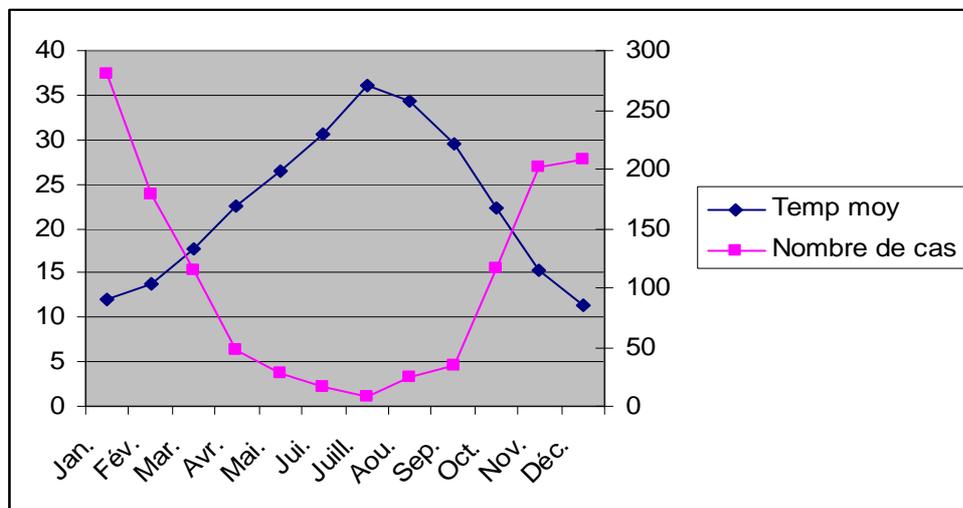


Figure 43. Répartition de *S. fallax*, *S. minuta* et *P. chadlii* selon la température minimale.

Par ailleurs, les données épidémiologiques de leishmaniose recueillies à Batna et à Biskra montrent que les mois qui ont connu la plus de personnes touchées sont janvier, février, septembre, octobre, novembre et décembre (Fig. 44,45).



**Figure 44. Evolution des cas de leishmaniose en fonction de la température pendant l'année 2008 dans la région de Batna.**



**Figure 45. Evolution des cas de leishmaniose en fonction de la température pendant l'année 2008 dans la région de Biskra.**

Selon les moyennes de la température mensuelle et la répartition du nombre des cas de leishmaniose pendant l'année 2008, nous avons remarqué qu'il y a un pic qui commence au mois d'octobre, atteint un optimum en fin d'année pour les deux régions.

Cette période est une période très froide et malgré le fait que les périodes d'activités intenses du vecteur s'étendent de Mai à Septembre [Rioux et De la Rocque ,2003]., ceci pourrait expliquer par le fait que les malades attendent souvent pendant un certain temps avant de se présenter dans une structure sanitaire pour les soins.

#### **4.3.2. Conclusion**

Les phlébotomes sont très sensibles aux facteurs climatiques. Rodhain (2007) a démontré qu'il existe des variations dans les dynamiques des populations de certaines espèces dans des régions aux variations climatiques suffisamment nettes.

Les quinze stations ont des climats relativement différents. Les altitudes varient de moins de 400 m à plus de 1.400 m, les températures en été et en hiver sont parfois très différentes et la pluviométrie aussi, de ce fait, l'ensemble des observations faites sur les phlébotomes des deux régions permet de dire que le nombre des espèces décroît avec le degré d'aridité : étage subhumide : 9 espèces, étage semi-aride : 5 espèces, étage aride : 3 espèces et étage saharien avec 3 espèces.

La répartition de phlébotomes selon l'étage bioclimatique montre qu'il existe trois espèces ubiquistes et abondantes : *P. perniciosus*, *P. longicuspis* et *P. minuta* prédominant en étage sub-humide et semi-aride et même saharien; *P. chadlii*, *P. alexandri* et *S. Fallax* en étage sub-humide et semi aride. Et d'autres espèces ont une répartition plus restreinte et sont moins fréquentes : *P. chabaudi*, *P. sergenti* et *P. papatasi* seulement en étage sub- humide.

#### **4.4. Diversité et équirépartition**

##### **4.4.1. Résultats**

Afin d'évaluer la composition du peuplement phlébotomien et l'état d'équilibre des populations qui le composent, nous avons calculé la richesse spécifique totale, l'indice de diversité de SHANNON et l'équitabilité suivant les saisons d'études (Tableau XXVIII) et les stations prospectées (Tableau XXIX). Nous avons également calculé les mêmes paramètres pour les deux types de piégeage utilisés (Tableau XXX).

**Tableau XXVIII. Richesse totale (S), indice de diversité de SHANNON (H') et Équirépartition (E) des peuplements phlébotomienne selon saisons.**

Saisons	Été	Automne	Hiver	Printemps
Richesse totale S	7	9	3	4
Indice de diversité de SHANNON H' (bits)	2,0	2,5	1,3	1,7
H' <sub>max</sub> (bits)	2,8	3,2	1,6	2
Équirépartition E (%)	69,7	77,7	82,7	82,6

**Tableau XXIX. Richesse totale (S), indice de diversité de SHANNON (H') et Équirépartition (E) des peuplements d'invertébrés suivant des 15 stations d'étude.**

	Tazoult	Markouna	Djerma	Oued el chaaba	Menaâ	Batna	Ain touta	Tigharguar	Bouilef	Ain yagout	Barika	El Madher	Ain zaatout	El kantra	M'chounche
H'	1,6	1,21	-	0,92	2,52	0,65	1,3	0,89	1,28	0,72	-	1	1,68	0,98	0,92
S	6	4	1	2	8	2	3	2	3	2	1	2	5	2	2
H <sub>max</sub>	2,58	2	-	1	3	1	1,58	1	1,58	1	-	1	2,32	1	1
E	62	60,4	-	91,83	84,04	65	81,76	89,05	80,8	72,19	-	100	72,24	97,99	91,8

**Tableau XXX. Richesse totale (S), indice de diversité de SHANNON (H') et Équirépartition (E) des peuplements d'invertébrés suivant les deux types de piégeage.**

paramètre	Pièges	
	CDC	PA
Indice de diversité de SHANNON H' (bits)	2,36	2,04
Richesse totale S	8,00	8,00
H' <sub>max</sub> (bits)	3,00	3,00
Équirépartition E (%)	78,66	67,94

#### 4.4.2. Discussions

##### 4.4.2.1. Discussions concernant la diversité saisonnière

Le nombre d'espèces recensées est plus important en automne où il atteint une richesse totale de 9 espèces. Cette richesse spécifique est très faible en hiver et au printemps avec respectivement 3 et 4 espèces (Fig.47).

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon, varient de 1,3 bit à 2,5 bits. La valeur la plus importante est signalée en automne avec 2,5 bits (Fig. 46), C'est à cet effet la saison la plus favorables au développement de la majorité des espèces recensées. La valeur la plus basse est notée en hiver avec seulement 1,3 bit, ce ci est dû à une activité faible des phlébotomes en cette saison de basses températures.

L'équitabilité des peuplements recensés varie entre 69,7 % et 82,7 %. La valeur enregistrée en été est la plus faibles, ce qui serait en relation avec la sécheresse qui s'établit de cette saison aux températures élevées, ce qui ne permettrait pas un bon développement des phlébotomes.

La valeur élevée de l'équitabilité calculée en hiver serait en relation avec la faiblesse du nombre de relevés réalisés en cette période.

Ce sont surtout l'automne et le printemps qui représentent les saisons les plus favorables au développement des phlébotomes puisqu'ils coïncident avec les périodes d'envol.

##### 4.4.2.2. Discussions concernant la diversité stationnelle

La plus grande valeur de la richesse spécifique totale est notée dans la station de Menaâ avec 8 espèces, suivi par les stations de Tazoult et d'Ain Zaatout avec respectivement 6 et 5 espèces (Fig.47).

Nous constatons que la valeur maximale de l'indice de Shannon est de 2,52 bits, enregistré dans la station de Menaâ, ce dernier est n'est pas loin de la valeur de la diversité maximale (3,00), cela explique que la population est diversifiée donc la faune phlébotomiennes de la station de Menaâ est plus diversifiée (Fig.47).

Les plus grandes valeurs de l'équitabilité sont enregistrées dans les stations El Madher et El Kantra avec respectivement 100 % et 98 %. La station de Barika et Djerma sont relativement les moins équilibrées puisqu'elles présentent la plus faible valeur (Fig.47).

Ces variations peuvent être expliqué par le biais de l'échantillonnage c'est-à-dire le nombre de pièges posés, la technique de l'échantillonnage, le nombre de sorties effectués dans chaque station.

**4.4.2.3. Discussions concernant le type de piégeage**

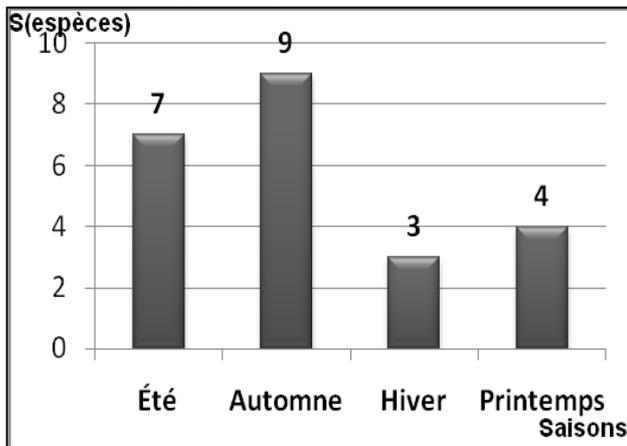
Les deux types de piégeage sont mentionnés avec la même richesse totale (8 espèces pour chacune). nous rappellent que *P. chabaudi* n'a été capturée qu'une seule fois grâce au piège CDC, alors que *P. alexandri* n'a été piégé que dans les pièges adhésifs.

Les valeurs de l'indice de Shannon varient de 2,04 bits pour les pièges adhésifs à 2,36 bits pour les pièges C.D.C (Fig.48).

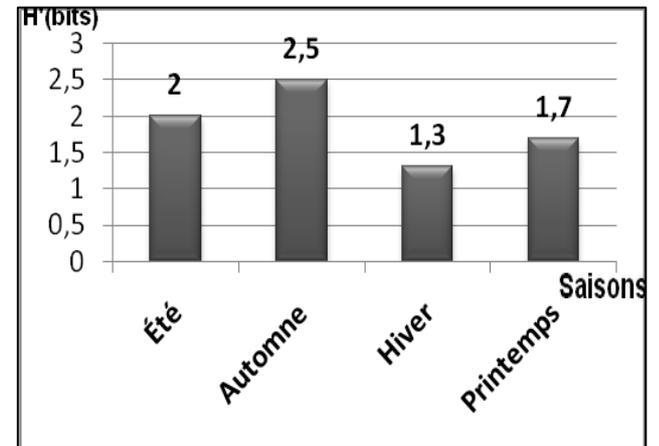
Il existe une légère variation de l'indice d'équirépartition entre les deux types de piégeage.

La valeur la plus élevée est enregistrée pour le CDC (78,66 %) par rapport aux pièges adhésifs (67,94 %) (Fig.48).

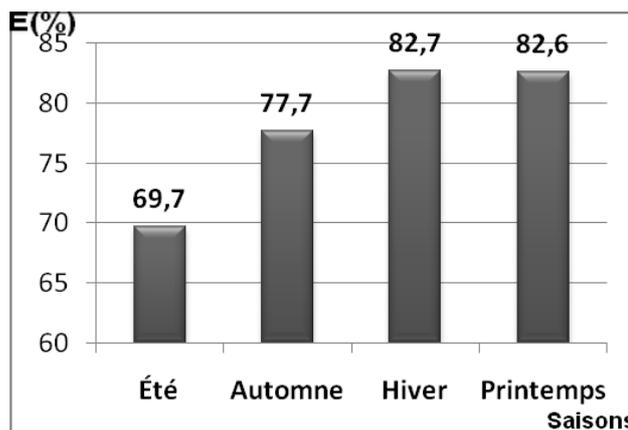
**S : Richesse spécifique totale**



**H' : Indice de diversité de SHANNON**



**E : Indice d'Équitabilité**



**Figure 46. Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de diversité de SHANNON (H'), de l'équitabilité (E) en fonction des saisons.**

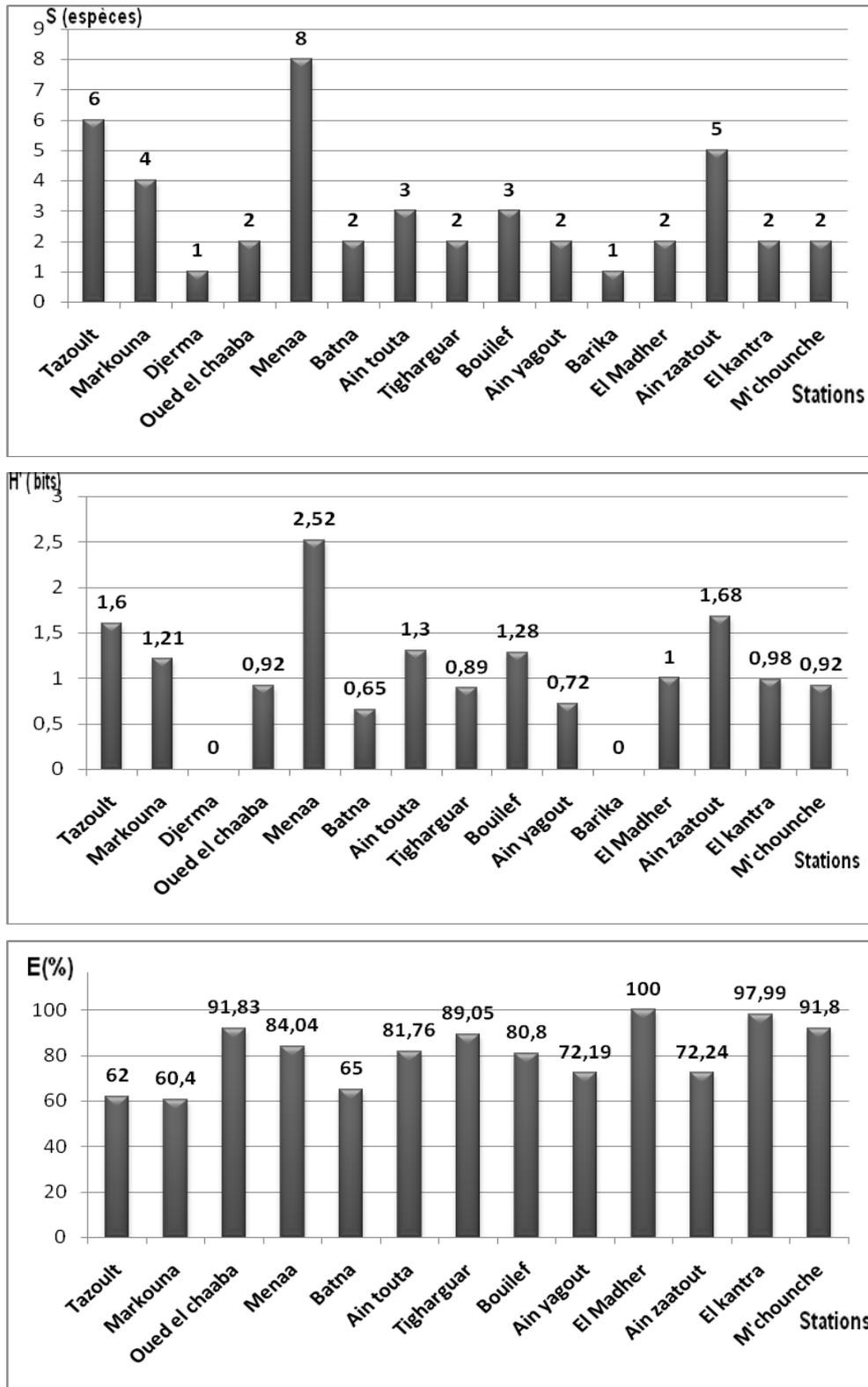
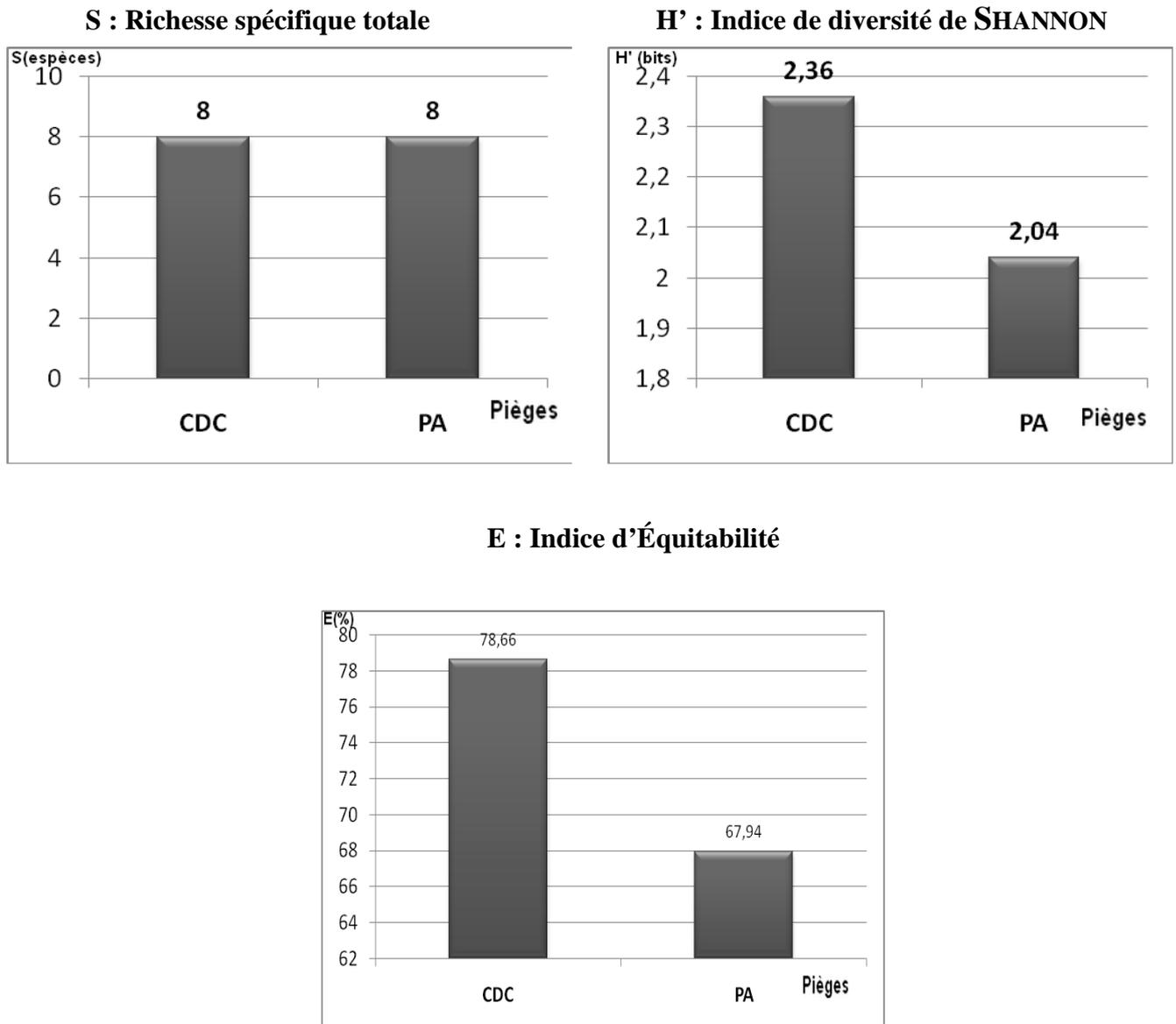


Figure 47. Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de diversité de SHANNON (H'), de l'équitabilité (E) en fonction des stations.



**Figure 48. Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de diversité de SHANNON (H'), de l'équitabilité (E) en fonction de type de piégeage.**

#### 4.4.3. Conclusion

Ce sont les saisons d'automne et printemps qui permettent un meilleur développement du peuplement phlébotomien.

La faune phlébotomienne recensée, présente la richesse totale la plus élevée de 8 espèces à Mena et une valeur moindre d'une espèce à Barika et Djerma.

La richesse totale est identique pour les deux types de piégeages avec huit espèces pour chacune. Toutefois, les valeurs élevées de l'indice de SHANNON et de l'équitabilité dénotent du fait que les pièges CDC sont d'une efficacité plus importante.

## 5. Résultats des recherches des protozoaires chez les phlébotomes

### 5.1. Résultats

La recherche des protozoaires, notamment des leishmanies, agent pathogènes à l'origine de leishmanioses est effectuée sur un total de portant 96 femelles de genre *Phlebotomus*. Ce genre est potentiellement celui qui constitue le vecteur principal de leishmaniose. Cette recherche effectuée par deux méthodes différentes de dépistage : la méthode de culture sur le milieu NNN et la méthode des coupes histologique, s'est avéré négative pour l'ensemble des tests réalisés.

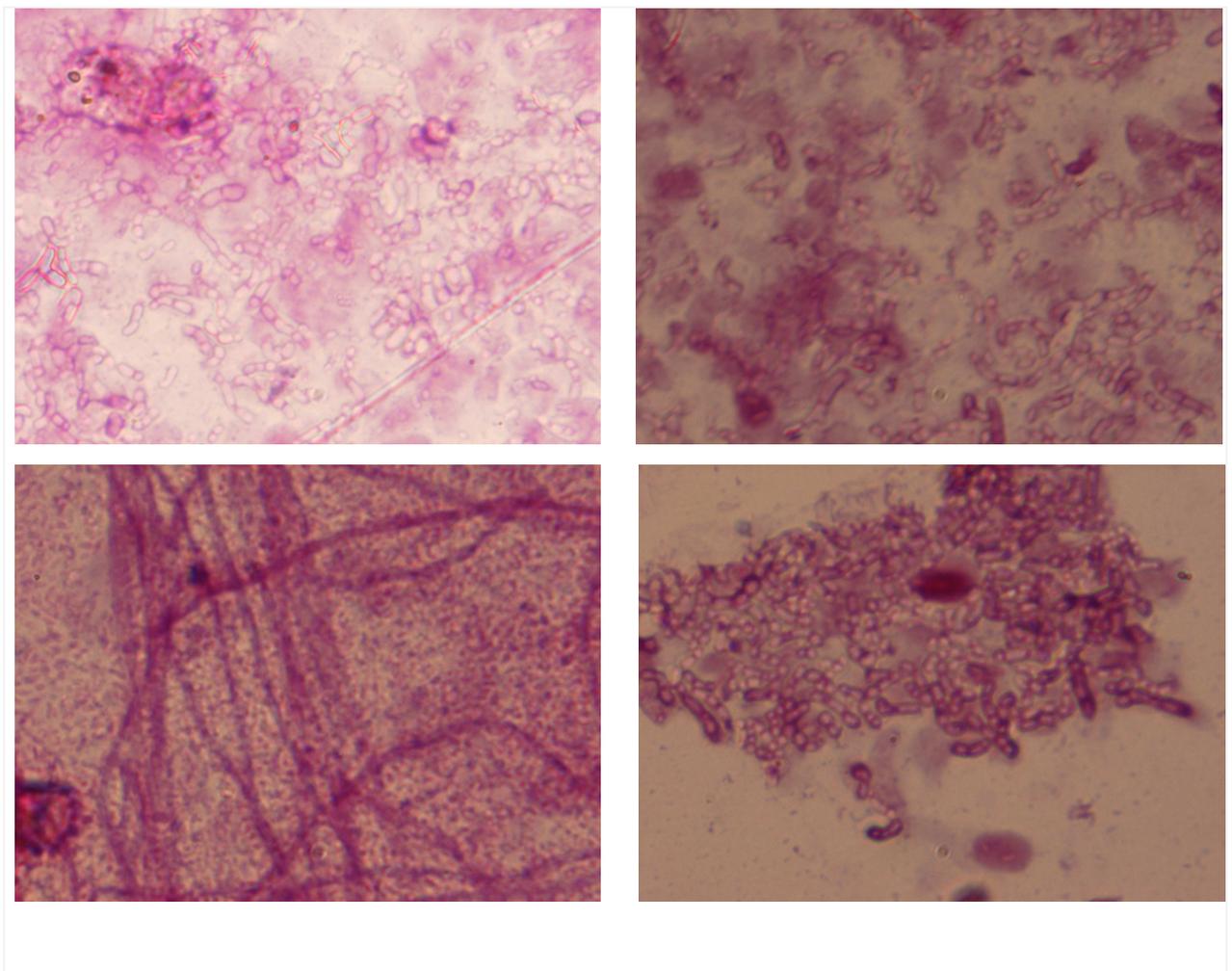


Figure 49. Contamination des lames de lecture par des champignons.

## 5.2. Discussions

### 5.2.1. Lecture suite à l'application des cultures sur NNN

Nous n'avons pas réussi à isoler les formes leishmanies sur le milieu NNN, malgré le fait que le protocole de préparation de milieu NNN, bien suivi, car il est facile et n'exigeant que du matériel simple disponible dans tous les laboratoires, ceci pourrait être liée à d'une part à l'absence totale de leishmanies dans les préparations réalisées et d'autre part plusieurs difficultés auxquelles nous nous sommes confronté :

➤ L'apparition de champignons sur la phase solide lors de préparation, ce qui inhibe la propagation des leishmanies. Ceci s'est manifesté par la contamination des milieux NNN riches en nutriments et propice à la prolifération des bactéries et des moisissures [Chouihiet *et al.*, 2008]. En plus, sur le plan biologique, et à titre d'exemple le développement de *Leishmania infantum*, responsable de la leishmaniose cutanée, sur milieu NNN est difficile. Benikhlef *et al.* (2002) montrent que le milieu au sérum de lapin coagulé reste le milieu le plus adapté à la culture des souches à croissance difficile.

➤ Le nombre des femelles utilisées lors du dépistage des leishmanies est très faible (96 femelles) pour obtenir des résultats significatifs. Aussi, le nombre de répétitions réalisées (03 tubes) lors de l'ensemencement serait également insuffisant pour à des résultats probants.

➤ Lors de la dissection des femelles et l'isolement du pharynx, nous avons utilisé la tête entière de l'insecte. Ceci serait également l'une des causes du dépistage négatif.

Le pont *et al.* (1994), faisant la dissection de 6.965 femelles dans le but d'évaluer les infections intestinales par la leishmanie, a pu isoler 7 infections par l'examen direct mais aucune souche n'a été isolée par la méthode de culture sur NNN. L'examen direct reste le plus sensible et incontournable en raison de sa meilleure sensibilité.

➤ L'échantillonnage des femelles est effectués en juin et septembre qui coïncide avec l'émergence de la première et de la deuxième génération, ceci aurait avoir un effet sur les résultats. Sachant que l'activité des phlébotomes est liée aux périodes chaudes coïncidant aux mois de juillet et août dans notre région. Rioux et De la Rocque (2003), démontre expérimentalement que l'augmentation de la température augmente obligatoirement les fréquences des infections des phlébotomes par la leishmanie.

### 5.2.2. Lecture suite à l'application des coupes histologiques

Au cours de la préparation des coupes histologiques, nous avons été confrontés aux difficultés suivantes :

- La petite taille des phlébotomes nous a posé des problèmes lors de l'inclusion puisque la préparation des blocs a été basée seulement sur la distribution directe de la paraffine sur les phlébotomes sans les faire passer dans l'automate pendant un certain temps. ceci aurait une répercussion sur la qualité des coupes obtenues.
- L'apparition des champignons sur les lames, seraient infectées lors de la coloration, sachant notamment que nous avons utilisé des solutions de coloration (Geimsa) qui sont préalablement utilisées pour d'autres manipulations.

### 5.3. Conclusion

La présence du vecteur n'implique pas obligatoirement celle des leishmanies, qui peuvent avoir des exigences bioclimatiques et trophiques pour des espèces données de vecteurs. Cette spécificité parasitaire semble bien établie avec les phlébotomes.

La présence du réservoir d'une espèce de leishmanie donnée et la coexistence de son vecteur ne conduisent pas obligatoirement à la propagation du parasite, tant que ce vecteur n'ait pas atteint la densité critique. Euzeby (1984), précise qu'une densité minimale de 10 à 15 phlébotomes par mètre carré, est nécessaire au maintien de l'endémie. Aussi, l'aire de répartition des phlébotomes est bien plus importante que celle de la leishmaniose [Lupascu *et al.*, 2003].

Dans notre travail, nous n'avons pas réussi à isoler des leishmanies sur le milieu NNN et même par la préparation des coupes histologiques.

La taille des échantillons devrait être plus grande et il faudra maîtriser la technique de dissection et d'isolement du tube digestif pour faciliter l'examen direct qui est considéré parmi les techniques les plus sensibles.

Le choix des méthodes d'isolement et de culture dépend des plusieurs conditions liées à la capacité techniques et à l'expérience du personnel du laboratoire. Il faudrait donc exécuter des techniques dans des conditions strictes de stérilité avec la stérilisation du matériel à utiliser lors de la préparation des milieux et lors de l'ensemencement. La coloration doit être effectuée avec un matériel adapté, les lames doivent être parfaitement dégraissées dans un mélange alcool-éther.

Il serait également plus judicieux d'utiliser d'autres types de milieux tel que Sloppy-Evans ou milieu à base de sérum de lapin coagulé (SLC) qui sont dotés d'une meilleure

sensibilité que le milieu NNN (Novy- Nicolle- Mac Neal) dans l'isolement de leishmanies [Aoun *et al.*, 1999].

L'utilisation d'autres méthodes dans la détection des leishmanies sont également conseillée, parmi lesquelles la PCR (*polymerase chain reaction*) qui est une méthode diagnostique sensible qui permet en plus une identification rapide de l'espèce [Develoux, 2005 ; Mihoubi *et al.*, 2006].

## **6. Principaux complexes de leishmanioses observées dans les deux régions d'étude**

### **6.1. Résultats**

D'après les espèces de phlébotomes vecteurs recensées dans le présent travail incriminés dans la transmission des leishmanioses, ainsi que d'après les types de *Leishmania* véhiculés et les mammifères considérés comme réservoirs à virus et signalés présents dans les deux régions [Le Berre, 1999 ; Chenchouni, 2007], nous avons ressorti les principaux complexes de leishmaniose dans la région de Batna (Tableau XXXI) et de Biskra (Tableau XXXII).

Dans la région de Batna, nous avons recensé 5 espèces considérées comme étant des vecteurs de leishmaniose contre 4 espèces signalée à Biskra. Ce sont des espèces notées comme étant vecteurs de leishmanioses en Algérie ou suspectés.

**Tableau XXXI. Principaux complexes observés dans la région de Batna.**

Espèces incriminées	Type de leishmaniose	<i>Leishmania</i> transmise	Réservoirs	Nom français
<i>P. papatasi</i>	L. cutanée	<i>L. major</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Meriones shawi</i> <i>Meriones libicus</i> <i>Meriones crassus</i> <i>Canis familiaris</i>	Homme Rat noir Rat brun Mérion de shawi Mérion de Libye Mérion de désert Chien domestique
	L. cutanée	<i>L. tropica</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Canis familiaris</i>	Homme Rat noir Chien domestique
<i>P. sergenti,</i>	L. cutanée	<i>L. tropica</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Canis familiaris</i>	Homme Rat noir Chien domestique
<i>P. alexandri</i>	L. viscérale	<i>L. donovani</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Genetta genetta</i>	Homme Rat noir Chien domestique Genette d'europe
	L. cutanée	<i>L. major</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Meriones shawi</i> <i>Meriones libicus</i> <i>Meriones crassus</i> <i>Canis familiaris</i>	Homme Rat noir Rat brun Mérion de shawi Mérion de Libye Mérion de désert Chien domestique
	L. cutanée	<i>L. tropica</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Canis familiaris</i>	Homme Rat noir Chien domestique
<i>P. perniciosus</i>	L. viscérale	<i>L. infantum</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Vulpes vulpes</i> <i>Felis felis</i>	Homme Rat brun Chien domestique Rat noir Renard rou
<i>P. longicuspis</i>	L. viscérale	<i>L. infantum</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Vulpes vulpes</i> <i>Felis felis</i>	Homme Rat brun Chien domestique Rat noir Renard rou

**Tableau XXXII. Principaux complexes observés dans la région de Biskra**

Espèces incriminées	Type de leishmaniose	<i>Leishmania</i> transmise	Réservoirs	Nom français
<i>P. sergenti</i>	L. cutanée	<i>L. tropica</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Rattus rattus</i>	Homme Chien domestique Rat noir
<i>P. alexandri</i>	L. viscérale	<i>L. donovani</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Rattus rattus</i>	Homme Chien domestique Rat noir
	L. cutanée	<i>L. major</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Meriones shawi</i> , <i>Meriones libicus</i> <i>Meriones crassus</i> <i>Psammomys obesus</i>	Homme Chien domestique Rat noir Rat brun Mérion de shawi Mérion du Libye Mérion du desert Rat se sable
	L. cutanée	<i>L. tropica</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus rattus</i> <i>Canis familiaris</i>	Homme Rat noir Chien domestique
<i>P. perniciosus</i>	L. viscérale	<i>L. infantum</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Fennecus zerda</i> <i>Canis aureus</i> <i>Rattus rattus</i>	Homme Rat brun Chien domestique Fennec Chacal commun Rat noir
<i>P. longicuspis</i>	L. viscérale	<i>L. infantum</i>	<i>Homo sapiens</i> <i>Rattus norvegicus</i> <i>Canis familiaris</i> <i>Fennecus zerda</i> <i>Canis aureus</i> <i>Rattus rattus</i>	Homme Rat brun Chien domestique Fennec Chacal commun Rat noir

## 6.2. Discussions

La région de Batna se distingue par la présence de 5 espèces de phlébotomes incriminées dans la transmission de leishmaniose. Ces espèces sont suspectées d'abriter les 4 forme de leishmanies (*L. major*, *L. tropica*, *L. donovani* et *L. infantum*). Alors que dans la région de Biskra, nous avons recensé 4 espèces vectrices avec la probabilité de transmettre les 4 formes de leishmanies.

Nous signalons donc que les deux régions présentent un haut risque leishmanien à cause de la coexistence des conditions favorables pour l'apparition de deux types de leishmanioses. En sus des conditions climatiques déjà discutées, nous notons la présence de plusieurs espèces mammaliennes constituant d'excellents réservoirs pouvant amplifier ces pathologies.

### 6.3. Conclusion

Les deux régions sont sujettes aux deux types de leishmaniose : la leishmaniose cutanée dont les vecteurs sont : *P. papatasi*, *P. sergenti*, *P. alexandri* et les principaux réservoirs sont *Homo sapien*, *Canis familiaris*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Meriones shawi*, *Meriones lybicus*, *Meriones crassus* et *Psammomys obesus* ; la leishmaniose viscérale dont les vecteurs sont : *P. alexandri*, *P. perniciosus* et *P. longicuspis* et les réservoirs sont *Rattus norvegicus*, *Canis familiaris*, *Homo sapiens*, *Fennecus zerda*, *Canis aureus*, *Rattus rattus*, *Vulpes vulpes* et *Felis felis*.

La présence d'une multitude d'espèces réservoirs amplificatrices (mammifères) impose la nécessité d'un suivi et de surveillance de ces espèces dans leur milieu naturel.

## Conclusion générale

Cette étude s'est déroulée essentiellement dans la wilaya de Batna avec une courte enquête à titre de comparaison dans la wilaya de Biskra.

De juin 2007 à septembre 2008, un total de 680 phlébotomes est collectés dont 502 sont identifiés jusqu'à l'espèce. Leur identification a montré la présence de neuf espèces réparties en deux genres : *Phlebotomus* avec trois sous genres (*Phlebotomus*, *Paraphlebotomus* et *Larrousius*) et *Sergentomyia* avec un seul genre (*Sergentomyia*).

Pour l'ensemble du peuplement, il existe une faible variation de densité globale entre les deux genres. Le genre *Phlebotomus* représente 54, 2 % de captures avec une nette prédominance du sous genre *Larrousius* (44,8 %) et le genre *Sergentomyia* représenté par 45,8 %.

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

*S. minuta*, *P. perniciosus*, sont les espèces les plus constantes le long de la durée de notre étude et dans la majorité des stations prospectées, Tandis que *P. chadlii* et *P. chabaudi* sont moins occurrents.

La richesse totale varie entre 1 à 8 espèces. La valeur la plus élevée enregistrée dans la station de Menaâ (Batna) avec 8 espèces.

Les densités de phlébotomes capturés sont plus importantes sur les pièges CDC, mais la richesse spécifique est identique pour les deux types de piégeages (huit espèces pour chaque type).

L'analyse des fluctuations saisonnières des espèces inventoriées montre deux pics de densité totale des phlébotomes : un pic d'automne et un pic d'été.

Le nombre des espèces décroît avec le degré d'aridité avec une condensation qualitative et quantitative des phlébotomes dans l'étage subhumide (neuf espèces).

La faune phlébotomiennes de la station de Menaâ est plus diversifiée. En effet, la valeur maximale de diversité est de 2,5 bits notée à Menaâ et la valeur minimale est enregistrée à Djerma et Barika avec une seule espèce.

Prise deux à deux, les stations Oued El Chaaba et Batna ; Oued El Chaaba et Ain Yagout ; Oued El Chaaba et El Madher ; Batna et Bouilef ; Ain Touta et Bouilef ; présentent les plus grands indices de similitude qui atteignent 100 %.

Par saison, un pic de 9 espèces est signalé lors de la saison d'automne, avec l'indice de diversité de Shannon le plus important (2,5 bits).

La recherche de parasite de leishmanies portant sur un ensemble de 96 des femelles de genre *Phlebotomus* a été négative.

Les récoltes ponctuelles réalisées dans la wilaya de Batna et de Biskra sont insuffisantes pour dresser un tableau précis des phlébotomes de ces deux régions, toutefois elles représentent les premières données pouvant servir à la connaissance des espèces et de leurs répartitions. Nous avons, à travers cette étude, tirer un certain nombre de conclusions préliminaires et de prospectives :

- une forte abondance de *P. perniciosus*, vecteur de la leishmaniose viscérale en Algérie [Berchi *et al.*, 2007].
- Le rôle de *P. alexandri* devrait être précisé puisque cette espèce est incriminée comme vecteur de kala-zar.
- Nous signalons aussi un haut risque de la leishmaniose cutanée à Batna à cause de la coexistence des conditions d'un foyer potentiel de *Leishmania major* par la présence de *P. papatasi*, vecteur dont le rôle épidémiologique est bien établi en Algérie [Dedet *et al.*, 1984] et *P. sergenti*, *P. alexandri* (vecteur suspectés), l'omniprésence des rongeurs réservoirs, notamment *Meriones shawi* [Mazaache, 2007], qui constitue le principal réservoir de *L. major* en Algérie et la proximité de M'sila et de Biskra qui représentent deux foyers actifs de leishmaniose cutanée à *L. major* [Izri et Belezouq, 2007] avec des mouvements de populations entre ces trois régions.

En Algérie, la faune phlébotomienne n'est pas suffisamment connue tant sur le plan de la biodiversité que sur le plan de la biologie spécifique. Il serait intéressant à l'avenir de mettre la lumière sur les particularités écologiques des différentes espèces, d'observer les migrations des phlébotomes des biotopes naturels vers les habitats humains, d'étudier le rôle épidémiologique de chaque espèce suivant son importance numérique, son indice d'anthropophilie et sa réceptivité par rapport à tel ou tel leishmanies. Il serait particulièrement intéressant de rechercher et d'identifier des agents pathogènes chez ces diptères par des méthodes et techniques plus poussées qui permettent une meilleure compréhension du cycle épidémiologique des leishmanioses.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Abonnenc E. (1972) - Les Phlébotomes de la région éthiopienne. *O.R.S.T.O.M*, 289 p.
2. Acebey - Castellon I. L. (2007) - Caractérisation de terpènes anti-leishmaniens isolés par bioguidage d'une plante bolivienne *Hedyosmum angustifolium* (Ruiz et Pavon) Solms. Doctorat de L'université de Toulouse, Spécialité : Chimie – Biologie – Santé, 255p.
3. Achour Barchiche N. et Madiou M. (2008) - Outbreak of cutaneous leishmaniasis: About 213 cases in the wilaya of Tizi-Ouzou; *Pathologie Biologie* xxx–xxx;1-6pp
4. Adlaoui E. (2003)- Hygiène et salubrité publique Les arthropodes parasites et vecteurs de maladies. *Laboratoire d'Entomologie Médicale, Département de Parasitologie, Institut National d'Hygiène*.34p.
5. Alexander F., Zoe S., Manolis N., Fytianou A., Katerina G. (1999) – Clinical Considerations on Canine Visceral Leishmaniasis in Greece: A Retrospective Study of 158 Cases (1989–1996). *Journal of the American Animal Hospital Association*; **35**: 376–383pp.
6. Anjili C., Langat B., Lugalia R., Mwanyumba., Ngumbi P., Mbatia P. A., Githure J. et Tonui W.K. (2006) - Estimation of the minimum number of leishmania major amastigotes required for infecting phlebotomus duboscqi (*Diptera: Psychodidae*). *East African Medical Journal*: 68-71pp.
7. Anonyme (1975) - The who division of malaria and other parasitic diseases. Organisation Mondiale de la Santé (OMS), *Manual on practical entomology in malaria*. Part II, 15-39pp.
8. Anonyme (1996)- Manuel de lutte contre la leishmaniose viscérale. Organisation Mondiale de la Santé ; division de la lutte contre les maladies tropicales Genève ; 86p.
9. Anonyme (2004)- Les techniques de mise en évidence et l'isolement des leishmanies. *Revue Française des Laboratoires* ; Issue 368 :78-80pp.
10. Anonyme (2005) - Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animales compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique.OMS.78 p.
11. Anonyme (2007a) - Monographie des Aurès, document interne (wilaya de Batna).Direction de planification et de l'aménagement du territoire, 145.
12. Anonyme (2007b) - Fiche signalétique de la wilaya de Batna. Juin.2007 document interne (Direction de Service Agricole de Batna).
13. Anonyme (2008) – la leishmaniose cutanée, situation épidémiologique. Direction de la sante et de la population, Batna, 15p.
14. Antoine J.C., Lang T. et Prina A. (1999) - Biologie cellulaire des Leishmania. [Cell biology of Leishmania] In: Dedet JP, editor. Les leishmanioses [The leishmaniasis]. Paris: Ellipses; 33–50pp.
15. Aoun K., Bouratbine A., Harrat Z., Meherzi A., Belkaid M. (1999) - Confirmation de la présence de *L. infantum* Mon-80 en Tunisie. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 92, 29-30.
16. Artemiev M.M. (1991) - A classification of the subfamily Phlebotominae. *Parassitologia*. 33, 69-78pp.
17. Ba Y. (1999) - Phlébotomes du Sénégal : Dynamique des populations de trois régions biogéographiques - Rôle dans la transmission des Arbovirus. Thèse docteur de troisième cycle de Biologie Animale ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar Faculté des Sciences et Techniques, 154p.
18. Bailly-Chaumara H., Abonnenc E. et Pastre J. (1971) - Contribution à l'étude des phlébotomes du Maroc (*Diptera: Psychodidae*). Données faunistiques et écologiques. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Ent. Méd. Parasitol.* IX, **4**, 431-460pp.
19. Baldet T. (2004) - Phlebotomidae .Master de Biologie USTL MPT 2 Biologie et Contrôle des vecteurs.14pp

20. Barbault R. (1981) - Ecologie des populations et des peuplements. Éd. Masson, Paris. 200 p.
21. Bates P.A. (2007) - Transmission of *Leishmania* metacyclic promastigotes by phlebotomine sand flies; *International Journal for Parasitology*; **37** :1097–1106 pp.
22. Bates P.A. et Ashford R.W. (2006)-Old World leishmaniasis. In: Cox, F.E.G., Wakelin, D., Gillespie, S.H., Despommier, D.D. (Eds.), Topley & Wilson's Microbiology & Microbial Infections, tenth ed. Parasitology, Hodder Arnold, London, 283–312 pp.
23. Bates P.A. et Rogers M.E. (2004) -New insights into the developmental biology and transmission mechanisms of *Leishmania*. *Curr. Mol. Med.* **4**: 601–609 pp.
24. Benaziza A. et Lebid H. (2005) - Caractérisation de quelques variétés d'abricotier (*Prunus Armeniaca L.*) dans la région de M'Chouneche wilaya de Biskra ; Courrier du Savoir ; **08**:101-110 pp.
25. Benikhlef R., Harrat Z., Toudjine M., Djerbouh A., Bendali-Braham S. et Belkaid M. (2004) - Présence de *leishmania infantum mon-24* chez le chien. *Médecine tropicale* ; **64** : 381-383 pp.
26. 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.* **43**(2): 201-203 pp.
27. Bern C. (2000) - Factors associated with visceral leishmaniasis in Nepal: bed-net use is strongly protective. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; **63**: 184-188pp.
28. Bigot L. et Bodot P. (1973) - Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera* – Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, 23, Fasc. 2 (Sér. C): 229-249 pp.
29. Blondel J. (1975) – L'analyse des peuplements d'oiseaux. Élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, Vol. **29**, (4). 533-589 pp.
30. Boudrissa A., Harrat Z., Cherif K., Benthamiene et Belkaid M. (2006)- Leishmaniose cutanée zoonotique et facteurs de risque (Cas du foyer Chott El Hodna), Séminaire de formation sur la leishmaniose. Ecole de Formation Paramédicale, Biskra. Institut Pasteur d'Algérie, Agence Satellitaire Algérienne, Université Mohamed Boudiaf M'sila.
31. Bouleknafet F. (2007) – Contribution à l'étude de la bio systématique de la biodiversité des phlébotomes (*Diptera : Psychodidae*) dans la région de Skikda. atelier national, Taxonomie Animale et Végétale, Département de Biologie, Centre universitaire Larbi Tébessi. Tébessa, 122 p.
32. Boussaa S. (2008) - Epidémiologie des leishmanioses dans la région de Marrakech, Maroc : effet de l'urbanisation sur la répartition spatio-temporelle des Phlébotomes et caractérisation moléculaire de leurs populations, Thèse Présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg I, 181p.
33. Brumpt E. (1949) - Précis de Parasitologie 2.Ed. Masson et C 2183p.
34. Chamkhi J., Guerbouj S., Ben Ismail R. et Guizani I. (2006) - Description de la femelle de *Phlebotomus (Larroussius) Chadlii* Rioux, Juminer et Gibily, 1966 (*Diptera : Psychodidae*). D'après un exemplaire capturé aux environs du Kef (Tunisie). *Parasite*, **13**, 299-303pp.
35. Chauvet G. (1984) - Investigations entomologiques dans les foyers de Leishmaniose cutanée de la wilaya de M'sila, Rapport d'une mission en Algérie. 36p.
36. Chenchouni H. (2007) - Diagnostic écologique d'un site proposé Ramsar : Chott de Djendli (Batna – Algérie). Mémoire d'ingénieur, Département de Biologie, Université de Batna ; 129p.
37. Chouih E., Amri F., Bouslimi N., Siala E., Selmi K., Zallagua N., Ben Abdallah R., Bouratbine A. et Aoun K. (2008) - Cultures on NNN medium for the diagnosis of leishmaniasis. *Pathologie Biologie*; 1- 6 pp.

38. Courtenay O., Quinnell R.J. et Dye C. (2001) - The role of foxes (*Carnivora: canidae*) in the maintenance and transmission of *leishmania infantum*: implications for peridomestic control. In: Summaries of presentations at the International Canine leishmaniasis Forum, 20-24 mai 2001, Crète, Grèce, 17.
39. Croset H. (1969) - Écologie et systématique des Phlébotomes (*Diptera : Psychodidae*) dans deux foyers, français et tunisiens de leishmaniose viscérale – Essai d'interprétation épidémiologique. Thèse Sciences Montpellier, 516 p.
40. Croset H., Rioux J.A., Léger N., Houin R., Cadi-Soussi M., Benmansour N. et Maistre M. (1977)- Les méthodes d'échantillonnages des populations de phlébotomes en région méditerranéenne. *Coll. Inter. C.N.R.S.* 239 "Ecologie des leishmanioses ", 139-151 pp.
41. Dajoz R. (1975) - Précis d'écologie Ed. Bordas Paris. 549p.
42. Dajoz R. (1982) - Précis d'écologie. Ed. Borads, Paris. 503 p.
43. Dajoz R. (1985) – Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 505p.
44. Dajoz R. (2003) – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Pris, 615p.
45. Dancesco .P . (2008) - Les espèces de phlébotomes (*Diptera: Psychodidae*) de Roumanie, certains aspects de leur écologie et nouvelles stations de capture. *Travaux du muséum national d'histoire naturelle*. 185–199pp.
46. De La Rocque et Rioux J.A. (2008) - Influence des changements climatiques sur l'épidémiologie des maladies transmissibles, *Bull. Soc. Patho. .Exot.* 101 : 213 – 219 pp.
47. Dedet J.P. (1979)- Leishmanioses en Afrique du Nord. Bulletin de l'Institut Pasteur d'Algérie ; **77** : 49-82 pp.
48. Dedet J.P. (1999) - Les Leishmanioses. Ellipses Paris, France
49. Dedet J.P. (2001) - Leishmanies, Leishmanioses. Biologie, clinique et thérapeutique. *Encyclopedic Médico-chirurgicale* (Elsevier, Paris). *Maladies infectieuses* ; **10** :506-508 pp.
50. Dedet J.P., Addadi K. et Belazzoug S. (1984) - Les Phlébotomes (*Diptera : Psychodidae*) d'Algérie. *Cah. O.R.S.T.O. M ; Sér. Ent. Méd et Parasito.* XXI - I, **2**: 99-127 pp.
51. Dedet J.P., Francine P., Geneviève L. et Christophe R. (1999) - The Parasite .*Clinics in Dermatology* ;**17**:261–268 pp.
52. Desjeux P. (2002) - Urbanisation of the leishmaniasis. Moving towards a solution Proceedings of the Second International Canine Leishmaniasis Forum Sevilla, Spain: 49-55 pp.
53. Develoux M. (2005) - Sampling methods in dermatology. *EMC-Dermatologie Cosmétologie* ; **2** : 161–169pp.
54. Dieng H. (1995) - Les moustiques et la transmission du paludisme en 1995 dans la zone de Niakhar (Sénégal). Mémoire de D. E. A. de Biologie Animale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 129p.
55. Dolmatova A.V et Demina N.A. (1971) - Les Phlébotomes et les maladies qu'ils transmettent. *O.R.S.T.O.M.* 168p.
56. Dondji B. (2001) - Leishmanioses et phlébotomes du Cameroun : le point sur les données actuelles. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* **94** : 277-279 pp
57. Duchemin J. B., Fournier P.E. et Parola P. (2006) - Les puces et les maladies transmises à l'homme. *Med. Trop.* **66**: 21-29 pp.
58. Duvallet G. (2006) - Parasites, vectors and global change. *Hydroécol. Appl.* **15**: 87–96 pp.
59. Farzin-Nia B. et Hanafi-Bojd A.A. (2007) - The Sand Fly Fauna of an Endemic Focus of Visceral Leishmaniasis in Central Iran. *Iranian. Jour. Arthropod. Borne. Dis.* **1(2)**: 48- 52 pp.
60. França C. (1918) - Note sur les espèces portugaises du genre *Phlebotomus*. *Bull. Soc. Path. Exot.* **11** : 730-733 pp.
61. Frézil J. L. (1969) - Quelques techniques de protozoologie parasitaire. *O.R.S.T.O.M.* 82p.

62. Frolet C. (2006) - Rôle des voies de signalisation de type I $\kappa$ B/NF- $\kappa$ B dans la réponse immunitaire du moustique *Anopheles gambiae*. Thèse Doctorat. Ecole Doctorale Sciences de la Vie et de la Santé ; Université Louis Pasteur Strasbourg I, 158p.
63. Frontier S., Pichod-viale D., Lepretre A., Davoult D. et Luczak C.H. (2004) – Ecosystème, structure, fonctionnement, évolution. 3Ed. Dunod, Paris, 549 p.
64. Grassé P., Raymond A. et Odette T. (1970) - Zoologie I, invertébrés, 2 Edition revues et complétée. Ed Masson, Paris : 718-722 pp.
65. Guan L. R. et Dong J. (1986) - The role of *Phlebotomus alexandri* Sinton 1928 in the transmission of kala-azar. *Bull. Soc. Path. Exot.* **64**: 107-112 pp.
66. 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. Trop.* **97**: 346–351 pp.
67. Guernaoui S., Pesson, B., Boumezzough, A. et Pichon, G. (2005) - Distribution of phlebotomine sand flies, of the subgenus *Larrousius*, in Morocco. *Med. Vet. Entomol.* **19**: 111–115 pp.
68. Handman E. et Bullen D.V.R. (2002) - Interaction of *Leishmania* with the host macrophage. *Trends. Parasitol.* **18**: 332–334 pp.
69. Harrat Z. et Belkaid M. (2003) - Les leishmanioses dans l'Algérois. Données épidémiologiques. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* **96** : 212-214 pp.
70. Harrat Z., Hamrioui B., Belkaid M. et Tabet-Derraz O. (1995) – Point actuel sur l'épidémiologie des leishmanioses en Algérie. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* **88**: 180-184 pp.
71. Henriche R. (2004) - Les Toxorhynchites Theobald de Madagascar (*Diptera* : *Culicidae*). *Ann. Soc. entomol. Fr.* **40** (3-4): 243-257 pp.
72. Hide M. (2004) – Variabilité pathogénique du complexe *Leishmania donovani*, agent de la leishmaniose viscérale. étude comparative des caractères biologique, genetique et l'expression génique. Doctorat de L'université de Montpellier II, Spécialité : Parasitologie, 269p.
73. Izri A. et Belazzoug S. (2007) - Diagnostic de laboratoire des leishmanioses rencontrées en Algérie. *Revue Francophone des Laboratoires.* **396** : 3-10 pp.
74. Izri A., Depaquit J. et Parola P. (2006) - phlébotomes et transmission d'agents pathogènes autour du bassin méditerranéen. *Med. Trop.* **66** : 429 - 435pp.
75. Izri Ma, Belazzoug S., Boudjebba Y., Dereure J. et Pratlong F. (1990) - *Leishmania infantum* MON-1 isolé de *Phlebotomus perniciosus* en Kabylie. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* **65** : 507 - 508 pp.
76. Kabbout N., Berchi S., Merzoug D. (2007) – étude des leishmanioses dans le foyer d'Oum El-Bouaghi : aspect entomologique, deuxième journées nationales sur la biodiversité, l'environnement naturel et la qualité de vie dans la région des Aurès. Université de Batna, Département de Biologie.
77. Kamhawi S. (2006) - Phlebotomine sand flies and *Leishmania* parasites: friends or foes? *Trends in Parasitology.* **22**: 440 – 445 pp.
78. Keita S., Faye O., Ndiaye H.T. et Konare H.D. (2003) - Epidémiologie et polymorphisme clinique de la leishmaniose cutanée observée au CNAM, Bamako (Mali). *Mali Médical* : 29-31pp.
79. Khiati M. (1992) – Leishmaniose viscérale, Service de pédiatrie, hôpital Salim-Zemirli, Alger. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*; **8**: 451-454pp.
80. Killick-Kendrick R. (1990) - Phlebotomine vectors of the leishmaniasis: a review. *Med. Vet. Ent.* **4**, 1-24 pp.
81. Killick-Kendrick R. (1999) - The Biology and Control of Phlebotomine Sand Flies. *Clinics in Dermatology*; **17**:279–289pp.

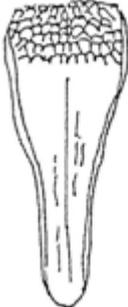
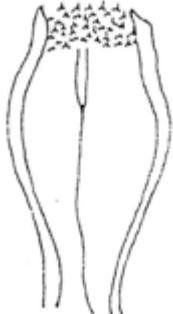
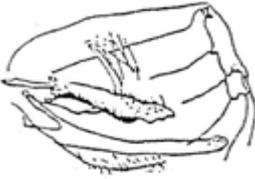
82. Killick-Kendrick R. (2002) - The life cycles of *Leishmania* in the sand fly and transmission of leishmaniasis by bite; Canine Leishmaniasis: moving towards a solution Proceedings of the Second International Canine Leishmaniasis Forum Sevilla, Spain: 57-68pp.
83. Killick-Kendrick R., Tang Y., Killick-Kendrick M. (1991) - The identification of female sandflies of the subgenus *Larrousius* by the morphology of the spermathecal ducts. *Parasitologia*; **33**: 335-347pp.
84. Le Berre M. (1999) – Faune du Sahara. 2 (mammifères), Edit Raymond Chaboud France, 332p.
85. Le Pont F., Leon R., Guerrini F., Gantier J.C., Mouchet J., Echeverria R et Guderian R.H. (1994) - Leishmaniose en Equateur. *Lutzomyia Trapidoi*, vecteur de *Leishmania Panamensis*. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.* **74** : 3-28pp.
86. Le Pont. F, Robert. V, Vattier-Bernard .G, Rispaill.P et Jarry .D. (1993) - Notes sur les phlébotomes de l'Air (Niger). *Bull. Soc. Path. Ex.* **86** : 286-289pp.
87. Leger N. et Depaquit J. (2001) - Les phlébotomes et leur rôle dans la transmission des leishmanioses. *Revue Française des Laboratoires* ; Issue 338 : 41-48 pp.
88. Leger 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**: 611-623 pp.
89. Lewis. A (1998) - Resume of the *Siphonaptera (Insecta)* of the world. *J. Med. Entomol.* **35**: 377- 389 pp.
90. Lightburn E., Meynard J.B., Morand J.J., Garnotel G., Kraemer P., Hovette P., Banzet S., Dampierre H., Lepage J., Carme B., Pradinaud R., Morillon M., Dedet J.P., Chouc C. et Boutin J.B. (2002). Surveillance épidémiologique des leishmanioses tégumentaires en Guyane – Synthèse de données militaires sur 10 ans. *Médecine tropicale.* **62** : 545-553 pp.
91. Loiseau P. (2007) - De nouveaux espoirs pour 12 millions de malades, Spécial Recherche 2006/2007. *Plein sud.* 48-53 pp.
92. Lupascu G., Duport M., Dancescu P. et Cristescu M. (2003) - Ethologie et phénologie des phlébotomes vecteurs potentiels de la leishmaniose en Roumanie. *colloques internationaux du C.N.R.S.* **239** :191-194 pp.
93. Madulo- Leblond. (1983) - Les Phlébotomes (*Diptera : Phlebotomidae*) des Iles Ioniennes. Thèse, Doctorat. Sciences Pharmaceutiques, Université de Reims, Fac de Pharmacie. 218p.
94. Magurran A.E. (1988) - Ecological diversity and its measurement. Princeton University. Press, Priceton, New Jersey. 179p.
95. Maquaire S. (1997) - Etude des activités protéasiques constitutives et excrétées-sécrétées au cours du cycle de développement parasitaire de *Leishmania amazonensis*. Diplôme d'Etude Approfondie de Parasitologie Université des Sciences et Techniques du Languedoc - Montpellier II ,47pp.
96. Marty P. (2005) - Viscéral Leishmaniasis: Epidemiology and Diagnosis, *Médecine et maladies infectieuses.* **35** : 72-73pp.
97. Matthew E. et Bates P.A. (2007) - *Leishmania* Manipulation of Sand Fly Feeding Behavior Results in Enhanced Transmission. Vol **3** -Issue 6: 91 p.
98. Mazelet L. (2003) - La leishmaniose canine dans Le bassin méditerranéen français, Université Pierre et Marie Curie, Paris 31 pp.
99. Meghamla S. (2007) - Etudes Caractérisation des protéasomes chez *Leishmania major* diplôme Ecole Pratique des Hautes Etudes Science de la Vie et de la Terre, 82p.
100. Menier K. et Beaucournu J.C (2001) - Importance médico-vétérinaire des puces de notre environnement, Ectoparasites et vecteurs d'intérêt médical. *Revue Française des Laboratoires.* 59 - 63 pp.

101. Messai N. (2006) - Contribution à l'étude de la biodiversité des espèces Culicidienne (*Diptera-Culicidae*) et inventaire des Phlébotomes (*Diptera-Psychodidae*) dans la région de Mila. Mémoire de Magister en entomologie, Université de Constantine ; 179p.
102. Mezaache L. (2007) – Ecologie de la leishmaniose dans la région de Batna, étude bio-écologique des principaux vecteurs et réservoirs. Mémoire d'ingénieur, Département de Biologie, Université de Batna ; 118p.
103. Mihoubi I., De Monbrison F., Romeuf N., Moulahem T. et Picot S. (2006) - diagnostic délocalisé par PCR temps réel de la leishmaniose cutanée sévissant dans le foyer de Constantine (Algérie) ; *Med. Trop.* **66** : 39 - 44pp.
104. Minodier P., Blanc P., Noel G., Galon N et Garnier J.M. (2005) - Leishmania transmission to children in southern France. *Médecine et maladies infectieuses.* **35** : 114 - 116 pp.
105. Miriam A. L. et Robert M.W. (2007) - Leishmania: conserved evolution – diverse diseases. *Trends in Parasitology.* 1- 3 pp
106. Mouchet J., Faye O. et Handschumacher P. (1995) - Les vecteurs de maladies dans les mangroves des Rivières du Sud. 117 – 123 pp.
107. Mouhamdi N. et Taib N. (2004) - La série coniacienne de la région de Tahenennt sédimentation et évolution géodynamique. Mém, Ing, Géol, Uni, Batna. 112 p.
108. Moulahem T., Fendri A.H., Z. Harrat Z., Benmezdad A., K. Aissaoui K., Ahraou S et Addadi K. (1998) - Contribution à l'étude des phlébotomes de Constantine : espèces capturées dans un appartement urbain. *Entomologie médicale.* 2p.
109. Moulinier C. (2002) - Parasitologie et mycologie médicale ; Eléments de morphologie et de biologie. [Paris]: Editions Médicales Internationales, 796pp.
110. Nieves E. et Pimenta P.F.P.(2002) - Influence of vertebrate blood meals on the development of *Leishmania (Viannia) Braziliensis* and *Leishmania (Leishmania) Amazonensis* in the sand fly *Lutzomyia Migonei* (*Diptera: Psychodidae*). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **67**: 640–647 pp.
111. Nogueira Neto J.P., Basso G., Cipoli A.P. et El Kadre L. (1998) - American cutaneous leishmaniasis in the state of são paulo, brazil- epidemiology in transformation. *Ann. Agric. Environ. Med.* **5**: 1–5 pp.
112. Ouellette M., Olivier M., Sato S et Papadopoulou B. (2003) - Le parasite Leishmania à l'ère de la post-génomique. *Medecine-Sciences.* 10 ; **19** :900 – 909 pp.
113. Parrot L, Donatien A. et Plantureux E. (1941) - Sur l'infection naturelle des phlébotomes par la leishmaniose générale de l'homme et du chien en Algérie. *Arch. Inst. Pasteur Algérie.* **19**, 209 – 217 pp.
114. Parrot L. (1917) - Sur un nouveau Phlébotome algérien, *Phlebotomus sergenti* sp. *Bull. Soc. Path. exot.* **10**, 564 – 567 pp.
115. Pinto M.C., Campbell-Lendrum D.H., Lozovei A.L., Teodoro U et Davies C.R. (2001) - Phlebotomine sandfly responses to carbon dioxide and human odour in the field. *Medical and Veterinary Entomology*; **15**: 132-139pp.
116. Poinsignon A. (2005) - Diversité et fonctions des protéines salivaires chez les arthropodes vecteurs : Etude de la relation immunitaire homme/vecteur au cours de la Trypanosomiase Humaine Africaine. Thèse doctorat. Faculté de Pharmacie. L'université de Paris XI, 60p.
117. Ramade F. (1984) - Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. *Éd. Mc. Graw. Hill.* Paris. 397p.
118. Rioux J.A., Croset H., Léger N., Benmansour N. et Cadi Soussi M. (1975) - Présence de *Phlebotomus bergeroti*, *Phlebotomus chabaudi*, *Phlebotomus chadlii* et *Sergentomyia christophersia* Maroc. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* ; **50** : 493-506pp.

119. Rioux J.A., Guy Y., Le Coroller Y., Croset H. et Addadi K. (1970) - Présence en Algérie de *Phlebotomus (Larroussius) chadlii* Rioux, Juminer et Gibily. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* ; **63** : 101 - 104 pp.
120. Rioux, J.A. et De La Rocque. S. (2003) - Climats, leishmanioses, tripanosomoses. Changements climatiques, maladies infectieuses et allergiques. *Annales de l'Institut Pasteur/Actualités* ; 41-62pp.
121. Rodhain F. et Perez C. (1985) - Précis d'entomologie vétérinaire et médicale, Paris : Editions Maloine, 458p.
122. Rodhain.F. (2007) - Impacts potentiels du changement climatique sur la santé : l'exemple des maladies à vecteurs, *Institut Pasteur*, 65-71pp.
123. Roqueplo C. (2003) - Influence du port d'un collier antiparasitaire contenant de la deltaméthrine sur les performances olfactives du chien, Thèse doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil, 183p.
124. Roze M. (2005) - Canine leishmaniasis. A spreading disease. Diagnosis and treatment. *E.J.C.A.P.* Vol. **15** - Issue 1 – 39 – 52 pp.
125. Sacks D. et Kamhawi S. (2001) - Molecular aspects of parasite-vector and vector-host interactions in leishmaniasis. *Annual Review of Microbiology*. **55**: 453-483pp.
126. Schlein Y. (1993) - *Leishmania* and Sandflies: Interactions in the life cycle and transmission; *Parasitology Today*; Vol 9- Issue 7,
127. Schlein Y. et Warburg A. (1986) - Phytophagy and the feeding cycle of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae) under experimental conditions. *Jour. Med. Ent.* **23**(1):11–15pp.
128. Seguy E. (1951) – Atlas des Diptères de France. Belgique-Suisse. volume I. Ed. N Boubée et C, Paris, 25-35pp.
129. Seltzer P. (1946) - Le climat d'Algérie. *Trav. Ins. Met. et Phy. Du Globe*, Univ. d'Alger. 219p.
130. Soenen I. (1996) - Réservoirs animaux de la leishmaniose humaine: étude bibliographique. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 165 p.
131. Stewart P. (1969) – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : Quelques réflexions. *Bull. doc. Ins. Nati. Agro*, El-Harrach. 111p.
132. Théodoridès J. (1997) - Note historique sur la découverte de la transmission de la leishmaniose cutanée par les phlébotomes. 1-2 pp.
133. Tran A., Biteau-Coroller F., Guis H. et Roger F. (2005) - Modélisation des maladies vectorielles ; *Epidémiol. et santé anim* ; **47** : 35-51pp.
134. Trouillet J., Ba Y., Traore-Lamizana M., Zeller H.G Et Fontenille D. (1995) - Phlébotomes (*Diptera : Psychodidae*) du Sénégal. Peuplements du Ferlo. Isolement d'arbovirus. *Parasite* ; **2** : 289- 296 pp.
135. Vannier-Santos.M.A, Martiny.A et Desouza W. (2002) - Cell biology of *Leishmania* spp: Invading and Evading. *Current pharmaceutical design*. **8**: 297-318 pp.
136. Warburg A. (2007) -The structure of the female sand fly (*Phlebotomus papatasi*) alimentary canal. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*; Vol. **102**; Issue 2,161-166 pp.
137. Young D.G et Perkins P.V. (1994) - Phlebotomine sand flies of North America (*Diptera:psychodidae*). *Journal of the American Mosquito Control Association*; **44**: 263–304pp.
138. Ziadi S. (1996) – Contribution à l'étude de l'efficacité de la solution du sol dans la lutte contre les *Meloidogyne* sur culture de tomate dans la région de Biskra. Mémoire d'ingénieur, Département d'Agronomie, Université se Batna ; 44p.

## ANNEXES

## Annexe1. Clé d'identification des genres

Genre Caractéristiques	<i>Phlebotomus</i>	<i>Sergentomyia</i>
<b>Point d'insertion des soies</b>	 En forme de rond	 En forme de goutte
<b>Cibarium</b>	 Inerme	 Arme de dent
<b>Pharynx</b>	 	 
<b>Hypopygium mâle</b>	 Style à 4 ou 5 épines pas de caduque	 Style à 4 épines, soie caduque

**Annexe 2. Clé des détermination [Dedet *et al.*, 1984]**

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

**Genre *Phlebotomus***.....2

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

**Genre *Sergentomyia***.....12

**Détermination des espèces du genre *Phlebotomus* mâles**

2- Style à 4 épines.....2

-sous-genre *Paraphlebotomus*.....5

-Style à cinq épines.....3

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

-sous-genre *Phlebotomus*.....4

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

-sous-genre *Larrousius*..... 7

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

- *Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi*

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

-*Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti*

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

- Valve pénienne recourbée en "bec de rapace " à l'apex.....6

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

*Phlebotomus (Paraphlebotomus) alexandri*

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

*Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti*

7- Valve pénienne bifide à l'apex

*Phlebotomus (Larrousius) perniciosus*

-Valve pénienne simple à l'apex.....8

8-Valve pénienne pointue à l' apex.....	9
-Valve pénienne arrondie à l' apex.....	10
9-Valve pénienne régulièrement effilée, se terminant par une pointe longue, légèrement asymétrique <i>Phlebotomus (Larroussius) longicuspis</i>	
- Valve pénienne tronquée en biseau, se terminant par une pointe très courte, nettement asymétrique <i>Phlebotomus (Larroussius) langeroni</i>	
10-Bord dorsal de la valve pénienne porteur de quatre à six dents ; valve arquée et spatulée à l'apex <i>Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi</i>	
- Valve pénienne renflée en battant de cloche.....	11
11-Coxite pourvu d'un placard de 30 à 45 soies	
<i>Phlebotomus (Larroussius) ariasi</i>	
- Coxite pourvu d'un placard de 60 à 80 soies	
<i>Phlebotomus (Larroussius) chadlii</i>	
 <b>Détermination des espèces du genre <i>Sergentomyia</i> mâles</b>	
12-Valve du pénis épais, digitiforme, arrondie à l'apex :	
- <b>Sous-genre <i>Sergentomyia</i></b> .....	13
-Valve du pénis triangulaire, en cône à apex pointu :.....	16
13- Style cinq à sept fois plus long que large ; soie non caduque très courte est insérée tout près des épines terminales :	
<i>Sergentomyia (Sergentomyia) fallax</i>	
-Style plus court et trapu .....	14
14-Soie non caduque du style assez éloignée des épines terminales.....	15
Soie non caduque du style très proche des épines terminales ; les quatre épines du style sont souvent dispersées en deux groupes bien séparés l'un de l'autre ; cibarium armé de deux rangées de dents très courtes et aiguës :	
<i>Sergentomyia (Sergentomyia) schwetzi</i>	
15- Cibarium armé de dents disposées sur une ligne droite ou légèrement concave en arrière :	
<i>Sergentomyia (Sergentomyia) minuta parroti</i>	
- Cibarium armé de dents disposées sur un arc profondément concave en arrière :	
<i>Sergentomyia (Sergentomyia) antennata</i>	
16 - Valve pénienne en forme de cône très allongé.....	17
- Valve pénienne en forme de cône court.....	19
17 - Dents cibariales très aiguës à pointes obliquement dirigées vers le centre, 12 à 14 dents :	
<i>Sergentomyia (Sintonius) tiberiadis</i>	
- Dents cibariales mousses.....	18

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

***Sergentomyia (Grassomyia) dreyfussi***

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

***Sergentomyia(Parrotomyia) eremitis***

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

***Sergentomyia (Sintonius) clydei***

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

***Sergentomyia (Sintonius) christophersi***

20-pompe génitale dépourvue de pavillon

***Sergentomyia(Parrotomyia) lewisi***

### Détermination des espèces du genre *Phlebotomus* femelles

2- Spermathèque à réservoir annelé, à tête sessile.....3

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

**-Sous-genre *Larroussius***.....7

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

- **Sous-genre *Phlebotomus*** .....4

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

**-Sous-genre *Paraphlebotomus***.....5

4- Spermathèque de cinq à huit anneaux :

***Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti***

- Spermathèque de huit à douze anneaux :

***Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi***

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

***Phlebotomus (Paraphlebotomus) alexandri***

-Troisième segment de l'antenne long (longueur du troisième segment. de l'antenne supérieure à celle de la somme des quatrième et cinquième segments (plus de 200 microns).....6

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

***Phlebotomus (Paraphlebotomus) chabaudi***

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

***Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti***

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

***Phlebotomus (Larroussius) ariasi***

-Conduit de la spermathèque de calibre uniforme et strié transversalement sur toute sa longueur.....8

8 - Spermathèque de 12 à 18 anneaux :

***Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi***

-Spermathèque de 7 à 12 anneaux :

***Phlebotomus (Larroussius) perniciosus*, ou*****Phlebotomus (Larroussius) longicuspis*, ou*****Phlebotomus (Larroussius) langeroni*****Détermination des espèces du genre *Sergentomyia* femelle**

9-Spermathèque annelée :

**Sous-genre *Sintonius*** .....10

-Spermathèque lisse.....12

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

***Sergentomyia (Sintonius) christophersi***

Gibarium armé de plus de dix dents . . . . . 11

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

***Sergentomyia (Sintonius) clydei***

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

***Sergentomyia (Sintonius) tiberiadis***

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

***Sergentomyia (Grassomyia) dreyfussi***

- Spermathèque dépourvue de spicules . . . . . 13

13-Cibarium armé de 40 à 90 dents disposés sur une ligne droite ou légèrement concave vers l'arrière. ....14

- Cibarium armé de 16 à 30 dents disposées sur une ligne concave à l'arrière. . . . . 15

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

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

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

***Sergentomyia. (Parrotomyia) eremetis***

15-Pharynx globalement cordiforme ..... 16

- Pharynx en verre de lampe ..... 17

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

***Sergentomyia (Sergentomyia) fallax***

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

***Sergentomyia (Sergentomyia) antennata***

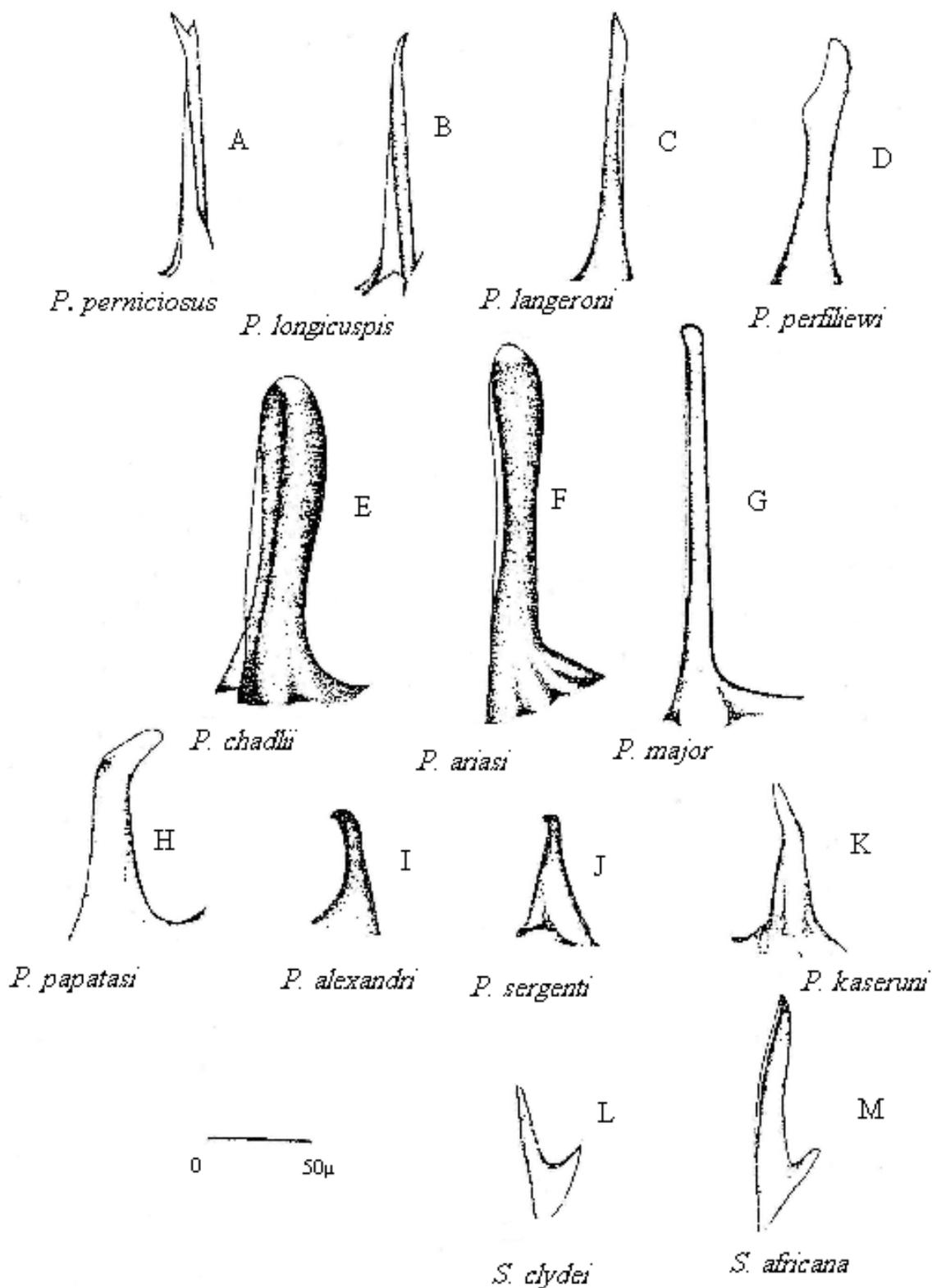
17-Cibarium ne présentant pas de denticulations en avant de la rangée de dents principales (13 à 20 dents fortes et aiguës, les dents latérales externes et les dents médianes sont plus petites que les dents latérales médianes) :

***Sergentomyia (Sergentomyia) schwetzi***

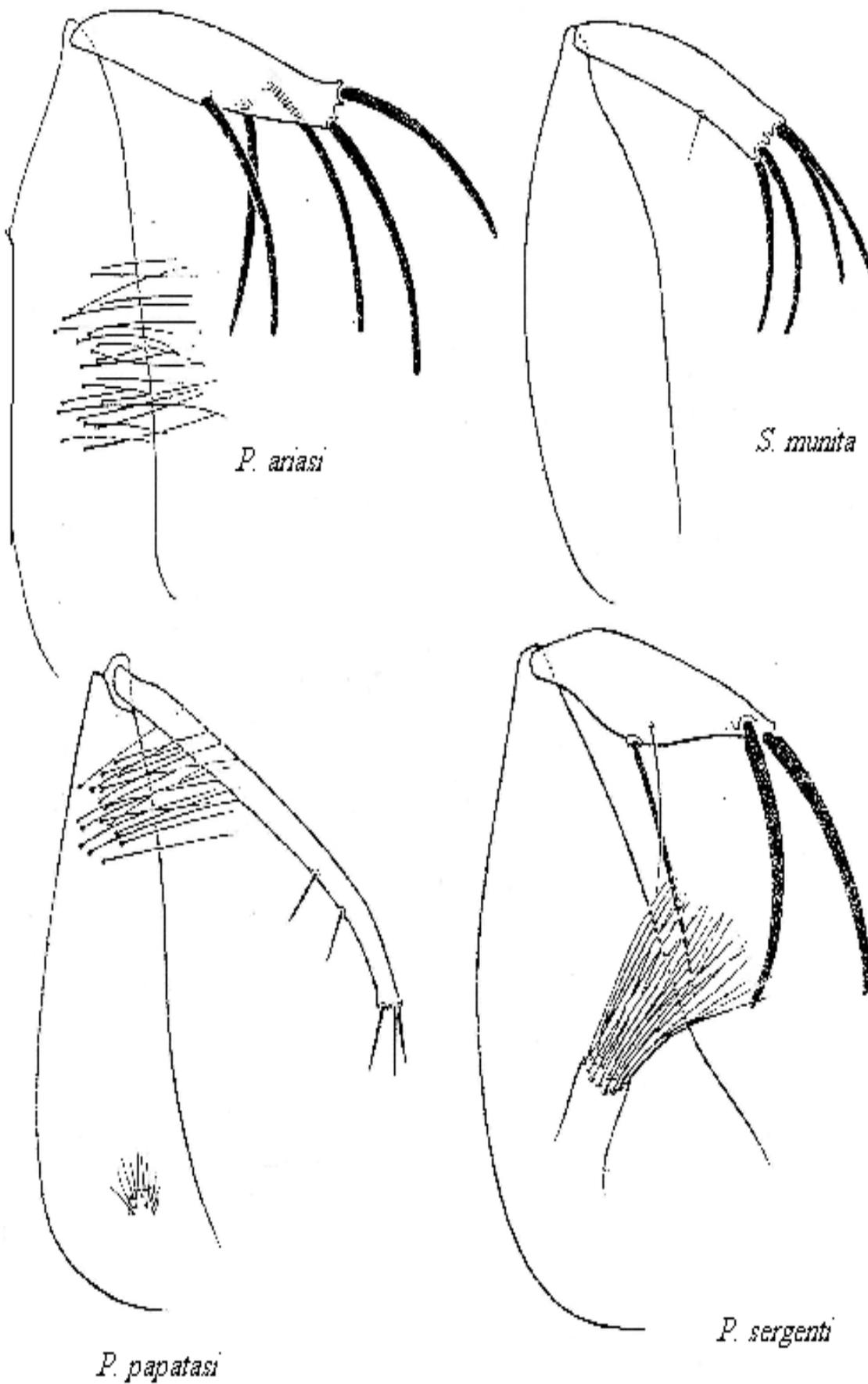
- Cibarium présentant une rangée de 16 à 20 denticules punctiformes en avant d'une rangée de 15 à 20 dents :

***Sergentomyia (Parrotomyia) lewisi***

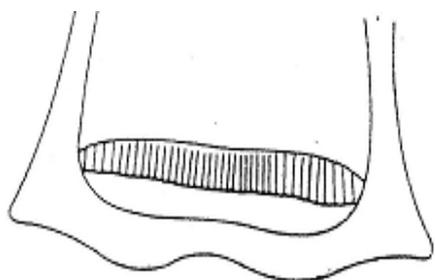
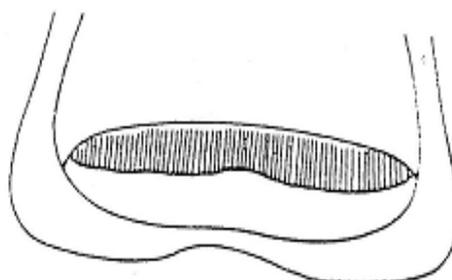
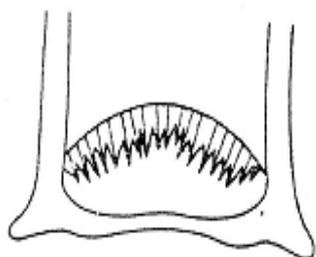
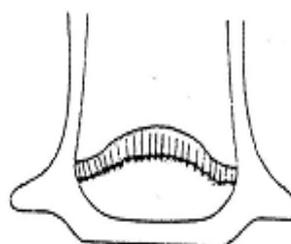
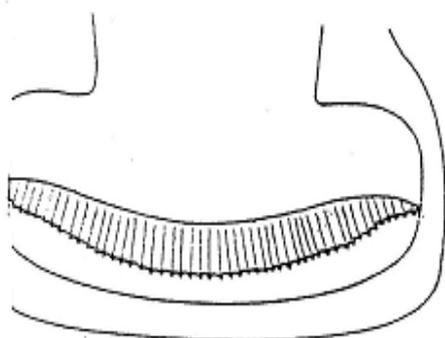
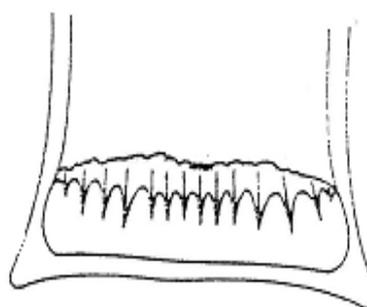
Annexe 3. Quelques exemples de valve pénienne



Annexe 4. Morphologie du style, du coxite et du tubercule basale chez quelques espèces de phlébotomes



## Annexe 5. Quelques exemples de cibarium

*Sergentomyia minuta minuta**Sergentomyia minuta parroti**Sergentomyia falax**Sergentomyia antennata**Sergentomyia dreyfussi**Sergentomyia chycei*

## Annexe 6. Matrice des données des phlébotomes recensés

Dates de sortie	Espèces	Mâle	Femelle	Mode de capture	Origine
08/07/2007	<i>P. longicuspis</i>	1	0	PA	TAZOULT
08/07/2007	<i>P. perniciosus</i>	1	0	PA	TAZOULT
08/07/2007	<i>P. chadlii</i>	2	0	PA	TAZOULT
08/07/2007	<i>P. sergenti</i>	1	0	PA	TAZOULT
08/07/2007	<i>S. minuta</i>	3	2	PA	TAZOULT
10/08/2007	<i>P. longicuspis</i>	1	0	PA	MARKOUNA
10/08/2007	<i>S. minuta</i>	2	0	PA	MARKOUNA
14/08/2007	<i>P. perniciosus</i>	3	0	PA	DJERMA
14/08/2007	<i>P. perniciosus</i>	2	0	PA	Oued CHAABA
14/08/2007	<i>S. minuta</i>	1	0	PA	Oued CHAABA
14/08/2007	<i>P. perniciosus</i>	1	0	PA	MARKOUNA
14/08/2007	<i>S. minuta</i>	2	5	PA	MARKOUNA
14/08/2007	<i>S. fallax</i>	1	0	PA	MARKOUNA
14/08/2007	<i>P. perniciosus</i>	3	0	PA	TAZOULT
14/08/2007	<i>S. minuta</i>	16	9	PA	TAZOULT
11/09/2007	<i>P. longicuspis</i>	5	0	CDC	AIN ZAATOUT
11/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	16	0	CDC	AIN ZAATOUT
11/09/2007	<i>P. chadlii</i>	1	0	CDC	AIN ZAATOUT
11/09/2007	<i>S. minuta</i>	10	15	CDC	AIN ZAATOUT
11/09/2007	<i>S. fallax</i>	6	10	CDC	AIN ZAATOUT
12/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	7	0	PA	AIN TOUTA
12/09/2007	<i>S. minuta</i>	6	0	PA	AIN TOUTA
12/09/2007	<i>S. fallax</i>	0	1	PA	AIN TOUTA
13/09/2007	<i>P. longicuspis</i>	12	8	CDC	MENAA
13/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	7	3	CDC	MENAA
13/09/2007	<i>S. minuta</i>	2	6	CDC	MENAA
13/09/2007	<i>S. fallax</i>	4	6	CDC	MENAA
13/09/2007	<i>P. alexandri</i>	6	0	CDC	MENAA
14/09/2009	<i>P. longicuspis</i>	0	4	PA	TIGHARGHAR
14/09/2007	<i>P. papatasi</i>	0	9	PA	TIGHARGHAR
15/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	0	4	PA	TAZOULT
15/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	5	0	PA	BATNA
15/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	11	7	CDC	AIN ZAATOUT
15/09/2007	<i>S. minuta</i>	0	24	CDC	AIN ZAATOUT
15/09/2007	<i>S. fallax</i>	0	5	CDC	AIN ZAATOUT
15/09/2007	<i>P. sergenti</i>	0	5	CDC	MENAA
15/09/2007	<i>P. papatasi</i>	0	11	CDC	MENAA
16/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	5	0	CDC	TAZOULT
20/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	0	13	PA	AIN ZAATOUT
20/09/2007	<i>S. minuta</i>	0	16	PA	AIN ZAATOUT
20/09/2007	<i>S. minuta</i>	8	0	PA	TAZOULT
20/09/2007	<i>S. fallax</i>	2	4	PA	TAZOULT

20/09/2007	<i>S. minuta</i>	6	6	CDC	MENAA
20/09/2007	<i>S. fallax</i>	2	0	CDC	MENAA
20/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	3	0	CDC	MENAA
20/09/2007	<i>P. longicuspis</i>	7	0	CDC	EL GUENTRA
20/09/2007	<i>P. alexandri</i>	0	5	CDC	EL GUENTRA
26/09/2007	<i>P. chabaudi</i>	3	0	PA	MENAA
26/09/2007	<i>S. minuta</i>	0	5	PA	MENAA
26/09/2007	<i>P. perniciosus</i>	6	0	PA	MENAA
26/09/2007	<i>S. fallax</i>	0	6	PA	MENAA
26/09/2007	<i>P. sergenti</i>	5	0	PA	MENAA
05/03/2008	<i>P. perniciosus</i>	2	0	PA	TAZOULT
13/03/2008	<i>S. minuta</i>	4	0	PA	MENAA
13/03/2008	<i>S. fallax</i>	1	0	PA	MENAA
15/03/2008	<i>S. minuta</i>	6	1	PA	BOUILEF
15/03/2008	<i>P. perniciosus</i>	4	0	PA	BOUILEF
15/03/2008	<i>S. fallax</i>	0	1	PA	BOUILEF
22/03/2008	<i>P. perniciosus</i>	1	0	PA	EL MADHER
22/03/2008	<i>S. minuta</i>	0	1	PA	EL MADHER
25/03/2008	<i>P. perniciosus</i>	2	0	PA	BARIKA
29/03/2008	<i>S. minuta</i>	1	0	CDC	M'CHOUNCHE
01/04/2008	<i>P. longicuspis</i>	1	0	CDC	M'CHOUNCHE
01/04/2008	<i>S. minuta</i>	1	0	PA	M'CHOUNCHE
02/04/2008	<i>P. longicuspis</i>	1	0	PA	MENAA
02/04/2008	<i>P. perniciosus</i>	3	0	PA	MENAA
02/04/2008	<i>S. fallax</i>	0	1	PA	MENAA
13/04/2008	<i>S. minuta</i>	1	0	PA	BATNA
24/04/2008	<i>P. perniciosus</i>	2	0	PA	AIN YAGOUT
03/05/2008	<i>P. perniciosus</i>	2	0	PA	AIN YAGOUT
03/05/2008	<i>S. minuta</i>	1	0	PA	AIN YAGOUT
16/05/2008	<i>P. longicuspis</i>	3	0	CDC	MENAA
16/05/2008	<i>P. perniciosus</i>	9	0	CDC	MENAA
16/05/2008	<i>S. fallax</i>	0	3	CDC	MENAA
07/06/2008	<i>P. longicuspis</i>	8	0	CDC	MENAA
07/06/2008	<i>P. perniciosus</i>	9	0	CDC	MENAA
07/06/2008	<i>P. papatasi</i>	1	0	CDC	MENAA
07/06/2008	<i>S. minuta</i>	3	0	CDC	MENAA
07/06/2008	<i>S. fallax</i>	0	2	CDC	MENAA
22/06/2008	<i>P. longicuspis</i>	10	0	CDC	MENAA
22/06/2008	<i>P. perniciosus</i>	30	0	CDC	MENAA
22/06/2008	<i>P. papatasi</i>	1	0	CDC	MENAA
22/06/2008	<i>S. minuta</i>	1	6	CDC	MENAA
22/06/2008	<i>S. fallax</i>	2	3	CDC	MENAA

Annexe. La situation annuelle de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Batna par commune (2001 - 2008).

Commune	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Daira de Barika</b>								
Barika	795	1592	2435	1863	1204	308	138	341
Bitam	42	183	482	601	407	116	31	166
Mdoukel	91	173	300	133	126	36	12	58
<b>Daira de Djeddar</b>								
Djeddar	54	151	201	93	108	24	04	07
Ouled Ammar	30	86	120	118	97	21	14	32
Azil Abdelkader	13	69	134	74	96	29	07	14
<b>Daira de N'gaous</b>								
N'gaous	28	112	54	84	100	07	04	07
Sefiane	20	54	54	51	92	22	14	32
Boumegueur	12	50	21	49	77	22	07	14
<b>Daira d'Ouled Si Slimane</b>								
Ouled Si Slimane	15	47	31	45	35	10	03	04
Taxelent	02	16	15	03	09	-	-	01
Lemcen	01	07	06	10	09	20	-	-
<b>Daira de Ras Laioune</b>								
Ras laioune	05	20	09	25	27	07	01	02
Guigba	-	06	02	07	19	05	-	02
Gosbat	10	15	14	06	08	02	02	03
Talkhemt	-	-	-	06	08	02	-	-
Ouled Sellam	-	-	-	-	-	-	-	-
Rahbat	03	-	04	05	07	01	-	-
<b>Daira d'Ain Touta</b>								
Ain Touta	10	151	149	120	141	91	21	47
Maafa	-	31	28	23	21	09	03	07
Ouled Aouf	06	05	32	11	16	05	01	03
Beni Fedala	-	04	13	02	04	03	-	02
<b>Daira de Seggana</b>								
Seggana	09	152	118	80	32	15	06	19
Tilatou	03	70	60	23	05	05	03	06
<b>Daira d'Arris</b>								
Arris	01	-	02	09	57	28	04	04
Tighanmine	01	02	07	02	04	03	-	-
<b>Daira de Theniet El Abed</b>								
Theniet El Abed	-	03	03	01	05	03	01	02
Chir	-	02	02	-	-	-	-	01
Oued Taga	-	01	-	-	02	02	01	01
<b>Daira de T'kout</b>								
T'kout	-	01	01	01	05	01	01	01
Ghassira	-	02	02	-	03	02	-	01
Kimmel	-	-	-	-	02	-	-	-
<b>Daira d'Echmoul</b>								
Echmoul	-	01	07	-	07	05	01	-
Foum Toub	-	-	02	03	-	02	-	-
Inoughissen	-	-	-	-	-	02	-	-

**Annexe. La situation annuelle de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Biskra par commune (2004 - 2008).**

<b>Commune</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Biskra</b>	1401	3184	859	89	443
<b>Sidi okba</b>	333	911	318	44	73
<b>Zribet el oued</b>	146	664	190	45	180
<b>Ouled djellal</b>	76	658	209	27	36
<b>Tolga</b>	273	559	182	32	84
<b>Sidi khaled</b>	30	228	217	16	02
<b>Chetma</b>	65	221	126	07	42
<b>Ain naga</b>	69	163	101	11	44
<b>Bouche groune</b>	83	155	39	06	32
<b>M'chouneche</b>	16	146	66	08	18
<b>Doucene</b>	05	145	58	15	48
<b>El feidh</b>	52	140	103	25	49
<b>Lichana</b>	68	110	18	04	21
<b>Lioua</b>	71	108	31	06	35
<b>Djemorah</b>	27	83	22	09	16
<b>Foughala</b>	35	76	31	09	12
<b>M'ziraa</b>	37	72	62	08	40
<b>Bordj ben azouz</b>	21	70	21	05	03
<b>Branis</b>	08	67	20	01	03
<b>Khangat sidi nadji</b>	05	67	71	06	06
<b>Loutaya</b>	45	65	19	07	31
<b>Ourlal</b>	44	57	17	01	10
<b>El hadjeb</b>	22	48	17	01	37
<b>Oumache</b>	37	46	16	09	08
<b>Ras el miad</b>	04	45	23	02	01
<b>Mekhadma</b>	22	45	05	01	05
<b>El haouch</b>	33	40	49	16	24
<b>El ghrous</b>	24	35	16	03	17
<b>Chaiba</b>	05	32	10	18	12
<b>Besbes</b>	03	28	11	02	01
<b>M'lili</b>	08	27	13	01	10
<b>El kantara</b>	13	16	05	-	31
<b>Ain zaatout</b>	08	04	12	03	11
<b>Total</b>	<b>3089</b>	<b>8375</b>	<b>2957</b>	<b>437</b>	<b>1259</b>

## ملخص

من خلال الدراسة البيولوجية و الجرد الذين قمنا بهما في منطقتي باتنة وبسكرة على ذبابة الرمال و دورها في نقل الحيوانات وحيدة الخلية في الفترة الممتدة من شهر جويلية 2007 الى سبتمبر، 2008 و باستعمالنا لنوعين من المصائد (المصائد اللاصقة و المصائد الضوئية) ، تم جمع 502 ذبابة رمال تنتمي إلى 9 أنواع . سبعة أنواع منها تنتمي إلى جنس *Phlebotomus* بنسبة 54 % ، و نوعان إلى جنس *Sergentomyia* بنسبة 46%.

النوع *S. minuta* يمثل نسبة 33,9 % من المجموع المحصى و موجود في عشرة مناطق من أصل خمس عشر موقع دراسة.

و من اجل دراسة التوزيع الجغرافي لهذه الأنواع استعنا بالتمثيل البياني لتحليل المعلومات باستعمال عدة مؤشرات بيو ايكولوجية ( الطبقات المناخية ، الارتفاع.....).

من خلال دراستنا لمختلف الفصول اتضح لنا أن هذه الأنواع تتكاثر بنسبة كبيرة في فصلي الصيف و الخريف كما تم دراسة الارتباط الموجود بين عدد المصابين بداء الليشمانيا الجلدية و مختلف العوامل المناخية خصوصا درجة الحرارة.

من خلال الوفرة الكبيرة لذبابة الرمال و وجود فصائل ثلاث ناقلة لداء الليشمانيا *P. Papatasi/Leishmania: major, P. perniciosus /L. infantum et P. longicuspis/L. infantum* في منطقة منعة و من خلال الدراسة الطفيلية على أنثى ذبابة الرمال اتضح أنها سلبية.

**الكلمات المفاتيح :** باتنة ، بسكرة ، بيوايكولوجيا ، داء الليشمانيا ، ذباب الرمل ، الليشمانيا ، *Psychodidae* ، التصنيف .

## Résumé

L'inventaire, la biologie et le rôle de vecteur des phlébotomes dans la transmission de protozoaires dans la région de Batna et Biskra ont été étudiés de juillet 2007 à septembre 2008 à l'aide de deux types de piègeages (PA et CDC). Un total de 502 Phlébotomes appartenant à neuf espèces a été collecté.

Les phlébotomes capturés appartiennent à sept espèces du genre *Phlebotomus* (54%) et à deux espèces de genre *Sergentomyia* (46%).

*S. minuta*, l'espèce dominante représente 33,9 % du total des effectifs des espèces inventoriées. Et est présente dans 10 stations sur un total de 15 sites prospectés.

A fin d'étudier la distribution géographique des espèces nous avons utilisé la représentation graphique pour analyser les données en fonction d'un ou de plusieurs indicateurs bioécologiques (étage bioclimatique et altitude).

L'étude de la saisonnalité de ces espèces montre deux saisons à haute distribution : l'automne et l'été. La corrélation entre le nombre des cas de leishmaniose enregistré en relation avec les facteurs climatiques du milieu, notamment la température, est positive.

L'abondance importante des phlébotomes et la présence de trois espèces vectrices de leishmanioses : *P. papatasi/Leishmania major, P. perniciosus /L. infantum et P. longicuspis/L. infantum* et deux vecteurs suspectés *P. sergenti et P. alexandri* récoltés dans la station de Menaâ. L'analyse parasitologique, sur les femelles du genre *Phlebotomus* inventoriées en vue de la recherche de *Leishmania* à été négative.

**Mots clé :** Batna, Biskra, Bio-écologie, Leishmaniose, Phlébotomes, *Leishmania*, *Psychodidae*, Systématique.