

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Ferhat Abbas-Setif 1
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس سطيف 1
كلية علوم الطبيعة والحياة

N°...../SNV/2014

Département de Biologie et Physiologie animale

THESE

Présentée par:

BOUDRISSA Abdelkarim

En vue de l'obtention du diplôme de :

Doctorat en Sciences

Option: Biologie et Physiologie animale

THEME :

**ETUDE ECO-EPIDEMIOLOGIQUE DE LA LEISHMANIOSE
CUTANEE DU SUD DE L'ALGERIE**

Soutenue publiquement le 17/06/2014

Devant le jury

Président :	Pr BOUNECHADA Mustapha	Professeur	Université Sétif 1
Rapporteur :	Pr HAMRIOUI Bousaad	Professeur	CHU Mustapha Bacha
Co-rapporteur	Pr ARRAR Lekhmissi	Professeur	Université Sétif 1
Examineurs :	Pr AIT HAMOUDA Rabeh	Professeur	CHU Batna
	Pr MOULAHM Tayeb	Professeur	CHU Constantine

Année universitaire 2013-2014

Dédicaces

Je dédie cette thèse

A la mémoire de mon père

A ma mère

A ma femme

A ma fille : María

A mes garçons : Khalil, Med amine, Soufiane et Acil.

A mes frères et sœurs

Et à toute ma famille

Remerciements

À mon Professeur **Hamriouï Bousaad** pour avoir accepté d'encadrer ce travail. Je le remercie tout particulièrement pour sa disponibilité, son écoute et sa confiance qui m'ont permis de réaliser cette thèse dans les meilleures conditions.

A monsieur le Professeur **Arrar Lekhmissi**, Professeur à l'université de Sétif. Je voudrais lui exprimer ici mes sincères remerciements pour avoir accepté de co-encadrer mon travail. Je le remercie vivement pour sa disponibilité à l'évolution de ma thèse qui ne m'a jamais fait défaut. Aussi, je lui suis reconnaissant pour son soutien moral qui m'a été exprimé plus d'une fois.

A monsieur le Professeur **Bounechada Mustapha**, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect et qu'il me soit permis de le remercier d'avoir bien voulu présider le jury de cette thèse.

A monsieur le Professeur **Moulaïhem Taayeb**, Professeur en parasitologie au CHU de Constantine. Je voudrais qu'il trouve ici tous mes remerciements d'avoir bien voulu examiner mon travail et de faire partie du jury.

A monsieur le Professeur **Aït Hamouda Rabeh**, Professeur en infectiologie au CHU de Batna. Je voudrais qu'il trouve ici mes remerciements les plus vifs, non seulement pour avoir accepté d'examiner mon travail, mais aussi pour sa bienveillance chaque fois que je voulais prendre son avis. Je suis très heureux aussi de le retrouver parmi les membres de ce jury.

A monsieur le Professeur **Bakı Chabı̄b-Arslane** Professeur à l'Université de Sétif, Je voudrais lui exprimer mes remerciements les plus sincères pour avoir accepté mon invitation pour assister à la soutenance de cette thèse et nous honorer par sa présence.

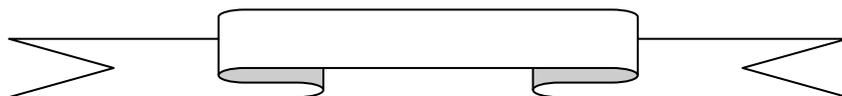
Un grand merci à **Dr Harrat Zoubir** chef de service du Centre National de Référence de *Leishmania* de l'Institut Pasteur d'Algérie qui m'a ouvert ses portes et m'a permis l'identification des souches isolées. Mes remerciements vont également aux collègues du laboratoire auprès desquels il m'a été agréable de travailler avec eux ces dernières années, notamment **Boubidi Saïd Chawki**, **Benkhilef Razika**, **Bouiba Lazhari**, **Kamel Ben Allal**, **Garni Rafik**, *ghania*.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance envers mes amis : **Kamel Cherif** et **Abdelkader Cherief** les remercie tout particulièrement pour leur disponibilité leur écoute et leur confiance qui m'ont permis de réaliser ce travail et à Madame **Boutera Nacéra** pour la relecture du manuscrit et ses corrections attentives.

À mes collègues de l'annexe Pasteur de M'sila pour leur disponibilité, mais surtout pour leur amitié notamment Mme **Dahmani Oum El Kheir**, **Mdjahed Abdelkader**. J'espère que nos relations continueront à s'enrichir professionnellement et humainement

À mes compagnons de terrain, qui par leur amitié ont grandement favorisé la réalisation de ce travail, je cite d'El Mehîr **Fora Achor**, **Dr Merhoun**, de Biskra **Derradji** et le fameux **Didiche**, d'El Meghaeir **Dr Allag Djamel** et **Boouia Messaoud**, de Tougourt **Abderrahman**, **Ghoula Elhadj**, d'Elhadjra **Dr Boukelsous A.Rahim**, d'El Guerrara **Mhamedî Bikir** de Ghardaïa **Dr Selt Ben Salah**, **Boucharb Bahir** et de Sidid Aïssa **Benslimane Kamel**.

Je souhaite remercier également toutes les personnes avec qui j'ai partagé la joie et le plaisir de travailler avec elles sur le terrain et pour lesquelles je garde des souvenirs inoubliables.



Résumé

La leishmaniose cutanée du sud est une zoonose parasitaire qui sévit à l'état endémo-épidémique dans les régions arides et sahariennes de l'Algérie. C'est un fléau majeur de santé publique. Bien que les études épidémiologiques antérieures aient permis l'identification des principaux éléments du cycle de transmission de la maladie, beaucoup d'inconnues persistent quant au fonctionnement des foyers à différents étages bioclimatiques et son interaction avec l'environnement, la biodiversité et les activités humaines.

Cinq foyers situés à différents étages bioclimatiques de l'Algérie ont été explorés de point de vue géomorphologique, écologique, épidémiologique et socio-économique : le foyer d'El Mhir situé à cheval entre l'Atlas tellien et les hauts plateaux, le foyer d'El Hodna, le foyer de la vallée d'Oued d Righ, le foyer d'EL Hadjira et enfin le foyer de la vallée de Ghardaïa.

Les souches de *Leishmania* appartenant à *Leishmania major* et à *L. Killicki* isolées ont été identifiées et caractérisées par la méthode biochimique et / ou moléculaire au centre National de Référence des *Leishmania* à l'Institut Pasteur d'Algérie.

Les résultats ont montré que le fonctionnement de la maladie est propre à chaque foyer, que la dynamique des vecteurs et des rongeurs ont un impact direct sur les épidémies, le développement de l'agriculture et les activités humaines constituent un facteur amplificateur de la maladie.

Mots clés : Leishmaniose cutanée. *Leishmania major*, *Leishmania killicki*, épidémiologie. Algérie.

Summary

Cutaneous leishmaniasis is a south parasitic zoonosis plaguing the endemoepidemic state in arid and Saharan regions of Algeria. This is a major public health problem. Although previous epidemiological studies have led to the identification of the main components of the transmission cycle of the disease, many unknowns remain about the functioning fireplaces different bioclimatic zones and its interaction with the environment, biodiversity and human activities.

Five foci located in different bioclimatic zones of Algeria were explored geomorphological, ecological, epidemiological and socio-economic: the foci of El Mhir straddles between the Tell Atlas and the highlands, foci of El Hodna, foci of the valley of Oued Righ, El Hadjira and finally foci of the valley of Ghardaia.

Leishmania strains belonging to *L. major* and *L. killicki* isolated were identified and characterized by biochemical method and / or molecular to the National Reference Centre for *Leishmania* at the Pasteur Institute of Algeria.

The results showed that the operation of the disease is specific to each household, the dynamics of vectors and rodents have a direct impact on epidemics, the development of agriculture and human activities are an amplifier of the disease factor.

Keywords: cutaneous leishmaniasis . *Leishmania major*, *Leishmania killicki* epidemiology. Algeria.

ملخص



داء الليشمانيات الجلدي الجنوبي، داء حيواني المنشأ يتوطن في المناطق شبه الجافة، الجافة والصحراوية للجزائر وهو مرض متوطن له انعكاسات كبيرة على الصحة العمومية. بالرغم من أن الدراسات التي أجريت لحد الآن حول هذا المرض بينت عوامل الدورة المرضية الا أن كثير من النقاط لا تزال غامضة خاصة فيما تعلق بآليات عمل هذه البؤر على مستوى المناطق البيو مناخية وتداخلها مع البيئة والتنوع الاحيائي والأنشطة البشرية.

تطرق البحث الى دراسة جيومرفولوجية، أيكولوجية، وبائية و سوسيو-اقتصادية لخمس بؤر موزعة حسب التدرج البيومناخي : بؤرة المهير المتموقعة بين الأطلس التلي و الأطلس الصحراوي، بؤرة وادي ريغ، بؤرة الحجيرة و أخيرا بؤرة غرداية.

تم عزل و تعريف نوعين من الليشمانيا حسب ما تأكد من نتائج المخبر النموذجي لداء الليشمانيات لمعهد باستور الجزائر (*Leishmania major* et à *L. Killicki*)

بينت النتائج ان دينميكية إنتشار المرض تختلف باختلاف البؤر و العاملان الأساسيان هما النواقل و المستودعات اللذين يتأثران بالأنشطة البشرية خاصة تلك المرتبطة بالفلاحة .

الكلمات المفتاح : داء الليشمانيات الجلدي . الليشمانيا الكبيرة *L.major* ، الليشمانيا كيليكى *L. killicki* علم الأوبئة. الجزائر.

Listes des figures

Figure 1 :	Taxonomie des espèces du genre <i>Leishmania</i> .	10
Figure 2 :	Formes de parasite : a-promastigotes b-amastigote	12
Figure 3 :	Taxonomie des espèces du genre <i>Leishmania</i> .	13
Figure 4 :	Phlébotomes <i>P.papatasi scopoli</i> ; a : mâle, b : femelle.	14
Figure 5 :	Cycle évolutif du <i>Phlebotomus</i> sp.	17
Figure 6 :	Différents types de cycles épidémiologiques.	19
Figure 7 :	Cycle biologique de <i>Leishmania</i> .	22
Figure 8 :	Le cycle de vie de <i>Leishmania</i> dans un vecteur compétent.	23
Figure 9 :	Répartition mondiale des zones d'endémies des leishmanioses	25
Figure 10 :	Répartition géographique des leishmanioses en Algérie.	26
Figure 11 :	Rongeurs réservoirs de <i>Leishmania</i>	28
Figure 12 :	Aspect de quelques lésions de la leishmaniose cutanée zoonotique.	29
Figure 13 :	Les grands ensembles physiques de l'Algérie.	44
Figure 14 :	Localisation et limites administratives de la zone d'étude d'El Mehir avec localisation des cas de leishmaniose cutanée zoonotique.	47
Figure 15 :	Vue paysagère du site d'étude d'El M'hir.	48
Figure 16 :	Localisation, limites et réseau hydrographique du bassin du Hodna.	49
Figure 17 :	Steppe halophyte (<i>Suaeda</i>), M'sila (Ouled Madhi).	52
Figure 18 :	Carte de localisation géographique de la Vallée d'Oued Righ.	54
Figure 19 :	Les agglomérations et Oasis qui jalonnent le long de la vallée.	55
Figure 20 :	Photo Digital Globe (2005) de la vallée d'Oued Righ.	57
Figure 21 :	Photo Digital Globe (2005) de la zone humide d'El Hadjira.	58
Figure 22 :	Vue d'ensemble de l'agglomération d'El Hadjira et sa palmeraie formée.	59
Figure 23 :	limites administratives de la wilaya de Ghardaïa.	60
Figure 24 :	Localisation des sites d'études au niveau des trois strates.	64
Figure 25 :	prélèvement de patients atteints de LC.	65
Figure 26 :	vue d'ensemble de la vallée de Mzab.	70
Figure 27 :	Station d'étude entomologique à Guerrarra.	71
Figure 28 :	modèle de piège adhésif : a. Guirlande, b. pièges lumineux CDC.	72
Figure 29 :	Recherche des terriers de rongeurs actifs (T) par le biais des indices de présence (IP), notez les fragments de végétaux frais à l'entrée du terrier.	74
Figure 30 :	capture manuelle des rongeurs par inondation des terriers.	75
Figure 31 :	piège Sherman posé à l'entrée d'un terrier.	76
Figure 32 :	Evolution de la LC dans le foyer d'El Mehir (2004-2010).	80
Figure 33 :	Localisation des stations de capture des phlébotomes à El Mehir.	81
Figure 34 :	Station de capture des phlébotomes à M'Zita.	81
Figure 35 :	Vue panoramique du village d'El Melz.	82
Figure 36 :	Station Rebéa.	83
Figure 37 :	Evolution des cas humains de la leishmaniose cutanée zoonotique dans la wilaya de M'sila (1993-2011).	90
Figure 38 :	Distribution des phlébotomes par espèces dans les treize stations.	93
Figure 39 :	Evolution mensuelle des phlébotomes capturés aux pièges CDC à Ain El Hadjel.	95
Figure 40 :	Distribution des captures au piège CDC et papiers huilés à Nouarra.	96

Figure 41 :	Distribution des captures au piège CDC et papiers huilés réalisée au niveau de la station Maadid.	97
Figure 42 :	Quelques espèces de rongeurs capturées autour du Chott.	99
Figure 43 :	à gauche : <i>Meriones shawi</i> (femelle avec ses petits) : à droite : <i>P. obesus</i> .	99
Figure 44 :	Profil obtenu qui cible une séquence de l'ADN ribosomal du <i>Leishmania</i> .	100
Figure 45 :	Aire de répartition du rongeur <i>M. shawi</i> .	103
Figure 46 :	zones de répartition des espèces de rongeurs réservoirs de la LCZ.	104
Figure 47 :	Evolution de la LCZ au niveau des communes d'El Maghaier pendant la période 2003-2012.	108
Figure 48 :	Ville d'El-Méghaier (scène Google earth).	109
Figure 49 :	Oued Lemdjar à El-Meghaeir densité importante <i>P.obesus</i> .	109
Figure 50 :	Evolution de la LCZ au niveau des communes de Touggourt durant la période 2009-2012.	110
Figure 51 :	Ilot urbain de l'agglomération de Touggourt montrant la localisation cimetières	111
Figure 52 :	représentation graphique des fréquences relatives des phlébotomes dans la vallée Oued Righ	112
Figure 53 :	Butte au niveau du quelle <i>P.</i> capturée a été capturé à Touggourt	113
Figure 54 :	Evolution de la LCZ dans le foyer d'El Hadjira (2000-2012)	116
Figure 55:	Répartition par espèce des phlébotomes capturés à El Hadjira.	118
Figure 56 :	Les Ghouts constituent autours des agglomérations des zones d'endémicité de la LCZ	120
Figure 57:	Evolution de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Ghardaïa.	124
Figure 58 :	Répartition des cas de la leishmaniose cutanée par sexe	125
Figure 59 :	Evolution de la LC dans la wilaya de Ghardaïa	126
Figure 60 :	Foyer mixte de Ghardaïa (<i>L. major</i> et <i>L.killicki</i>)	127
Figure 61 :	Localisation des espèces <i>L. major</i> et <i>L. killicki</i> dans la vallée du M'Zab	128
Figure 62 :	Pose de piège CDC au fond d'une caverne à Chaabet Telli	130
Figure 63:	Profil électrophorétique des <i>Leishmania</i> .	131
Figure 64 :	Répartition par sexe des cas de la LCZ dans la région du Hodna	135
Figure 65 :	Répartition de la LCZ par classe d'âge.	135
Figure 66 :	Répartition des malades par nombre de lésions.	136
Figure 67 :	multiplicité des formes cliniques de la forme LCZ.	137
Figure 68 :	localisation particulière de lésions dues à <i>L. major</i> .	138
Figure 69 :	cicatrices indélébiles de la LCZ.	138
Figure 70 :	Représentation graphique de l'analyse en composantes principales de l'abondance des phlébotomes	141
Figure 71 :	Les maladies associées aux rongeurs	143
Figure 72 :	Corrélation entre pluviométrie et abondance de population et maladie	145
Figure 73 :	Evolution la LCZ en fonction de la pluviométrie à M'Sila	146
Figure 74 :	Profil bioécologique longitudinal selon une coupe Nord Sud.	148
Figure 75:	Carte de risque spatial de la leishmaniose cutanée en Algérie.	154

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sous genre et principales espèces de phlébotomes impliqués dans la transmission de diverses leishmanioses.	15
Tableau 2 : Liste des espèces de phlébotomes représentées en Algérie.	18
Tableau 3 : Répartition de la leishmaniose cutanée dans le sous Bassin d'El Mehir.	79
Tableau 4 : Résultat de capture des phlébotomes dans la station de M'zita	82
Tableau 5 : Résultat de capture des phlébotomes dans la station El Melz	83
Tableau 7 : Résultats globaux des enquêtes entomologiques dans la région d'El Mehir	83
Tableau 8 : Les valeurs des indices écologiques de la faune phlébotomienne au niveau des stations d'El Mehir.	84
Tableau 9 : Souches isolées chez les patients et rongeurs dans le nouveau foyer de leishmaniose cutanée d'El Mehir et leur identification isoenzymatique	85
Tableau 10 : Inventaire des espèces de phlébotomes de la région de M'sila.	89
Tableau 11 : Résultats globaux des captures des phlébotomes aux pièges adhésifs et aux CDC dans la région de M'sila	91
Tableau 12 : Fréquences relatives des genres et sous genres	92
Tableau 13 : résultats des captures mensuels des phlébotomes d'Ain El Hadjel (Mars- Octobre)	93
Tableau 14 : Distribution des phlébotomes par espèces et par type de piégeage (papiers huilés et pièges CDC) au niveau des deux stations: Nouarra et Maadid.	94
Tableau 15 : les valeurs des indices écologiques de la zone d'étude (Hodna)	96
Tableau 16 : Quelques espèces de rongeurs inventoriées dans la région du Hodna	97
Tableau 17 : Liste et nombre des espèces examinées.	98
Tableau 18 : Comparaison du taux d'infection chez le <i>P. obesus</i> :	101
Tableau 19 : Taux d'infestation chez <i>M. shawi</i>	102
Tableau 20 : Evolution du nombre de cas de la LC au niveau des communes d'El Meghaier.	102
Tableau 21 : Evolution de la leishmaniose cutanée par commune à Touggourt	107
Tableau 22 : Inventaire des phlébotomes de la vallée d'Oued Righ	110
Tableau 23 : Evolution de la LCZ dans le foyer d'El Hadjira pour la période 2000-2012	112
Tableau 24 : Résultats des captures des phlébotomes dans le foyer d'El Hadjira	116
Tableau 25 : Evolution du nombre de cas de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Ghardaia	117
Tableau 26 : Répartition des phlébotomes par espèce dans la vallée de Mzab	123
Tableau 27 : Distribution spatiale de <i>P. sergenti</i> selon l'altitude	129
Tableau 28 : Distribution spatiale de <i>P. sergenti</i> selon l'altitude	130
Tableau 29 : répartition des éléments du cycle parasitaire par strate	150
Tableau 30 : risque de transmission de la LCZ selon chaque étage bioclimatique	151

Liste des Abréviations

ARN	Acide ribonucléique
CDC	Centre for Disease Control (Atlanta)
DSA	Direction des Services Agricoles
DSP	Direction de la Santé et de la Population
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
EPSP	Etablissement Public de Santé de Proximité
Fig	Figure
GPS	Global Positioning System
HIV/ VIH	Human Immunodeficiency Virus
IFI	Immuno Fluorescence Indirecte
INPV	Institut National de protection des végétaux
IL-1, IL-4	Interleukine-1, Interleukine
IPA	Institut Pasteur d'Algérie
LANDSAT	Programme Américain d'Observation de la Terre
LC	Leishmaniose Cutanée
LCA	Leishmaniose Cutanée Anthroponotique
LCD	Leishmaniose Cutanée Diffuse
LCM	Leishmaniose Cutané-Muqueuse
LCN	Leishmaniose Cutanée du Nord
LCS	Leishmaniose Cutanée Sporadique
LCZ	Leishmaniose Cutanée Zoonotique
LIPA	laboratoire de l'Institut Pasteur d'Algérie
LPG	Lipopolyglucane
LV	Leishmaniose Viscérale
MGG	May Grünwald- Giemsa
MHOM/DZ/13/LIPA 341	Nature de l'hôte (homme), DZ : sigle du pays d'isolement (Algérie), 132 année de prélèvement (2013), LIPA : numéro de la souche
MON	Code désigne le centre de référence de Montpellier pour la désignation de zymodème de <i>Leishmania</i>
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NNN	Novy – Neal - Nicolle
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations Unies
Pb	Paire de base
PCR	Polymérase Chaîne Réaction
PDAU	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
Ph	Papier huilé
PM	Poids moléculaire
PNDA	Plan National de Développement Agricole.
REM	Relevé Epidémiologique Mensuel
RGPH	Recensement Général de la Population Et De 'Habitat
SIDA	Syndrome d'Immuno Déficience Acquis
SIG	Système d'Information Géographique
UI	Unité Internationale
UV	Ultra – Violet

Glossaire

Abiotique	Facteur physique ou chimique de l'environnement.
Abondance	Nombre d'individus par unité de surface ou de volume.
Adaptation	Caractère anatomique, processus physiologique ou trait comportemental qui a évolué sous l'effet de la sélection naturelle parce qu'il améliorerait la survie et le succès reproductif à long terme d'un organisme.
Adn	d'Acide DésoxyriboNucléique.
Affleurements	fait d'affleurer, de mettre deux objets au même niveau
Anthropique	Résultant de l'action de l'homme ou fait par lui.
Anthropiques	Qui aime les humains, en parlant d'êtres autres que les humains.
Anthropisation	est la transformation d'espaces, de paysages, d'écosystèmes ou de milieux semi-naturels sous l'action de l'homme.
Anthropisée	est la transformation d'espaces, de paysages, d'écosystèmes ou de milieux semi-naturels sous l'action de l'homme.
Anthropophile	: Qui aime les humains, en parlant d'êtres autres que les humains.
Approches	holistiques définition <i>L'approche globale de la personne</i> de sa santé, de sa thérapie
ARN	acide ribonucléique.
Bassin	Surface d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un lac.
Bassin-Versant	est une aire délimitée par des lignes de partage des eaux, à l'intérieur de laquelle toutes les eaux ...
Biocénose	: Ensemble des peuplements occupants un même milieu.
Biodiversité	Diversité totale de tous les organismes et écosystèmes présents à diverses échelles spatiales (depuis les gènes jusqu'aux biomes entiers).
Biotope	Ensemble des conditions physico-chimiques du milieu.
Biotope	et l'ensemble biocénose biotope forme un écosystème, ainsi que leur organisation et leur richesse spécifique.
Capacité Vectorielles	La compétence vectorielle d'un moustique est déterminée par le fait qu'il facilite le développement normal du Plasmodium du stade ookinète jusqu'au stade sporozoïtes. La compétence vectorielle mesure ainsi le niveau de co adaptation entre le plasmodium et le vecteur et dépend essentiellement des facteurs génétiques.06/05/2008 IPM

Chaméphytes	est un type de plante vivace des régions froides ou montagneuses, dont les organes permettant de passer la mauvaise saison (bourgeons) sont situés entre 10 et 50 centimètres au-dessus du sol.
Corridor Ecologique	Les corridors écologiques sont des axes de communication biologique, plus ou moins larges, continus ou non, empruntés par la faune et la flore, qui relient les réservoirs de biodiversité.
Corridors	zone géographique qui fait communiquer une enclave avec l'extérieur.
Domaine Vital	: est l'aire où un animal vit ordinairement et qui suffit à répondre à ses besoins primaires.
Éboulis	est une accumulation de fragments de roches réunis par gravité à la base de pentes rocheuses montagneuses, typiquement des falaises, dont ils se sont détachés. Ils sont liés à différents facteurs comme l'érosion ou les conditions météorologiques.
Eco-Epidémiologie	(ou épidémiologie environnementale) est une discipline émergente, transversale aux domaines de l'écologie et de la médecine (et plus particulièrement de l'épidémiologie et de la médecine vétérinaire ; beaucoup de maladies infectieuses ou parasitaires ont un « réservoir animal »).
Écosystèmes	dans un système écologique, l'ensemble des êtres vivants et leurs interactions avec le milieu naturel
Ecozones	est définie comme étant une partie de la surface terrestre représentative d'une unité écologique à grande échelle, caractérisée par des facteurs abiotiques et biotiques particuliers.
Ephémérophytes	plantes des déserts, accomplissant tout son cycle reproductif en quelques jours, après la pluie
Épizootie	épidémie qui atteint un grand nombre d'animaux
Érémienne	Saharienne
Éthologie	est l'étude du comportement des diverses espèces animales. Cette branche zoologique de la biologie a été créée en 1854 par le naturaliste Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. ...
Facteur Limitant	est le facteur qui va conditionner la vitesse ou l'amplitude d'un phénomène plurifactoriel à un moment précis. À ce moment-là, tous les autres facteurs permettant la réalisation de ce phénomène sont en excès par rapport au facteur limitant. Le concept de quantité relative est très important, une modification des proportions peut changer la nature du facteur limitant.

Facteurs Abiotiques	représentent l'ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème influençant sur une biocénose donnée.
Géotypes	ensemble du patrimoine génétique d'une personne hérité de ses ascendants
Marnes	roche sédimentaire composée de calcaire et d'argile
Microclimat	désigne généralement des conditions climatiques limitées à une région géographique très petite, significativement distinctes du climat général de la zone où se situe cette région.
Niche Ecologique :	la « <i>position</i> » occupée par un organisme, une population ou plus généralement une espèce dans un écosystème,
Pcr-Rflp :	<i>PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism</i>
Polymorphisme	est formé à partir du grec ancien (polloí) qui signifie « plusieurs » et (morphos) qui signifie « forme ».
Prévalence	la prévalence est une mesure de l'état de santé d'une population à un instant donné. Pour une affection donnée, elle ...
Sebkha	lac salé temporaire d'Afrique du Nord.
Sebkha	nom féminin : Lac salé temporaire d'Afrique du Nord .
Topotype	carte, guide destiné aux randonneurs
Trophique	affleurements gypso-marneux salins
Trophiques	ce qui est relatif à la nutrition d'un <i>tissu</i> vivant ou d'un organe.

SOMMAIRE

INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE.....	1
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	5
Généralités sur les Leishmanioses	5
1. Définition.....	5
2. Historique.....	5
2.1. Dans le monde.....	5
2.2. En Algérie.....	6
3. Importance des leishmanioses.....	8
3.1. Importance médicale.....	8
3.2. Importance économique.....	8
4. Epidémiologie Générale.....	9
4.1. Le parasite <i>Leishmania</i>	9
4.1.1. Taxonomie.....	9
4.1.2. Morphologie.....	11
4.1.2.1. Forme amastigote.....	11
4.1.2.2. Forme promastigote.....	11
4.1.3. Ultrastructure.....	12
4.1.4. Biologie.....	13
4.1.4.1. Reproduction.....	14
4.2. Le vecteur.....	14
4.2.1. Taxonomie.....	16
4.2.2. Bio-écologie et reproduction.....	16
4.2.3. Les phlébotomes d'Algérie.....	17
4.3. Les réservoirs des parasites.....	19
4.3.1. Les canidés réservoirs.....	19
4.3.2. Les rongeurs réservoirs de parasites.....	20
4.4. Transmission de la leishmaniose.....	21
4.4.1. Cycle biologique.....	21
5. Distribution géographique des leishmanioses.....	24
5.1. Dans le monde.....	24
5.2. Les leishmanioses en Algérie.....	25
5.2.1. La Leishmaniose cutanée zoonotique.....	27
5.2.1.1. Formes cutanée sporadique à <i>L. infantum</i>	30
5.2.1.2. La leishmaniose cutanée chronique.....	30
6. Co-infection VIH/ <i>Leishmania</i>	30
7. Ecologie des leishmanioses.....	31
7.1. Impact sur les phlébotomes vecteurs.....	33
7.2. Impact sur les rongeurs réservoirs.....	36
7.2.1. Les rongeurs susceptibles d'être impliqués dans la transmission de la leishmaniose cutanée en Algérie.....	37
7.2.1.1. Famille des Gerbillidés.....	37
7.2.1.2. Famille des Cténodactylidés.....	37
8. Principaux facteurs de risque.....	38
8.1. Conditions socioéconomiques.....	38
8.2. Malnutrition.....	38
8.3. Mobilité de la population.....	38
8.4. Changements environnementaux.....	39

8.5. Changement climatique.....	39
9. Le diagnostic des leishmanioses.....	39
9.1. Recherche de l'ADN parasitaire.....	40
9.2. Le diagnostic sérologique.....	40
10. Traitement.....	40
10.1. Vaccination.....	41
10.2. Prophylaxie.....	41
10.2.1. Lutte contre les phlébotomes.....	41
10.2.2. Lutte contre le réservoir du parasite.....	42
	42
CHAPITRE II : ZONE D'ETUDE.....	43
1. Description des zones d'étude.....	43
2. Cadre topographique.....	43
2.1. Le Système Tellien.....	43
2.1.1. Le Tell Occidental.....	43
2.1.2. Le Tell Central.....	43
2.1.3. Le Tell Oriental.....	43
2.1.4. Les chaînes telliennes littorales.....	43
2.1.5. Les chaînes telliennes externes.....	44
2.1.6. Les chaînes telliennes internes.....	45
2.2. Les Hautes Plaines steppiques.....	45
2.2.1. Les steppes occidentales.....	45
2.2.2. Les steppes orientales.....	45
2.3. Le Sahara.....	45
2.3.1. Les hamadas et les tassilis.....	45
2.3.2. Les regs.....	45
2.3.3. Les ergs.....	45
2.3.4. Les dépressions.....	46
3. Les foyers étudiés.....	46
3.1. Zone tellienne.....	46
3.1.1. Situation géographique.....	46
3.1.2. Le climat.....	46
3.1.3. La végétation.....	47
3.1.4. Données géomorphologiques.....	47
3.1.5. Occupation du sol.....	47
3.1.6. La population.....	48
3.2. Zone steppique : Foyer du Hodna (M'sila).....	49
3.2.1. Situation géographique.....	49
3.2.2. Hydrologie.....	50
3.2.3. Le climat.....	50
3.2.4. La végétation.....	51
3.2.5. Données géomorphologiques.....	52
3.2.6. Occupation du sol.....	53
3.3. Zone Sud.....	54
3.3.1. Foyers de la vallée d'Oued Righ(Touggourt, El Meghaeir, Djamaa).....	54
3.3.1.1. Situation géographique.....	54
3.3.1.2. Situation administrative.....	56
3.3.1.3. Le climat.....	56
3.3.1.4. Structure urbaine.....	56
3.3.1.5. Aperçu socio-économique.....	56

3.3.1.6. La topographique de la région.....	57
3.3.2. Foyers de la vallée de Ouargla.....	58
3.3.2.1. Présentation de la zone d'étude.....	58
3.3.2.2. Climat.....	59
3.3.2.3. Hydrogéologie.....	59
3.3.3. Foyers de la vallée de Ghardaïa.....	60
3.3.3.1. Aperçu géographique.....	60
3.3.3.2. Données physiques.....	61
3.3.3.3. Données écologiques.....	61
3.3.3.3.1. La flore.....	61
3.3.3.3.2. La faune.....	62
3.3.3.4. Climat.....	62
3.3.3.4.1. Pluviométrie.....	62
3.3.3.4.2. Humidité relative.....	62
3.3.3.4.3. Température.....	62
3.3.3.5. Hydrologie.....	63
3.3.3.6. Données Socio-anthropologiques.....	63
3.3.3.6.1. Organisation sociale.....	64
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.....	65
1. Choix des stations d'étude.....	65
2. Etude épidémiologique.....	66
3. Diagnostic parasitologique.....	66
3.1. Examen direct.....	66
3.2. Culture.....	67
3.3. Identification des parasites.....	67
3.3.1. Typage isoenzymatique des souches.....	67
3.3.2. La PCR.....	67
4. Enquêtes entomologiques.....	68
4.1. Échantillonnage.....	68
4.1.1. Stations de capture.....	68
• Dans le Tell.....	68
• Dans la région steppique.....	68
• Au Sahara.....	68
4.2. Techniques de piégeage.....	73
5. Enquêtes sur les rongeurs.....	75
5.1. Capture manuelle.....	75
5.2. Capture par piégeages.....	76
5.3. Traitement des captures.....	77
5.4. Recherche de Leishmanies.....	77
6. Méthode d'exploitation des résultats par des indices Écologiques.....	77
6.1. Indice Ecologique de Composition.....	77
6.1.1. La richesse spécifique S.....	77
6.1.2. L'abondance relative.....	77
6.2. Indice écologique de structure.....	78
6.2.1. Indice de Shanonn-Weaver.....	78
6.2.2. L'équitabilité.....	78
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION.....	80
1) Etude des foyers du Tell : Cas foyers d'El Mehira (BBA).....	80
1.1. Données épidémiologiques rétrospectives.....	80
1.2. Etude épidémiologique.....	81

1.2.1.	Etude du parasite.....	81
1.2.2.	Etude entomologique.....	81
1.2.2.1.	Station M'Zita.....	82
1.2.2.2.	Station El Melz.....	83
1.2.2.3.	Station Rebéaa.....	84
1.2.2.4.	Indices écologiques.....	85
1.3.	Etude du réservoir.....	86
1.4.	Discussion.....	87
1.5.	Conclusion.....	89
2.	Étude des foyers des régions steppiques. Cas du foyer M'sila (Chott El Hodna).....	90
2.1.	Données épidémiologiques rétrospectives.....	90
2.2.	Etude épidémiologique.....	91
2.2.1.	Etude du parasite.....	91
2.2.2.	Etude entomologique.....	92
2.2.2.1.	Inventaire faunistique.....	92
2.2.2.2.	Étude de la Fluctuation saisonnière.....	95
2.2.2.3.	Efficacité des méthodes de capture.....	96
2.2.2.4.	Indices écologiques.....	98
2.2.3.	Etude du réservoir.....	99
2.2.3.1.	Inventaire des rongeurs.....	99
2.2.3.2.	Recherche des parasites chez les espèces de rongeurs.....	100
2.2.3.3.	Recherche des parasites et typage iso enzymatique.....	101
2.2.3.3.1.	Variabilité des taux d'infection Chez <i>P. obesus</i> .et <i>M. shawi</i> ..	103
2.3.	Discussion.....	106
2.4.	Conclusion.....	106
3.	Etude des foyers du Sahara.....	108
3.1.	Foyers de la vallée Oued Righ.....	108
3.1.1.	Données épidémiologiques rétrospectives.....	108
3.1.1.1.	Foyer d'El-Meghaier.....	108
3.1.1.2.	Foyer de Touggourt (33,06°N ; 6,04° E).....	110
3.1.2.	Etude épidémiologique.....	112
3.1.2.1.	Enquêtes entomologiques.....	112
3.1.2.2.	Enquêtes sur les rongeurs.....	114
3.1.3.	Discussion.....	115
3.2.	Foyer de la vallée de Ouargla : El Hadjira.....	117
3.2.1.	Données épidémiologiques rétrospectives.....	117
3.2.2.	Etude épidémiologique.....	118
3.2.2.1.	Etude du parasite.....	118
3.2.2.2.	Enquêtes entomologiques.....	118
3.2.2.3.	Enquêtes sur les rongeurs.....	119
3.2.3.	Discussion.....	120
3.2.4.	Conclusion.....	122
3.3.	Foyer de la vallée de Ghardaïa.....	124
3.3.1.	Données épidémiologiques rétrospectives.....	124
3.3.2.	Etude épidémiologique.....	128
3.3.2.1.	Etude du parasite.....	128
3.3.2.2.	Etude entomologique.....	129
3.3.2.2.1.	Distribution spatiale des phlébotomes.....	130
3.3.2.2.1.1.	Répartition spatiale de <i>P. sergenti</i>	131
3.3.2.3.	Enquêtes sur les rongeurs.....	133

3.3.3. Discussion	134
4. Etude clinique.....	136
4.1. Aspects cliniques	135
5. Synthèse des résultats	140
5.1. Étude statistiques de l'abondance des phlébotomes dans le Tell, la Steppe et le Sahara	140
5.2. Ecologie des rongeurs et transmission de la leishmaniose.....	144
5.3. Profil écologique de l'habitat des rongeurs.....	147
5.4. Profil Eco-épidémiologique de la leishmaniose cutanée à <i>L. major</i> Mon-25	150
5.5. Risque de transmission de la LCZ par zone géographique	151
5.6. Pullulations des rongeurs et surveillance épidémiologiques.....	154
5.7. Elaboration de carte de risque spatial	154
Conclusion générale.....	156
Références bibliographiques.....	159
ANNEXES	

INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les leishmanioses représentent un ensemble d'affections cosmopolites transmises par la piqûre de diptères hématophages, les phlébotomes. Elles sont dues à un protozoaire flagellé appartenant au genre *Leishmania*, parasite des cellules du système réticulo-histiocytaire. Elles déterminent un large spectre clinique allant de la simple lésion cutanée localisée à la forme viscérale disséminée.

Les leishmanioses, sont endémiques dans 88 pays (21 du Nouveau monde, 67 de l'Ancien monde), dont 72 pays en voie de développement.

Actuellement, l'estimation de l'incidence annuelle mondiale des cas des leishmanioses se situe entre 1.5 et 2 millions, se distribuant entre 1 à 1,5 millions de cas de leishmanioses cutanées et de l'ordre de 500.000 cas de leishmanioses viscérales. 90 % des cas de leishmaniose cutanée proviennent d'Afghanistan, d'Algérie, d'Arabie saoudite, du Brésil, d'Iran, du Pérou et de Syrie (Desjeux, 2001), toutefois, la sous-estimation est importante. La prévalence globale est chiffrée à 12 millions de cas pour une population à risque de 350 millions de personnes environ (Ashford et Desjeux, 1992).

De par sa situation géographique, sa diversité biologique, et sa forte population rurale, l'Algérie, présente un terrain favorable à l'émergence de plusieurs formes cliniques de la maladie. D'ailleurs, elle est la plus exposée dans les pays du pourtour méditerranéen, deux formes cliniques y sévissent à l'état endémique, la leishmaniose viscérale et la leishmaniose cutanée. Ces affections connues depuis le début du dernier siècle posent actuellement un réel problème de santé publique du fait de la recrudescence du nombre de cas et l'extension de la maladie à des régions jusque-là indemnes.

Selon les relevés épidémiologiques mensuels de l'Institut National de Santé Publique, la situation épidémiologique des maladies transmissibles, la leishmaniose sévit pratiquement dans tout le pays : Tell, Steppe et Sahara. 30 mille cas ont été enregistrés en 2005 chiffre jamais atteint auparavant. Les wilayas des hauts plateaux sont les plus touchées par ce fléau. Le fait marquant observé pour les nouveaux foyers de leishmaniose cutanée zoonotique et que leur localisation épouse étroitement la ligne des chotts, elle évolue selon deux axes qui parsèment les hauts plateaux algériens d'Est en Ouest et du Nord au Sud. Chronologiquement

parlant, le nombre augmente au fil des années, avec une incidence qui diffère d'une région à l'autre, mais qui indique une propagation spatiale inquiétante de la maladie.

Longtemps confinée dans le foyer historique de Biskra, la maladie connaît depuis une trentaine d'années une extension franche vers les régions du Nord du pays. Cette incursion a été marquée par la survenue de graves épidémies ayant touchées plusieurs milliers de personnes en différentes régions des hauts plateaux, M'sila en 1982 (8000 cas), K'sar Chellala en 1985 (700 cas), Bordj Bou-Arreridj en 1996 (1000 cas), Barika en 2003 (3200 cas), Ain Sekhouna (Saida) en 2003 (750 cas) et enfin Hassi Bahbah (Djelfa) en 2004 (1000 cas).

L'extension géographique des leishmanioses en Algérie est bien établie, la leishmaniose cutanée zoonotique qui était confinée exclusivement aux foyers steppiques et sahariens a envahi désormais le Tell (Boudrissa, 2012). Cette propagation spatiale est due à des facteurs liés avant tout à l'environnement, aux facteurs climatiques et notamment au développement des projets agro-industriels amenant des citadins non immunisés dans les zones rurales d'endémie. Les projets qui ont un impact sur l'environnement, comme les barrages, les systèmes d'irrigation ou les puits, contribuent également à la propagation de la leishmaniose ; les conflits sociaux, les guerres sont aussi un facteur aggravant (Desjeux 2004).

La coinfection leishmaniose-HIV est devenue en Algérie, un problème important avec la recrudescence du nombre de cas recensés, auquel s'ajoute celui des maladies chroniques, notamment le diabète, où chez ces patients, une lésion cutanée banale, représente un lourd handicap. Depuis 1985, la leishmaniose viscérale est fréquemment associée dans le sud de l'Europe à l'infection par VIH. Elle est à présent reconnue comme une maladie opportuniste courante des patients immunodéprimés dans les foyers de la LV. Près de 965 cas répertoriés par l'OMS en juillet 1998 proviennent des pays du sud de l'Europe (Alvar et al., 1997);(OMS, 2000).

L'impact économique des leishmanioses est aussi important, il se traduit en termes d'affaiblissement de la population active, du coût élevé du traitement qui dépasse souvent, à lui seul, le budget global des soins de santé primaire de certains pays (60-120 \$ par malade) et du retard dans les programmes de développement rural (Desjeux, 1991).

Trois formes de leishmaniose cutanée sévissent en Algérie la leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ), la leishmaniose cutanée anthroponotique (LCA) à *L. killicki*, décrite pour la première fois à Ghardaïa (Harrat et al, 2009), foyer endémique de *L. major* et à Constantine (Mihoubi et al., 2008), et la forme sporadique du Nord la LCN due à *L. infantum*.

Si l'aire de répartition de la leishmaniose cutanée sporadique du Nord, intéresse uniquement l'étage bioclimatique humide et sub-humide, celle de la leishmaniose cutanée zoonotique, au contraire, occupe pratiquement tout le territoire algérien du Nord au Sud et d'Est en Ouest. Et de ce fait chevauche les aires de répartition de la LCN au Nord du pays et de LCA au Sud du pays et au Nord du pays.

Au nord, précisément dans le Tell, la leishmaniose cutanée zoonotique évolue dans le territoire de transmission privilégié de *L. infantum* avec ses différents Zymodèmes (Mon -1, Mon-8, Mon-24), au sud elle évolue dans le territoire de *L. killicki* Mon301 (Harrat, 2009)

Cette large répartition spatiale de la leishmaniose cutanée zoonotique fait apparaître une remarquable plasticité écologique et une adaptation à tous les étages bioclimatiques (érézien, aride et humide) aussi bien du parasite, du vecteur que du réservoir.

Cette répartition du territoire de *L. major* et son enchevêtrement avec celui de *L. infantum* et de *L. killicki*, fait craindre une possible hybridation des formes parasitaires et l'apparition d'un nouveau variant parasitaire plus virulent qui fera le lit pour une nouvelle forme émergente de maladie.

En Algérie la leishmaniose cutanée zoonotique évolue principalement sous forme endémique au sein des anciens foyers (Biskra) et dont les caractéristiques éco-épidémiologiques sont de mieux en mieux connues. Toutefois en marge de ces grandes zones d'endémie, apparaissent des micro-foyers (El Mhir, El Hadjira, Guerrara, Berriane etc...), totalement nouveaux ou jusqu'alors ignorés (Boudrissa et al., 2012)

L'enquête Eco-épidémiologique que nous avons mené dans ces foyers émergents a pour objectif d'une part l'approche globale de la maladie dans l'intégralité de son contexte et d'autre part répondre à plusieurs questions concernant ces mêmes foyers.

Notre contribution dans le présent travail est d'étudier la particularité éco-géographiques des principaux foyers de la leishmaniose cutanée zoonotique associés à des biotopes appartenant à des strates différents (Tell, Steppe, Sahara) et d'apporter une

explication au phénomène d'extension de la maladie et son adaptation à chaque stratification selon un transect Nord Sud. Cette adaptation écologique particulière de la maladie allant des régions montagneuses des Bibans aux palmeraies et Hamada au Sud en passant par des Oasis, nous a amené à poser la question sur la diversité des éléments parasitaires impliqués dans la transmission de cette pathologie.

Mise à part les foyers historiques (foyer de Biskra et celui d'Abadla Bechar) qui ont bénéficié d'importants travaux, aucune étude dans le reste du Sahara n'a été réalisée ; notamment dans le vaste foyer de la vallée de l'Oued Righ, d'El Hadjira et d'El Guerrara.

Les résultats attendus feront ressortir les particularités propres à chacun des foyers étudiés, ceci permettra de tirer des conclusions sur le fonctionnement des foyers leishmaniens dans chaque strate écologique.

Les objectifs que nous nous sommes assignés, concernent l'étude épidémiologique des éléments impliqués dans le cycle parasitaire, en relation avec l'écologie. Elle comprend les étapes suivantes :

- ✓ Etude rétrospective de la leishmaniose cutanée au niveau de chaque foyer étudié.
- ✓ Enquête entomologique et mammalogique au niveau de chaque strate et à différentes niches écologiques
- ✓ Etude parasitologique par isolement et typage iso enzymatique des souches isolées de chaque strate et de chaque élément du cycle parasitaire.
- ✓ Etude des particularités éco-épidémiologiques associés à des biotopes appartenant à des différentes strates (Tell, Steppe, Sahara).
- ✓ Elucider le phénomène de propagation spatiale de la maladie et son adaptation à chaque étage bioclimatique.
- ✓ Déterminer les indicateurs pouvant constituer des facteurs de risque de transmission de la maladie.

L'analyse des résultats obtenus, nous permettra une meilleure connaissance du fonctionnement de différents foyers d'infection et d'avoir les informations utiles pour l'élaboration d'une stratégie de lutte appropriée contre cette zoonose.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Généralités sur les Leishmanioses

1. Définition

Les leishmanioses sont un groupe de maladies parasitaires d'expression clinique variée dues à des protozoaires flagellés appartenant au genre *Leishmania*. Ce sont des maladies émergentes et étroitement liées à l'état de l'environnement. Ces parasites affectent de nombreuses espèces de mammifères, dont l'homme, auxquelles ils sont transmis par la piqûre infestante d'un diptère, vecteur hématophage appartenant au genre *Phlebotomus* dans l'ancien monde et *Lutzomyia* dans le nouveau monde. Ce sont des maladies infectieuses dues au parasitisme des cellules mononuclées par des protozoaires flagellés (Ashford, 2000).

2. Historique

2.1. Dans le monde

Parmi toutes les parasitoses, les leishmanioses sont une des premières décrites au moins dans leurs formes cutanées. La constatation des lésions remonte à la plus haute antiquité aussi bien dans l'ancien que dans le nouveau monde, alors que l'individualisation des formes viscérales et la mise en évidence des agents pathogènes n'ont pu se faire qu'au XIX^{ème} siècle (Dedet, 1999).

Ainsi, les leishmanioses tégumentaires de l'ancien monde, sont des affections dermatologiques connues depuis très longtemps. Al Boukhari, médecin arabe du X^{ème} siècle décrivit cette affection cutanée, et Avicenne l'attribuait à une piqûre de moustique. La première description clinique moderne est celle de Mc Naught en 1882 et c'est Cunningham en 1885 qui découvrit les parasites dans un prélèvement de bouton d'Orient (Dedet, 1999).

En 1903 William Leishman, médecin anglais observa le premier des leishmanies dans un frottis de rate d'un soldat mort à Calcutta en Inde.

Durant la même année, un médecin Irlandais, Donovan observe ces mêmes formes provenant de ponctions de rate d'un malade.

Sir Ronald Ross créa le genre *Leishmania* et c'est en leur honneur que se distingua le taxon *Leishmania donovani* (Dedet, 1999).

En 1908, Nicolle et Comte, à l'institut Pasteur de Tunis observent les mêmes parasites chez le chien. Ils font de cette affection une maladie commune à l'homme et à d'autres mammifères ouvrant ainsi la voie aux recherches épidémiologiques.

En 1921 le rôle vecteur des phlébotomes est découvert, grâce aux travaux des frères Sergent à l'Institut Pasteur d'Algérie.

2.2. En Algérie :

La leishmaniose cutanée fût signalée pour la première fois en 1860 à Biskra par le docteur Hamel. Une seconde observation de la maladie dénommée alors « clou de Biskra » fût publiée deux années plus tard à Laghouat

Après la création de l'Institut Pasteur d'Algérie en 1905 et la mise en place de ces différentes antennes, plusieurs autres cas de Bouton d'orient furent publiés.

Dès lors qu'on pensait que la maladie était inféodée au Sahara, des cas autochtones de leishmaniose cutanée sont signalés au Nord du pays, dans le littoral algérien à Ténès et Boumerdes en 1909.

Les frères Sergent, qui ont diagnostiqué de nombreux cas à Mila en 1923, ont remarqué la petite taille du parasite, ils attribuèrent le nom de « Clou de Mila » à cette forme clinique, Juste pour la différencier de celle du Sud, caractérisée par la grande taille des parasites.

Sergent affirmait en 1927 « Le bouton d'orient plus communément désigné en Algérie sous l'appellation du clou de Biskra, est loin de sévir uniquement dans la région des Zibans, on sait qu'au contraire, la leishmaniose cutanée, existe sur tout le territoire de la colonie, depuis le bord même de la mer jusqu'aux Oasis sahariennes »

Le nombre de cas de bouton d'orient reconnus, que ce soit dans les régions sahariennes ou dans le Tell augmentait au fur des années, comme si la leishmaniose essaimait peu à peu à travers tout le pays.

Au Sahara les recherches systématiques des médecins des territoires du Sud, guidés en cela par l'Institut Pasteur d'Alger, ont établi la répartition géographique du bouton d'Orient dans le Sud de l'Algérie suivant une chaîne, qui partant de Bou Anane (Maroc orientale), aboutit à Gafsa dans le Sud tunisien. Elle passe à la limite méridionale des Hauts Plateaux, au pied des derniers contreforts de l'Atlas, en bordure du désert et est jalonnée le long de ce trajet

par les foyers algériens de Colomb- Béchar, Figuig, Laghouat, Ouled Djellal, Biskra et El Oued. (Sergent et *al.*, 1926).

Le premier recensement de cas de LC effectué en 1926 dénombrait 112 cas en dix ans (1915-1925), les deux tiers étaient localisés au Sud. Parallèlement au dépistage de la maladie de nombreux travaux concernant le parasite et son mode de transmission, furent entrepris à l'IPA. C'est ainsi qu'en 1926 fût découvert pour la première fois le vecteur de la maladie. Les frères sergent et quelques volontaires en expérimentant sur eux même le développement de la maladie en faisant inoculer dans leur peau le broyat de quelques femelles de *P. papatasi* capturées vivantes à Biskra, ont pu reproduire la lésion chez l'homme (Sergent et *al.*, 1926).

A cette époque, le réservoir du Bouton d'orient était inconnu, par contre pour la forme cutanée du Nord plusieurs auteurs ont suspecté le chien suite aux observations de quelques individus canins porteurs de lésion cutanées et vivant dans les habitations où des cas de la maladie furent diagnostiqués.

A partir de 1955, le pays entier paraissait comme un immense foyer de LC dont la limite Sud de l'aire de distribution, s'étendait jusqu'à Tamanrasset, où de rares cas furent rapportés. Cependant l'affection évoluait sous un mode endémique avec quelques pics épidémiques bien circonscrits dans les Oasis de Biskra, du Souf et de Béni Abbes.

La première épidémie fût rapportée dans les garnisons militaires à Biskra en 1960 où plus de 200 cas ont été enregistrés. Après l'indépendance, l'affection n'était qu'occasionnellement signalée.

La régression importante du nombre de cas à cette époque et jusqu'au début des années soixante-dix, était indirectement liée aux opérations de désinsectisation, rentrant dans le cadre de la campagne nationale de lutte antipaludique, lancées à travers tout le territoire national.

Quelques années plus tard, vers 1974, les grands travaux d'aménagement des périmètres agricoles (construction des barrages, mise en valeur des terres dans la vallée d'Abadla à l'Ouest et à M'sila au centre du pays), ont entraîné le déplacement de milliers de personnes vers ces régions en pleine croissance et développement agraire. Le rapprochement de ces sujets « neufs », du rongeur sauvage réservoir de la maladie, était suivi d'une explosion de LC touchant des centaines de cas à Abadla en 1976, surtout de jeunes appelés au service militaire, et près d'un millier de cas à M'sila (1981) (Belazzoug,1982).

En deux ans (1982-1983), près de 8000 cas ont été recensés dans la seule Wilaya de M'sila.

Durant l'hiver de l'année 1986, l'extension de la maladie a touché la localité de Ksar Chellala (Wilaya de Tiaret) où plus de 600 cas ont été rapportés.

Au décours de ces épidémies, l'identité du parasite et la nature de l'hôte réservoir furent établis (*L. major*, *P. obesus*, *M. shawi*) (Belazzoug, 1983 et 1986)

Après 1986, d'autres foyers nouveaux ont émergé : Oued Souf (400 cas, 1994), Bordj Bou Arredj (1000 cas en 1995), Saida (500 cas en 1999), Djelfa (750 cas, 2002) ; Hassi Behbah, nouveau foyer avec près de 1000 cas en 2006 INSP.

En l'absence d'un véritable programme national de recherche et de lutte contre les zoonoses, la liste de nouveaux foyers ne cessera malheureusement de s'allonger.

3. Importance des leishmanioses

3.1. Importance médicale

L'importance sanitaire est due au caractère zoonotique de la maladie, qui bien que rarement exprimée, reste non négligeable (Bussiéras et Chermette, 1992).

La leishmaniose viscérale méditerranéenne n'est plus comme autre fois une maladie de l'enfant mais s'exprime la plus part du temps chez des sujets immunodéprimés (co-infection par le virus de l'immunodéficience acquise VIH (Cruz et *al.*, 2006).

En Algérie, les leishmanioses humaines constituent un véritable problème de santé public et sont classées au premier rang des maladies parasitaires à déclaration obligatoire (Harrat et *al.*, 2006)

3.2. Importance économique

L'importance économique est liée au coût des consultations, des traitements et de la prévention. Concernant la leishmaniose humaine, les coûts relatifs aux consultations, aux examens de laboratoire, aux soins, aux journées d'hospitalisation et au traitement sont tels que dans certains pays le budget qui leur est consacré dépasse celui des soins de santé publique (Desjeux, 1993). Par exemple, le traitement de première intention de la leishmaniose viscérale coûte cher et doit être administré par injection à l'hôpital. Les patients atteints dans les pays

en voie de développement sont donc directement confrontés à des problèmes financiers et d'accès aux structures de soin. Le traitement de la leishmaniose cutanée en Algérie par l'Antimoniote de Méglumine (Glucantime), coûte 120 US\$, sans compter le préjudice esthétique laissé par les cicatrices indélébiles surtout chez les filles. L'amphotéricine B liposomale a peu d'effets secondaires mais coûte trop cher dans les pays en développement : \$1 500 US pour le traitement d'un cas de Leishmaniose viscérale. Pour toutes ces raisons, les malades ne sont pas traités ou observent mal le traitement initié, ce qui accroît le risque d'émergence de souches résistantes (Janvier et *al.*, 2008)

4. Epidémiologie Générale

4.1. Le parasite *Leishmania*

Les parasites *Leishmania* dont il existe environ 17 espèces pathogènes chez l'homme sont des protozoaires flagellés appartenant à l'ordre des kinétoplastidés et à la famille des trypanosomatidés (Dedet, 2009).

4.1.1. Taxonomie.

L'identification des leishmanies a longtemps constitué un problème car leur morphologie et leur pouvoir pathogène ne permettaient pas de les classer. Initialement basée sur des critères éco épidémiologiques puis immunologiques, la classification des leishmanies utilise aujourd'hui les caractères biochimiques (isoenzymes) (Rioux et *al.*, 1990) et des marqueurs d'ADN (Banuls et *al.*, 2007).

Depuis les années soixante-dix, les leishmanies ont pu être identifiées avec assez de précision au moyen de l'analyse électro-phorétique des isoenzymes, formant ainsi une population homogène ou zymodème. (Rioux et *al.*, 1990)

Malgré la percée des techniques moléculaires, l'électrophorèse des isoenzymes représente encore la technique d'identification de référence permettant l'élaboration des classifications phénétiques et phylogénétiques (Pratlong et Lanotte, 1999).

La classification du genre *Leishmania* d'après Levine et al, (1980) est la suivante

Règne	<i>Protista</i> (Haeckel, 1866)
Sous-règne	<i>Protozoa</i> (Gold FUSS 1817 ET Enend Siebold 1848)
Phylum	<i>Sarcomastigophora</i> (Honigberg Et Balanuth, 1963)
Sous-Phylum	<i>Mastigophora</i> (Diesting, 1866)
Classe	<i>Zoomastigophora</i> (Calkins, 1999)
Ordre	<i>Kinetoplastida</i> (Honigberg 1963 et Enend Vickerman 1976)
Sous-Ordre	<i>Trypanosomatina</i> (Kent, 1880)
Famille	<i>Trypanosomatidea</i> (Doflein Enend, Grobben 1905)
Genre	<i>Leishmania</i> (Ross, 1903)

Le genre *Leishmania* est subdivisé en deux sous-genres, selon que le parasite se développe dans la partie centrale ou postérieure de l'intestin du vecteur, respectivement.

Sous-genre	<i>Leishmania</i> (Ross, 1903)
Sous-genre	<i>Vianna</i> (Lainson et Shaw, 1987)

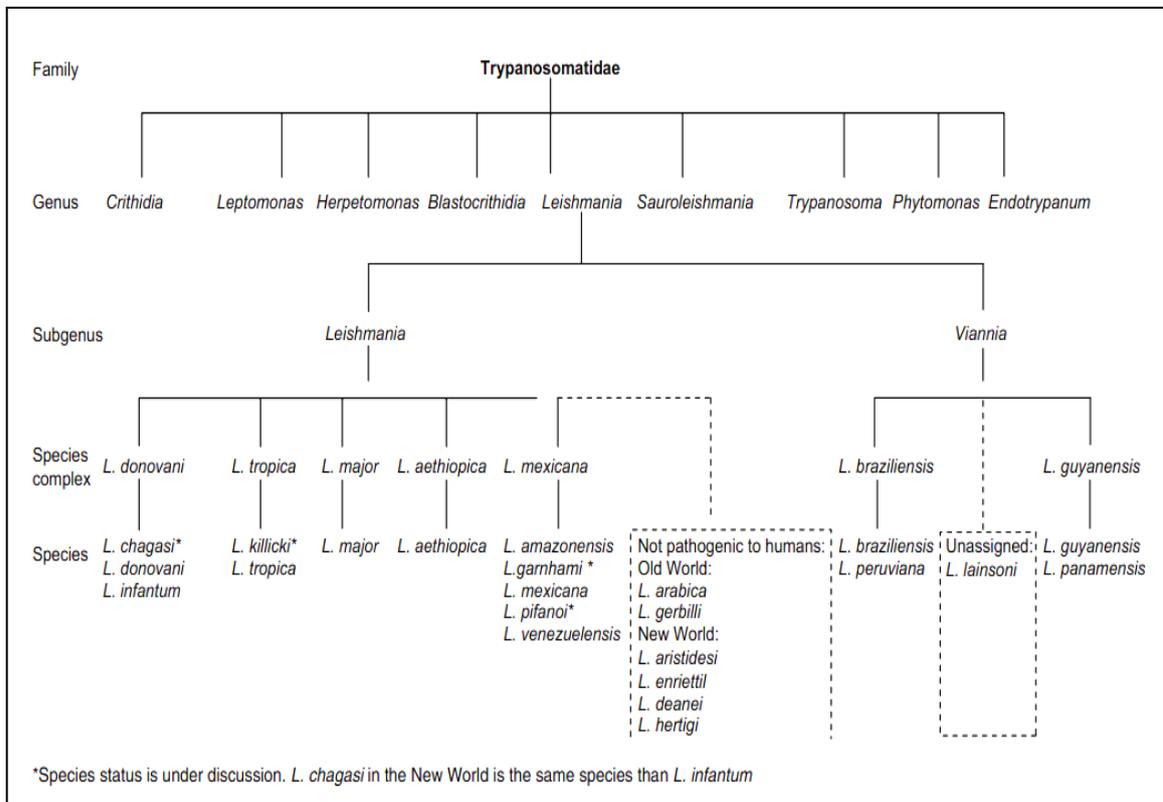


Figure 1 : Taxonomie des espèces du genre *Leishmania* (WHO, 2010).

La classification établie par l'OMS (2010) est reproduite dans la (fig.1). Les parasites y sont divisés en deux sous-genres (*Leishmania* et *Viannia*) et répartis en 7 complexes d'espèces. Les 23 espèces citées ne sont pas toutes impliquées dans des phénomènes pathologiques chez l'homme.

4.1.2. Morphologie.

Les *Leishmania* se présentent chez leurs hôtes successifs (mammifères et insectes) sous deux stades morphologiques distincts : les amastigotes et les promastigotes (fig.1).

4.1.2.1. Forme amastigote.

Petit corpuscule arrondi ou ovalaire de 2 à 6 µm de diamètre (fig.2) possédant un noyau, un kinétoplaste et un flagelle interne. On l'observe chez l'homme et les mammifères vertébrés. Le cytoplasme renferme un volumineux noyau arrondi et un kinétoplaste bacilliforme très visible après coloration au M.G.G qui donne une couleur bleu azur au cytoplasme et rouge violet au kinétoplaste. A ce stade, les *Leishmania* sont immobiles et situées à l'intérieur des cellules du système de phagocytes mononuclés du vertébré mammifère. Cette forme se retrouve dans les histiocytes, macrophages et les cellules de Küpffer, au sein d'une vacuole parasitophore. On retrouve donc ces parasites dans la peau, les nœuds lymphatiques, les cellules souches de la moelle osseuse et divers organes tels que le foie ou la rate (Nozais, 1999).

4.1.2.2. Forme promastigote

Rencontré dans le tube digestif de la femelle phlébotome et dans les milieux de culture. Cette forme se présente sous l'aspect d'élément fusiforme mesurant entre 15 et 20 µm, avec un flagelle libre antérieur. Le noyau est approximativement central, le kinétoplaste est situé en position antérieure (fig.2)

La coloration au Giemsa montre en Microscopie optique un cytoplasme bleu pâle, un noyau rouge violacé et un kinétoplaste en forme de bâtonnet de la même couleur ou parfois plus foncé que le noyau près duquel s'insère le flagelle (Antoine et *al.*, 1999).

La paroi des leishmanies est constituée d'une membrane externe et d'une membrane interne et renferme des composants jouant un rôle important dans l'endocytose des parasites

et dans les phénomènes immunologiques accompagnant les infections leishmaniennes. (Dedet, 2009).

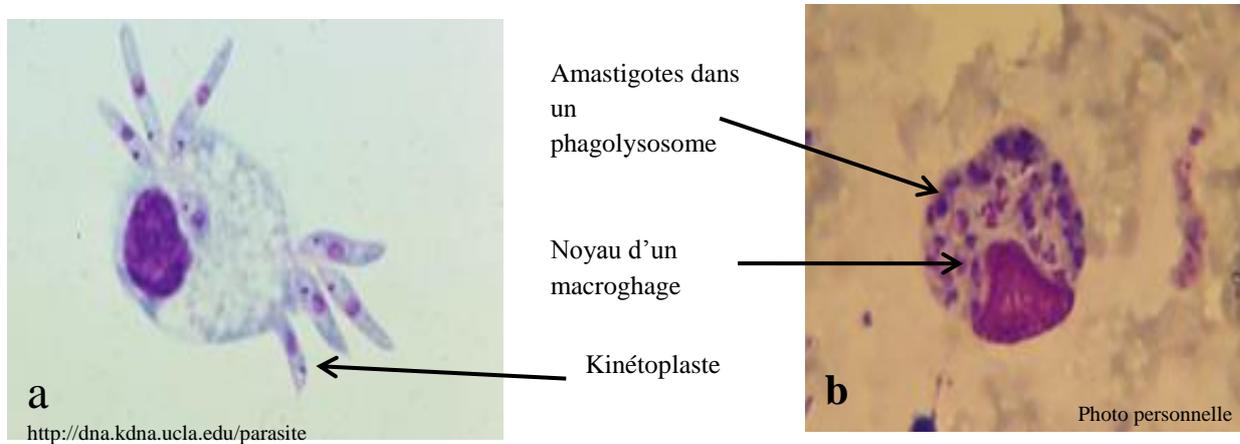


Figure 2 : a- Promastigotes fixés à un macrophage. b- amastigote à l'intérieur d'un macrophage.

4.1.3. Ultrastructure

Les *Leishmania* sont des protozoaires relativement évolués chez lesquels on peut observer la plupart des organites caractéristiques des cellules eucaryotes supérieures. Comme chez toutes les trypanosomatidés, la membrane plasmique est bordée sur sa face interne par un corset des microtubules stables, arrangées en spirales et qui assurent le maintien de la forme cellulaires. Le flagelle qui émane de la partie antérieure des parasites est également riche en microtubules stables (fig.3). On note également la présence d'un organite caractéristique des kinétoplastidés, le kinétoplaste, une portion particulière de l'unique mitochondrie. Comme dans toutes les cellules eucaryotes complexes, on a pu identifier dans les *Leishmania*, de nombreux organites bordés par une membrane et participant soit à la biosynthèse des constituants parasitaires comme le réticulum endoplasmique rugueux, soit à la dégradation des composants parasitaires ou exogènes (organites de type lysosomal). A noter enfin la présence d'un autre organite caractéristique des kinétoplastidés : le glycosome. Ces compartiments sont de petites tailles, sphériques ou allongés au nombre de 10 à 15/cellules sont apparentées aux peroxyosomes et aux glyoxyosomes des cellules eucaryotes supérieures. Ils jouent un rôle important dans le métabolisme parasitaire (Killick-Kendrick, 1988).

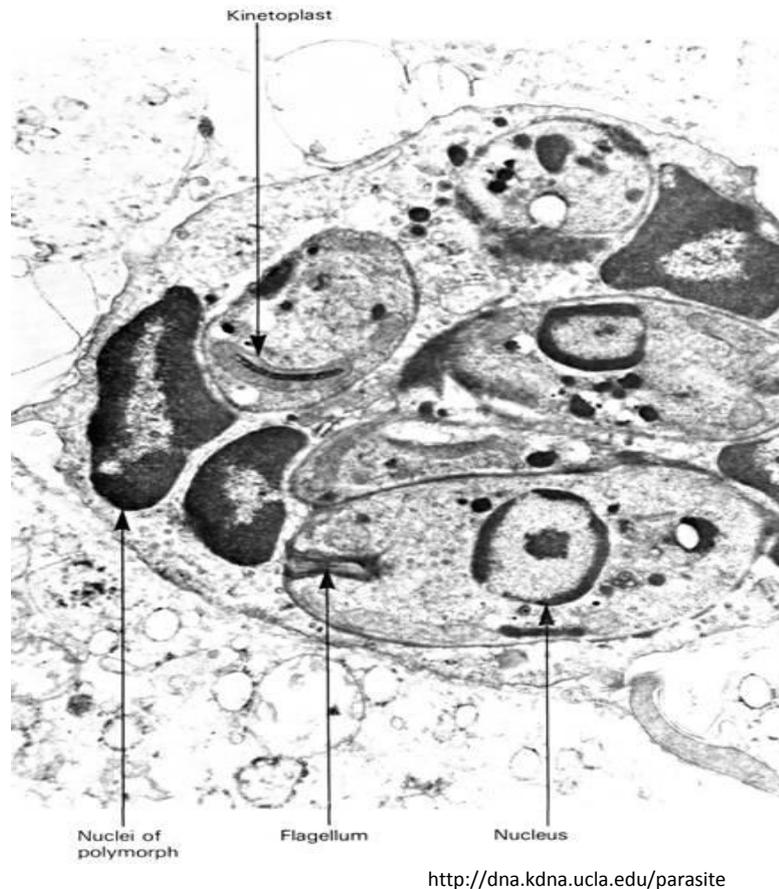


Figure 3 : Ultrastructure de *Leishmania*.

4.1.4. Biologie

Les leishmanies vivent au sein des macrophages, en particulier dans la lymphe dermique, les nœuds lymphatiques, la rate, le foie et la moelle osseuse. Pour leur métabolisme, les leishmanies utilisent les protéines des cellules-hôtes et leur ADN est synthétisé à partir des précurseurs de l'ARN de ces cellules.

Elles survivent à la phagocytose et à l'agression oxydative du macrophage et se multiplient par division binaire longitudinale. Cette multiplication peut engendrer la lyse du macrophage ; les parasites sont alors libérés puis phagocytés par d'autres macrophages. Ceci conduit à la diffusion des leishmanies dans l'organisme (Bussieras et Chermette, 1992)

4.1.4.1. Reproduction

C'est principalement par reproduction asexuée que se multiplient les *Leishmania*. Les leishmanies se multiplient aux deux stades (promastigote et amastigote) par division binaire simple.

Toutefois, des échanges génétiques rares ont pu être observés et semblent participer de façon significative à la structuration des populations par l'apparition de nouveaux hybrides (Akopyants, 2009).

4.2. Le vecteur

Les phlébotomes sont des diptères hématophages de petite taille (2 à 5mm) qui constituent au sein de la famille des *Psychodidae* (Bigot, 1845), la sous-famille des *Phlebotominae* (Kertész, 1904), et renferme environ 700 espèces actuellement décrites (Tab.1). Ils sont les vecteurs exclusifs dans la transmission des leishmanioses, mais peuvent également transmettre à l'homme les arbovirus responsables du groupe des fièvres à phlébotomes, les toxanavirus et *Bartonella bacilliformis*, agent de la verruga péruvienne et de la fièvre d'Oroya (Leger et Depaquit., 2001).

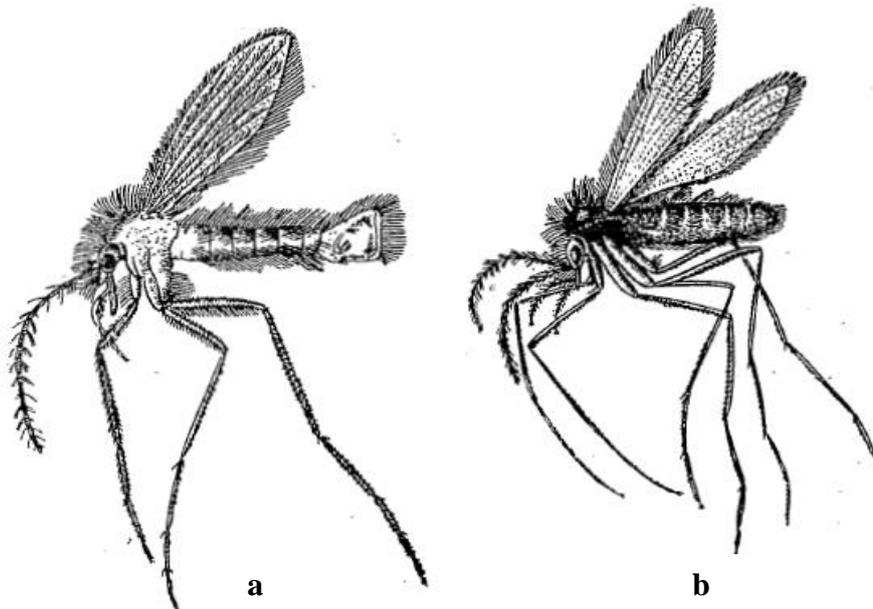


Figure 4 : Phlébotomes *P. papatasi* Scopoli (Pavlovskiy, 1966) ; a : mâle, b : femelle.

Seule la femelle est hématophage, elle se nourrit sur les mammifères, les oiseaux, les reptiles, ou les batraciens. Certaines espèces sont très éclectiques, d'autres plus ou moins spécialisées dans l'exploitation d'un ou de plusieurs hôtes. Les espèces qui piquent l'homme sont généralement également zoophiles, ce qui explique le rôle des phlébotomes dans la transmission de ces zoonoses que sont les leishmanioses (fig.4).

Tableau 1 : Sous genre et principales espèces de phlébotomes impliqués dans la transmission de diverses leishmanioses. (Léger et Depaquit, 2001)

Genres	Sous-genre	Leishmanies	Principales espèces incriminées
<i>Phlebotomus</i> (Ancien monde)	<i>Phlebotomus</i>	<i>major</i>	<i>papatasi, dubosqi</i>
	<i>Paraphlebotomus</i>	<i>tropica</i> <i>donovani</i> <i>major</i>	<i>sergenti</i> <i>alexandri</i> <i>caucasicus(alexandri)</i>
	<i>Synphlebotomus</i>	<i>donovani</i> <i>tropica</i> (<i>major</i>)	<i>martini</i> <i>guggisbergi</i> <i>ansarii</i>
	<i>Larroussius</i>	<i>infantum</i> <i>aethiopica</i>	<i>Ariasi, langeroni,</i> <i>neglectus, perfliewi,</i> <i>perniciosus, tobbi</i> <i>Longipes, pedifer</i>
	<i>Adlerius</i>	<i>infantum</i>	<i>Chinensis</i>
	<i>Euphlebotomus</i>	<i>donovani</i>	<i>Argentipes</i>
<i>Lutzomyia</i> (nouveau monde)	<i>Lutzomyia</i>	<i>Infantum (=chagasi)</i> <i>mexicana (souche texane)</i>	<i>langipalpis</i> <i>diadolica</i>
	<i>Nyssomyia</i>	<i>mexicana</i> <i>amazonensis</i> <i>venezuelensis,</i> <i>braziliensis</i> <i>Uyanensis</i> <i>panamensis</i>	<i>Olmeca olmeca</i> <i>flaviscutrlata</i> <i>Olmeca biclor</i> <i>intermedia</i> <i>umbratilis, anduei, w</i> <i>hitmani, trapidoi</i>
	<i>Psychodopygus</i>	<i>braziliensis</i> (<i>panamensis</i>)	<i>wellcomei</i> <i>panamensis</i>
	<i>Helcocyrtomyia</i>	<i>peruviana</i>	<i>Peruensis</i>
	<i>Pintomyia</i>	<i>braziliensis</i>	<i>Pessoai</i>

Les voies de transmission secondaires, géographiquement limitées ou incertaines, sont entre parenthèse.

4.2.1. Taxonomie

Les phlébotomes appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, classe des insectes, ordre des diptères, sous-ordre des Nématocères, familles des *Psychodidae* et à la sous-famille des *Phlebotominae*.

La classification des phlébotomes ne fait pas l'unanimité parmi les spécialistes. Selon la vision minimaliste essentiellement biogéographique et adoptée par commodité, la sous famille des *Phlebotominae* comprend cinq genres : *Phlebotomus* et *Sergentomyia* pour l'Ancien Monde et *Lutzomyia*, *Warileya* et *Brumptomyia* pour le Nouveau Monde (Abonnenc et Leger, 1976 ; Locksley et Louis, 1992). Postérieurement, le genre *Chinius* est décrit par Leng en 1987. Artemiev a proposé 24 genres, élevant certains sous-genres au rang de genres et créant de nouveaux. Leger et Depaquit (1999) en retiennent 13, en se basant sur des arguments morphologiques et biogéographiques.

Deux genres, *Phlebotomus* dans l'Ancien Monde et *Lutzomyia* dans le Nouveau Monde, présentent un intérêt médical. Dans l'Ancien Monde, le genre *Sergentomyia* comprend quelques espèces qui peuvent piquer l'Homme et dans certains cas incriminées dans la transmission des leishmanioses (Leger et al., 1974).

4.2.2. Bio-écologie et reproduction

Le cycle de vie holométabole des phlébotomes comprend obligatoirement 4 stades : embryonnaire, larvaire, nymphal et imaginaire (fig.5). La femelle prend un repas sanguin pour se procurer les éléments nutritifs nécessaires à la maturation de ses œufs (Euzéby, 1980). Chaque cycle gonotrophique se divise en trois phases : (i) recherche de l'hôte pour le repas sanguin, (ii) digestion et maturation des œufs et (iii) l'oviposition. Ainsi, un cycle gonotrophique se déroule depuis le moment de l'absorption du sang jusqu'à l'oviposition. Après la ponte des œufs, la femelle recommence un nouveau cycle et se met à la recherche de l'hôte. La copulation peut avoir lieu deux jours après émergence, avant ou après le repas de sang ; elle dure de 2 à 4 minutes et parfois plus longtemps). Entre 80 et 100 œufs sont pondus un par un sur différents types de substrats dans des endroits humides qui constituent les gîtes larvaires. La durée entre la fin de la maturation des œufs et la ponte, dans les conditions naturelles reste inconnue, cependant, la maturation des œufs des femelles en élevages variait entre 4 à 8 jours pour certaines espèces tropicales (Abonnenc, 1972).

Les larves sont terricoles, sédentaires, saprophages et phytophages, leurs gîtes varient selon les espèces mais tous ces gîtes ont en commun de constituer des micro habitats caractérisés par des conditions constantes : lieux calmes, abrités de courants d'air, humides et sombres (Rodhain et Perez, 1985). Les 4 stades larvaires sont entrecoupés par des mues. La nymphe est fixée en position verticale par son extrémité postérieure et se trouve dans le même gîte que celui de la larve. Elle ne se nourrit pas et la durée des 4 stades larvaires successifs et du stade nymphal ultérieur est très variable en fonction des données climatique (repos hivernal en pays tempéré).

Les habitats des phlébotomes adultes sont caractérisés par : le calme et la tranquillité, proximité d'hôtes vertébrés nécessaires au repas de sang de la femelle, l'existence de gîtes de ponte propices à la vie des larves. D'une manière générale l'activité des phlébotomes début le soir au crépuscule et durant la nuit (Abonnenc, 1972). L'attraction des phlébotomes vers l'homme semble dépendre de la production de CO₂ mais également de l'odeur (Pinto et al., 2001).

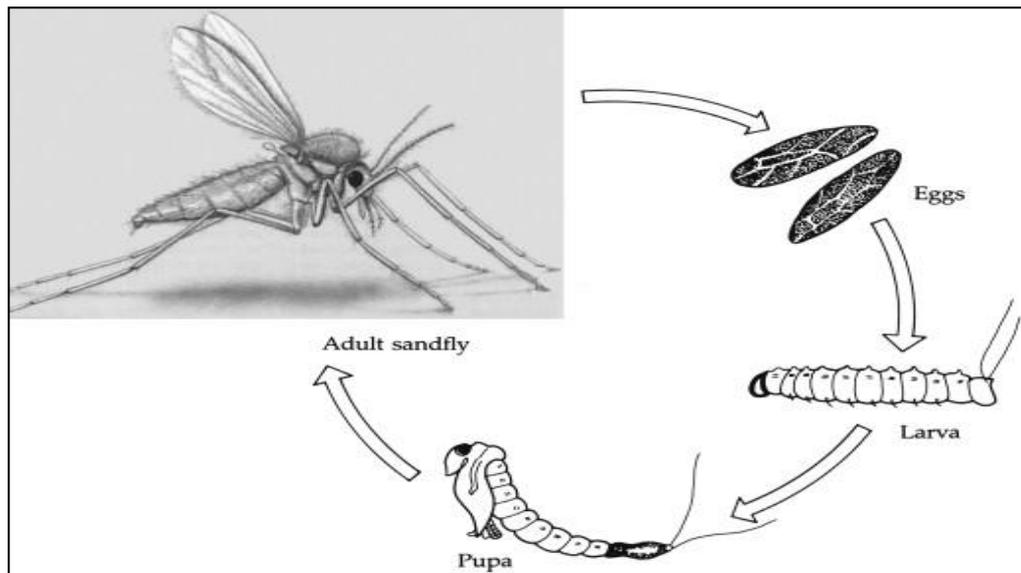


Figure 5 : Cycle évolutif du *Phlebotomus sp.* (Bogitsh Burton et al, 2013)

4.2.3. Les phlébotomes d'Algérie.

Signalés pour la première fois en Algérie en 1912 par Foley et Leduc, les phlébotomes ont fait l'objet de très importants travaux menés à l'Institut Pasteur d'Algérie par les frères Sergent. Aujourd'hui 24 espèces sont connues en Algérie, 14 du genre *Phlebotomus* et 10 du genre *Sergentomyia*, La liste des espèces de phlébotomes d'Algérie est présentée dans le tableau 3.

Tableau 2 : Liste des espèces de phlébotomes représentées en Algérie.

Sous-famille <i>Phlebotominae</i>	
Genre <i>Phlebotomus</i>	Genre <i>Sergentomyia</i>
<i>Phlebotomus (phlebotomus) papatasi</i> (Scopoli, 1786)	<i>Sergentomyia (Sergentomyia) minuta</i> parroti (Adler et Theodor, 1927)
<i>Phlebotomus (Phlebotomus) bergeroti</i> (Parrot, 1934)(*)	<i>Sergentomyia (Sergentomyia) fallax</i> (Parrot, 1921)
<i>Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti</i> (Parrot, 1917)	<i>Sergentomyia (Sergentomyia) antennata</i> (Newstead, 1912)
<i>Phlebotomus (Paraphlebotomus) alexandri</i> (Sinton, 1928)	<i>Sergentomyia (Sergentomyia) schwetzi</i> (Adler, Theodor et Parrot, 1929) (*)
<i>Phlebotomus (Paraphlebotomus) riouxi</i> Depaquit, Killick-Kendrick & Léger, 1998	<i>Sergentomyia (Parrotomyia) africana</i> (Newstead, 1912)
<i>Phlebotomus (Paraphlebotomus) chabaudi</i> (Croset, Abonnenc et Rioux, 1970)	<i>Sergentomyia (Parrotomyia) eremitis</i> (Parrot et de Jolinière, 1945) (*)
<i>Phlebotomus (Paraphlebotomus) kazeruni</i> (Theodor et Mesghali, 1964) (**)	<i>Sergentomyia (Grassomyia) dreyfussi</i> (Parrot, 1933)
<i>Phlebotomus (Larroussius) ariasi</i> (Tonnoir, 1921)	<i>Sergentomyia (Sintonius) clydei</i> (Sinton, 1928)
<i>Phlebotomus (Larroussius) chadlii</i> (Rioux, Juminer et Gibily 1966)	<i>Sergentomyia (Sintonius) christophersi</i> (Sinton, 1927)
<i>Phlebotomus (Larroussius) perniciosus</i> (Newstead, 1911)	<i>Sergentomyia (Sintonius) hirta</i> (Parrot et de Jolinière, 1945) (*)
<i>Phlebotomus (Larroussius) longicuspis</i> (Nitzulescu, 1911)	
<i>Phlebotomus (Larroussius) langeroni</i> (Nitzulescu, 1930)	
<i>Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi</i> (Parrot, 1930)	
<i>Phlebotomus (transphlebotomus) mascittii</i>	

(*) Espèces exclusivement localisées au Sahara central.

(**) Un spécimen rapporté de Mila (Nord-est Algérien) par Berchi et al, (1986)

Récemment *Phlebotomus (transphlebotomus) mascittii* a été rapportée en Kabylie (Berdjane-Brouk et al., 2011).

4.3. Les réservoirs des parasites

Seuls les mammifères ont été à ce jour trouvés porteurs de protozoaires appartenant au genre *Leishmania* pathogènes ou non pour l'homme. Ils peuvent être réservoirs ou hôtes accidentels pour le parasite et diffèrent selon les régions. En fonction de l'hôte il est admis de distinguer plusieurs foyers : primaire secondaire (fig.6).

Selon les foyers et l'espèce parasitaire en circulation il existe deux entités noso-géographiques la forme zoonotique avec les petits rongeurs et les canidés (sauvages et domestiques).

Dans les foyers dit primaires (F1) la maladie atteint essentiellement des animaux sauvages (rongeurs...) et les cas humains apparaissent sporadiquement avec localement des poussées épidémiques dues à des modifications de milieu ou de comportement.

Dans les foyers secondaires (F2) la maladie est encore animale mais touche cette fois des animaux proches de l'homme (chiens,...) la maladie passe chez l'homme sur un mode endémique.

Dans les foyers tertiaires (F3) il s'agit d'une affection exclusivement humaine. Elle évolue sur un mode endémique avec des poussées épidémiques (O'Fel, 1995).

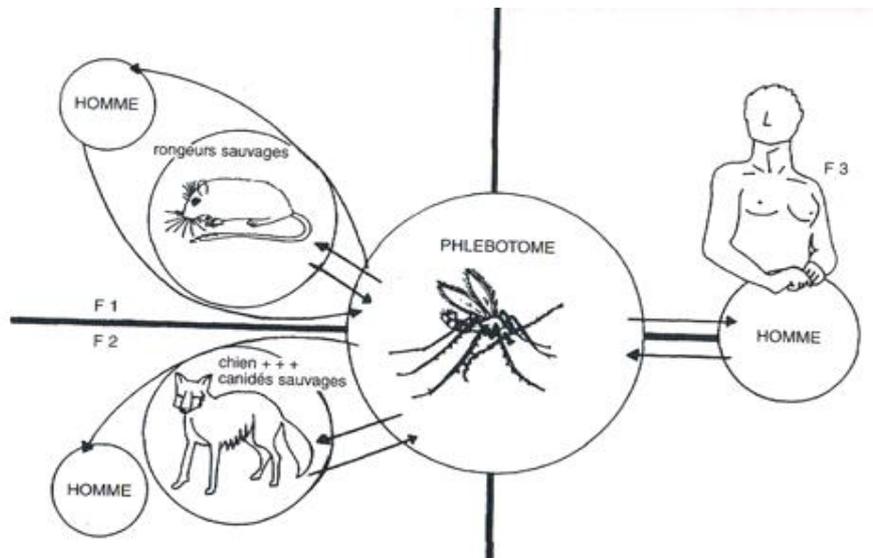


Figure 6. : Différents types de cycles épidémiologiques (O'Fel, 1995)

4.3.1. Les canidés réservoirs

Le chien est considéré comme le principal réservoir de *L. infantum* dans le Bassin méditerranéen et au Moyen Orient ainsi que *L. chagasi* en Amérique du Sud. Le chat et les équidés sont des réservoirs accidentels (Costa Durão et al., 1994 ; Passos et al., 1996 et Ozon et al., 1998), Selon une enquête menée dans la fourrière canine d'Alger, le chat semble être un réservoir réel de la leishmaniose en Algérie (Djouidi et al., 2010).

Un certain nombre de canidés sauvages - renard (genre *Vulpes*), chacal (*Canis aureus*), loup (*Canis lupus*) et chien viverrin (*Nyctereutes procyonoides*) se sont révélés porteurs de *L. infantum* aussi bien dans l'Ancien que dans le Nouveau Monde. On a avancé l'hypothèse que ces animaux pourraient servir de réservoirs mais cela n'a pas encore été entièrement prouvé. (OMS, 2010).

En Algérie, un chacal (*Canis aureus*) a été trouvé infesté par *L. infantum* en Kabylie (Bessad et al., 2012)

La forme anthroponotique, où l'homme est la seule source d'infection pour le vecteur. L'Homme est directement impliqué en tant qu'hôte réservoir dans deux formes de la maladie : la leishmaniose viscérale due à *L. donovani*, il est rencontré en Afrique de l'Est et en Asie (Soudan, Kenya Bangladesh, Népal, Inde, Pakistan) et la leishmaniose cutanée due à *L. tropica*.

On sait que les sujets présentant une infection concomitante par le VIH sont très infectieux pour les phlébotomes et pourraient dans certaines régions, jouer un rôle dans la transmission. Il en va de même des formes récidivantes de leishmaniose cutanée dues à *L. tropica* (OMS, 2010).

4.3.2. Les rongeurs réservoirs de parasites

La grande gerbille, *Rhombomys opimus*, constitue l'hôte réservoir primaire de *L. major* dans les steppes de l'Asie centrale. *P. obesus*, le principal réservoir de *L. major* en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord. Dans les zones semi-arides du Maghreb, c'est *Meriones shawi* qui est responsable de la dissémination de la maladie. On soupçonne les espèces des genres *Mastomys* et *Tatera* d'être des réservoirs de leishmaniose viscérale au Sénégal et au Soudan (OMS, 1990).

Deux espèces de damans, à savoir *Procavia capensis* et *Heterohyrax brucei* sont des hôtes réservoirs de *L. aethiopica* en Afrique orientale. L'un deux est soupçonné de constituer le réservoir d'une espèce de leishmanie de Namibie qui n'a pas encore reçu de nom et de *L. tropica* dans le Nord d'Israël et peut être aussi en Arabie saoudite (OMS, 2010).

Le réservoir de *L. killicki* a été récemment identifié en Tunisie il s'agit de *Ctenodactyllus gundi* (Jouadi et al., 2011).

En Algérie, les hôtes réservoirs de *L. major*, agent étiologique de la leishmaniose cutanée, sont des rongeurs. *P. obesus* et *M. shawi* ont été prouvés comme réservoirs de *L. major* (Belazzoug, 1983 et 1986).

Plusieurs espèces de leishmanies peuvent coexister à l'intérieur d'un même foyer, provoquant des formes cliniques apparemment identiques alors qu'elles relèvent de cycles épidémiologiques différents. Dans la Péninsule arabique, par exemple, *L. donovani* et *L. infantum* sont présentes à l'intérieur des mêmes foyers, la première uniquement chez l'Homme et la seconde à la fois chez l'Homme et le chien. Cela montre bien qu'il est nécessaire d'identifier exactement les parasites en cause (OMS, 2010). En Algérie à Ghardaïa *L. killicki* et *L. major* coexistent dans le même foyer (Harrat, 2009).

4.4. Transmission de la leishmaniose

Il existe en général une spécificité qui lie le parasite au vecteur, par exemple *P. papatasi* est connu comme étant le vecteur de *L. major*, *P. sergenti* transmet *L. tropica* et *P. perniciosus* est le vecteur de *L. infantum*.

4.4.1. Cycle biologique

La transmission du parasite se fait exclusivement par piqûre de phlébotomes femelles. Par ailleurs les cas de contamination humaine à partir d'aiguilles souillées utilisées par les toxicomanes ont été rapportés (Cruz, 2002). Le phlébotome ingère des phagocytes infestés par les leishmanies lors d'un repas sanguin. Ces cellules sont dégradées dans le tube digestif de l'insecte et les formes amastigotes se transforment en 12 à 18 heures en formes flagellées. La multiplication des promastigotes à l'intérieur de l'intestin du vecteur varie en fonction de l'espèce (fig.7).

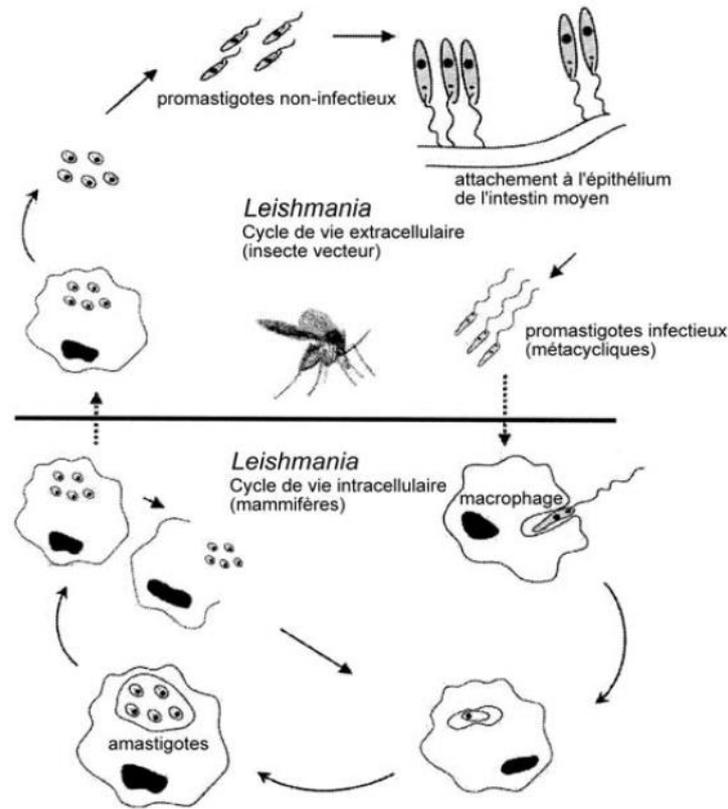


Figure 7 : Cycle biologique de *Leishmania* (Kamhawi, 2006).

La localisation des *Leishmania* dans le tractus digestif de l'insecte a permis de les classer en *Hypopylaria* (au niveau de l'intestin postérieur) ; *Peripylaria* (de part et d'autre du pylore, *Suprapylaria*) au niveau de l'intestin antérieur et moyen. Les deux derniers types de *Leishmania* concernent les espèces de leishmanies des mammifères.

Le développement des leishmanies chez le vecteur comporte ensuite la séparation des promastigotes en deux lignées fonctionnelles (Euzéby, 1986).

- des promastigotes procycliques de forme plus allongée et mobiles, appelés nectomonades, commencent à apparaître après 4 jours et s'attachent aux microvillosités des cellules épithéliales de l'intestin médian par leur flagelle. A partir du 7^{ème} jour, les parasites migrent vers la partie antérieure de l'intestin médian jusqu'à la valve du stomodeum qui sépare l'intestin médian de l'avant du système digestif. Les nectomonades se transforment alors en haptomonades qui sont plus petits et plus arrondis. Ce sont des formes fixées, non infectieuses, qui ont pour rôle de bloquer l'intestin pour faciliter la régurgitation des petites formes métacycliques, qui ne se divisent pas mais qui sont infectieuses. A partir de ce pool de cellules, certaines vont évoluer en formes métacycliques infestantes, plus minces avec un long flagelle qui leur

confère une grande mobilité. Ces cellules ne se divisent pas. C'est cette forme qui est infectieuse pour les mammifères. Il faut une période de deux semaines environ entre le premier repas infestant et la première piqûre infestante. La valve du Stomodeum permet alors la migration des formes métacycliques vers l'œsophage, le pharynx et le proboscis, qui seront transmis au mammifère lors d'une piqûre (Fig. 8).

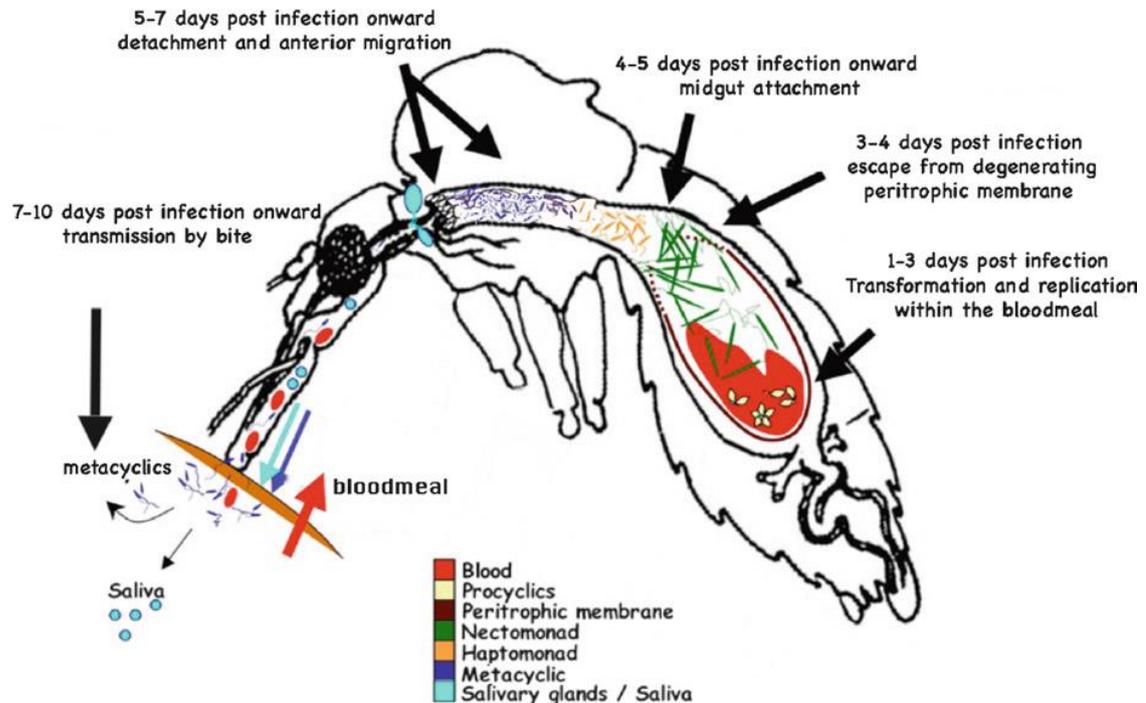


Figure 8 : Cycle de vie de *Leishmania* dans un vecteur compétent : le phlébotome. Illustrant l'aspect dépendant du temps des formes morphologiques distinctes de promastigotes dans l'intestin thoracique de phlébotome (Sacks, 2010).

L'intestin antérieur de l'insecte est tellement plein de parasites qu'il est quelques fois complètement obstrué, ainsi que le pro ventricule et le pharynx. Les phlébotomes parasités, régurgitent en masse les formes promastigotes infestantes, lors d'un nouveau repas sanguin (Euzéby, 1986). Chez l'hôte vertébré, les leishmanies survivent et se multiplient par scissiparité sous forme amastigote à l'intérieur des phagolysosomes des cellules du système des phagocytes mononucléés (macrophages, histiocytes, cellules réticulaires de la rate, des ganglions, de la moelle osseuse, cellules de Küppfer du foie, monocytes). La prolifération des parasites entraîne l'éclatement des cellules infestées, les amastigotes ainsi libérés vont être phagocytés par des macrophages avoisinants ce qui entraîne la généralisation de l'infection dans l'organisme de l'hôte. Ce cycle est complet quand le phlébotome femelle pique de nouveau le mammifère infecté ingérant ainsi les macrophages contenant les parasites et en produisant les formes méta cycliques infestantes.

5. Distribution géographique des leishmanioses

5.1. Dans le monde

Largement répandues à la surface du globe (fig. 9), les leishmanioses connaissent une aire géographique circumterrestre, globalement intertropicale, mais débordant fortement sur des zones tempérées d’Afrique du Nord, du Sud de l’Europe et de l’Asie (Dedet, 2001).

Les foyers de leishmaniose sont nombreux et dispersés. D’après leur distribution géographique on distingue deux grandes situations géographiques, l’Ancien monde (Sud de l’Europe, Afrique, Proche-Orient et Asie) et le Nouveau monde (Amériques du Nord, du Sud et Centrale) (fig. 9).

- ✓ Les foyers de l’ancien Monde sont le foyer indien qui comprend l’Inde, le Pakistan, le Bangladesh, le Sri Lanka, la Birmanie accessoirement l’Indochine et l’Indonésie,
- ✓ le foyer méditerranéen qui concerne les pays du pourtour du bassin méditerranéen.
- ✓ Le foyer chinois s’étend au Nord-Est de ce pays. Il s’agit surtout de Kala-azar.
- ✓ Le foyer d’Asie centrale recouvre l’Anatolie, les plateaux iraniens, l’Afghanistan, l’Asie centrale et méridionale russe. Les formes cutanées y prédominent.
- ✓ Le foyer d’Afrique tropicale est plus important qu’on ne le pensait : des leishmanioses viscérales ou cutanées ont été rapportées en Afrique centrale, sur les rives du lac Tchad, au Congo, en Afrique orientale (Soudan, Ethiopie, Kenya, République de Djibouti) et en Afrique occidentale (Sénégal, Mali).

Dans le nouveau monde, coexistent des espèces à aire de distribution restreinte comme *L. peruviana* (Pérou), *L. mexicana* (Sud du Mexique et Amérique centrale). Des espèces à aire plus étendue telles *L. guyannensis* (Nord du bassin amazonien), *L. panamensis* (Colombie et Amérique centrale) et des espèces à répartition très vaste comme *L. braziliensis* qui s’étend du Nord de l’Argentine au Sud du Mexique (OMS, 1990 ; Gentilini, 1972).

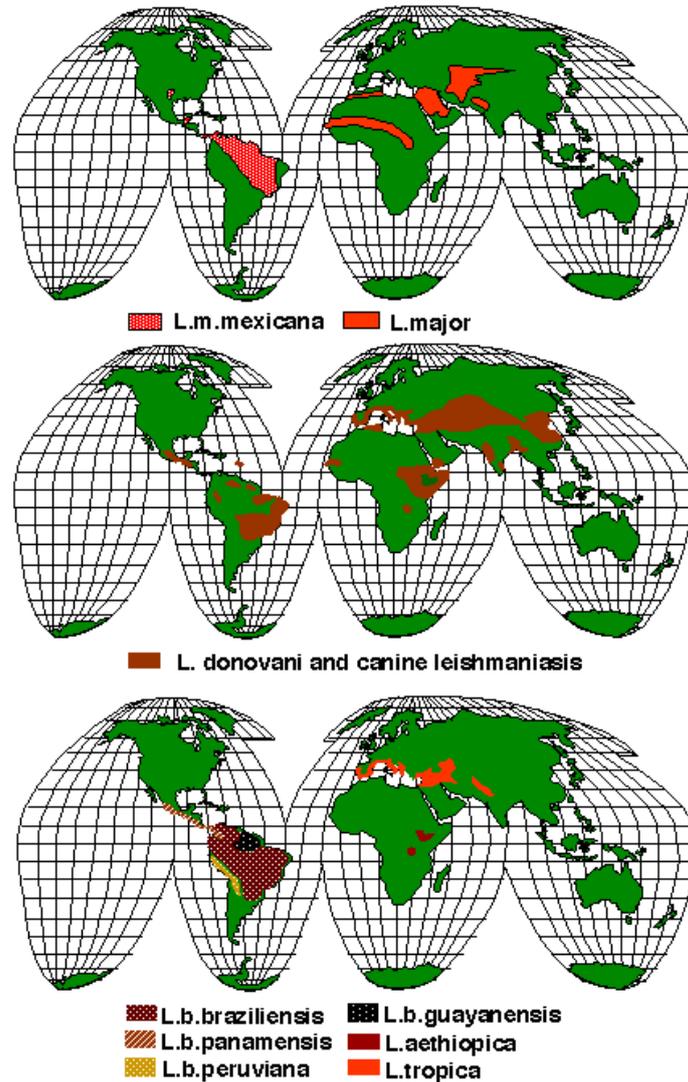


Figure 9 : Répartition mondiale des zones d'endémies des leishmanioses cutanées, mucocutanées et viscérales. (D'après <http://www.microbiology.wustl.edu>)

5.2. Les leishmanioses en Algérie

En Algérie, deux formes cliniques de leishmanioses sévissent à l'état endémique (i) la leishmaniose viscérale due à *L. infantum*, qui a pour réservoir principal, le chien; (ii) les leishmanioses cutanées qui sont dues à trois espèces de leishmanies (figure 10). :

- *L. infantum*, responsable de la leishmaniose cutanée du nord encore appelée leishmaniose cutanée sporadique qui a pour réservoir le chien (Benikhlef et *al.*, 2004),

- *L. major* responsable de la leishmaniose cutanée zoonotique qui a pour réservoir des rongeurs sauvages *P. obesus* et *M. shawi* (Rongeur, Gerbillidés) (Belazzoug, 1983 et 1986).
- *L. killicki* responsable de la leishmaniose cutanée anthroponotique (Harrat et al., 2009).

La leishmaniose viscérale qui a la même distribution que la leishmaniose canine s'étend sur toute la partie Nord au niveau des étages bioclimatiques humides et subhumides. Par ailleurs, de nombreux cas ont été signalés dans les régions semi arides et arides connus pour être des foyers de leishmaniose cutanée zoonotique (ex Biskra, Batna).

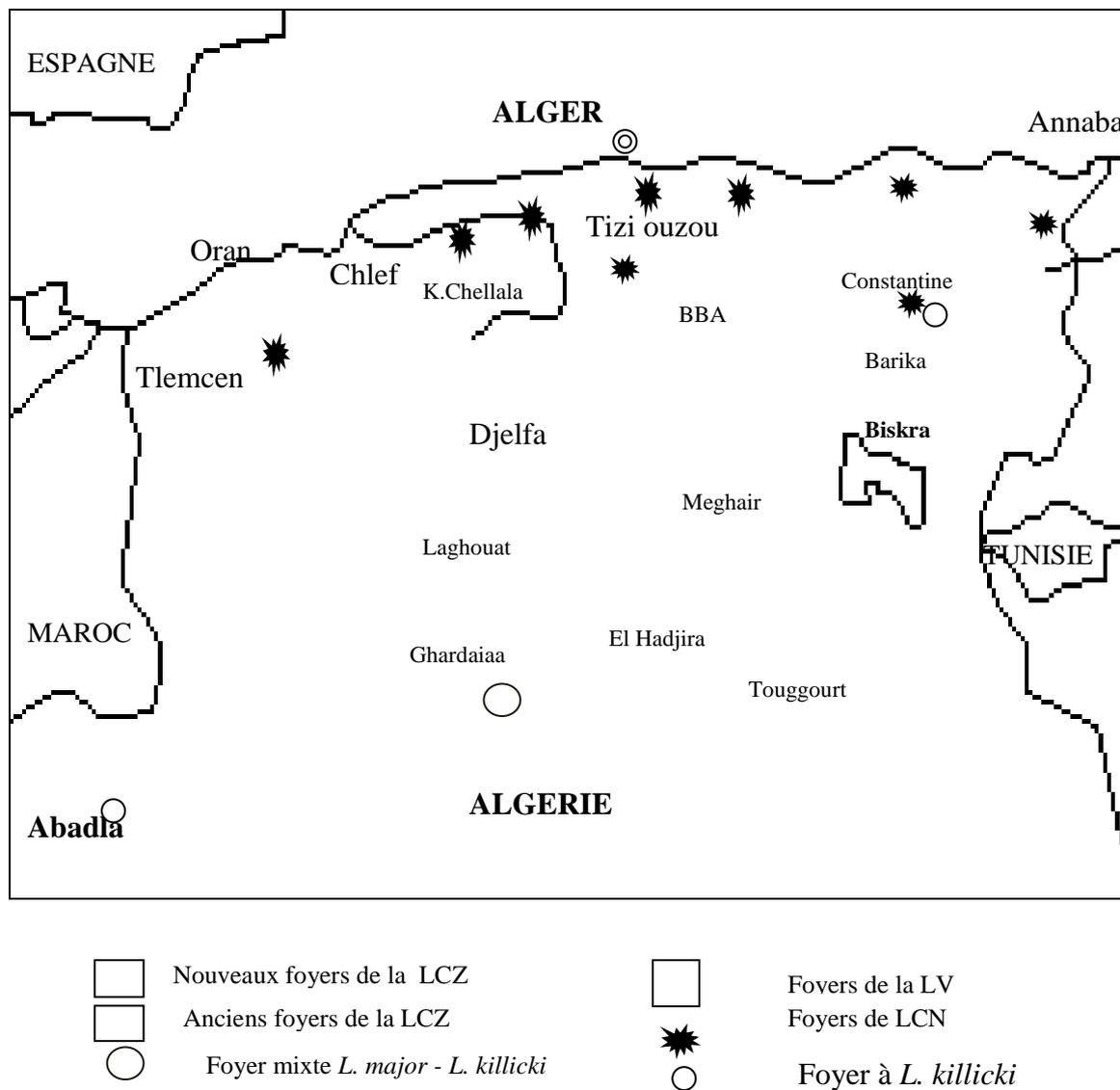


Figure 10 : Répartition géographique des leishmanioses en Algérie.

A côté des anciens foyers (Tizi Ouzou, Boumerdès, Médéa et Constantine), de nouveaux foyers sont apparus : Annaba et Collo à l'Est, La Chiffa, et Chleff au Centre et Tlemcen et Oran à l'Ouest (Harrat et *al.*, 1995).

Depuis la description du premier cas par Sorrouy et *al.*, (1946) ; le foyer le plus actif reste celui de la Grande Kabylie qui regroupe à lui seul près de 50 % des cas (Harrat et *al.*, 1992), il comprend la région de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdès. Le foyer de la Petite Kabylie s'étend jusqu'à Collo à l'Est et déborde jusqu'à Sétif, les zones les plus touchées sont Jijel, Mila, Constantine et Skikda

La leishmaniose viscérale humaine pose un réel problème de santé publique en Algérie, on dénombre environ 400 nouveaux cas par an. Dans le foyer de Tizi Ouzou, la maladie est responsable de 6% de décès (Harrat et *al.*, 1995). L'espèce isolée des cas de LV appartient à *L. infantum*, les variant enzymatiques décrits jusqu'à présent sont les zymodèmes MON-1, MON-24 et MON-80. Le zymodème MON-1 est retrouvé dans 90% des cas (Harrat et *al.*, 1996). Dans une étude bibliographique regroupant les résultats de typage des souches *Leishmania* provenant de chiens à travers 16 pays du bassin méditerranéen, a montré l'existence de 12 zymodèmes MON-1, MON-24, MON-34, MON-72, MON-77, MON-80, MON-98, MON-105, MON -108, MON-199, MON-199 var NP1130 et MON-281, dont 6 étaient présents en Algérie (MON-1, MON-24, MON-34, , MON-77, MON-80, et MON-281). Le zymodème MON-1 est prédominant dans 86,5% des souches (Ait Oudhia, 2011).

5.2.1. La Leishmaniose cutanée zoonotique

Appelée également « clou de Biskra », on la retrouve à l'étage bioclimatique aride et semi-aride. Elle sévit à l'état endémo épidémique dans les régions steppiques des Hauts plateaux. Cette zoonose connaît actuellement une recrudescence et une extension géographique inquiétantes. Les foyers les plus classiques sont ceux de Biskra, M'sila et Batna. Ils constituent à eux seuls près de 70 % des cas déclarés dans le pays. En 2005, environ 31000 cas ont été recensés. L'affection s'est déclarée dans de nouvelles régions auparavant indemnes, telles que El Mehir à BBA, Saida, Ouargla et Médéa. La mise en valeur des terres agricoles et l'afflux de sujets neufs dans les régions à risque a favorisé l'apparition de nouveaux foyers. L'affection se caractérise chez l'homme par des lésions ulcéro-croûteuses généralement surinfectées recouvertes d'une croûte épaisse qui adhère fortement au fond sanieux de l'ulcère. Ces boutons apparaissent aux parties du corps exposées aux piqûres du phlébotome femelle (Fig. 12).

Elles évoluent entre six mois et un an et guérissent spontanément en laissant une cicatrice indélébile et une immunité protectrice durable.

L'évolution spatiotemporelle de la maladie a connu des fluctuations avec des épidémies qui apparaissent plus ou moins de façon régulière tous les quatre à cinq ans (Boudrissa, 2005). Ces flambées sont directement liées aux conditions climatiques environnementales et activités humaines. Les pics épidémiques coïncident généralement avec la prolifération des rongeurs gerbillidés et l'augmentation de la densité du vecteur.

- ✓ L'agent pathogène : correspond à *L. major* Zymodème MON-25.
- ✓ Le Vecteur : *P. papatasi* est le principal vecteur de cette forme.
- ✓ Le réservoir : Il est représenté essentiellement par deux espèces sauvages de rongeurs gerbillidés : *P. obesus* et *M. shawi*.



Figure 11 : Les rongeurs réservoirs de *L. major* : **a-** *P. obesus*, **b-** *M. shawi* en Algérie.

c- *Ctenodactylus gundi* réservoir de *L. killicki* en Tunisie



Figure 12 : Aspect de quelques lésions de la leishmaniose cutanée zoonotique

5.2.1.1. Formes cutanée sporadique à *L. infantum*

Elle est synonyme de la leishmaniose cutanée du Nord (Belazzoug et al., 1985). Elle est caractérisée par des lésions cutanées localisées au site d'inoculation du parasite par le phlébotome ; elles siègent de préférence sur les parties découvertes du corps. La lésion typique est un nodule inflammatoire mal délimité d'environ un centimètre de diamètre, bordé d'un bourrelet périphérique riche en parasites.

Les variant enzymatiques de *L. infantum* responsables de la forme cutanée du nord sont : les zymodèmes MON-24, MON-80 et MON-1. Les vecteurs prouvés sont *P. perfiliewi* et *P. perniciosus*, (Izri et al., 1990, Izri et al., 1992).

5.2.2. La leishmaniose cutanée chronique

C'est une forme récemment décrite à Ghardaïa, elle sévit de façon endémique et coexiste avec la LCZ à *L. major* dans le même foyer. L'agent causal est *L. killicki* et le vecteur prouvé est *P. sergenti* (Harrat et al., 2009 ; Boubidi et al., 2011). Le réservoir suspecté est *Massoutierra mzabi* rongeur assez abondant dans les collines entourant la vallée du M'zab.

6. Co-infection VIH/Leishmania

La co-infection Leishmania/VIH est une maladie émergente extrêmement grave et de plus en plus fréquente contre laquelle il faut agir de toute urgence, avec toutes les conséquences que cela implique en clinique, au niveau du diagnostic et de la chimiothérapie, et sur le plan épidémiologique et économique. Même avec un traitement correct, les malades atteints des deux infections à la fois font des rechutes à répétition et l'issue est souvent fatale.

Ces deux affections conjuguées provoquent une double immunodéficience car les leishmanies et le VIH détruisent les mêmes cellules, de sorte que la gravité de la maladie et ses conséquences augmentent de façon exponentielle. La LV est considérée comme un facteur majeur de décès chez les sujets co-infectés. Toutefois, l'utilisation de la trithérapie, lorsque les malades y ont accès, a amélioré le pronostic pour les cas de co-infection. (OMS, 2000)

7. Ecologie des leishmanioses

Sur un fond d'enzootie à *L. major* peuvent survenir des épidémies humaines. Celle-ci peuvent avoir des causes diverses : (i) exacerbation du pouvoir pathogène d'une souche parasitaire ; (ii) colonisation par l'homme, pour des raisons économique et/ou démographique, pullulation du réservoir animal, liée à des variations des conditions climatologiques (pluviométrie élevée en particulier) des régions arides, responsable d'un accroissement de la végétation. Cette pullulation élevée des mammifères réservoirs entraînant à son tour une augmentation de la population phlébotomienne. Ces différents facteurs vraisemblablement se conjuguent pour expliquer les vagues épidémiques qui surviennent selon un mode cyclique sur un fond enzootique et qui atteignent les sujets particulièrement réceptifs (sujets jeunes non immuns ou nouveaux arrivants).

En région saharienne et/ou steppique, les cycles humides bi- ou tri annuels, entrecoupés de longues périodes sèches, sont souvent responsables des vagues de LC zoonotiques à *L. major*, le processus d'épidémisation, peut être conçu comme une suite caténaire : humidité (pluies abondantes, forages, etc.), explosion de la végétation, pullulation du réservoir et du vecteur.

Les cycles humides peuvent résulter de précipitations in situ ou d'orages à distance alimentant les Oueds. Dans les zones arides, la soudaineté des vagues épidémiques et la longueur des silences inter épidémiques ne peuvent être expliqués sans faire référence au régime pluviothermique peraride.

Ce type climatique fait de longues périodes de sécheresse entrecoupées çà et là d'orages aussi violents qu'imprévus, marquent en effet profondément les cycles biologiques. Avec la pluie, la végétation est la première à réagir, les éphémérophytes en dormance germent en quelques jours, les chaméphytes jusqu'alors en état de vie ralentie accusent une forte poussée végétative, toutes fleurissent et fructifient ; les niveaux trophiques sous-jacents constitués par le réseau de consommateurs, se mobilisent à leur tour, décomposeurs et parasites suivent, l'épizootie précéderait l'épidémie (Rioux et *al.*, 1986). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat des Nations Unies et divers autres groupes scientifiques nationaux ont évalué les conséquences potentielles du changement climatique sur la santé. Les risques pour la santé humaine émaneront de l'exposition accrue aux températures extrêmes et de l'augmentation de divers types de désastres climatiques à l'échelon régional. D'autres dangers substantiels apparaîtraient, causés par la dégradation de

systèmes écologiques complexes qui déterminent les zones géographiques des maladies à transmission vectorielle (telles que le paludisme, la dengue et la leishmaniose), l'aire de répartition, le cycle saisonnier, l'incidence des infections alimentaires et hydriques, le rendement agricole, l'aire de répartition des parasites des plantes, du bétail et les pathogènes. Les experts en santé publique ont dès à présent la tâche d'évaluer les répercussions futures de ces scénarios sur la santé, à l'appui d'efforts de collaboration interdisciplinaire. On a récemment eu recours aux modèles mathématiques pour évaluer comment les changements climatiques agiront sur l'aire de répartition potentielle des maladies à transmission vectorielle.

La réaction de la leishmaniose cutanée zoonotique, face au changement climatique dépend à la fois du vecteur (*P. papatasi*) et des rongeurs, tous deux influencés par le climat. Dans ce cas il y'a ambivalence vecteur-réservoir. *P. papatasi* est un insecte qui préfère les zones hyperaride, plus précisément pour celui du sous-étage à hiver chaud (De la roque et Rioux, 2008).

Le changement climatique joue vraisemblablement un rôle (Rogers et Randolph, 2006) notamment sur la distribution spatiale des vecteurs, la dynamique temporelle de la maladie ou l'intensité de la transmission; le changement climatique, n'est sans doute pas le facteur principal de la réémergence des maladies; les facteurs principaux seraient plutôt liés aux changements socio-démographiques et aux autres modifications environnementales (Rodhain, 2003), notamment en ce qui concerne le paludisme (Hay et *al.*, 2002). Ces facteurs ont vraisemblablement des impacts différents selon les échelles d'étude ; ainsi à une échelle continentale le climat peut être une bonne variable prédictive de la distribution de certaines maladies, alors qu'à une échelle locale d'autres facteurs environnementaux pourraient être plus importants (Kovats et *al.*, 2001).

La distribution géographique des différentes espèces de *Leishmania* semble de plus très proche de celle des insectes vecteurs. Environ 30 espèces de phlébotomes 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 (Le Pont et *al.*, 1992; Menne, 2006).

Gonzalez et *al.* (2010), ont utilisé des modèles climatiques pour prévoir la distribution spatiale des vecteurs de la leishmaniose aux Etat Unis et au Canada. Ces modèles prévoient que le changement de climat aggravera le risque écologique d'exposition humaine à la

leishmaniose en dehors de ses limites naturelles ; la transformation par l'homme de l'habitat naturel des vecteurs et des réservoirs a facilité l'invasion rapide des habitats non-sylvatiques par les vecteurs et espèces de mammifère augmentant de ce fait l'exposition humaine et le risque de l'infection (Reithinger et *al.*, 2007) . La dynamique de la maladie est corrélée avec des fluctuations de population dans les réservoirs et les vecteurs (McHugh et *al.*, 2003), elle est également fortement corrélée avec les changements environnementaux (Lainsone *al.*, 1988) et les facteurs climatiques (Chaves et Pascal, 2006).

Les modèles écologiques basés sur les changements climatiques sont utiles dans la prédiction de la distribution des espèces. Ils permettent d'estimer les futures distributions potentielles du vecteur et des espèces réservoirs et peuvent aider à identifier des secteurs à risque potentiel.

7.1. Impact sur les phlébotomes vecteurs

D'une manière générale, outre les conséquences possibles sur les autres composants du système épidémiologique, l'impact d'un réchauffement au niveau de l'intervention du vecteur peut, en théorie, se manifester de plusieurs façons, dont les effets peuvent se potentialiser (Rodhain, 2000) :

- ✓ Une augmentation des aires de distribution des vecteurs et des foyers de maladie (en latitude et en altitude).
- ✓ Une augmentation des périodes d'activité des vecteurs au cours de l'année.
- ✓ Une augmentation possible de la densité des vecteurs jusqu'à une température optimum, au-delà de laquelle l'effet inverse pourrait être observé.
- ✓ Une augmentation de la longévité des vecteurs.
- ✓ Une diminution de la durée d'incubation des agents infectieux.
- ✓ Modification de la répartition géographique du vecteur, ou de sa densité.

Si la plupart des maladies à transmission vectorielles se rencontrent essentiellement en zones intertropicales, les effets indiqués ci-dessus vont bien dans le sens d'une émergence ou d'une réémergence de ces maladies dans les zones méditerranéennes et tempérées.

Rioux (1990) a pu établir une relation entre la répartition des vecteurs majeurs et les strates bioclimatiques à l'issue de son travail effectué sur les foyers de leishmaniose au Maroc, *P. ariasi*, vecteur de *L. infantum*, se localise aux étages humides et sub-humide; le couple

P. papatasi, *P. alexandri*, vecteur de *L. major* est abondant non seulement à l'étage saharien, mais aussi à l'étage aride.

Ainsi, pour ce qui est du vecteur, si nous considérons seulement le cas d'une augmentation significative et durable de température, l'impact pourrait se manifester de plusieurs façons :

- ✓ facilitant l'installation d'un vecteur introduit, une variation de la température peut contribuer à en modifier la répartition géographique ou la densité. Mais, bien entendu, des effets indirects se manifesteraient aussi à la suite des modifications des écosystèmes ou de micro-climats locaux (cas des glossines liées à des types de végétation par exemple) ;
- ✓ une augmentation de la température pourrait entraîner une diminution de la longévité du vecteur, du moins dans une certaine fourchette de température et en l'absence d'une nette augmentation parallèle de l'humidité, ceci diminuerait sa capacité vectorielle ;
- ✓ un changement parallèle de la répartition des précipitations entraînerait une modification de la dynamique des populations du vecteur, d'où une répercussion sur la saisonnalité de la transmission ; une augmentation de la fréquence des repas sanguins et de la production d'œufs ;
- ✓ un raccourcissement du cycle de développement du vecteur, voire augmentation du nombre annuel de générations, ce qui peut avoir des répercussions sur la structure génétique des populations (avec peut-être des effets sur, par exemple, l'émergence de résistance aux insecticides) ;
- ✓ un raccourcissement de la durée d'incubation extrinsèque, ce qui favoriserait la transmission ;
- ✓ une modification, peut-être, des modalités d'une éventuelle transmission verticale.

Mais des effets plus subtils du climat méritent aussi d'être envisagés : par exemple, l'influence que pourrait avoir la température sur la virulence des agents infectieux ou sur une répartition différente des topotypes plus ou moins virulents d'un virus donné. Il peut encore s'agir de la structure des populations, c'est à dire de la distribution de la variabilité génétique au sein d'une espèce donnée de vecteur. Les flux de gènes entraînés par les déplacements

d'individus, par des extinctions locales de populations suivies de recolonisations, peuvent aboutir à l'installation de nouveaux génotypes, avec des conséquences en matière, par exemple, d'éthologie, de compétence et de capacité vectorielles, ou de résistance à un insecticide. Au niveau des vertébrés réservoirs, des phénomènes comparables pourraient aussi se manifester. Ils pourraient, par exemple, concerner leur réceptivité et/ou leur sensibilité à un pathogène, etc.

Tous ces effets peuvent donc se potentialiser ou, au contraire, se contrebalancer au moins partiellement. Sur les maladies, ils pourraient se traduire par des modifications, en plus ou en moins, des répartitions des zones endémiques ou de la dissémination d'épidémies, ou par des variations, toujours en plus ou en moins, des saisons de transmission (avec des répercussions sur les rapidités d'acquisition et les niveaux de l'immunité dans les populations), ou encore par des variations dans les intensités de transmission, donc dans les incidences.

Les conséquences d'une augmentation de température ne seront pas identiques dans tous les cas, la température n'est pas partout le facteur limitant. Vraisemblablement, cet impact se ferait surtout sentir sur les franges (altitudinales et latitudinales) des zones enzootiques, dans ces zones limites, instables, où les équilibres écologiques sont toujours précaires.

Les facteurs clés pour la distribution des leishmanioses sont le climat et les vecteurs (Rodhain, 2000). Le changement climatique aura une influence sur :

- ✓ la distribution spatiale des vecteurs en permettant une extension vers le nord de l'aire de distribution des vecteurs. Le réchauffement climatique, en association avec les facteurs favorisant le développement des phlébotomes, facilitera cette extension et le développement de populations épidémiologiquement dangereuses.
- ✓ la longueur de la période d'activité des vecteurs au cours de l'année en raccourcissant la période de développement larvaire et la période de diapause hivernale.
- ✓ le cycle des leishmanies chez le vecteur : 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.

Une comparaison des situations éco-épidémiologiques du sud de la France et du Maghreb pourrait apporter des éléments prédictifs utiles (Rioux et *al.*, 2001) : en France, dans

les zones où *P. ariasi* est dominant, on observe une seule période de transmission du parasite en août-septembre ; en Tunisie dans les zones où *P. perniciosus* est dominant, on observe deux périodes de transmission fin juin et en septembre-octobre (Rioux et *al.*, 2001).

Il y a donc un risque d'amplification élevé de la leishmaniose canine en France en relation avec le changement climatique, mais aussi avec le développement de la population canine et les changements de comportement des hommes (développement de la périurbanisation, contacts plus fréquents des citoyens avec la nature, intensification des déplacements entre le nord et le sud).

En Europe, il existe des craintes réelles d'extension de la leishmaniose à *L. tropica* et à *L. infantum* ; les régions circum-endémie dans lesquelles existe aujourd'hui un « phlébotomisme » sans leishmaniose pourraient à court ou moyen terme devenir des zones d'endémie. Le développement des phlébotomes en Europe dépend de la température. Ils présentent en général 2 à 4 générations annuelles avec diapause hivernale permettant le passage de cette saison froide (Reiter, 2008).

7.2. Impact sur les rongeurs réservoirs

Les rongeurs constituent le plus grand ordre de mammifères tant par le nombre des espèces que par les effectifs des populations (Chaline et Mein, 1979). Cet ordre est également le plus diversifié, si on doit tenir compte des caractéristiques morphologiques, des aptitudes physiques ainsi que des différents milieux qu'occupent ces animaux (Ouzaouit, 2000).

Certaines de ces espèces sont responsables d'importantes pertes de vies humaines car elles jouent le rôle de réservoirs d'agents causaux de perturbations pathologiques chez l'Homme.

Les rongeurs sont, la plupart du temps, des animaux polyoestriens qui se reproduisent selon un rythme saisonnier. En milieu naturel, la reproduction des rongeurs comme celle de la majorité des mammifères africains est liée au rythme annuel des pluies. Cette liaison n'est bien entendu pas directe : les pluies conditionnent l'importance de la production végétale et donc des ressources disponibles. Classiquement, et en particulier chez les *Muridae*, on observe le début de l'activité sexuelle chez les mâles avec les premières pluies, les femelles semblent un peu plus tardives et les premières mises-bas ne sont constatées que dans la deuxième partie de la saison des pluies. En fin de saison des pluies, le taux de femelles gestantes est pratiquement de 100 % (Granjon, 2009)

Les variations d'abondance annuelles ou pluriannuelles sont la résultante des rapports entre natalité et mortalité. La reproduction est fonction de la quantité et de la qualité des ressources alimentaires (Poulet et *al.*, 1980 ; Hubert et *al.*, 1981), tandis que la mortalité dépend de la prédation et des maladies (Poulet, 1985).

7.2.1. Les rongeurs susceptibles d'être impliqués dans la transmission de la leishmaniose cutanée en Algérie

7.2.1.1. Famille des Gerbillidés

Les Gerbillidés sont des rongeurs adaptés à vivre dans des milieux ouverts milieux semi- arides, arides et désertiques de l'Afrique et de l'Asie. Cette famille est répartie dans toute l'Afrique, en Asie, au Sud occidentale et au Sud- est de la Russie jusqu'en Chine. Ceux-ci sont réferables à six genres et dix-sept espèces. Les genres les plus représentés sont *Gerbillus*, *Meriones*, *Psammomys* et *Pachyuromys* (Petter et *al.*, 1984).

Il s'agit d'animaux dont les dimensions varient de celles d'un rat à celles d'une souris (Petter et Saint-Girons, 1965 ; Bernard, 1975) avec une fourrure soyeuse et douce, le plus souvent, de couleur adaptée au sol. Les Gerbillidés sont caractérisés par des yeux globuleux, une queue aussi longue que le corps, terminée par un pinceau de poils et des oreilles qui dépassent le pelage. Tous ont des bulles tympaniques très volumineuses (Petter, 1961). Les pattes postérieures sont plus longues que les membres antérieures ce qui lui permet une course rapide sur un sol sablonneux.

Ils sont fouisseurs et la plupart vivent enfouis dans des terriers où ils sont protégés durant le jour échappant aux températures extrêmes.

Ce sont essentiellement des végétariens qui se nourrissent de parties succulentes des plantes (tiges, feuilles et fleurs) et ou des granivores. Ils ne dédaignent pas les insectes en particulier les orthoptères (Petter et *al.*, 1984).

7.2.1.2. Famille des Cténodactylidés

Ce sont des rongeurs dont la taille n'excède jamais celle d'un cobaye, le corps est recouvert d'un pelage laineux et bien fourni, les poils sont fins et adhèrent peu à la peau. Ils ont une couleur très variable, allant du beige au châtain sur le dos et devient blanc sur le ventre. Les poils restent toujours gris noirs à la base. Les oreilles sont arrondies, et munies d'un repli interne. Elles sont brunes et nues à l'intérieur mais présentent une frange de poils blancs sur le

pourtour du pavillon et sur le repli médian les membres sont courts et tétradactyles. Les doigts et les orteils sont constitués de trois phalanges prolongées par des ongles falciformes et acérés. La caractéristique de ces animaux réside dans la présence de peignes sur la dernière phalange des membres postérieurs, ce sont des rangées de soies dont ils se servent pour entretenir le pelage. La queue est très courte, terminée par de longs poils. Leur régime alimentaire est composé essentiellement de végétaux et de graines (Granjon et Duplantier, 2009).

8. Principaux facteurs de risque

8.1. Conditions socioéconomiques

La pauvreté accroît le risque de leishmaniose. Les mauvaises conditions de logement et les insuffisances de l'assainissement domestique (par exemple, absence de système de gestion des déchets, égouts à ciel ouvert) peuvent favoriser le développement des sites de reproduction et de repos des phlébotomes et augmenter les contacts avec l'homme. Les phlébotomes sont attirés par les repas de sang potentiels que leur offrent les logements surpeuplés. Les comportements humains (par exemple, dormir dehors ou à même le sol) sont également susceptibles d'accroître le risque, que modère l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides.

8.2. Malnutrition

Les régimes alimentaires pauvres en protéines, en fer, en vitamine A et en zinc augmentent la probabilité de voir l'infection évoluer en kala-azar.

8.3. Mobilité de la population

Les épidémies des deux principales formes de leishmaniose sont souvent associées aux migrations et à l'arrivée de personnes non immunisées dans des zones où il existe déjà des cycles de transmission. L'exposition professionnelle et l'intensification de la déforestation restent des facteurs importants. Par exemple, les personnes qui s'installent dans des terres autrefois boisées se rapprochent de l'habitat du phlébotome, ce qui peut augmenter rapidement le nombre de cas.

8.4. Changements environnementaux

Plusieurs changements environnementaux peuvent influencer l'incidence de la leishmaniose, dont l'urbanisation, l'intégration du cycle de transmission dans l'habitat humain et l'empiétement des exploitations agricoles et des zones de peuplement sur les forêts.

8.5. Changement climatique

Les conditions climatiques jouent sur la leishmaniose, et l'évolution des précipitations, des températures et de l'humidité a des répercussions importantes à cet égard. Le réchauffement planétaire et la dégradation des terres modifient de plusieurs manières l'épidémiologie de la leishmaniose :

- L'évolution des températures, de la pluviométrie et de l'humidité peut avoir des effets importants sur les vecteurs et les réservoirs en modifiant la distribution et en influant sur les taux de survie et la taille des populations.
- Même les plus faibles variations de températures peuvent avoir une profonde incidence sur le cycle de développement des promastigotes de *Leishmania* dans les phlébotomes, et permettre ainsi au parasite de se transmettre là où la maladie n'était pas endémique auparavant.
- Il est possible que les sécheresses, les famines et les inondations imputables au changement climatique entraînent des déplacements et migrations massives vers les zones de transmission de la leishmaniose et que la malnutrition affaiblisse l'immunité des populations concernées (OMS, 2013).

9. Le diagnostic des leishmanioses

L'examen le plus spécifique pour le diagnostic de la leishmaniose est la mise en évidence du parasite par l'examen direct. Les amastigotes sont observés libre ou intracellulaires dans les monocytes, macrophages et neutrophiles. Plusieurs types de prélèvement peuvent être effectués : grattage des lésions, biopsie ou ponction d'organes du système des phagocytes mononuclées tels que la moelle osseuse, la rate.

La culture est indispensable pour rendre plus sensible le diagnostic parasitologique, d'identifier précisément le parasite grâce à l'étude du profil enzymatique et du génotypage et de tester éventuellement la sensibilité des souches isolées aux médicaments utilisées.

Pour la culture on utilise classiquement le milieu NNN milieu diphasique avec une phase solide faite d'un culot de gélose salée avec 10% de sang de lapin défibriné et une phase liquide constituée de l'exsudat produit à partir de la gélose au sang ; c'est dans cette phase liquide que se développent les promastigotes.

D'autres milieux plus riches sont utilisés pour l'isolement de souches de *Leishmania*, milieu RPMI 1640 supplémenté de sérum de veau fœtal, milieu de Schneider, milieu d'Evans...etc. L'incubation se déroule entre 24°C et 27°C.

9.1. Recherche de l'ADN parasitaire

Les techniques basées sur la PCR qui sont actuellement les plus utilisées. En effet leurs avantages résident dans leur très grande sensibilité et leur spécificité théoriquement quasi absolue. En outre, elles permettent de détecter l'ADN parasitaire dans des échantillons ou des cultures contaminées par des bactéries ou des champignons, elles assurent un résultat rapide, et offrent la possibilité de réaliser, sur le même échantillon, une identification de l'espèce de *Leishmania* en cause.

9.2. Le diagnostic sérologique

La sérologie est très utilisée dans le diagnostic de la leishmaniose viscérale et a un intérêt limite dans le diagnostic de la leishmaniose cutanée ; Parmi les techniques sérologiques, l'immunofluorescence indirecte est considérée comme la méthode sérologique de référence, d'autres techniques utilisant des antigènes figurés peuvent être utilisés comme le test d'agglutination direct.

10. Traitement

Le traitement des leishmanioses est dominé, depuis le début du siècle, par les dérivés antimoniés pentavalents qui demeurent encore de nos jours les médicaments de première intention dans plusieurs pays endémiques, vu leur toxicité et l'émergence de souches résistantes, l'amphotéricine B (Fungizone) est de plus en plus utilisée, particulièrement pour la forme liposomale (Ambisome). Diverses molécules font l'objet d'essais thérapeutiques, des formulations particulières ou des associations nouvelles sont en cours d'expérimentation clinique (Croft, 2006).

Le traitement de la LC est indiqué en cas de lésions multiples unique et fait appel aux dérivés pentavalents de l'antimoine. De nombreux moyens physiques ont été proposés tel que la cryothérapie. Les infiltrations péri-lésionnelles d'antimoniées associées à la cryothérapie

représentent le mode de traitement local le plus pratiqué. Le traitement général par antimonies est indiqué dans les formes à lésions multiples (OMS, 2010).

Un nouveau médicament à base de paromomycine et de Gentamycine testé en Tunisie semble avoir donné des résultats très prometteurs (Ben Salah et *al.*, 2013).

10.1. Vaccination

Pour l'instant, le seul mode de vaccination contre la leishmaniose ayant démontré son efficacité consiste en l'inoculation de parasites virulents, technique appelée leishmanisation. Cependant, l'OMS ne recommande pas cette stratégie de manière courante pour des raisons évidentes (problèmes logistiques, difficultés de maintenir la virulence du parasite, risques de lésions induites inacceptables dans certaines circonstances...etc.). Son utilisation est limitée à quelques pays comme l'Ouzbékistan, l'Iran.

L'OMS participe aussi au développement d'une stratégie vaccinale : certains vaccins ont montré leur immunogénicité et leur sécurité, mais une protection durable n'a pas été démontrée pour l'instant (Kedzierski et *al.*, 2006 ; Derancourt et Bolac, 2007).

Le seul vaccin contre la leishmaniose commercialisé en Europe est le vaccin contre la leishmaniose canine (CaniLeish), mais qui reste très onéreux pour son utilisation à grande échelle.

10.2. Prophylaxie

Elle consiste à protéger la population vivant en zone d'endémie du risque d'attraper la leishmaniose. Plusieurs actions peuvent être menées.

10.2.1. Lutte antivectorielle

Elle consiste à lutter contre les phlébotomes, vecteurs de la maladie, par :

10.2.1.1. Lutte physique

L'obturation des fissures des murs des vieilles maisons, élimination des ordures autour des maisons. Elimination des amas de pierres.

10.2.1.2. La lutte chimique

Elle consiste à éliminer les phlébotomes par l'utilisation des insecticides à l'intérieur et au pourtour des maisons.

10.2.2. La lutte contre le réservoir

Elle consiste en la destruction des terriers de rongeurs réservoirs ou leur empoisonnement, les chiens qui sont le réservoir de la forme viscérale seront systématiquement éliminés s'ils sont malades.

Dans le cas de la LCZ, la lutte physique a l'avantage d'agir simultanément sur le vecteur et le réservoir (Cherif et *al.*, 2012). Elle englobe les actions suivantes :

- ✓ enlèvement des plantes chénopodiacées, nourriture exclusive du rongeur réservoir principal de la maladie, *P. obesus*, qui construit son terrier sous ces arbustes. Cette action doit toucher uniquement le périmètre proche des habitations pour créer une zone tampon de 300 m autour des hameaux (Shaden, 2003).
- ✓ éradication des dépotoirs sauvages (déchets organiques et inertes) entreposés dans l'espace péri domiciliaire, car ces derniers sont souvent colonisés par les phlébotomes et les rongeurs, leur coexistence simultanée dans la même niche écologique constituant un véritable microfoyer de la maladie (Izri, 2006).
- ✓ les chénopodiacées arrachées sont substituées par d'autres espèces de plantes utiles, supportant le climat aride et saharien telles, *Acacia sp.* Et *Olea europaea* (olivier). L'opération d'arrachage doit être renouvelée annuellement. Les arbres plantés à la place des chénopodiacées formeront un écran vert qui jouera un rempart contre l'ensablement, phénomène fréquent dans les zones steppiques.

10.3. La prophylaxie individuelle

Les personnes se rendant en zone d'endémie ou les habitants vivants dans ces régions, peuvent se protéger, par l'utilisation de bombes insecticides (pulvérisateur), ou des diffuseurs à l'aide de pastilles imbibées d'un répulsif.

Ils peuvent également utiliser les moustiquaires pour se protéger des piqûres des phlébotomes.

10.4. Lutte intégrée

Dans la plupart des cas, il n'existe aucune mesure efficace qui permette, à elle seule, de réduire la transmission. Le plus souvent, il faut associer diverses méthodes, traitement des malades, la lutte antivectorielle, et la destruction des hôtes réservoirs, l'aménagement de l'environnement et la protection individuelle.

CHAPITRE II : ZONE D'ETUDE

1. Description des zones d'étude

L'Algérie jouit d'une situation exceptionnelle, dixième pays du monde par sa superficie et le plus grand pays du continent africain. Il est bordé au Nord par la mer Méditerranée avec 1200 km de côtes, à l'Est par la Tunisie et la Libye, au Sud par le Niger et le Mali, au Sud-ouest par la Mauritanie et le Sahara occidental, à l'Ouest par le Maroc, elle est comprise entre les parallèles 18°58' et 37°05' de latitude Nord et 08°40' Ouest et 11°58' Est des longitudes avec une superficie total de 2381741 km², cette situation géographique lui confère une diversité climatique et écologique particulière.

2. Cadre topographique

L'Algérie, en fonction de la géologie, de la lithologie et de la topographie, s'organise en trois grandes unités structurales : le Système Tellien, les Hautes Plaines steppiques et le Sahara (fig. 13) (Letreuch et Belarouci, 1995).

2.1. Le Système Tellien

C'est un ensemble constitué par une succession de massifs montagneux, côtiers et sublittoraux, et de plaines (Hadjiat, 1997)

2.1.1. Le Tell Occidental

Il est ordonné en alignements alternés de massifs, de hauteur moyenne, dominés par une dorsale calcaire du Jurassique et du Crétacé et de dépressions représentées par les basses plaines oranaises et la plaine du Bas Chélif.

2.1.2. Le Tell Central

Il est constitué par une chaîne de massifs prolongeant le Tell Occidental, où l'on retrouve les monts du Zaccar, de l'Atlas Blidéen et les massifs du Djurdjura dont l'altitude culmine à 2300m. Les roches d'âge du Crétacé sont constituées de schiste, de marnes et de calcaire marneux. La bordure littorale est dominée par une grande dépression formant la riche plaine alluviale de la Mitidja.

2.1.3. Le Tell Oriental

Il représente la partie la plus montagneuse de l'Algérie. Il est disposé en chaînes parallèles et on distingue, du Nord au Sud

2.1.4. Les chaînes telliennes littorales

Elles sont constituées de gneiss et de granite qui prolongent celles du Djurdjura. Ce sont les massifs de Collo, Skikda et de l'Edough bordant la basse plaine de Annaba et où se trouvent les deux plus grandes zones humides d'eau douce, le lac Tonga et le lac Oubeïra, inscrits comme réserve naturelle sur la liste de la Convention de Ramsar.



Figure 13 : Les grands ensembles physiques de l'Algérie

2.1.5. Les chaînes telliennes externes

Elles sont constituées par les monts des Babors et les massifs de Petite Kabylie et qui reposent sur des socles du Jurassique et de l'Eocène,

2.1.6. Les chaînes telliennes internes

Elles sont dominées par les monts du Hodna, du Belezma, le massif des Aurès (2328 m d'altitude) et les monts des Nememchas. Cet ensemble appartient au domaine atlasique.

2.2. Les Hautes Plaines steppiques

Localisées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, à des altitudes plus ou moins importantes de 900 à 1 200 m, elles sont parsemées de dépressions salées, chotts ou sebkhas qui sont des lacs continentaux formés au Pléistocène sous l'effet des pluies torrentielles et du ruissellement important qui en découle. On distingue deux grands ensembles :

2.2.1. Les steppes occidentales

Elles sont constituées des Hautes Plaines Sud Oranaises et Sud Algéroises, dont l'altitude décroît du Djebel Mzi à l'Ouest (1200 m) à la dépression salée du Hodna au centre (11000 ha) occupée par des dépôts détritiques

2.2.2. Les steppes orientales

Situées à l'Est du Hodna, elles sont formées par les Hautes Plaines du Sud Constantinois où domine le Crétacé de nature calcaire et dolomitique. Ces Hautes Plaines sont bordées par le Massif des Aurès et des Némemchas.

2.3. Le Sahara

Le Sahara forme une large barrière qui sépare le domaine méditerranéen au Nord du domaine tropical au Sud. Il est constitué de plateaux (Hamadas et Tassili) où le massif volcanique du Hoggar culmine à 3 000 m d'altitude, de plaines (regs et ergs) et de dépressions (Sebkhas et Gueltas)

2.3.1. Les hamadas et les tassilis

Ce sont d'immenses plateaux rocheux calcaires de forme tabulaire, à sols squelettiques dominant les vallées des oueds. Le Tassili des Ajjers couvre 350 000 km²

2.3.2. Les regs

Ce sont des surfaces horizontales de cailloux et de graviers de formes variées, résultent d'une importante érosion éolienne sur les horizons superficiels de sol.

2.3.3. Les ergs

Ce sont des dépôts sableux qui se présentent sous forme de dunes. L'erg occidental long de 500 km et large de 150 à 250 km couvre une superficie de 100.000 Km² et fait partie des grands ensembles dunaires sahariens.

2.3.4. Les dépressions

Elles sont soit salées (chotts et sebkhas) soit peu ou pas salées où s'accumulent les eaux de ruissellement (dayas).

3. Les foyers étudiés

3.1. Zone tellienne : Foyer des Bibans : cas du foyer émergent d'El Mehir (Wilaya de Bordj Bou Arreridj), (fig. 15).

3.1.1. Situation géographique

La zone d'étude comprend la commune d'El Mehir (36°7' N, 4°22' E, Alt 502m), elle appartient à la wilaya de Bordj Bou Arreridj (fig.14). Elle est située à 250 kms au Sud d'Alger et fait partie du Tell méridional. C'est une dépression naturelle (sous bassin d'El Mehir) entourée de toutes parts par des massifs montagneux (fig.14) A l'Est de cette dépression, se dresse le massif de Djebel Mansourah culminant à 1902 m. Il se prolonge au Nord par le massif escarpé de Djebel M'Zita (1464 m). Au Sud, est individualisé le massif de Djebel Choukhott avec une altitude variant entre 1100 m à 1300 m. La zone centrale est représentée par des collines schisteuses ondulées ou allongées dont les altitudes varient de 600 à 900 m.

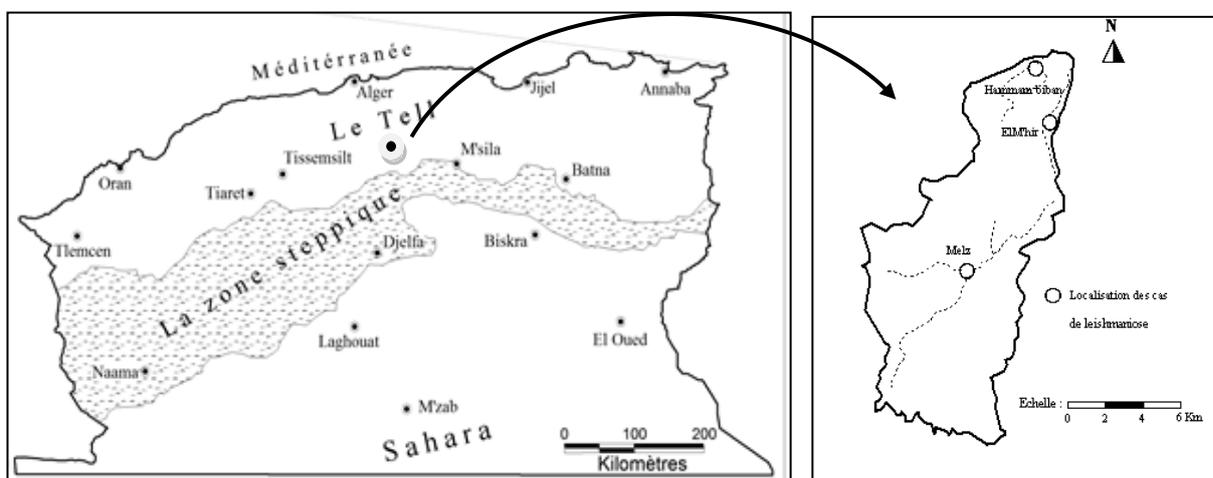


Figure 14 : Localisation et limites administratives de la zone d'étude d'El Mehir avec localisation des cas de leishmaniose cutanée zoonotique.

3.1.2. Le climat

Il est de type continental, avec des étés chauds et secs et des hivers froids et peu pluvieux. Le cumul des précipitations annuelles varie entre 400 et 800mm.

3.1.3. La végétation

Elle est typiquement méditerranéenne, est composée de forêts de pins et de chêne vert. Le long du réseau hydro-géographique on observe des touffes de plantes salées composées essentiellement d'*Atriplex*

3.1.4. Données géomorphologiques

Sur le plan géomorphologique on distingue trois différentes régions qui se distinguent nettement par leurs reliefs, leur végétation et leurs terrains encaissant :

- Au Nord se dresse l'importante chaîne des Bibans et ses contrefort. Elle est constituée essentiellement de calcaire et marno-calcaires du crétacé qui se dresse à la verticale. Cette barrière naturelle est empruntée par Oued Chebba à travers les portes de fer. C'est un massif très boisé avec prédominance d'arbres conifères et de genévriers.

- Le secteur Sud correspond à une zone de montagnes très élevées mais moins déchiquetées et dont djebel Choukchott et Mansourah culminent respectivement à 1832 1862 m. Ces deux massifs à surface régulière et ondulée sont séparés par le col de Selatna dont l'altitude est supérieure à 1000 m. Cette région naturelle est caractérisée par une tectonique plus simple où les formations argilo-gréseuses du miocène occupe une grande partie du territoire. Les collines ondulées et peu boisés permettent le développement de cultures subsidiaires particulièrement céréalières en raison du climat sec et des faibles potentialités hydrogéologique de la région.

- Entre ces deux ensembles morphologiques se développe une large dépression intermédiaire formée de collines irrégulières dont l'altitude moyenne est de 500 à 600 m. c'est un pays schisteux, partiellement boisé avec prédominance de pin d'Alep et de buissons de genévrier. C'est également une zone d'intense érosion où se développent des badlands sur d'importantes étendues (ravinement des terrains argilo-marneux et schisteux par les pluies diluviennes).

3.1.5. Occupation du sol

Le territoire de la commune d'El Mehir s'étend sur une superficie totale de 187 km². On y distingue les zones forestières qui occupent la majorité de la partie septentrionale du territoire (près de 30%). La partie centrale offre des surfaces agricoles notamment à proximité des agglomérations et autres localités secondaires de la commune (environ 20%). Le reste du territoire offre de vaste étendues de pâturages sur les versants des massifs montagneux de Mansourah; djebel Choukchoutt et djebel M'Zita. Elles permettent l'élevage de l'entretien de milliers de têtes d'ovins.

3.1.6. La population

El Mehir comptait en 2008, 25670 habitants, dispersés dans des hameaux épars. La principale activité repose sur les cultures maraîchères et l'élevage ovin, bovin et caprin



Figure 15 : Vue paysagère du site d'étude d'El Mehir

3.2. Zone steppique : Foyer du Hodna (M'Sila)

3.2.1. Situation géographique

La région étudiée est la wilaya de M'Sila, une subdivision administrative algérienne. Située au Centre-Est du territoire Algérien à 300 Km au Sud d' Alger (Lat: 35°.667/ 35°40'N, Long : 4°.517/ 4°31'E. Alt 500m), (fig. 16) .

Elle est comprise entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien et est caractérisée par un relief plat, un climat continental, et une pluviométrie irrégulière. Elle couvre 18.175km² de

- Oued Leham, dans le bassin présente un 1/5 ou 1/6 de la totalité du bassin hydrologique du Hodna, il draine les terrains gypso-salins du Nord Ouest du bassin. L'eau de l'oued Targua, l'un de ces affluents, est particulièrement salée, surtout pendant l'étiage (50g/l résidu sec), (Mimoun ,1995). Ses berges sont souvent colonisées par les plantes halophytes.
- Oued Lougmane,
- Oued Ksoub
- Oued Ennfida
- Oued Nakrar.
- Oued Barika.
- Oued Bitam.

Par contre dans la zone sud du Chott El Hodna il n'existe que deux oueds importants :

- Oued Bousaada et son affluent Oued Maitar
- Oued El Melah et Oued M'Cif

Toutes ces données indiquent, si besoin est, que la région du bassin du Hodna de par la nature du sol à forte salinité et l'enchevêtrement extraordinaire du réseau hydrographique reliant les principales villes, offrent des conditions propices à l'émergence de la maladie

3.2.3. Le climat

Le climat de la région se distingue par une variabilité apparente de la température et de l'humidité ainsi que par une pluviométrie relativement faible sur toute l'année. Le caractère aride et semi-aride domine dans toute la région. L'hygrométrie est faible, la température élevée et les écarts journaliers et saisonniers sont importants. La température moyenne annuelle est de l'ordre 19°C. (T_{\max} 38°C en Juillet, T_{\min} 3.6°C en Janvier). Les pluies sont faibles et très irrégulières (100 et 400 mm), La moyenne annuelle est de 214 mm.

3.2.4. La végétation

La végétation est grandement influencée par le substrat du sol : ainsi *Zizyphus lotus* se rencontre dans les zones d'écoulement des eaux, *Lygeum spartum* sur les terrains gypseux. *Aristida pungens* prolifère sur les dunes, *Salsolacées* sur les sols halomorphes, et *Tamarix* en bordure des oueds, etc.

En concordance avec les étages bioclimatiques, on rencontre dans le Hodna les formations végétales appartenant aux grandes subdivisions phytoécologiques suivantes (Le Houérou, 1990).

Les étages bioclimatiques subhumide et semi-aride concernent uniquement les zones de montagnes.

➤ **Etage subhumide** : Pluviométrie supérieure à 600mm : série de cèdres (sur les quelques points d'altitude les plus élevés).

Groupements forestiers et matorrals à *Cedrus libanotica*, *Juniperus oxycedrus* et *Bupleurum spinosum*.

➤ **Etage semi aride** : Pluviométrie comprise entre 600 et 400 mm : série du pin d'Alep et du chêne vert. Groupements forestiers à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* ; matorrals et steppes à *Quercus ilex*.

➤ **Etage aride**

- **Aride supérieur** : Pluviométrie comprise entre 400 et 300mm : série de pins d'Alep plus genévrier de phénicie. Groupements forestiers et matorrals à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* ; steppe à *Artemisia herba alba*, *Stipa tenacissima* et *Tymus hirtus*.

- **Aride moyen** : Pluviométrie comprise entre 300 et 200mm, série du genévrier de Phénicie et alfa (*Stipa tenacissima*). Matorrals à *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima* (djebels), steppes à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba*, steppes à *Salsola vermiculata* et *Anabasis oropedioidum* (glacis), steppes à *Stipa tenacissima* et *thymelaea microphylla* (sable sur glacis).

- **Aride inférieur** : pluviométrie comprise entre 200 et 100mm : série de l'Alfa. Steppes à *Arthrophytum scoparium* (glacis et terrasses) ; steppe à *Traganum nudatum* ; steppes à *Arthrophytum schmittianum* ; dunes à *Aristida pungens* ; *Silybum eburneum* et *Moricandia arvensis* steppes crassuléscentes à *Salsola tetrandra*, *Suaeda* et *Salicornia* sur marnes gypso-salines.

- **Sub-azonal** : Cultures sur alluvions marneuses et marnes gypso-salines à *Moricandia arvensis* et *Silybum eburneum*. Steppes crassuléscentes à *Salsola*

tetrandra, *Suaeda fructicosa* et groupement hyperhalophyles à *Arthrocoemum indicum* et *Halocnemum strobilaceum* (fig. 17).



Figure 17: Steppe halophyte (*Suaeda*), M'Sila (Ouled Madhi)

3.2.5. Données géomorphologiques

La géologie du Hodna est assez complexe en raison de la position de la cuvette au contact des Atlas tellien et saharien. La cuvette du Hodna appartient à la zone préatlasique.

Les unités structurales suivantes peuvent être distinguées :

- Les glacis : à encroûtement calcaréo-gypseux, sont constitués par des dépôts alluviaux du quaternaire.
- La partie centrale du Chott (altitude moyenne inférieure à 400m) correspond à une cuvette où se concentrent les eaux chargées en chlorures et sulfates (Kaabache, 1995).

3.2.6. Occupation du sol

Les principaux types de sol du Hodna sont :

- Sols à texture **limono-sableuse**, peu évolués sur les glacis à encroûtement **calcaréo-gypseux**.
- des sols minéraux bruts au niveau du cordon dunaire.
- des sols halomorphes et hydromorphes au niveau des dépressions occupant l'intérieur du chott.

Ces subdivisions obéissent à des conditions pédogéniques liées aux phénomènes pédologiques divers tels que la calcimorphie, la gypsomorphie, la steppisation, la vertisolisation, l'halomorphie et la désertification.

3.3. Zone Sud

3.3.1. Foyers de la vallée d'Oued Righ (Touggourt, El Meghaeir, Djamaa)

3.3.1.1. Situation géographique

La vallée de l'Oued Righ débute en amont (au Sud) à Elgoug (Wilaya de Ouargla) et se termine au Nord à Oum El Tiour (wilaya de Biskra). Elle s'étend sur un axe Sud–Nord d'environ 150 Km, de 32°54' à 39°9' latitude Nord, et de 05°50' à 05°75' longitude Est, avec une largeur qui varie de 22 à 25 km, (fig.18). La vallée doit sa richesse à l'exploitation des eaux artésiennes dans la dépression qui constitue l'axe du Bas-Sahara. La caractéristique principale de cette région est son inclinaison vers le Nord ou plus particulièrement vers les grands chotts (Chott Merouane et Chott Melghigh) qui de par leur inclinaison permet aux eaux excédentaires de s'écouler vers le Nord où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer, d'où son appellation « Bas Sahara » (Dubost, 1991).

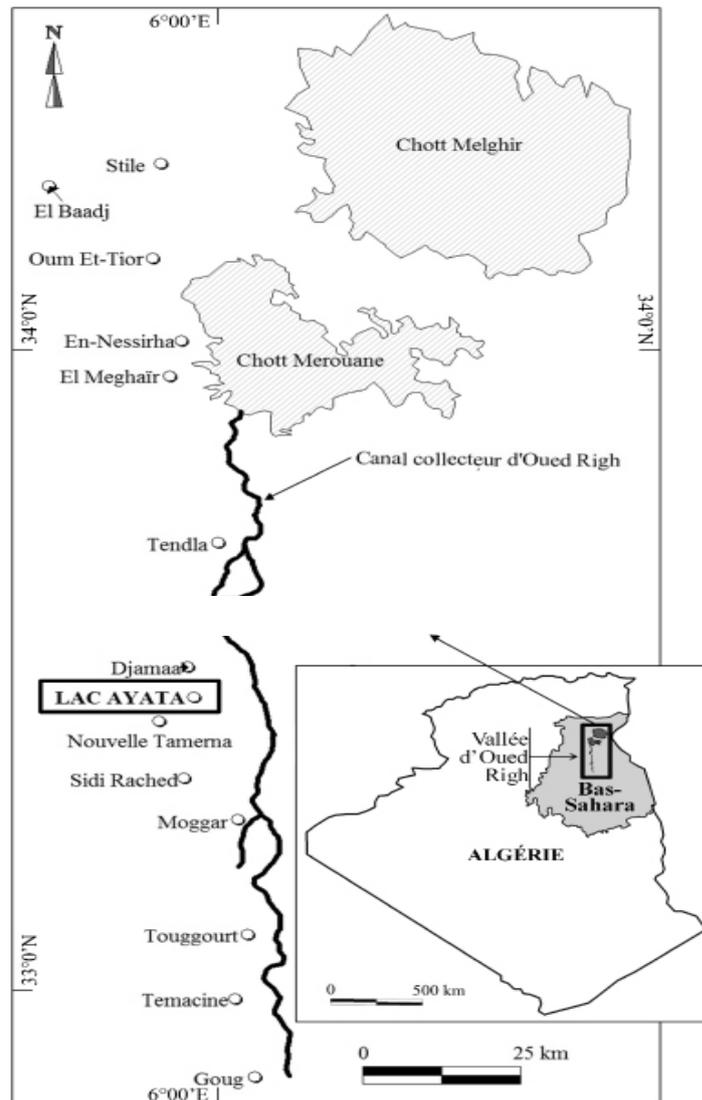


Figure 18 : Carte de localisation géographique de la Vallée d'Oued Righ et du Bas-Sahara algérien (Chenchouni, 2012).

La région de l'Oued Righ est constituée d'une cinquantaine d'oasis qui compte environ 16000 ha cultivés et plus d'un million et demi de palmiers dattiers (fig.19).

Ces dernières années, l'extension des palmeraies a eu pour effet la multiplication du nombre de forages dans l'albien (continental intercalaire), ce qui a provoqué des problèmes de remontée des eaux, de salinité et de pollution.

Dans cette région vivent actuellement 331886 habitants qui consomment $3.7 \text{ Mm}^3/\text{j}$; Il est à noter que $5 \text{ Mm}^3/\text{an}$ est versé aussi dans un canal collecteur comme débit de drainage des palmeraies.

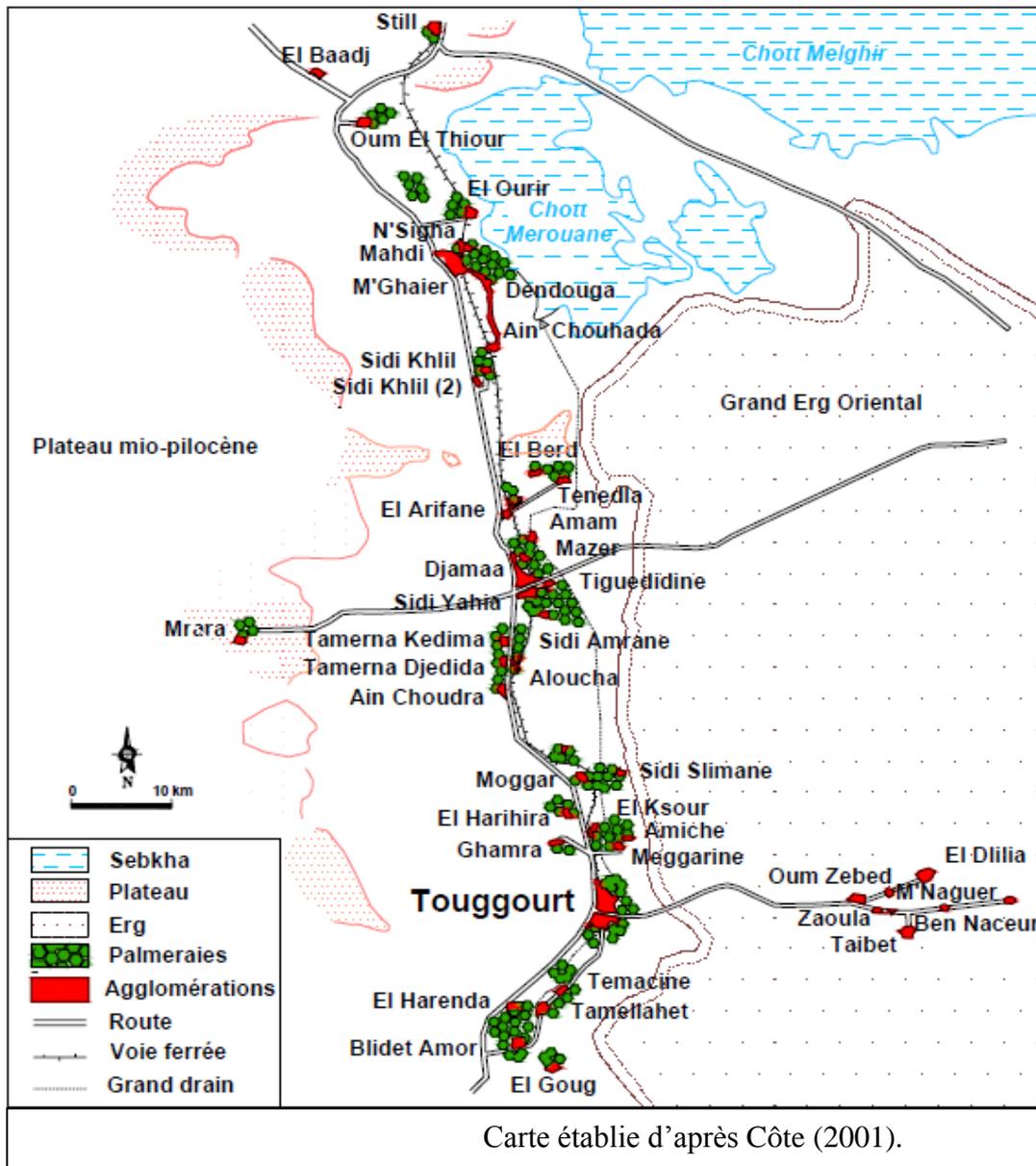


Figure 19: Les agglomérations et Oasis qui jalonnent le long de la vallée.

3.3.1.2. Situation administrative

Administrativement, la vallée d'Oued Righ se situe à cheval sur deux wilayates El-Oued (El Méghaier et Djamâa) au Nord et Ouargla au sud (Touggourt, Témacine et El Mégharine). La partie Sud entre Elgoug et Sidi-Slimane appartient à la wilaya d'Ouargla et la partie Nord entre Ain-Echoucha et Oum Ettiour appartient à la wilaya d'El-Oued.

3.3.1.3. Le climat

Le climat de la vallée d'Oued Righ est typiquement saharien caractérisé par des précipitations très faibles, une température élevée et une humidité relativement élevée.

La vallée subit l'influence d'un gradient pluviométrique décroissant du Nord vers le Sud ; dans les régions sahariennes les pluies sont rares et aléatoires. Le climat est marqué par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum de précipitation au mois de Janvier avec 17.68 mm.

Les valeurs de l'humidité relative de la station de Touggourt sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 33% et 65%, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 48% juillet est le mois le plus sec et janvier est le mois le plus humide.

Le maximum des moyennes mensuelles de température est atteint en mois d'août avec 33,15°C, et le minimum au janvier avec 9,82°C.

3.3.1.4. Structure urbaine

Les agglomérations de la vallée du Righ constituent trois ensembles, de petits villages localisés à proximité d'une ville importante comme Touggourt, sinon comme Djemaa ou Meghaier, au voisinage de la voie ferrée. Le long du couloir d'Oued Righ, se regroupe plus de trente agglomérations de niveau très différents ; trois seulement répondent aux critères d'une agglomération urbaine ; il s'agit de El Meghaier, Djemaa et Touggourt.

3.3.1.5. Aperçu socio-économique

Le microclimat favorable créé par le palmier, favorise une polyculture vivrière (maraîchage, fourrages, céréaliculture) en association avec un élevage caprin mais aussi ovin, de type traditionnelle.

La relation étroite de la vallée d'Oued Righ avec les échanges commerciaux transsahariens la positionne au centre des carrefours importants dans le commerce caravanier parmi lesquels, Touggourt, occupe une place commerciale active. Avec 120 000 habitants Touggourt est aujourd'hui la capitale de l'Oued Righ (RGPH, 2008).

Le long du couloir d'Oued Righ, se regroupe seulement trois villes qui répondent aux critères d'une agglomération urbaine ; il s'agit d'El Meghaier, Djemaa et Touggourt.

El Meghaier, petite ville de 40228 habitants en plein essor, est raccordée administrativement à El Oued. Djamaa, l'autre petite ville de 37 438 habitants constitue un nœud commercial important sur l'axe Biskra-Touggourt est aussi relié à Oued Souf. Les localités de M'Rara, 5 Juillet, Mégarine et Sidi Slimane, terminent le chapelet des centres urbains au Nord Touggourt

3.3.1.6. La topographique de la région

La région de l'Oued Righ est topographiquement plus ou moins aplatie (plaine). Le point le plus élevé (105 m) est situé à Touggourt et le point le plus bas, à El Meghaier (-39m) (fig. 20). L'altitude moyenne est de 46 m, sa pente est régulièrement faible, elle est d'environ 1%.

Les rivières naturelles étant rares, le grand drain d'Oued Righ long d'une centaine de kilomètres, forme le seul cours d'eau artificiel avec un débit de 2 à 2,5 m³/s à l'embouchure dans le chott Merouane.

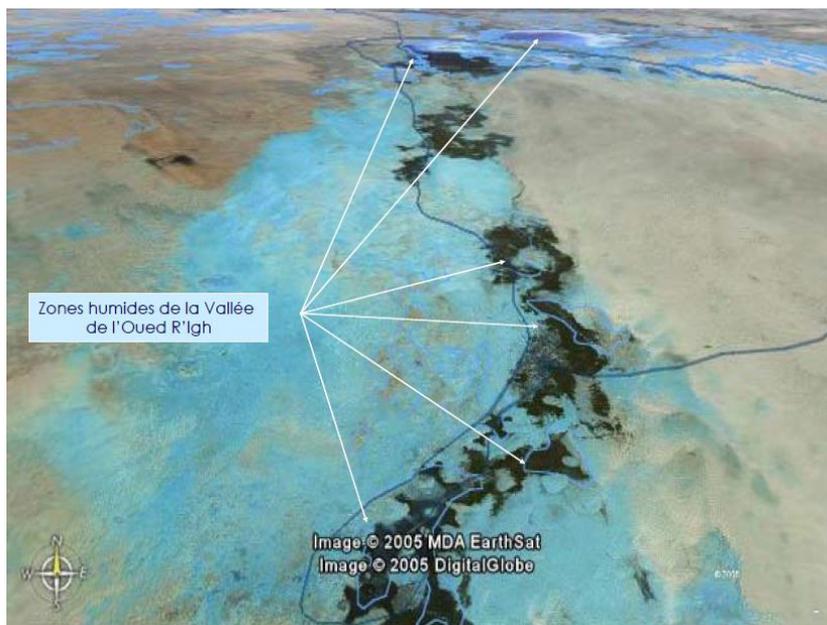


Figure 20 : Photo Digital Globe (2005) de la vallée d'Oued Righ

3.3.2. Foyers de la vallée de Ouargla

3.3.2.1. Présentation de la zone d'étude

La commune d'El Hadjira est située au Nord de Ouargla, son territoire s'étend entre la latitude 32° 25' et 32° 59' Nord et entre la longitude 5° 20' et 6° 07' Est. Sa superficie est de 2429 km², distante de 140 km du chef-lieu de la wilaya et de 100 km de Touggourt (fig. 21 et 22). Sa population est de 15165 (RGPH ,2008). Les principales activités des habitants sont

l'élevage ovin et camelin, la culture et l'exploitation du palmier dattier (phoeniculture) et des cultures maraichères.

El Hadjira est chef-lieu de Daïra depuis 1985, les agglomérations composant celle-ci sont :

- ✓ Agglomération chef-lieu : El Hadjira
- ✓ Agglomérations secondaires : Lagraf- El Mir- Hassi M'âamar- Taibine- El Alia El Khanfar - **Debidibi**.

Du point de vue morphologique, le territoire d'El Hadjira est caractérisé par :

- ✓ Un terrain à épandage général descendant du Sud vers le Nord
- ✓ Une grande partie du territoire est composée par des plaines désertiques Hamada à l'Ouest.
- ✓ Une zone chotteuse située sur l'axe S.S.W-N.N.E reliant Sebkhate Sefioune (Ouargla) à Oued Righ (El Oued)
- ✓ Une zone dunaire concentrée au Nord et au Nord Est de la commune.



Figure 21 : Photo Digital Globe (2005) de la zone humide d'El Hadjira

3.3.2.2. Climat

Le climat de la région est de type désertique à hiver froid et été sec et chaud avec des écarts de température journalière très importants. Les températures extrêmes peuvent varier de (-1.6°C) jusqu'à (+48.2°C) ; La température moyenne annuelle est de 21.4 °C.

La moyenne maximale d'humidité est enregistrée en janvier (77%), correspondant au mois le plus pluvieux de l'année. La moyenne minimale enregistrée au mois de juin-juillet

et Aout est de 28%. Les précipitations sont irrégulières, les pluies sont torrentielles et durent peu de temps. La pluviométrie varie de 1 à 148 mm par an avec une moyenne annuelle de l'ordre de 65,36 mm.



Figure 22 : Vue d'ensemble de l'agglomération d'El Hadjira et sa palmeraie formée d'un ensemble de Ghout

3.3.2.3. Hydrogéologie

Les ressources en eau de cette région sont en totalité souterraine, essentiellement à partir des nappes aquifères du complexe terminal et du continental intercalaire. Le potentiel en eau est assez important, les forages albiens alimentent la ville avec un débit de 200 l/s

3.3.3. Foyers de la vallée de Ghardaïa

3.3.3.1. Aperçu géographique

Ghardaïa, porte du désert incrustée dans la vallée du M'Zab, site classé au patrimoine mondial, occupe une position centrale reliant les Hauts-Plateaux algériens avec le Sahara (Fig.23). Le Mzab, couvre une superficie de 86.650 Km² situé entre 1° et 5° de longitude et 31°30', et 33° de latitude Nord, Ghardaïa, capitale du M'Zab est située à 617 km au sud d'Alger.

La Wilaya de Ghardaïa est issue du découpage administratif du territoire de 1984 elle compte 13 communes et s'étend du Nord au Sud sur environ 450 km et d'Est en Ouest sur environ 200 km.

Les escarpements rocheux et les oasis déterminent le paysage dans lequel sont localisées les villes de la pentapole du M'Zab et autour duquel gravitent d'autres oasis (Berriane, Guerrara, Zelfana, Metlili et beaucoup plus éloignée au Sud El-Menea. L'implantation des villes s'est faite par rapport aux grands axes de circulation et aux oasis et leur développement a été étroitement lié aux conditions naturelles (eau, climat, relief ...).

Le couvert végétal est pauvre. La structure et la nature du sol ne sont pas favorables à l'existence d'une flore naturelle riche. La verdure est plutôt créée par l'homme. Cependant la région n'est pas dépourvue de végétation naturelle ; elle est rencontrée dans les lits d'oueds.

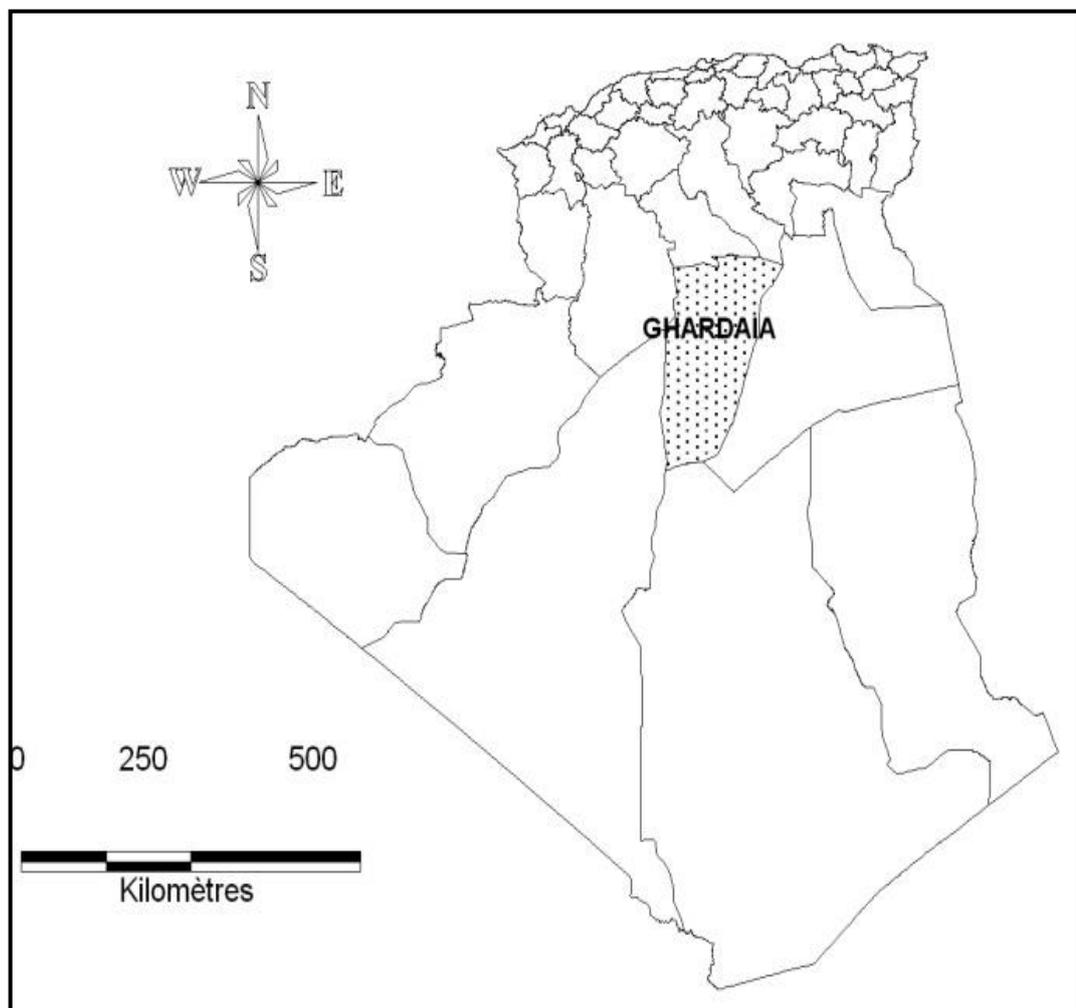


Figure 23 : limites administratives de la wilaya de Ghardaïa

Du point de vue urbain, les agglomérations sont classées selon leur statut administratif, la taille (nombre d'habitants) et la localisation, par rapport aux axes principaux (la hiérarchie fonctionnelle). De ce fait on a :

- Ville d'importance nationale : Ghardaïa
- Villes d'importance régionale : Guerrara, El-Menea, Metlili Et Berriane.
- Centres urbains d'importance locale : Bounoura, El-Atteuf, Hassi El-Gara.

C'est une région très active où le secteur tertiaire est prépondérant avec le commerce, le tourisme et l'artisanat mais aussi l'agriculture (phoénicicole) et l'industrie

3.3.3.2. Données physiques

L'ensemble géomorphologique dans lequel s'inscrit le M'Zab est un plateau rocheux, le Hamada, dont l'altitude varie entre 300 et 800 mètres.

Le paysage est caractérisé par une vaste étendue pierreuse où affleure une roche nue de couleur brune et noirâtre.

Ce plateau a été masqué par la forte érosion fluviale du début du quaternaire qui a découpé dans sa partie Sud des buttes à sommets plats et a façonné des vallées. L'ensemble se nomme la Chebka «Filet» à cause de l'enchevêtrement de ses vallées. L'Oued M'Zab traverse ce filet de 38.000 km² du Nord-Ouest vers le Sud-Est.

La vallée du M'Zab atteint à hauteur de Ghardaïa, une altitude de 500 mètres. C'est dans le creux de l'Oued M'Zab, sur des pitons rocheux, que s'est érigée la pentapole. Chacune de ces cinq cités (Ghardaïa, Bennoura, Melika, Beni Isguen et El Atteuf) est entourée par des collines ravinées par l'érosion pluviale.

3.3.3.3. Données écologiques

3.3.3.3.1. La flore

Chaque milieu naturel dispose d'un cortège floristique adapté aux conditions climatiques et édaphiques qui y prévalent. Ainsi les plantes peuplant le Sahara sont adaptées à la sécheresse.

Pour la région de Ghardaïa, il a été recensé quelques 300 espèces spontanées. Les plus communes sont : Dans les Ergs : *Aristida pungens* (Drin), *Retama retam* (Rtem), *Calligonum comosum*, *Ephedra allata* (Aalenda), *Urginea noctiflora*, *Erodium glaucophyllum*.

Dans les Regs : *Haloxylon scoparium*, *Astragalus gombo*, *Caparis spinosa* et *Zilla macroptera*...

Dans les lits d'Oueds et Dayats : *Phoenix dactylifera*, *Pistachia atlantica*, *Zyziphus lotus*, *Retama retam*, *Tamarix africana*, et *Populus euphratica*.

3.3.3.3.2. La faune

Elle est commune à celle du Sahara : Parmi les rongeurs désertiques les plus fréquents on note : *Massoutiera mzabi*, *Meriones crassus*, *Gerbillus gerbillus*, *Gerbillus campestris*, *Gerbillus nanus*, *Gerbillus negeriae*, *Meriones lybicus* et *Jaculus jaculus*

3.3.3.4. Climat

Ghardaïa est caractérisée par un climat Saharien avec des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux, surtout pendant la journée

3.3.3.4.1. Pluviométrie

Les précipitations sont très faibles et irrégulières, elles varient entre 13 et 68 mm sur une durée moyenne de quinze 15 jours par an ;

Les pluies sont en général torrentielles et durent peu de temps sauf cas exceptionnels, elles peuvent parfois être à l'origine de vrais désastres.

3.3.3.4.2. Humidité relative

A l'échelle de la wilaya, l'atmosphère présente en quasi permanence un déficit hygrométrique.

3.3.3.4.3. Température :

Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit, d'été et d'hiver. La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. La température moyenne enregistrée au mois de Juillet est de 36,3 °C, le maximum absolu de cette période a atteint 47 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 9,2 °C, le minimum absolu de cette période a atteint -1 °C.

3.3.3.5. Hydrologie

L'alimentation en eau s'effectue par des forages de profondeur variable de 350 à 500 mètres puisant l'eau fossile de la nappe albiennaise (Continental intercalaire) dont les réserves sont estimées à 15.000 milliards de mètres cubes

3.3.3.6. Données Socio-anthropologiques

La population de la Wilaya s'est accrue de 29,07 % du RGPH 1998 à 2008 ; elle se caractérise par un fort taux d'accroissement démographique (2,26%), un fort taux d'urbanisation (89,50%), et une forte concentration de la population dans les agglomérations chefs-lieux (96,47%).

La population totale de la Wilaya de Ghardaïa est estimée à la fin de l'année 2008 à 387.880 habitants contre 378.937 en 2007, soit une augmentation absolue de 8.943

La densité de peuplement est de 4,48 habitants/ km². elle se répartie de façon inégale.

- Zone Nord représentant 19 % du territoire de la Wilaya et se caractérise par un fort poids démographique, 80 % de la population totale de la Wilaya y sont concentrés. Soit une densité de peuplement de 18,80 habitants/km².
- Zone Sud représentant plus de 80 % du territoire de la Wilaya avec un faible poids démographique 19,04 % de la population totale de la Wilaya y résident. Soit une densité de peuplement de 1,11 habitants /km².

Les plus fortes densités sont observées dans les communes :

- Ghardaïa 363,93 habitants / km², Bounoura 44,41 habitants / km², El-Atteuf 21,40 habitants / km² et Guerrara 21,39 habitants / km².

La vallée du M'Zab regroupe à elle seule presque la moitié de la population totale de la Wilaya ; Elle offre les meilleures conditions de vie (infrastructures socio-économiques).

Les plus faibles densités sont enregistrées au niveau des communes suivantes : Hassi El- Gara 0,82 habitants / km², Hassi El-F'Hal 0,60 habitants / km², Sebseb 0,54 et Mansoura 0,46 habitants / km². Dans la Wilaya de Ghardaïa le niveau de l'emploi est meilleur que le niveau national.

3.3.3.6.1. Organisation sociale

Les mozabites se caractérisent par une profonde organisation sociale et religieuse. Une échelle hiérarchique constitue la communauté Mozabite : la famille qui est l'unité de base, la fraction (Achira), la tribu et le Arch qui englobe tous les habitants du Ksar.

L'organisation religieuse est constituée par un conseil religieux des sages qui est l'organe législatif et exécutif de la communauté.

A cette structure particulière de la cité va correspondre une forme d'organisation sociale fondée sur des instances juridico- religieuses dont certaines continuent à fonctionner sans pour autant perturber le champ de la gestion administrative des institutions publiques officielles.

La palmeraie est un élément indissociable de la structure de la cité, elle est appelée « forêt ou Ghaba » par les locaux qui la considèrent comme un lieu de repos. Des résidences d'été sont construites dans les jardins de la palmeraie.

La culture des jardins réalisés grâce à un système judicieux d'irrigation et l'élevage constituaient les principales sources de revenus des premières communautés oasiennes Mozabites. Lorsque les palmeraies s'avèrent insuffisantes pour autosuffisance des populations locales, la vocation commerciale prit forme et s'affirma.

L'industrialisation du Sahara a considérablement impulsé l'activité de la vallée qui se trouve à une centaine de kilomètres des champs pétroliers et gaziers dont l'exploitation fit de Ghardaïa un centre de transit de la main d'œuvre industrielle

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

1. Choix des stations d'étude

Les stations d'études ont été choisies selon un transect Nord-Sud (fig. 24), sur la base des données épidémiologiques colligées au niveau de l'institut National de santé publique. La première étape a permis de sélectionner un foyer d'étude actif dans chaque strate, après quoi un choix des stations a été fait sur la base de nombreux critères, dont le premier était l'étage bioclimatique (semi-aride, aride et saharien), le deuxième concerne la structure physique (montagne, piémont et vallée) et le troisième critère est le degré d'anthropisation.

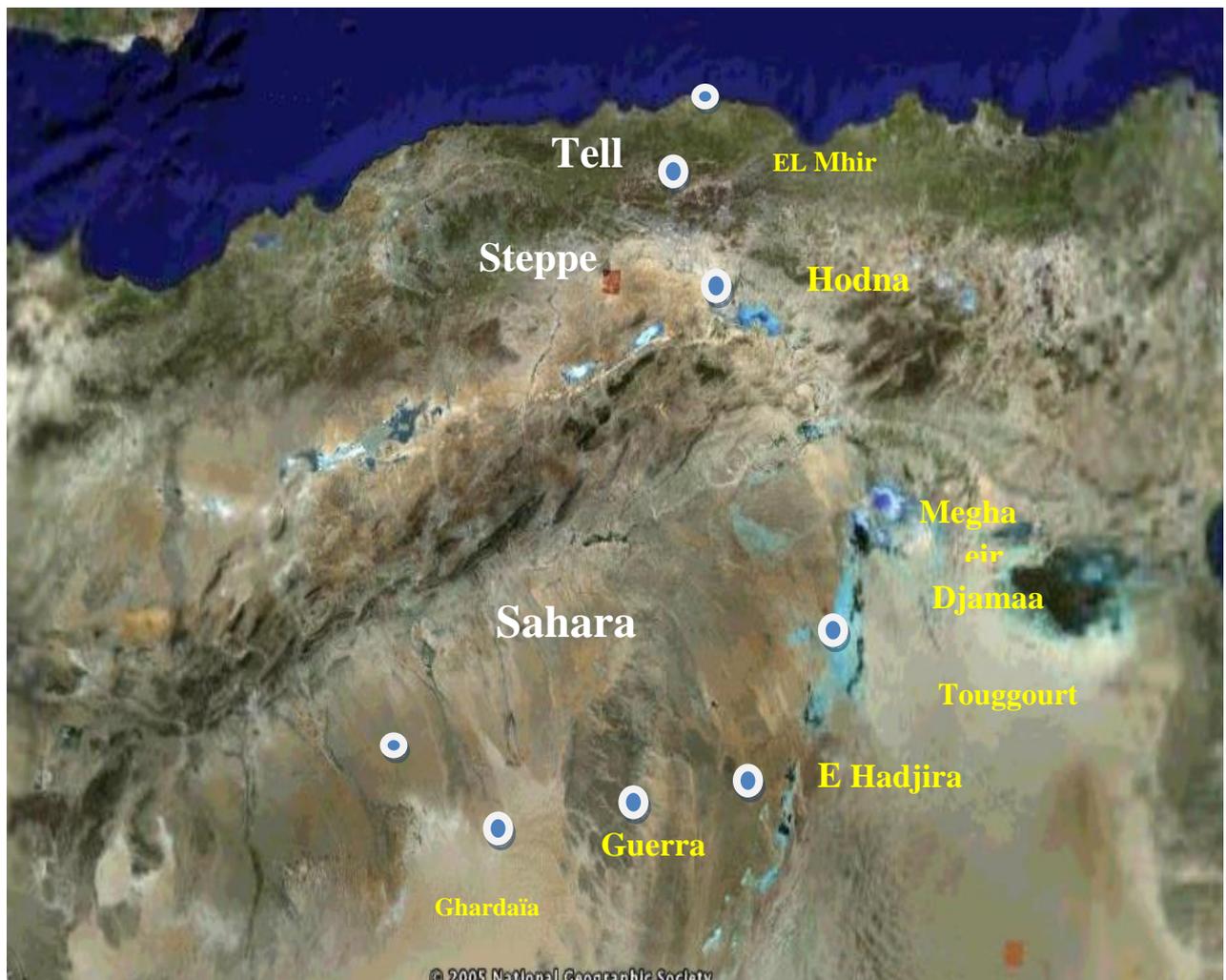


Figure 24 : Localisation des sites d'études au niveau des trois strates

2. Etude épidémiologique

Une étude épidémiologique est réalisée au niveau de chaque foyer étudié sur la base des données de cas de leishmaniose déclarés au niveau des services de prévention des secteurs sanitaires. Les données nous ont été fournies par ces mêmes services où par les services de préventions de la Direction de la Santé et de la Population de la wilaya correspondante.

3. Diagnostic parasitologique

L'examen direct est la seule méthode de routine disponible aux niveaux des laboratoires des EPH ou des SEMEP pour le diagnostic de la leishmaniose. A l'occasion des missions que nous avons effectuées dans chaque foyer nous avons prélevé nous même les patients qui se sont présentés au laboratoire. Pour les patients chez qui la culture n'a pas pu être faite un diagnostic moléculaire par PCR a été réalisé au Centre National de Référence de *Leishmania* à l'IPA.

3.1. Examen direct

Après avoir soigneusement pris les renseignements concernant le malade, la lésion est désinfectée avec de l'alcool absolu puis, à l'aide d'un vaccinostyle stérile elle est débarrassée de sa croûte. Les bordures sont raclées délicatement, la sérosité qui sourd de la lésion est étalée sur une lame porte objet parfaitement propre et dégraissée qu'on va sécher à la température ambiante ou 37°C (fig. 25). Deux lames numérotées sont alors confectionnées pour chaque malade, fixées au méthanol et colorées au Giemsa.



Figure 25 : prélèvement de patients atteints de LC

3.2. Culture

La culture a été faite systématiquement pour les prélèvements que nous avons réalisés nous-mêmes. Pour la mise en culture : on aspire à l'aide d'une seringue stérile quelques gouttes de la sérosité en bordure de la lésion qu'on dilue dans de l'eau physiologique stérile à 0.9%. On répartit stérilement le contenu dans trois tubes de milieu NNN. On rajoute quelques gouttes du mélange antibiotique Pénicilline-Streptomycine et on met les cultures à l'étuve à 24°C. Les tubes sont contrôlés une fois par semaine. Les cultures positives laissent apparaître des formes promastigotes qu'on peut observer facilement au microscope optique à contraste de phase au grossissement x25.

3.3. Identification des parasites

L'identification de l'espèce de *Leishmania* a été effectuée soit par la méthode d'électrophorèse des isoenzymes ou par PCR-RFLP au Centre National de Référence de *Leishmania* à l'IPA.

3.3.1. Typage isoenzymatique des souches

L'identification des parasites est réalisée après culture en masse des leishmanies sur le milieu d'enrichissement (Cœur cerveau Sang) de lapin. Le typage des *Leishmania* a été effectué par la méthode de migration électrophorétique des iso-enzymes parasitaires décrite par Rioux et al, (1990). Sur la base de 15 systèmes enzymatiques. Chaque souche isolée est caractérisée par son profil enzymatique, formant ainsi une population homogène ou «zymodème». Pour la caractérisation isoenzymatique, trois souches de référence ont été utilisées comme marqueur : MHOM/FR/78/LEM 75 *L. infantum* MON-1; MHOM/MA/81/LEM 265 *L. major* MON-25 et MHOM/TN/80/LEM 163, *L. killicki* MON-8.

3.3.2. La PCR

Des prélèvements provenant de patients, de rongeurs ou de phlébotomes ont fait l'objet d'un dépistage par PCR, à cet effet les amorces ciblant la séquence 63pb ont été utilisées.

Le test PCR-RFLP selon la technique de Schônian et al, (2003) L'ADN total a été obtenu par extraction avec kit QIAGEN, la PCR a été appliquée pour amplifier la région ITS1 (Internal transcribed spacer 1), il s'agit d'une région polymorphe entre espèces de *Leishmania* et qui sépare les gènes codants pour la petite sous unité SSU rRNA et 5.8s rRNA, en utilisant les amorces L5. 8s5' -TGATACCACTTATCGCACTT- 3' / LITSR 5'-CTGGATCATTTTCCGATG-3'.

Les produits PCR sont révélés par électrophorèse sur gel d'agarose à 2%. Par la suite 15µl de ces produits révélés positifs sont digérés par l'enzyme de restriction HaeIII à 37°C pendant 3 heures. Les produits de digestion sont analysés par électrophorèse sur gel d'agarose à 3% et visualisés sous UV.

4. Enquêtes entomologiques

4.1. Échantillonnage

4.1.1. Stations de capture

Les stations ont été choisies de telle façon à couvrir un large territoire de chaque zone d'étude et refléter autant que faire se peut la diversité des niches écologiques susceptibles d'abriter les phlébotomes, les stations ont été choisies en fonction au niveau des zones de transmission c'est-à-dire au tour des habitations ayant notifiées des cas de leishmaniose. Plusieurs stations ont été prospectées dans chaque strate :

4.1.1.1. Dans le Tell

Au niveau du foyer d'El Mehir, 03 stations ont été choisies à savoir les stations de M'Zita, El Melz et Rebiaa.

4.1.1.2. Dans la région steppique

13 stations ont fait l'objet de l'étude entomologique au niveau du foyer de M'Sila, il s'agit des stations suivantes : Nouarra, Ouled Madhi, Ain El Hadjel, Boukhmissa, Khatouti Ced El Djir, Sidi Aissa, El Guetaf, Berhoum, Maadid, Ain El Khadra, Dehahna et Ain El Melh.

4.1.1.3. Au Sahara

a) Foyer de la vallée d'Oued Righ

Les enquêtes entomologiques ont été réalisées au niveau de 03 sites : Touggourt Mégarine et El-Meghaier dans des stations urbaines, péri-urbaines et rurales. Les pièges ont été placés dans différents gîtes : palmeraie, abri animaux, terriers de rongeurs, maisons traditionnelles en terre battue

b) Foyer de Ouargla (El Hadjira) :

- ✓ **El Hadjira chef-lieu**, Alt : 146m, N : 32,6108° ; E : 005,51418°

La station choisie représente un biotope typique de la région, maison traditionnelle, entourée d'un jardin de palmier, avec présence d'animaux domestiques, chèvres, mouton, âne, poules, chien etc... Il s'agit d'une maison située dans le périmètre urbain de la ville d'El Hadjira, située dans un quartier ; à cet endroit un piège CDC et de 80 pièges ont été déposés.

- ✓ **Taibine**, N : 32,63599° , E : 005,45288°

Taibine est une agglomération secondaire de la commune d'El Hadjira, Plusieurs biotopes typiques à la région, (maison traditionnelle, entourée d'un jardin de palmier, avec présence d'animaux domestiques, chèvres, mouton, âne, poules, chien etc...).y ont été explorées ; 312 pièges adhésifs ont été déposés

- ✓ **Debidibi** Alt : 122m, N: 32,61524° , E: 005,47990°

Debidibi est un hameau abritant une dizaine d'habitations, ces occupants sont des agro pasteurs où plus de cent quarante pièges adhésifs (142) ont été déposés à l'intérieur d'un jardin privé irrigué au pied de palmier et sous la haie de clôture. Ce quartier est celui d'où provenaient la majorité des cas de leishmaniose.

- ✓ **Lagraf** Alt : 118, N : 32,6238° , E : 005,59836°

Il s'agit d'une propriété privée avec arrière-cour dans laquelle le propriétaire entretient un petit jardin de palmier, il y élève de petits animaux (chèvre, lapin, mouton etc...) 143 pièges adhésifs et 02 pièges CDC y ont été placés.

149 autres pièges ont été déposés dans une maison mitoyenne dotée d'un jardin irrigué ou l'on y pratique l'élevage ovin, il a été également noté la présence de fumier et de déchets organiques éparpillés à l'intérieur du jardin.

- ✓ **El Khanfar** : Alt : 122m, N : 32,6322° ; E : 005,61127°

C'est un hameau d'une dizaine de maison, situé à la périphérie de la commune d'El Hadjira ; 143pièges adhésifs y ont été déposés dans différents endroits, écurie et abri animaux.

✓ **Rachedi** : Alt : 114 m, N : 32,64966° ; E : 005,60057°

Il s'agit d'un îlot de maison avec des jardins mitoyens, les propriétaires y élèvent des moutons et des chèvres. 127 pièges adhésifs ont été à l'intérieur d'une écurie (caprin) et pose d'un piège CDC à UV à l'intérieur d'un abri pour chèvre et à proximité d'une écurie (chèvres et poules). Les conditions climatiques du jour sont nuageuses, temps pré-orageux et venté, température modérée entre 28 et 32 degré C°.

✓ **El Mir**

C'est un hameau de maison surplombant un Ghout, distant de quelques dizaines de mètres. Ces habitants se débarrassent de leurs déchets dans l'environnement immédiat de leurs maisons, la prospection de ces lieux révéla la présence de nombreux terriers de rongeurs. Une activité de rongeurs fut également constatée dans et autour du Ghout, révélée par les nombreuses traces récentes laissées sur le sables par ces derniers. Pose d'un piège CDC et de papiers huilés (170) dans une bergerie

✓ **Chegga** : Alt : 96 m, N : 32.92927° ; E : 005,51447°

C'est un village au cœur d'une palmeraie, situé sur un terrain alluvial à 45 Km au Nord-ouest de la ville d'El Hadjira. Des prospections sur place ont révélé la présence de chénopodiacées et des terriers de rongeurs, notamment sur les terrasses alluviales, des pièges à papiers huilés ont été déposés (133) et un piège CDC.

c) Foyer de la vallée de Ghardaïa

✓ **Ghardaïa**

Afin d'obtenir des données fiables et les plus complètes possibles, l'échantillonnage entomologique a intéressé la vallée du M'Zab (fig. 26), de Guerrara et de Berriane.

Dans la vallée du Mzab nous avons choisi, en fonction de la topographie, trois biotopes différents avec la prospection de 14 stations



Figure 26 : vue d'ensemble de la vallée de Mزاب.

- **Sites urbains** : Ils sont constitués de nombreuses habitations très contiguës construites sur une colline rocheuse et entourées d'une muraille, l'ensemble constitue le « Ksar ». Les captures ont été réalisées au niveau de 5 Ksours : Bounoura, Beni Izguen, El Atteuf, Ghardaïa et Melika.
- **Sites ruraux** : Ces sites englobent la zone périurbaine, aux abords de l'Oued Mزاب qui traverse la ville. On trouve des habitations éparses abritant souvent une ferme ou écurie et de petits jardins avec des palmiers.
- **Sites sauvages** : Ils se trouvent en lisière de la ville en contre bas des collines rocheuses. Le site principal choisi est le lieu nommé «Chaabet Telli » il abrite de nombreux terriers du Goundi du Mزاب (Massoutiera mzabi), rongeur abondant dans cette région.

Les captures ont été réalisées durant deux années successives (2008-2009), à raison de 2 nuits pièges/mois du mois d'avril au mois de novembre. Deux méthodes ont été utilisées, les pièges lumineux du type CDC ainsi que les pièges adhésifs (imbibés d'huile de Ricin). Quatre pièges CDC sont déposés à différents endroits des sites d'études : intérieurs d'habitations, abris d'animaux, les cavernes ainsi que les refuges des Gondi. Les pièges adhésifs sont déposés en milieu urbain, rural et sauvage à raison de 100 pièges par site.

✓ Guerrara

Dans le foyer de Guerrara sept stations ont été prospectées. La première station prospectée est celle du quartier Ouled Neil (fig. 27). Dans ce quartier des pièges de papiers huilés ont été déposés au niveau de trois sites.

- **site 1** : situé au centre du quartier un 94 pièges (20/20cm) ont été déposés les pièges sont placés dans des anfractuosités des murs à l'extérieur des habitations (98 PH) et 34 PH ont été déposés au pied des palmiers.
- **Site 2** : situé à quelques dizaines de mètres de celui-ci les pièges ont été placés autour d'une clôture (Zriba) d'animaux (moutons et de chèvres) Bergerie, paille (48 PH)
- **site 3** : situé à l'extrémité du quartier à la périphérie de la ville.les pièges ont été déposés dans deux endroits (54 PH) à l'intérieur d'un jardin et à l'intérieur d'une clôture



Figure 27 : Station d'étude entomologique quartier Ouled Naeil dans une vieille habitation situé à la limite du ksar de Guerrara.

4.2. Techniques de piégeage

Les techniques de piégeage sont choisies selon la finalité attendue, ainsi nous avons utilisé au cours de nos enquêtes deux techniques d'échantillonnage, capture des phlébotomes vivant au piège CDC .Cette technique est indiquée pour l'étude de l'inventaire et du taux d'infestation, quant à la technique au papier huilé, elle est préconisée pour étudier l'inventaire, la répartition géographique et le suivi des variations des peuplements des phlébotomes.

4.2.1. Capture au piège adhésif

Ce mode de capture est basé sur les propriétés attractives et adhésives de l'huile de ricin. Les pièges sont constitués de feuilles de papier blanc coupés en carrés de 20 cm de côté, de faible épaisseur mais assez rigide, enduite d'huile de Ricin sur les deux faces. On les imprègne en profondeur à l'aide d'un rouleau de peinture sur les deux faces d'huile de ricin officinal. Chaque feuille est montée à l'aide d'une tige métallique confectionnée en forme de pince. Chaque feuille porte les renseignements concernant le site de piégeage, la date de capture et l'orientation des feuilles (Sud-est, Nord-ouest... etc...). Les pièges sont disposés en forme de cylindre aux niveaux des anfractuosités ou d'autres orifices de petit diamètre. Ils sont maintenus en position verticale à l'aide d'une baguette en bois ou métallique aux niveaux des différents gîtes, terriers de rongeurs, étables, bergeries, jardins, terriers de rongeurs, anfractuosités, maisons etc. (fig. 28a et 28b)

Les pièges adhésifs sont placés le soir avant la tombée de la nuit (18h-19h) et retirés le lendemain matin (06h-07h) les deux périodes d'intense activité des phlébotomes : le crépuscule et l'aube (fig. 28). La période de capture s'étalait durant toute la période d'activité des phlébotomes (Avril Octobre). Les phlébotomes capturés sont prélevés délicatement au pinceau puis conservés dans l'alcool à 95° dans des petits flacons contenant un morceau de papier sur lequel sont inscrits au crayon noir, le numéro du piège, la localité, et la date du piégeage.

Pour l'étude de la dynamique de la faune phlébotomienne, nous avons choisi à cette fin un site de piégeage situé dans une zone steppique localisée dans une ferme à Ain El Hadjel.



Figure 28 : modèle de piège adhésif : **a.** Guirlande, **b.** pièges lumineux CDC

Les pièges lumineux CDC ont été utilisés pour la capture des phlébotomes, nous en avons placés à l'intérieur des maisons, dans les étables et dans les cours des habitations.

Ce piège comporte un système d'aspiration composé d'un moteur et d'un petit ventilateur, le tout contenu dans un cylindre en plastique. Au-dessus du ventilateur se trouve une petite ampoule de faible intensité (6 V). Entourant cette ampoule, un grillage métallique placé à la partie supérieure du cylindre, empêche l'entrée des insectes de grande taille. La partie inférieure porte extérieurement un anneau de même matière que le cylindre, permettant l'ajustement d'une cage. Celle-ci est un cube de 20 cm d'arrête, en tulle moustiquaire, attaché à un cadre métallique et retenu à la partie inférieure du cylindre à l'aide d'un anneau élastique. Le système est alimenté par une batterie de 6 V (reliée aux bornes de l'appareil par des fils souples). Ces sources d'énergie sont suffisantes pour assurer un fonctionnement efficace durant toute la nuit et maintenir la ventilation jusqu'à la relève, empêchant ainsi la sortie des insectes déjà piégés.

Ces appareils ont été utilisés pour la capture de phlébotomes vivants, dans le but de dépister et d'identifier les leishmanies en cause, mais aussi en complément pour l'inventaire des espèces phlébotomiennes. Les phlébotomes capturés ont été identifiés après éclaircissement et montage rapide dans la solution de Marc André.

Les phlébotomes capturés sont transportés tôt le matin au laboratoire pour identification morphologique, après éclaircissement au KOH et au Marc André, en utilisant les clés dichotomiques d'Abonnenc (1972) et Dedet (1984) (Annexes 1 et 2).

L'étude de l'infection des phlébotomes a été réalisée durant une semaine du 28-09 au 08-10-2009. Les femelles capturées la veille à l'aide des pièges CDC sont maintenues vivantes en plaçant la nasse dans un sac noir contenant un chiffon humidifié. Les femelles sont plongées durant quelques secondes dans l'alcool à 70% puis rincées dans de l'eau physiologique 9 %.

La dissection s'effectue sous la loupe binoculaire selon la technique de Rioux (1986), la tête ainsi que le génitalia sont mis entre lame et lamelle afin d'identifier, au microscope, l'espèce phlébotomienne, l'estomac est examiné à part pour la recherche éventuelle de promastigotes.

5. Enquêtes sur les rongeurs

L'étude de l'activité des rongeurs a été basée sur la recherche des indices de présence : terriers, fragments de chénopodiacées, crottes et traces d'urines (fig. 29).

En se basant sur cette technique plusieurs hectares ont été prospectés. Les captures de rongeurs ont été effectuées au cours des années 2007 à 2011 pour ce faire différentes techniques de capture ont été utilisées.



Figure 29 : Recherche des terriers de rongeurs actifs (T) par le biais des indices de présence (IP), notez les fragments de végétaux frais à l'entrée du terrier

5.1. Capture manuelle

Par défoncement ou inondation des terriers à l'aide d'un camion-citerne. Ces derniers sont inondés à partir du trou le plus élevé. Les animaux sont saisis à la main gantée à la sortie des autres orifices (fig. 30). Cette méthode est d'une grande rentabilité lorsqu'il s'agit de rongeurs creusant leurs terriers sur un terrain argileux et que les galeries sont très réduites. *Psammomys obesus*, *Meriones shawi* et *Jaculus*.



Figure 30 : capture manuelle des rongeurs par inondation des terriers, les rongeurs sont attrapés à la main gantée à leur fuite des terriers.

5.2. Capture par piégeages

Plusieurs modèles ont été utilisés pour les rongeurs désertiques tapettes, Manufrance, Sherman, INRA, pièges locaux. Ces pièges sont surtout efficaces pour capturer vivants les *Meriones*, les *gerbillus*, les *muridés*, et le sont beaucoup moins pour les *Psammomys* (fig. 31).

Certaines espèces ont été capturées à l'aide des pièges types Sherman ou ratières (nasse de rats). Nous avons utilisé comme appâts (du pain, des carottes, des dattes, de la graisse animale pour *Meriones shawi* et *Rattus rattus*).

Différents biotopes ont été prospectés afin de dresser un inventaire des espèces de rongeurs présentes dans chaque région, actualiser les données d'une part et rechercher d'éventuels réservoirs pouvant jouer un rôle dans la dissémination de la maladie d'autre part.



Figure 31 : piège Sherman posé à l'entrée d'un terrier.

Les animaux capturés sont mis immédiatement après leur capture dans des cages en bois et transportés au laboratoire pour exploration.

5.3. Traitement des captures

Les rongeurs capturés sont anesthésiés à l'éther, puis identifiés selon les clés de détermination décrites par Bernard (1970) (annexes 4 et 5).

5.4. Recherche de Leishmanies

Les parties exposées aux piqûres d'insectes (pavillon de l'oreille, museau, pattes et queue) sont soigneusement examinées. Toute lésion superficielle fera l'objet d'un frottis coloré au Giemsa et d'un ensemencement sur milieu NNN et sérum de Lapin.

Après sacrifice de l'animal des prélèvements des organes profonds (rate et foie) sont ensemencés sur milieux NNN de façon systématique.

6. Méthode d'exploitation des résultats par des indices Écologiques

Les résultats seront traités par des indices écologiques de composition et par des indices écologiques de structure.

6.1. Indice Ecologique de Composition

Les indices écologiques de composition appliqués sont présentés par la richesse spécifique totale et moyenne, la fréquence centésimale ou abondance relative.

6.1.1. La richesse spécifique S

La richesse spécifique est l'ensemble des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984) donc S est le nombre des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés

6.1.2. L'abondance relative

L'abondance relative correspond à la participation d'une espèce en terme d'individus ni par rapport au total des individus N (Dajoz, 1971).

Elle est calculée par la formule suivante :

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

n_i : nombre d'individus de l'espèce i
N : nombre total des relevés effectués

6.2. Indice écologique de structure

Les indices écologiques de structure appliquée dans l'adresse des résultats sont l'indice de Shanonn-Weaver ainsi que l'équitabilité (équitartition).

6.2.1. Indice de Shanonn-Weaver:

Cet indice est défini comme étant la probabilité d'occurrence d'un événement et calculé selon la formule suivante :

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

P_i : la fréquence relative de l'espèce - $P_i = n_i / N$
 n_i : nombre d'individus d'une espèce donnée.
N : nombre total d'individus

Si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H tend vers 0 L'indice est maximal quand tous les individus sont repartis d'une façon égale pour toutes les espèces (Anonyme, 2004).

6.2.2. L'équitabilité

L'indice d'équitabilité représente le rapport de l'indice de Shannon-Weaver H à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H' max)

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

S : la richesse spécifique

Cet indice peut varier entre 0 et 1, il est maximal lorsque chaque espèce est représentée par le même nombre d'individus, et il est minimal quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement (Ramade, 1984).

6.3. Traitement statistique des données

6.3.1. L'analyse en composantes principales(ACP):

L'analyse en composantes principales(ACP) est une méthode statistique ancienne, c'est à K. Persan en 1933 que l'on doit les premières publications traitant ce sujet. Cette méthode a pour but la mise en évidence des relations caractéristiques de l'ensemble des variables et insiste sur le caractère réducteur toute en mettant en valeur le fait que la démarche limite la perte d'information. Cependant l'utilisation de l'ACP est récente et c'est avec l'avènement des ordinateurs que la théorie a pu être mise en pratique. .

6.3.1.1. Domaine d'application de l'ACP :

L'analyse en composantes principales(ACP) s'applique à chaque fois que l'on dispose d'un tableau rectangulaire de données dans lequel un ensemble de variables données sont observées sur des individus, ces variables doivent être impérativement quantitatives, mais pas forcément homogènes.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

1) Etude des foyers du Tell : Cas foyers d'El Mehir (BBA)

1.1. Données épidémiologiques rétrospectives

Les données épidémiologiques des cas humains nous ont été fournies par le service de médecine préventive de la Direction de la Santé et de la Population de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Le tableau 3 résume la répartition des cas de la leishmaniose cutanée par commune dans le sous bassin d'El Mehir de 2004 à 2011.

Tableau 3 : Répartition de la leishmaniose cutanée dans le sous Bassin d'El Mehir.

Communes	Années							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Mansourah	12	04	05	01	01	01	00	24
El Achir	00	00	00	00	00	00	00	00
El Mehir	29	13	70	03	12	14	11	152
Bendaoud	00	04	09	00	07	00	00	20
Harraza	00	01	01	01	01	00	00	04
Ouled Sidi Brahim	00	00	00	00	00	00	00	00
Total EPSP Mansoura	41	22	85	05	21	15	11	200

Dans la localité d'El Mehir, durant la période 2004-2011, 152 patients atteints de LC ont été diagnostiqués ce qui correspond à une prévalence de la maladie de 608 cas/100 000 hab. Avant 2004, la maladie était inconnue dans cette localité. Son évolution a été marquée par un pic observé en 2006, où 70 cas furent enregistrés. Cette flambée a été suivie par une décroissance significative du nombre de cas, où 3 malades seulement furent déclarés en 2007. Cependant, la courbe de la maladie montrait une recrudescence en 2010 (fig. 32). 68% des patients avaient moins de 16 ans. La majorité d'entre eux présentait des lésions ulcéro-croûteuses, le plus souvent multiples.

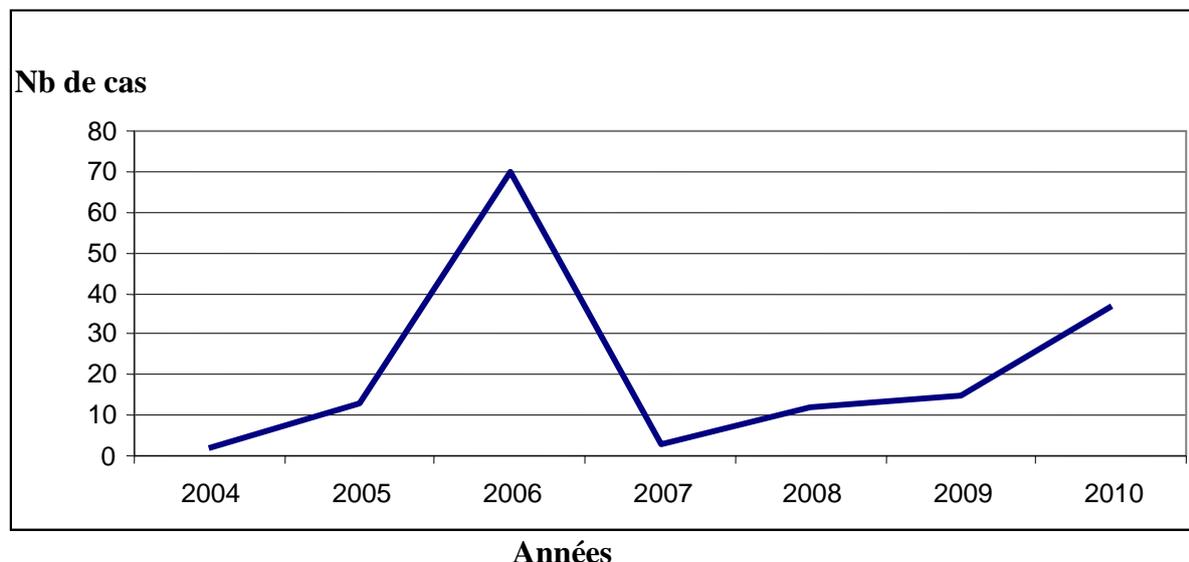


Figure32 : Evolution de la LC dans le foyer d'El Mehir durant la période (2004-2010)

1.2. Etude épidémiologique

1.2.1. Etude du parasite

Durant la période 2009-2011, sur un total de 152 patients atteints de LC qui ont été diagnostiqués, seize malades originaires de quatre villages différents : Hammam El Biban, El Mehir, M'Zita et El Melz ont été prélevés. A l'examen direct des frottis, les amastigotes ont été observés chez tous les patients et douze souches ont été isolées sur milieu NNN. Les études moléculaires par PCR et le typage iso enzymatique réalisés au Centre National de Référence des *Leishmania* de l'Institut Pasteur Algérie ont permis d'identifier précisément la nature de la souche. Le typage isoenzymatique a permis de les rattacher toutes au zymodème MON-25 du complexe *L. major* (tab.9), variant enzymatique prédominant au Maghreb (Pratlong et al., 2009). Il est responsable de lésions cutanées localisées chez l'homme et peut exceptionnellement diffuser au niveau des muqueuses (OMS, 2010). En Afrique du Nord, sa répartition intéresse les steppes présahariennes à la périphérie des chotts. Nos résultats démontrent et ce, pour la première fois, la présence de ce zymodème dans le Tell (Boutrissa et al., 2011).

Afin d'élucider le cycle de transmission dans ce nouveau foyer, des enquêtes entomologiques et des prospections sur les réservoirs ont été menées durant les années 2009 et 2010.

1.2.2. Etude entomologique

Les enquêtes entomologiques saisonnières ont été réalisées du mois de mai à octobre 2009, une fois tous les quinze jours. L'échantillonnage des phlébotomes a été effectué à l'aide de pièges adhésifs fait de papier bristol coupé en carrés de 20 cm de côté et imbibés d'huile de

ricin. Les piégeages ont été effectués autour des maisons des malades, trois stations dans la localité d'El Mehir ont été retenues (fig. 33).



Figure 33 : Localisation des stations de capture des phlébotomes à El Mehir

1.2.2.1. Station M'Zita

Il s'agit d'une étable d'élevage de caprins et d'ovins, située au Nord-Ouest de la ville de Bordj Bou Arreridj et à l'Ouest de la ville d'El Mehir, localisée au bord d'un Oued et entourée d'un îlot de maisons (fig.34). Les résultats des captures sont représentés dans le tableau 4.



Figure 34 : Station de capture des phlébotomes à M'Zita

Tableau 4 : Résultats des captures de phlébotomes dans la station de M'Zita

Espèces	Mâles	Femelles	Total	Abondance relative (%)
<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	218	57	275	43.44
<i>P. (Larroussius) perniciosus</i>	149	180	329	52
<i>P. (Larroussius) perfiliewi</i>	01	00	1	0.16
<i>P. (Larroussius) longicuspis</i>	02	07	9	1.42
<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	01	00	1	0.16
<i>S. (Sergentomyia) minuta parroti</i>	09	09	18	2.84
Total	380	253	633	100

1.2.2.2. Station El Melz

Il s'agit d'écuries servant à l'élevage de bovins et d'ovins, situées à la lisière d'un Oued. Un petit hameau de quelques dizaines d'habitations s'y trouve à proximité. (fig. 35).

**Figure 35** : Vue panoramique du village d'El Melz

Les résultats de capture des phlébotomes dans la station d'El Melz sont reportés dans le tableau suivant (5).

Tableau 5 : Résultat de capture des phlébotomes dans la station El Melz

Espèces	Mâle	Femelle	total	Abondance relative (%)
<i>P. (Larroussius) perniciosus</i>	2061	1517	3578	81.82
<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	423	146	569	13
<i>P. (Larroussius) perfiliewi</i>	02	05	7	0.16
<i>P. (Larroussius) longicuspis</i>	11	09	20	0.45
<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	06	21	27	0.61
<i>S. (Sergentomyia) minuta parroti</i>	92	80	172	3.93
Totaux	2595	1778	4373	100

1.2.2.3. Station Rebéaa

Il s'agit d'une ferme localisée au sommet d'une montagne où l'on élève différents types d'animaux (fig. 36). Les résultats des captures sont consignés dans le tableau 6.

**Figure 36** : Station Rebéaa située au sommet d'une montagne.**Tableau 6** : Résultats de capture de phlébotomes dans la station de Rebéaa

Espèces	Mâle	Femelle	total	Abondance relative (%)
<i>P. (Larroussius) perniciosus</i>	217	44	261	78.61
<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	02	00	2	0.60
<i>P. (Paraphlebotomus) sergenti</i>	05	04	9	2.71
<i>P. (Larroussius) longicuspis</i>	02	00	2	0.60
<i>S. (Sergentomyia) minuta Parroti</i>	12	31	43	12.95
<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	02	13	15	4.51
Totaux	240	92	332	100

Ces enquêtes réalisées pour la première fois dans cette région, montrent un spectre faunistique composé de sept espèces, quatre appartiennent au genre *Phlebotomus* et deux au genre *Sergentomyia*. La répartition par espèce, montre que *P. perniciosus* est dominant avec un total de 4168 individus soit 77.96% (tab.7)

Tableau 7 : Résultats globaux des enquêtes entomologiques dans la région d'El Mehir

Espèces	Mâle	Femelle	Total	Abondance relative (%)
<i>P. perniciosus</i>	2427	1741	4168	78
<i>P. papatasi</i>	643	203	846	15.82
<i>P. perfiliewi</i>	03	05	8	0.15
<i>P. longicuspis</i>	15	16	31	0.58
<i>P. sergenti</i>	11	06	17	0.32
<i>S. minuta</i>	113	120	233	4.35
<i>S. fallax</i>	09	34	43	0.80
Totaux	3221	2125	5346	100

1.2.2.4. Indices écologiques

Les résultats des indices écologiques (tab.8) appliqués pour les 3 stations d'études ont révélé une abondance de *P. perniciosus* par rapport à l'ensemble des espèces capturées dans la région d'El Mehir. En effet l'équitabilité obtenue à travers l'indice de diversité de Shannon-Weaver pour les 3 stations révèle une dominance de *P. perniciosus*.

Tableau 8 : Les valeurs des indices écologiques de la faune phlébotomienne au niveau des stations d'El Mehir.

Indices écologiques	Stations d'étude		
	M'Zita	El Melz	Rebea
Richesse spécifique (S)	6	6	6
H ou Is	1,28	0,90	1,09
H max	2,6	2,6	2,6
E	0,5	0,3	0,4

L'espèce phlébotomienne, *P. perniciosus*, dominante dans la région d'étude en l'occurrence El Mehir, sous bassin versant de la Soummam, est incriminée dans la transmission de la leishmaniose viscérale dans le Nord de l'Algérie (Izri et al., 1990), tandis que *P. papatasi*, vecteur de la LCZ due à *L. major* (Izri et al., 1992) est moins abondant dans le tell.

1.3. Etude du réservoir

L'enquête sur les rongeurs, réalisée en septembre-octobre 2009, consistait à faire des prospections régulières pour localiser et dénombrer les terriers de rongeurs actifs autour des habitations. L'inondation des terriers a été pratiquée pour la capture de *P. obesus* et les pièges type Sherman pour les autres rongeurs. L'infestation parasitaire a été recherchée systématiquement par PCR sur les biopsies des oreilles et de la rate. L'examen direct et la culture des prélèvements de l'oreille ont été réservés aux rongeurs présentant des lésions suspectes.

Nous avons capturé quatre-vingt-trois spécimens, regroupant 78 *P. Obesus* et 05 *M. shawi*. Le taux de positivité par PCR chez la première espèce était de 65% (51/78). Aucun spécimen de la deuxième espèce n'a été trouvé infesté. Sur les huit *P. obesus* présentant des lésions de l'oreille, nous avons pu isoler 05 souches, elles s'identifient toutes à *L. major* MON-25 (tab.9).

Tableau 9 : Souches isolées chez les patients et rongeurs dans le nouveau foyer de leishmaniose cutanée d'El Mehiri et leur identification isoenzymatique.

Code de la souche	Origine	Ex Direct	Culture	PCR	Identification Isoenzymatique
MHOM/DZ/2009/LIPA 96	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 97	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 98	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 99	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 100	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 101	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 102	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 103	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 104	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 134	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 135	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MHOM/DZ/2009/LIPA 136	Homme	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MPSA/DZ/2009/LIPA 128	<i>P. obesus</i>	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MPSA/DZ/2009/LIPA 129	<i>P. obesus</i>	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MPSA/DZ/2009/LIPA 130	<i>P. obesus</i>	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MPSA/DZ/2009/LIPA 131	<i>P. obesus</i>	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25
MPSA/DZ/2009/LIPA 133	<i>P. obesus</i>	+	+	+	<i>L. major</i> MON-25

1.4. Discussion

L'espèce *P. perniciosus* occupe un très large territoire géographique dans les régions méditerranéennes jusqu'à la lisière saharienne (Rioux et al., 1967).

La répartition de cette espèce en Algérie est essentiellement tellienne, constante en Kabylie et dans le constantinois, deux régions situées dans l'étage humide et subhumide, connues pour être endémiques de leishmaniose viscérale. *P. perniciosus* est un vecteur prouvé de la leishmaniose viscérale zoonotique à *L. infantum* (Izri et al., 1990). Moulahem et al. (1998) avaient souligné le caractère d'anthropophilie de cette espèce ainsi que deux autres espèces *P. perfiliewi* et *P. longicuspis*.

P. papatasi constitue le vecteur prouvé de la leishmaniose cutanée zoonotique MON-25 (Izri et al., 1992). A l'issue de leurs travaux sur les phlébotomes algériens, Dedet et al. (1984), arrivèrent à la conclusion que *P. papatasi* se localise préférentiellement dans les zones steppiques Nord saharienne. Il se trouve avec un maximum de fréquence dans les stations de basse altitude de 300 mètres, correspondant aux foyers actifs de la L.C.Z. il atteint parfois l'altitude de 1000 m. En concordance avec ces travaux, nos enquêtes ont permis de signaler cette espèce dans différents biotopes, aussi divers, naturel qu'anthropique, du sous-bassin de la Soummam, allant de 600 m (Melz) avec un maximum de densité où la majorité des cas de leishmanioses humaines sont rapportés, à plus de 1000 mètre où il est peu abondant.

En plus de ces deux espèces dominantes, les enquêtes entomologiques ont révélés la présence de *P. longicuspis*, espèce endémique du Nord (Parrot et al., 1936), et en étage Saharien (Berchi, 1990) et plus particulièrement en Hauts plateaux dans les étages arides et per-arides (Croset et al., 1978), *P. longicuspis* joue également un rôle dans la transmission de la leishmaniose viscérale (Parrot et al., 1935 ; Berdjane-Brouk et al., 2012).

P. perfiliewi présente en Algérie une distribution strictement tellienne dans les étages humide et semi-aride avec un optimum de présence dans le subhumide ; *P. perfiliewi* est le vecteur prouvé de la leishmaniose cutanée à *L. infantum* MON-24 (Izri et Belazzoug, 1993).

Dans notre enquête, cette espèce a été capturée dans les étables d'élevages d'ovin et de caprin, cela confirme donc sa zoophilie (Bongiorno et al., 2003), alors qu'au contraire Moulahem et al. (1998) avaient souligné le caractère d'anthropophilie de cette espèce.

La prospection des terriers de rongeurs a été réalisée selon des transects Nord-Sud et Est-Ouest, elle nous a permis de localiser, pour la première fois, dans une région du Tell, des terriers de rongeurs *P. obesus* regroupés en taches, colonisant les piémonts argilo-marneux des reliefs entourant la dépression d'El Mehir. Signalée pour la première fois dans un biotope en dehors de son territoire naturel représenté par les Chotts. Cette espèce semble posséder une aire de répartition assez large, englobant les strates écologiques du Sahara, de la steppe et du Tell. Cette présence d'un rongeur typiquement désertique dans une région du Nord, dénote une adaptation écologique et biologique tout à fait remarquable chez ce dernier. En effet Petter (1961) dans son travail sur les rongeurs en Algérie et plus spécifiquement du Sahara, confine la présence de cette espèce exclusivement aux réseaux hydrographiques sahariens. De même les travaux de Kowalski (1991) n'ont jamais relevé la présence de cette espèce à cette latitude. Cette présence de *P. obesus*, dans le sous-bassin d'El Mehir, est certainement liée à des facteurs édaphiques particuliers, notamment la présence de salinité d'origine géologique (marne gypso-salines) qui sont connus pour favoriser la croissance de plantes halophiles (chénopodiacées) nourriture exclusive du *P. obesus*. Cette observation est corroborée par la conclusion qu'avait faite Le Houerou (1995) quand il avait signalé la présence des steppes à alfa et d'armoise blanche sur quelques milliers d'hectares en situation d'ombre pluviale du Djurdjura à l'intérieur des Bibans dans le défilé des Portes de Fer aux environs de Hammam El Biban en Kabylie (entre Bouira et Borj-Bou-Arrerij).

Cette espèce qui est le réservoir principal de LCZ dans la steppe et le Sahara (Belazzoug, 1983 ; Boudrissa, 2005) est également incriminée dans la transmission de ce parasite dans ce nouveau foyer. L'espèce *Meriones shawi*, réservoir confirmé de *L. major* (Belazzoug, 1986 et Boudrissa, 2005) est commune dans le Tell, zone de céréaliculture intensive, elle y connaît souvent des pullulations. Dans les foyers de leishmanioses connus des régions steppiques où cette espèce vit en sympatrie avec *P. obesus*, ses pullulations précèdent souvent les flambées épidémiques de leishmanioses (Boudrissa, 2005). La figure 45 illustre la vaste répartition du Mérione dans le tell. Cette espèce qui est un réservoir confirmé du parasite *L. major* (Belazzoug, 1986 ; Boudrissa, 2005) pourrait le faire disséminer à travers tout le territoire des hauts plateaux telliens compte tenu de sa large valence écologique. Le risque spatial vis-à-vis de cette maladie est assez important du fait de la forte densité de la population.

1.5. Conclusion

Le sous bassin de la Soummam, limitrophe à celui du Hodna, zone d'endémie leishmanienne, est affecté pour la première fois, par cette maladie ; *P. obesus* (rat des sables) est également signalée pour la première fois dans le Tell, hors de son territoire naturel (steppe et Sahara). En Algérie, deux rongeurs Gerbillidés sont formellement identifiés comme réservoir, *M. shawi* et *P. obesus* (Belazzoug, 1983). Ces deux espèces vivent souvent en sympatrie, donc la transmission inter-espèce est évidente. La présence de ce rongeur, réservoir potentiel de la leishmaniose cutanée dans le Tell, constitue un risque d'extension de cette maladie vers des zones à fortes densités humaines, d'autant plus, que le Tell est un biotope de prédilection de plusieurs espèces de rongeurs, notamment *M. shawi*, lequel colonise de vastes plaines céréalières des hauts plateaux.

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques sont responsables de l'extension spatiale de la maladie, parmi ceux-ci les rongeurs. La nature géologique du terrain d'El Mehir (présence de marnes gypsosolines) forment des corridors de salinité recouvertes de chénopodiacées aux pieds desquelles les rongeurs creusent leurs terriers. Un autre facteur probablement à l'origine de cette épidémie, qui est l'augmentation de la densité vectorielle par l'introduction d'élevage qui apporte suffisamment de matière organique et de litière pour la multiplication des larves de phlébotomes. Les étables et écuries sont les stations où les captures des phlébotomes sont les plus abondantes.

Pour survivre en dehors de son territoire, notamment en période de stress hydrique, le *P. obesus* rongeur très hygrophile se rabatte sur les touffes verdoyantes colonisant les berges et les dépressions (Fichet Calvet et *al.*, 2000).

Des études complémentaires sont nécessaires pour apporter des éclaircissements quant au rôle joué par les rongeurs dans la dynamique de cette maladie.

2. Étude des foyers des régions steppiques. Cas de M'sila (Chott El Hodna)

2.1. Données épidémiologiques rétrospectives

La maladie est encore prévalente dans le chott du Hodna où l'on continue à enregistrer plus de 1000 cas/ an, ainsi rien que pour la wilaya de M'sila, il a été recensé plus de 50 mille cas entre 1982 à 2013 (tab. 10).

Tableau 10 : Evolution des cas la LCZ dans la wilaya de 0 M'Sila

ANNEES	NOMBRE DE CAS	ANNEES	NOMBRE DE CAS	ANNEES	NOMBRE DE CAS
1982	4131	1993	804	2004	4373
1983	3691	1994	402	2005	203
1984	429	1995	301	2006	56
1985	404	1996	1773	2007	98
1986	941	1997	3827	2008	368
1987	1644	1998	2702	2009	932
1988	702	1999	2448	2010	1245
1989	596	2000	1172	2011	2063
1990	866	2001	1664	2012	255
1991	2738	2002	2519	2013	400
1992	938	2003	4649		

(DSP de M'Sila, 2013)

Sévissant en mode endémo-épidémique (fig. 37), suivant un cycle quaternaire l'évolution de la maladie est selon Rioux et *al.* (1990 a), dépendante de l'interrelation des facteurs biotiques et abiotiques

Cette évolution est caractéristique des épidémies de leishmaniose cutanée qui évoluent de la manière suivante.

a)- une évolution violente lié à un cycle instable, résultant du cours de l'épidémie dans une région nouvellement infestée et où la population n'est pas immunisée, elle est liée aussi à l'espèce du rongeur réservoir en cause, sa densité, sa distribution vis-à-vis des habitations.

b)- une évolution lente et régressive liée à un cycle stable, résultant de l'acquisition de l'immunité et quand l'épidémie aurait occupé tout le territoire.

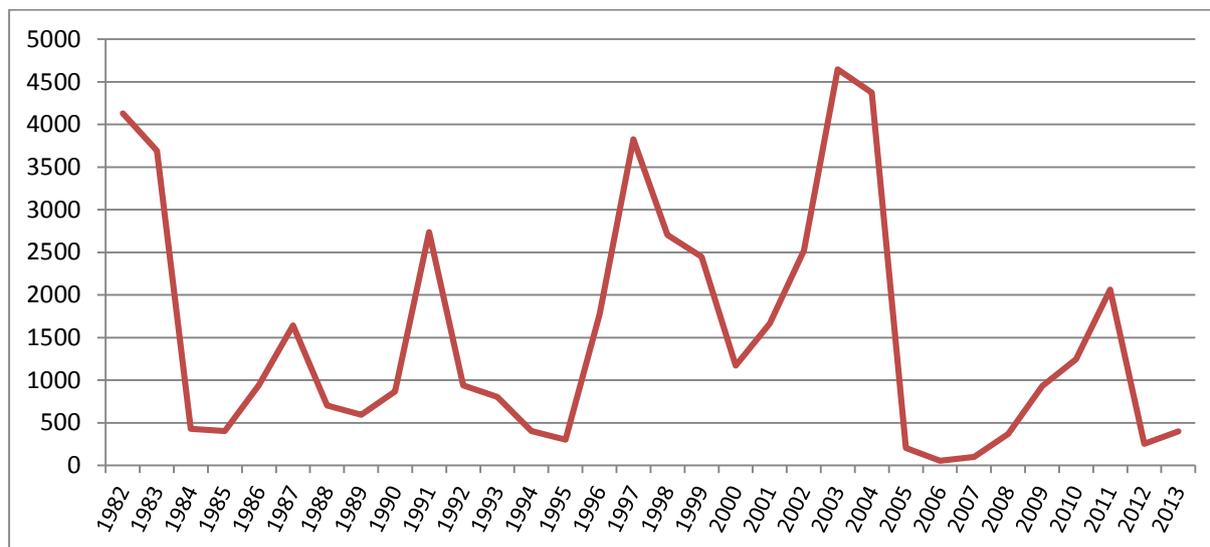


Figure 37 : Evolution des cas humains de la leishmaniose cutanée zoonotique dans la wilaya de M'sila (1982-2013).

La leishmaniose cutanée frappe sans distinction les deux sexes et indépendamment de l'âge, cependant dans les villages composés majoritairement d'autochtones, les cas se recrutent principalement dans les classes d'âges nourrissons et enfants.

2.2. Etude épidémiologique

2.2.1. Etude du parasite

Durant cette étude réalisée dans le nouveau foyer de M'Sila, nous avons isolé neuf souches de *leishmania* à partir de patients de différentes régions ; M'sila (05), Barika (02), Ain El Hadjel (01) et El Euch (01)

L'identification isoenzymatique a montré que toutes les souches s'apparentaient au seul zymodème Mon-25 de *L. major*. Onze zymodèmes au moins en constituent aujourd'hui le complexe phénétique. En Afrique, deux zymodèmes de *L. major* sont connus Mon-25 et Mon-26 (Dedet, 1999), deux autres zymodèmes : MON-17 et MON-117 y ont ensuite été décrits par Pratlong et *al.* (2009). Au Nord de l'Afrique, la répartition géographique du complexe Mon-25 épouse étroitement la ligne des chotts, au Sud du Sahara, Mon-26, occupe une aire plus étendue, prenant en écharpe l'Afrique sahélienne la péninsule arabique, le proche et le moyen orient (Killick-Kendrick et *al.*, 1985 in Izri, 1989).

Ce complexe est caractérisé par une très grande diversité d'hôtes. Les hôtes-réservoirs habituels sont essentiellement des rongeurs et parmi ceux-ci les *Rodentia*. Il est responsable de lésions cutanées chez l'homme ; lié à des macrofoyers, sa présence est limitée à des aires géographiques qui correspondent aux zones bioclimatiques arides et peraride.

Cependant de rares cas de leishmaniose canine à *L. major* ont été rapportés (Dedet, 1999).

2.2.2. Etude entomologique

2.2.2.1. Inventaire faunistique

L'inventaire de différents biotopes a été réalisé dans différentes stations dans la région steppique du Hodna en utilisant deux techniques de capture, piégeage au CDC et au papier huilé.

En complément des travaux antérieurs sur la faune phlébotomienne dans la région du Hodna, Belazzoug (1986), Boudrissa (2005) et Cherif et *al.* (2010), l'identification des espèces capturées a permis d'actualiser l'inventaire par 04 autres espèces, décrites pour la première fois dans la région de M'Sila, il s'agit de *P. langeroni*, *P. perfiliewi*, *S. clydei*, et de *S. schwetzi*, (tab. 11).

Tableau 11 : Inventaire des espèces de phlébotomes de la région de M'sila.

GENRE	ESPECES
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus papatasi</i> Scopoli, 1786
	<i>Phlebotomus perniciosus</i> Newstead 1911
	<i>Phlebotomus alexandri</i> Sinton, 1928
	<i>Phlebotomus sergenti</i> Parrot, 1917
	<i>Phlebotomus longicuspis</i> Nitzulescu, 1930
	<i>Phlebotomus langeroni</i> Nitzulescu, 1950
	<i>Phlebotomus perfiliewi</i> Parrot, 1930
<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia antennata</i> Newstead ,1912
	<i>Sergentomyia fallax</i> Parrot, 1921
	<i>Sergentomyia minuta</i> Parroti Adler et Theodor, 1927
	<i>Sergentomyia dreyfussi</i> Parrot, 1933
	<i>Sergentomyia clydei</i> Sinton, 1928
	<i>Sergentomyia schwetzi</i> Adler, Theodore et Parrot, 1929

Les enquêtes réalisées dans ce foyer au cours de notre étude ont intéressé 13 stations, situées à différents étages bioclimatiques et différents biotopes aussi bien autour du chott à basse altitude qu'en région de montagne et en milieu rural qu'en milieu urbain. Dans certaines stations (Ain El Hadjel, Ouled Madhi, Nouarra et Maadid) les enquêtes ont été réalisées à intervalle régulier, 2 fois /mois pendant la saison d'activité, de mars à octobre, le reste l'ont été occasionnellement. Au total, 7098 phlébotomes ont été capturés.

Tableau 12 : Résultats globaux des captures des phlébotomes aux pièges adhésifs et aux CDC dans la région de M'sila.

ESPECES	SEXE		TOTAL	Fréquence relative (%)
	M	F		
<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	2328	1905	4233	59,64
<i>P. (Larrousius) perniciosus</i>	503	321	824	11,61
<i>P. (Paraph.) Alexandri</i>	16	16	32	0,45
<i>P. (Larrousius) perfiliewi</i>	06	01	07	0,10
<i>P. (Larrousius) longicuspis</i>	563	220	783	11,03
<i>P. (Larrousius) langeroni</i>	01	00	01	0,01
<i>P. (Paraphlebotomus) sergenti</i>	81	22	103	1,45
<i>S. (Sergentomyia) antennata</i>	201	220	421	5,93
<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	13	370	383	5,40
<i>S. (Sergentomyia) minuta Parroti</i>	133	61	194	2,73
<i>S. (Sergentomyia) schwetzi</i>	119	03	122	1,72
<i>S. (Sintonius) clydei</i>	01	00	01	0,01
<i>S. (Grassomyia) dreyfussi</i>	06	25	31	0,44
Totaux	3971	3127	7098	100

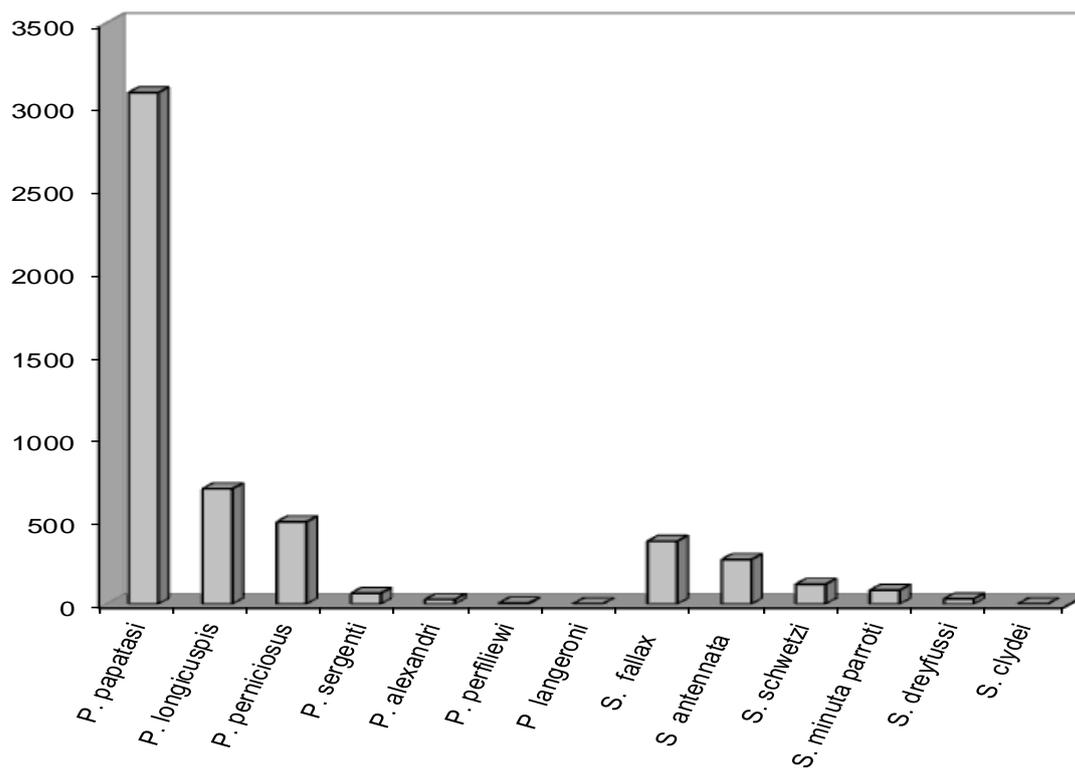


Figure 38 : Distribution des phlébotomes par espèces dans les treize stations.

Captures réalisées aux pièges CDC et aux pièges adhésifs dans les habitations humaines, dans les abris d'animaux domestiques (bergeries, poulaillers, étables...) et aux niveaux des terriers de rongeurs

En examinant les tableaux 12 et 13, on remarque que le genre *Phlebotomus* représente 84.26 % alors que le genre *Sergentomyia* ne représente que 16.2 % de l'ensemble des phlébotomes capturés, *P. papatasi* est l'espèce dominante, elle représente à elle seule 58.25% de l'ensemble des captures.

Tableau 13 : Fréquences relatives des genres et sous genres

Genres	Sous genres	Fréquence relative (%)	
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i>	58.25	84.26
	<i>Paraphbotomus</i>	1.65	
	<i>Larrousius</i>	22.31	
<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i>	18.85	16.2
	<i>Sintonius</i>	0.01	
	<i>Grassomyia</i>	0.54	

2.2.2.2. Étude de la Fluctuation saisonnière des phlébotomes

Nous avons jugé utile de suivre l'évolution saisonnière des phlébotomes, pour déterminer à la fois la période d'activité et le pic de densité, données qui seront nécessaire pour la campagne de lutte.

La courbe d'abondance des phlébotomes a été établie uniquement pour la station d'Ain El Hadjel (fig. 39). Afin d'avoir un échantillonnage représentatif, les pièges (papiers huilés 20cm/20cm) ont été déposés régulièrement à intervalles mensuelles et aux mêmes endroits, à raison d'une nuit de piégeage /mois.

Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus durant une période s'étalant de mars à octobre.

Tableau 14 : résultats des captures mensuels des phlébotomes d'Ain El Hadjel (Mars-Octobre de l'année 2007)

Mois	Nombre de pièges	Nombre des phlébotomes	Densité Ph/m ²	Température Moyenne
mars	25	02	2	18°C
avril	35	00	00	22°C
mai	30	19	15	30°C
juin	43	131	76	28°C
juillet	53	27	12	35°C
aout	50	30	15	40°C
septembre	54	82	37	40° C
octobre	42	25	15	14°C

En général le phlébotome est présent dans la région du Hodna toute l'année sauf en hiver, son activité est bien étalée dans le temps, sa densité augmente régulièrement avec l'élévation de la température moyenne, elle atteint un premier pic en juin et un deuxième en septembre. Il semble d'après les enquêtes entomologiques réalisées et les données

météorologiques recueillies (des deux dernières décennies) que la température mensuelle moyenne d'apparition des phlébotomes est proche de 14°C, elle coïncide dans la région du Hodna avec le mois de mars, cette température ne dépasse guère les 10 °C en Décembre, Janvier, Février.

Cette diminution peut être attribuée aux facteurs climatiques comme elle peut être due à l'évolution en mode diphasique de certains phlébotomes qui connaissent deux pics de densité (Croset et *al.*, 1978).

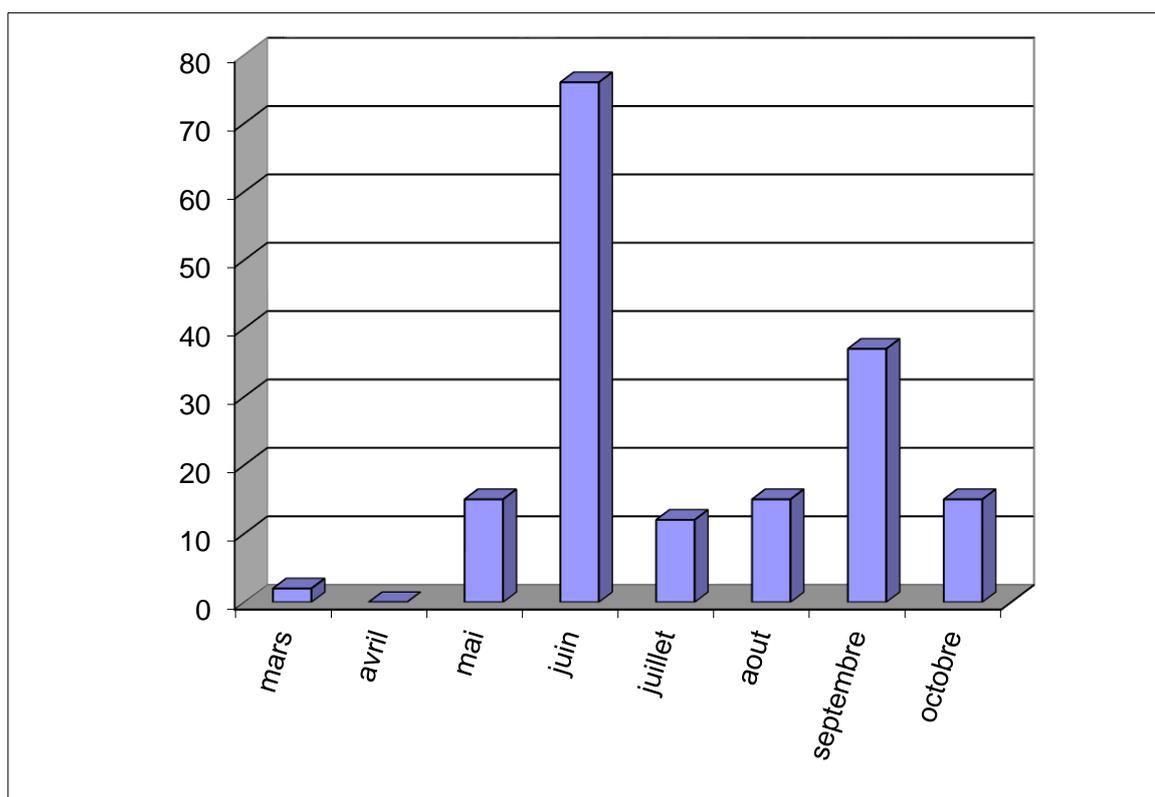


Figure 39 : Evolution mensuelle des phlébotomes capturés aux pièges CDC à Ain El Hadjel

2.2.2.3. Efficacité des méthodes de capture

Une comparaison entre les deux modes de capture a été réalisée dans deux stations différentes représentant deux biotopes différents, les résultats indiquent que le rendement n'est pas le même pour certaines espèces, ainsi le CDC est meilleur pour deux espèces *P. longicuspis* et *S. dreyfussi* probablement par l'attrait de la lumière (phototropisme), (Tab. 15), (fig.40 et 41) et *P. papatasi*, *P. longicuspis*, *S. schwetzi* pour les pièges à papiers huilés.

Tableau 15 : Distribution des phlébotomes par espèces et par type de piégeage (papiers huilés et pièges CDC) au niveau des deux stations : Nouarra et Maadid.

Espèces	Piège CDC 17 P/Nuit		Pièges P. huilés 180 pièges		Total	
	Nouarra	Maadid	Nouarra	Maadid	Nouarra	Maadid
<i>P. papatasi</i>	121	02	228	28	349	30
<i>P. perniciosus</i>	73	37	52	160	125	197
<i>P. alexandri</i>	02	00	00	036	02	03
<i>P. longicuspis</i>	492	02	163	27	655	29
<i>P. sergenti</i>	00	00	01	36	01	36
<i>P. perfiliewi</i>	02	00	00	00	02	00
<i>S. minuta parroti</i>	10	00	13	04	23	04
<i>S. schwetzi</i>	15	00	36	02	51	02
<i>S. fallax</i>	09	00	12	00	21	00
<i>S. antennata</i>	03	00	02	00	05	00
<i>S. dreyfussi</i>	30	00	00	00	30	00
Totaux	757	46	507	260	1264	301

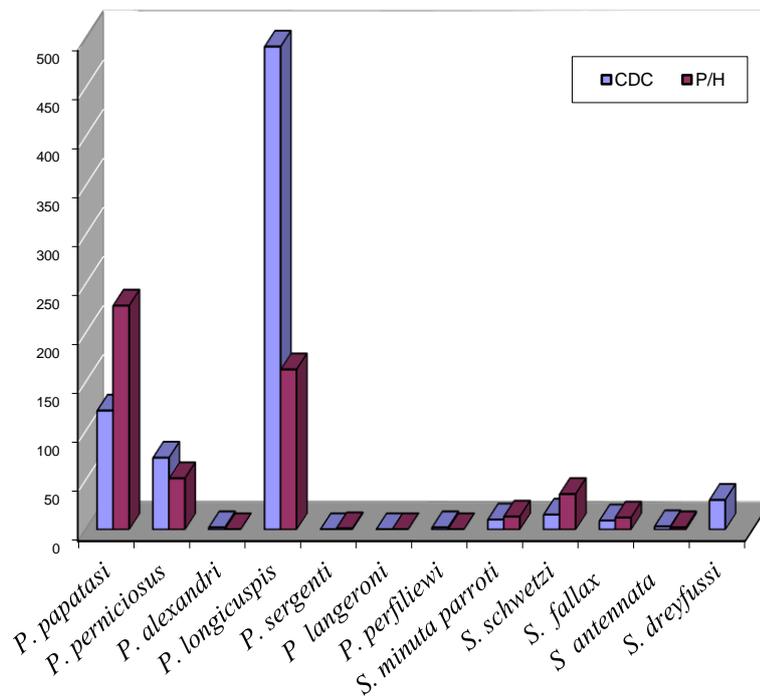


Figure 40 : Illustration des captures au piège CDC et papiers huilés au niveau de la station Nouarra

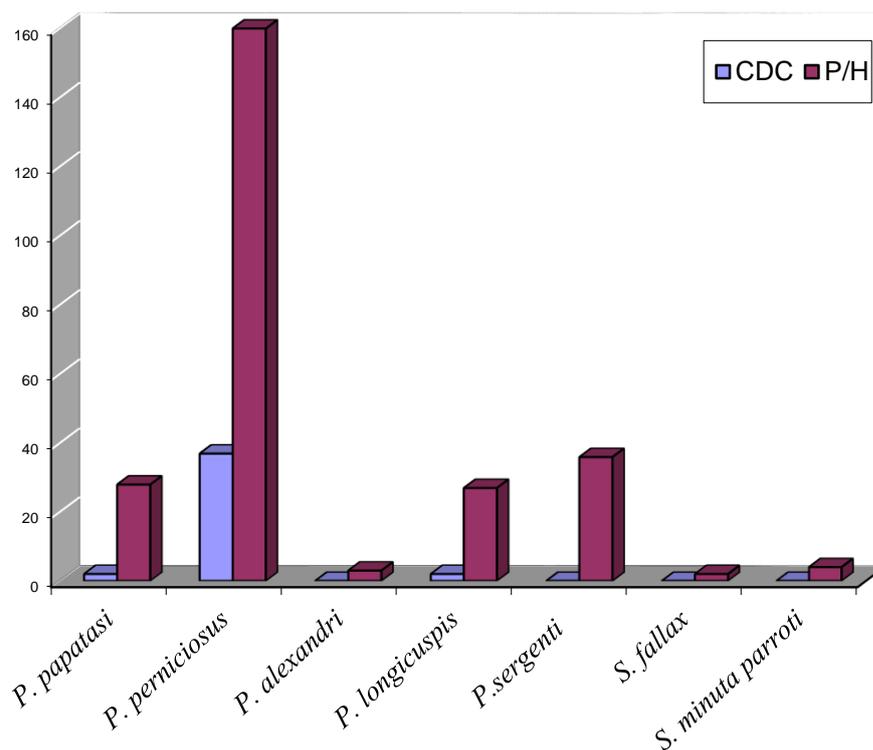


Figure 41 : Illustration des captures au piège CDC et papiers huilés au niveau de la station Maadid

2.2.2.4. Indices écologiques

Les résultats des indices écologiques (tab.12 et 16) appliqués pour les zones d'étude de M'Sila ont révélé une fréquence relative égale à 59.64 % pour *P. papatasi* sur 13 espèces inventoriées, ce qui représente une abondance élevée par rapport à l'ensemble des espèces capturées. Cette abondance est traduite par la valeur de l'équitabilité qui tend vers 1.

Tableau 16 : les valeurs des indices écologiques de la zone d'étude (Hodna)

Indices écologiques	
Richesse spécifique (S)	13
H ou Is	2,04
H max	1,58
E	0,6

Le résultat des enquêtes entomologiques réalisés dans cette zone d'étude est comparable aux travaux antérieurs notamment ceux de Dedet (1984) et Izri (1996).

2.2.3. Etude du réservoir

2.2.3.1. Inventaire des rongeurs

L'inventaire des espèces de rongeurs que nous avons effectué, est le premier suite à celui réalisé par Kowalski(1991), qui avait décrit 19 espèces. Il a porté sur une partie limitée du territoire du Hodna. Ces résultats montrent de prime abord, que celle-ci abrite une faune diversifiée. Le fait marquant constaté est que la plupart des rongeurs vivent en sympatrie, ce qui est en faveur d'une transmission inter-espèce.

La prospection a intéressé différents biotopes, elle a été réalisée selon un transect (bordure de sebkha, Chott, zone de piémont et montagne) ; les techniques de captures utilisées au cours de cet inventaire sont variées, au total 445 rongeurs ont été capturés. Quelques espèces sont représentées dans la figure 42.L'identification a été faite selon la clé d'identification de Bernard (1970). 4 familles, 7 genres et 9 espèces ont été répertoriés (tab.17) (Annexes 3).

Tableau 17 : Quelques espèces de rongeurs inventoriées dans la région du Hodna

Famille	Genre	Espèce	Nouvelle localisation
<i>Gerbillidae</i>	<i>Psammomys</i>	<i>obesus</i>	
	<i>Meriones</i>	<i>shawi</i>	
		<i>crassus</i>	
		<i>lybicus</i>	M'Sila
	<i>Gerbillus</i>	<i>gerbillus sp.</i>	
<i>Muridae</i>	<i>Rattus</i>	<i>rattus</i>	
	<i>Rattus</i>	<i>norvegicus</i>	
	<i>Mus</i>	<i>musculus</i>	
<i>Dipodidae</i>	<i>Jaculus</i>	<i>jaculus</i>	
		<i>orientalis</i>	
<i>Macroscelidae</i>	<i>Elephantulus</i>	<i>rozeti</i>	
<i>Ctenodactylidae</i>	<i>Ctenodactylus</i>	<i>Goundi d'Afrique du Nord ou Goundi de l'Atlas</i>	



Figure 42 : Quelques espèces de rongeurs capturées autour du Chott. : **a**-*Gerbillus sp.*, **b** : *Elephantulus rozeti*, **c**: *Jaculus orientalis*, **d** : *Ctenodactylus gundi*.

2.2.3.2. Recherche des parasites chez les espèces de rongeurs

Acheminés au laboratoire, les animaux capturés ont été examinés soigneusement, les rongeurs porteurs de lésions (fig.43 : a et b), ont été prélevés, le typage isoenzymatique des souches parasitaires a été effectuée à l'institut Pasteur. La PCR a été également utilisée pour la recherche des leishmanies chez *P. obesus* (fig. 42).

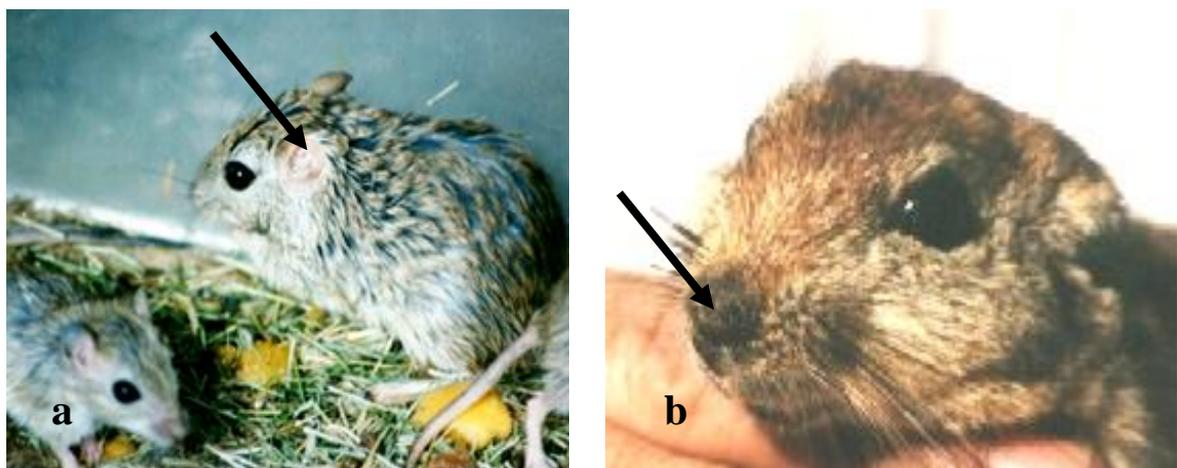


Figure 43 : à gauche : *Meriones shawi* (femelle avec ses petits) parasité par *L. major*. Noter la lésion du pavillon de l'oreille gauche. La partie libre de l'oreille a disparu (flèche). à droite : *P. obesus* capturé dans la région de Souamaâ (M'Sila), foyer actif de la LCZ ;

La fluorescence du produit PCR est proportionnelle à la quantité d'ADN amplifiée, elle-même proportionnelle au nombre d'ADN cible présent au départ. Cela est révélé sur la figure 44, montrant une différence de fluorescence du produit PCR pour ces échantillons ; effectivement pour les échantillons (P1, P7), l'extraction de l'ADN de rongeur a été faite à partir du foie total.

Par contre pour les échantillons (P12, P10), l'extraction de l'ADN a été faite à partir de 0,5g du foie de rongeur et pour les échantillons (P11, P13), l'extraction a été faite à partir de 0,03g du foie du rongeur.

Le produit PCR obtenu, révèle une bande de ~ 600pb, en ciblant une séquence de 603pb de l'ADN ribosomal du parasite *Leishmania*, par la paire d'amorce R221-R332.

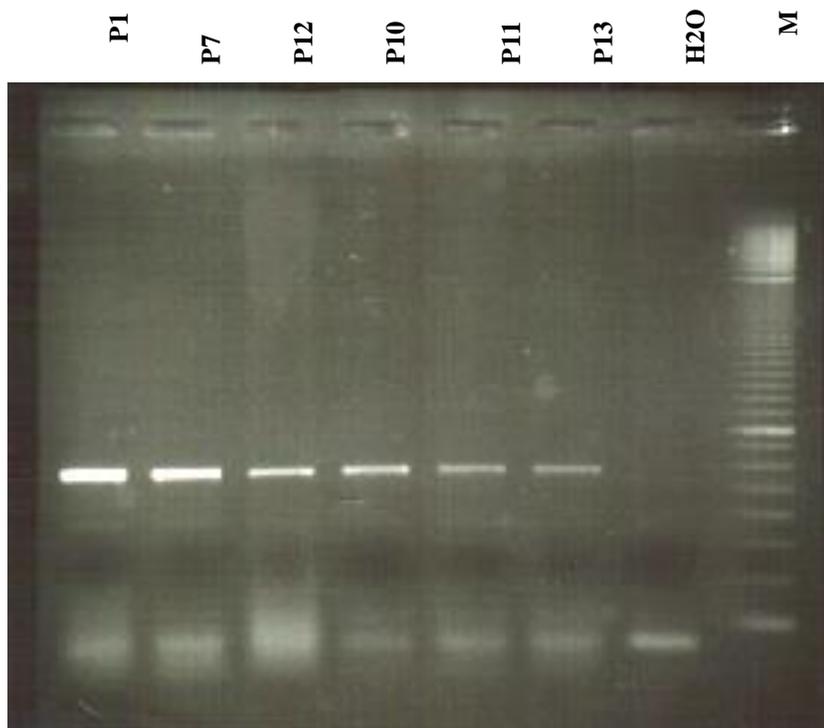


Figure 44 : Profil obtenu avec la paire d'amorce R221-R332, qui cible une séquence de 603pb de l'ADN ribosomal du parasite *Leishmania*. (Sur échantillons foie de rongeurs)

2.2.3.3. Recherche des parasites et typage iso enzymatique

Sur un ensemble de 445 rongeurs capturés dans la région de M'sila 235 rongeurs ont été examinés appartenant à 9 espèces. Le tableau 18 représente les résultats des études parasitologiques.

Le parasite provenant du *M. shawi* capturée à Ain El Khadra a été pour la première fois identifié et typé en Algérie, l'espèce en cause a été rapportée au zymodème Mon-25 de *Leishmania major* ; pour rappel, Belazzoug (1986) a retrouvé la même espèce parasitée à Ksar Chellala (Algérie), mais sans toutefois en déterminer le zymodème.

Tableau 18 : Liste et nombre des espèces examinées.

Espèce	Nbre total	Nbre examinés	Nbre infestés	Taux d'infestation	Nbre de souches isolées	Identification
<i>P. obesus</i>	223(2010)	144	43	29 %	08	<i>L. major</i> MON-25
	60 (2004)	30	05	16 %	04	
<i>M. shawi</i>	49 (2008)	20	06	30 %	03	<i>L. major</i> MON-25
	12 (2012)	06	01	16 %	01	
<i>M. lybicus</i>	13	06	-	-	-	-
<i>Gerbillus sp.</i>	46	ND	-	-	-	-
<i>Jaculus. jaculus</i>	12	06	-	-	-	-
<i>Jaculus orientalis</i>	11	04	-	-	-	-
<i>Elephantulus. rozeti</i>	02	02	-	-	-	-
<i>Rattus rattus</i>	05	05	-	-	-	-
<i>Ctenodactylus gundi</i>	12	12	-	-	-	-
Totaux	445	235	55	-	16	-

2.2.3.3.1. Variabilité des taux d'infection Chez *P. obesus* et *M. shawi*

Chez *P. obesus*, le taux observé de parasitisme est variable selon les saisons, entre 70% en 2003 et 16% pour l'année 2004 (tab. 19), il paraît être plus élevé que celui retrouvé dans la même région par Belazzoug (1986).

Tableau 19 : Comparaison du taux d'infection chez *P. obesus* à M'Sila (Algérie)

FOYER	ANNEE	% D'INFECTION	AUTEURS
M'Sila (Algérie)	1983	5 % (3/60)	Belazzoug. (1983)
	2003	70% (7/10)	Auteurs
	2004	16% (5/30)	Auteurs
	2012	29 % (144/43)	Auteurs

La variabilité notée dans les taux d'infestations pourrait être attribuée à la taille de l'échantillon, la période de la capture, l'âge et la sympatrie.

Au Nord de la Sebkhia et selon un gradient de végétation qui est lui-même fonction du gradient de salinité, ce rongeur est rencontré en colonie pure ou associé avec notamment les *Dipodidae* et les *Gerbillidae* (diagramme de répartition des rongeurs ; figure 63), Là également il occupe de façon continue des milliers d'hectares de steppes crassulescentes parsemées çà et là par des exploitations agricoles.

Chez *M. shawi* le taux d'infestation est porté dans le tableau 20.

Tableau 20 : Taux d'infestation chez *M. shawi*

FOYER	ANNEE	% D'INFECTION	AUTEURS
Douara (Tunisie)	1987	14.3 % (2/14)	Ben Ismail et al. (1987)
M'Sila (Algérie)	2004	30 % (3/11)	Auteurs
M'Sila (Algérie)	2012	16 % 1/6	Auteurs

En ce qui concerne *M. shawi* en 2004, sur les 10 exemplaires examinés, 03 étaient porteurs de parasites (30%) par contre en 2012 sur 06 rongeurs un seul spécimen a été trouvé porteur de parasite ce qui représente un taux de 16 % (tab.19). Le taux du parasitisme par *Leishmania* chez cette espèce a déjà été mentionné en Tunisie par Ben Smail *et al.* (1987), il a été évalué à 14.3 %. Notre étude confirme donc le rôle réservoir assuré par cette espèce, cependant, et malgré la petite taille de l'échantillon analysé, le taux d'infection paraît important (30 %) et (16 %) respectivement en 2004 et 2012. Au Maroc *Meriones shawi* est également porteur de parasite (Rioux *et al.*, 1986).

Répandue au Nord du Sahara, du Maroc à l'Égypte, cette espèce affectionne les milieux cultivés et ne s'aventure guère dans les régions réellement désertiques (fig. 45). Dans toute son aire de répartition, *M. shawi* est limitée vers le Sud par les conditions du désert et surtout par la sécheresse qu'elle ne peut pas supporter longtemps (Petter, 1961).

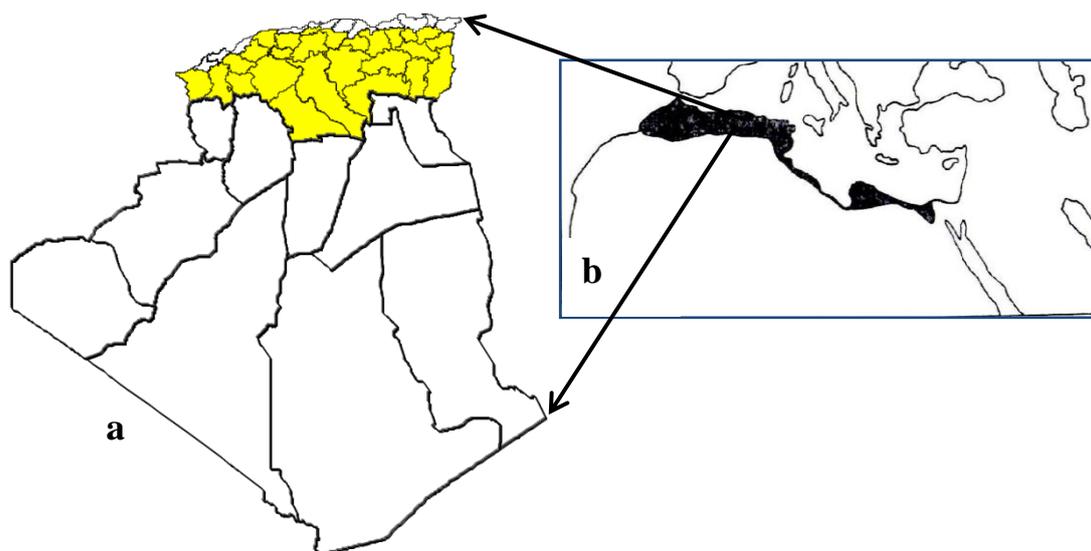


Figure 45 : Aire de répartition du rongeur *M. shawi* :
a. En Algérie, INPV, b. dans le monde, (Petter, 1961).

Il est possible que ce rongeur et ses vicariantes géographiques jouent un rôle plus important qu'on ne le pense, dans la dissémination du parasite, compte tenu de sa mobilité et l'étendue de son aire géographique, qui occupe tout le Nord de l'Algérie, du rivage méditerranéen aux flans Sud de l'Atlas saharien (Kowalski, 1991), (Petter, 1961).

Les populations de cette espèce sont volontiers migratrices (Petter, 1961), le régime alimentaire du *M. shawi* contrairement à *P. obesus* n'est pas stricte, il est omnivore et

commensal, il se rapproche des habitations pour se nourrir des déchets que l'homme génère, cette proximité confère à ce rongeur un rôle de relais de transmission du parasite.

Les pics de la courbe d'évolution temporelle des cas de leishmaniose cutanée se superposent avec les densités les plus élevées des populations des mérions. Cette densité est parfaitement conditionnée par la pluviométrie.

Déprédateur agricole, *M. shawi* est rencontré le plus souvent dans les périmètres de mise en valeur en périphérie du chott, le mérion y côtoie souvent *P. obesus*.

Il est observé également en forte densité en zone céréalière de piémont, les zones d'emblavement les plus fertiles sont celles situées à proximité des routes, qui, comme un Ced de dérivation, retiennent l'eau en période de pluie. *M. shawi* colonise les talus, buttes du jujubier et terres non inondables aux alentours des champs.

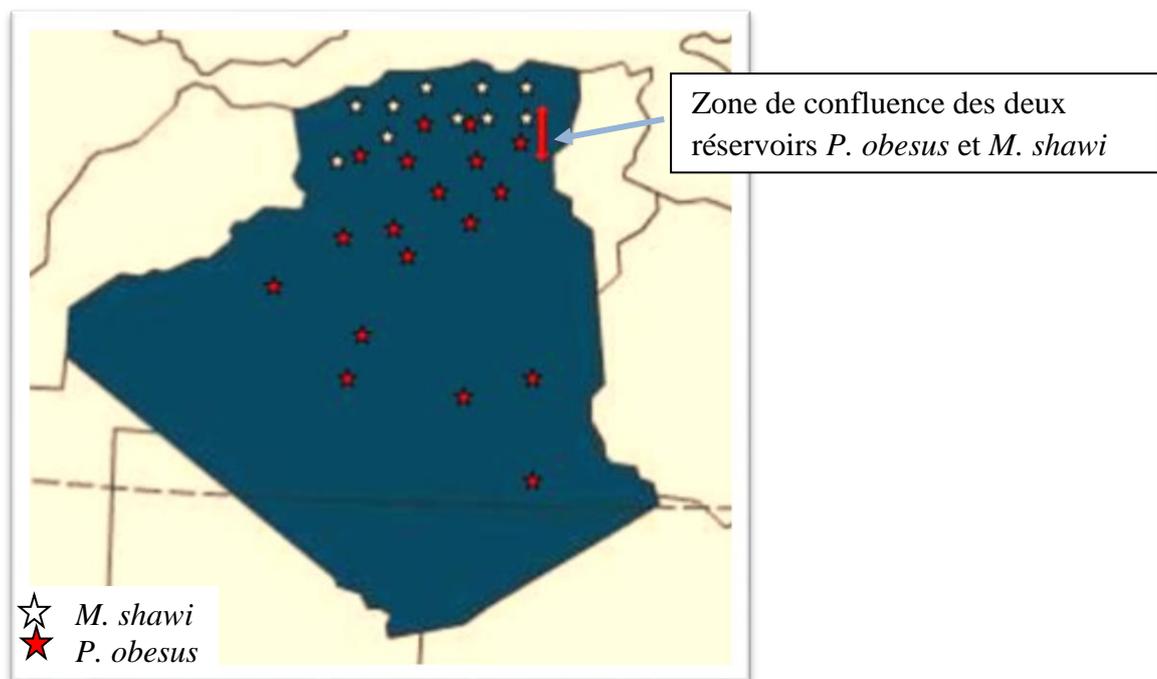


Figure 46 : zones de répartition des espèces de rongeurs réservoirs de la LCZ.

Malgré sa spécialisation alimentaire étroite, son aire de répartition couvre tout le Sahara ; il doit donc être considéré au même titre que les autres espèces comme rongeur caractéristique du désert. Le sol y est limono-sableux et la couverture végétale halophile forme des steppes à groupements de Chénopodiacées associés souvent à des plages de graminées inféodés par d'autres espèces de rongeurs, ce biotope représente une zone de contact entre les *Psammomys* et les gerbilles, notamment les mérions, où ces rongeurs sont susceptibles d'échanger leurs parasites (fig. 46).

2.3. Discussion

L'analyse des résultats de l'enquête éco-épidémiologique de la région de M'Sila confirme la nature zoonotique de la maladie parasitaire, qui est une leishmaniose cutanée à *L. major* qui admet *P. papatasi* comme vecteur et les rongeurs Gerbillidés *M. shawi* et *P. obesus* comme réservoirs.

Les différentes enquêtes réalisées ont permis en plus de l'établissement de l'inventaire de la faune mammalienne, de mieux connaître la répartition spatiale et micro-zonale des rongeurs impliqués dans la transmission de la maladie, à cet effet, plusieurs niches écologiques ont été identifiées. Neuf espèces ont été inventoriées, ce nombre ne reflète pas vraiment la richesse faunistique du Hodna.

En zone rurale des steppes halophytes le *Psammomys* est le principal réservoir, le *Meriones* le remplace en zone de piémont, ce dernier rongeur, par le fait qu'il s'adapte facilement aux milieux anthropisés assure également la transmission autour des agglomérations urbaines.

L'entomofaune a été enrichie par quatre espèces nouvellement décrite dans la région, il s'agit de *P. perfiliowi*, *S. clydei*, *P. langeroni*, et *S. schwetzi*.

La maladie parasitaire évolue en mode endémo-épidémique, elle connaît tous les trois à quatre ans un pic épidémique.

2.4. Conclusion

Les résultats obtenus confirment la dominance du *P. papatasi* et l'étendue de son territoire, ceci n'est pas étonnant en soi, puisque le Hodna est un foyer actif de la leishmaniose cutanée zoonotique à *L. major* ; sont également présentes d'autres espèces vectrices tel le *P. perniciosus* parfois en forte densité dans les zones de montagnes, ce qui place la région du Hodna comme zone à risque pour la leishmaniose viscérale et la leishmaniose canine. Le Hodna à l'interface de plusieurs écozones est une région de brassage où se côtoient plusieurs espèces, le risque d'émergence de nouvelles maladies parasitaires issue de l'hybridation est bien réelle, après la découverte récente d'une nouvelle forme de parasite hybride entre *L. infantum* et *L. major*.

Quant à l'inventaire mammalogique réalisé dans différents biotopes, il nous a permis de mesurer l'étendue du domaine vital de certaines espèces comme la mérionne qui colonise

pratiquement tous les milieux, vivant parfois en sympatrie avec d'autres rongeurs, d'autres au contraire sont étroitement inféodés aux biotopes de fortes salinités, tel *P. obesus*.

Ces résultats mettent l'accent sur la notion de corridor qui permettent à certaines espèces de rongeurs de disséminer à travers le territoire, ces corridors ont été bien identifiés, il s'agit des accotements de routes, berges des oueds, dayas. Cette observation mérite recherche prospection Ceci est d'autant plus important qu'il peut apporter des éléments qui permettent d'élucider la propagation spatiale de la leishmaniose.

Le rôle joué par l'homme dans la modification de l'environnement pourrait contribuer à bouleverser le mode de circulation du parasite *L. major*, la mise en valeur des terres qui a permis à *M. shawi* de s'implanter dans les territoires de *P. obesus* et l'urbanisation qui a contribué à la création de ville au cœur des foyers de transmission.

Nos résultats nous ont permis également de mesurer le taux du parasitisme chez les rongeurs Gerbillidés, *P. obesus* et *M. shawi*, ils confirment le rôle réservoir principal du premier et secondaire pour le second.

La répartition des rongeurs réservoirs et des insectes vecteurs est conditionnée non seulement par les facteurs écologiques du milieu naturel : température, altitude, humidité, pluviométrie, mais également par les actions entreprises par l'homme, notamment la mise en valeur des terres, les grands ouvrages hydrauliques, les routes, les centres urbains ceux-ci sont parfois plus importants.

Les approches holistiques sont les mieux indiquées pour étudier les maladies vectorielles, qui sont par essence plurifactoriels. L'approche écologique en est une, elle permet d'étudier le complexe pathogène dans son milieu et de mesurer les pressions qu'exerce ce milieu sur l'expression de ces différents composantes biotique.

Notre travail dans cette zone steppique se veut un exemple d'une approche novatrice qui mérite d'être approfondie et élargie l'étude de toutes les maladies vectorielles.

3. Etude des foyers du Sahara.

3.1. Foyers de la vallée Oued Righ

3.1.1. Données épidémiologiques rétrospectives

3.1.1.1. Foyer d'El-Meghaier.

La répartition annuelle des cas de la leishmaniose cutanée par commune (tab. 21), montre une évolution d'une allure en dents de scie (fig. 47), ainsi avant l'année 2003, la leishmaniose évoluait discrètement sous forme de cas sporadiques, touchant essentiellement la localité d'OumTiour qui est limitrophe au foyer historique de la leishmaniose cutanée de Biskra. En 2005, une grande épidémie, touchant des centaines de cas à travers les principales agglomérations de la vallée d'Oued Righ, éclate. Cette épidémie s'ajoute à celle qu'a connue le pays où plus de 30.000 cas furent notifiés (REM INSP). Un deuxième pic, plus important fut enregistré en 2010, avec 986 nouveaux cas, dont 82% proviennent uniquement de la ville d'El-Meghaier.

Tableau 21 : Evolution du nombre de cas de la LC au niveau des communes d'El Meghaier.

Communes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (6mois)
El-Meghaier	11	260	599	235	67	47	197	810	540	372	88
Oum Thiour	13	5	57	16	5	2	15	33	59	50	9
Sidi Khlil	0	10	26	15	1	1	11	103	30	18	5
Still	7	1	31	9	2	1	9	33	8	3	9
Total	31	276	713	275	75	51	232	986	637	443	111

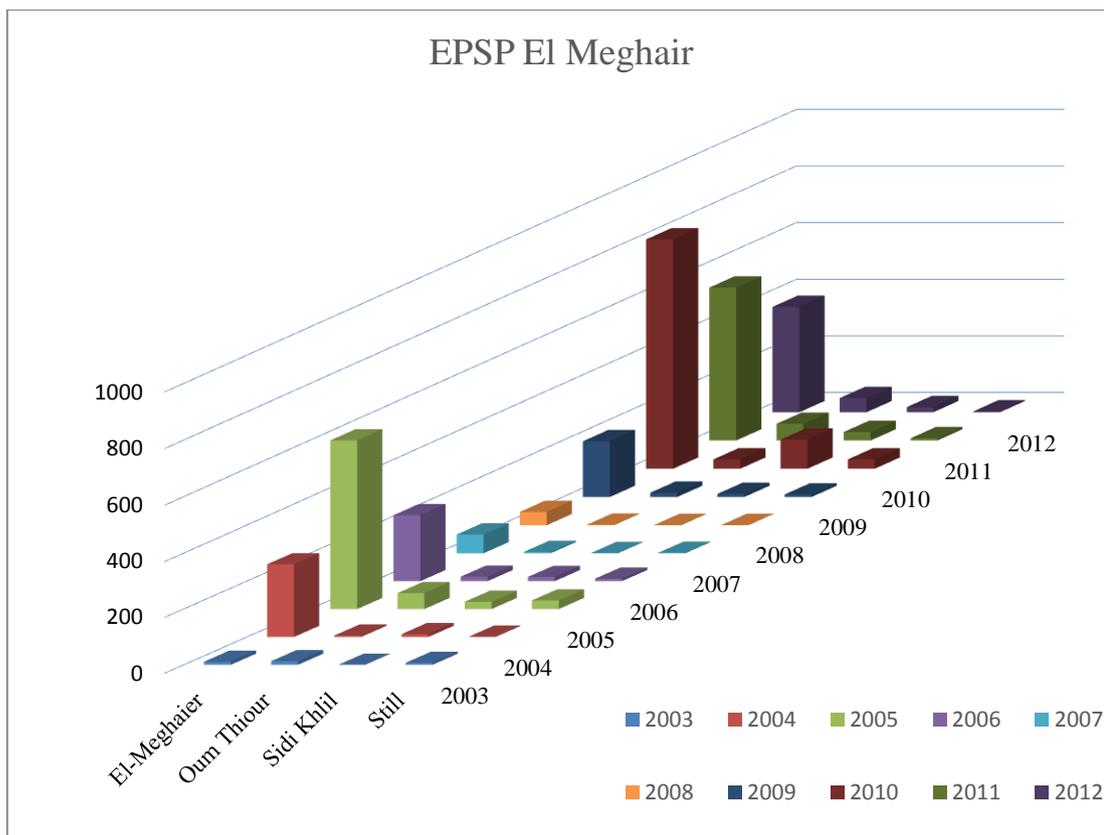


Figure 47 : Evolution de la LCZ au niveau des communes d’El Meghair pendant la période 2003-2012

La figure 48, montre la position de la ville d’El-Meghaier à cheval entre deux biotopes différents, une zone sauvage, désertique, caractérisée par un sol sableux colonisé par les plantes chénopodiacées, infesté par le rongeur *P. obesus* d’une part et d’un immense étendu de palmerais où plusieurs espèces de rongeurs pullulent d’autre part (fig. 49). La répartition spatiale des cas enregistrés montre une dispersion sur toute l’agglomération mais plus particulièrement à la périphérie de la ville. La population vivant dans les quartiers situés près de la palmeraie semble particulièrement exposée.



Fig. 48 : Ville d'El Meghaier (scène Google earth)



a



b

Figure 49 : Oued Lemdjar à El Meghaier densité importante *P. obesus*

3.1.1.2. Foyer de Touggourt (N : 33.63° ; E : 006,04°).

La leishmaniose cutanée est notifiée dans tout le secteur sanitaire, elle est plus fréquente dans les centres urbains. La maladie a connu une forte recrudescence en 2011 (tab. 22) et (fig. 50). L'agglomération de Nezla est la plus touchée par la leishmaniose cutanée. En plein centre-ville, nous avons observé la présence de nombreux terriers actifs de rongeurs qui ont envahi le cimetière (fig.51). Par ailleurs, il a été noté une importante dégradation de l'environnement dans la zone périurbaine se traduisant par l'accumulation des décharges sauvages sous forme de dépôts de déchets ménagers et de fumiers, ces

déchets représentent une source de nourriture pour les rongeurs, ainsi qu'une litière favorable pour le développement des larves des phlébotomes.

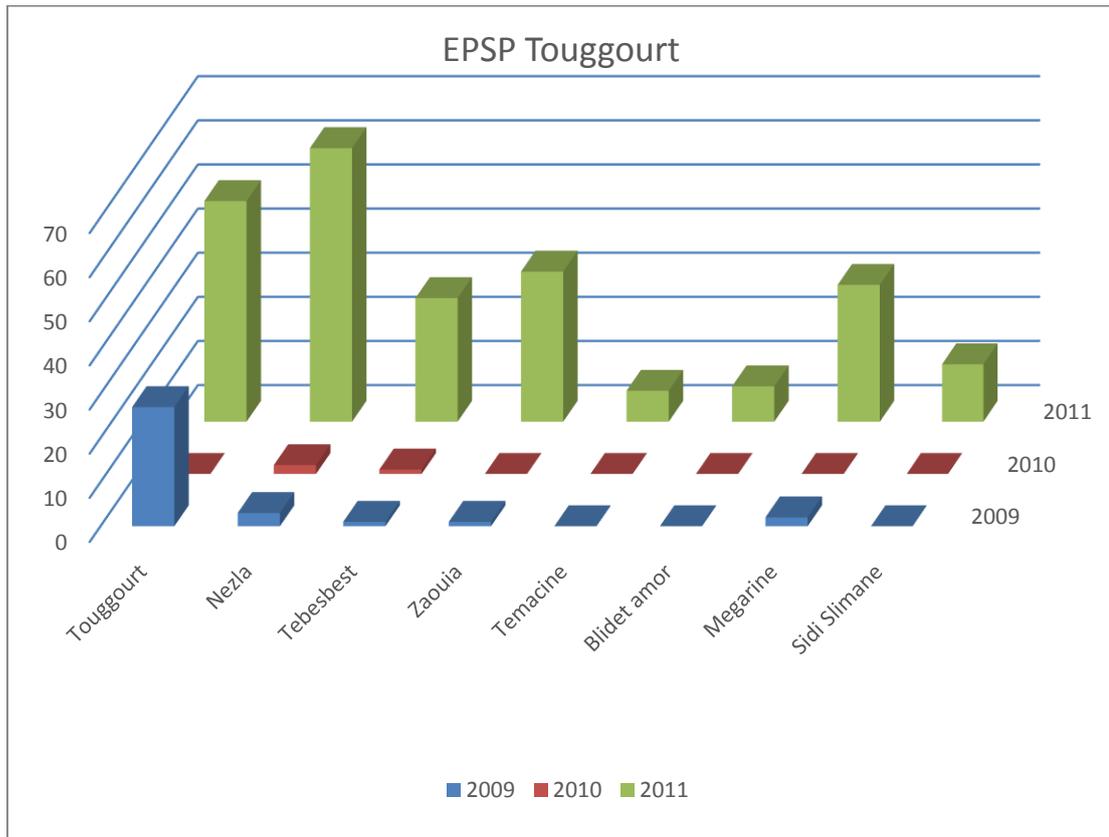


Figure 50 : Evolution de la LCZ au niveau des communes de Touggourt durant la période 2009-2012

Tableau 22 : Evolution du nombre de cas de la leishmaniose cutanée par commune à Touggourt

	Communes	Années		
		2009	2010	2011
Touggourt	Touggourt	27	00	50
	Nezla	03	02	62
	Tebesbest	01	01	28
	Zaouia	01	00	34
	Temacine	00	00	07
	Beldet Ammor	00	00	08
	Megarine	02	00	31
	Sidi Slimane	00	00	13
Total		34	03	233

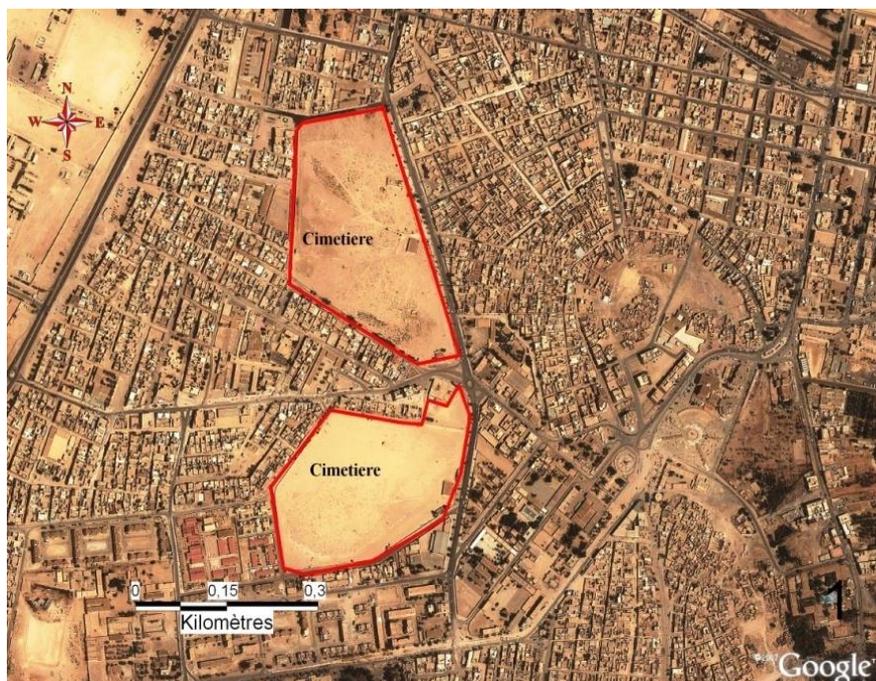


Figure 51 : ilot urbain de l'agglomération de Touggourt dans montrant la localisation de niches écologiques particulières favorables à la transmission de la leishmaniose

3.1.2. Etude épidémiologique

3.1.2.1. Etude du parasite

Durant nos missions effectuées ces cinq dernières années dans la vallée d'Oued Righ nous avons pu prélever 10 malades originaires des localités d'El-Meghaier (5), de Touggourt (2) et Djamaâ (3). Les prélèvements ont été effectués au niveau des structures de santé de base sur des malades reçus à des fins de diagnostic et de soins. Différents types de prélèvements ont été réalisés à savoir le grattage, étalement de la sérosité sur lame et ensemencement sur milieu NNN. Sur les dix cultures réalisées 3 ont été positives. Les souches isolées (El-Meghaeir, Djamaa, Touggourt) ont été identifiées par typage isoenzymatique, toutes les souches s'apparentent à *L. major* MON-25.

3.1.2.2. Enquêtes entomologiques

Les enquêtes entomologiques ont été réalisées au niveau de 03 sites : Touggourt Megarine et El-Meghaier dans des stations urbaines, périurbaines et rurales. Les pièges ont été placés dans différents gîtes : palmeraie, abri animaux, terriers de rongeurs, maisons traditionnelles en terre battue

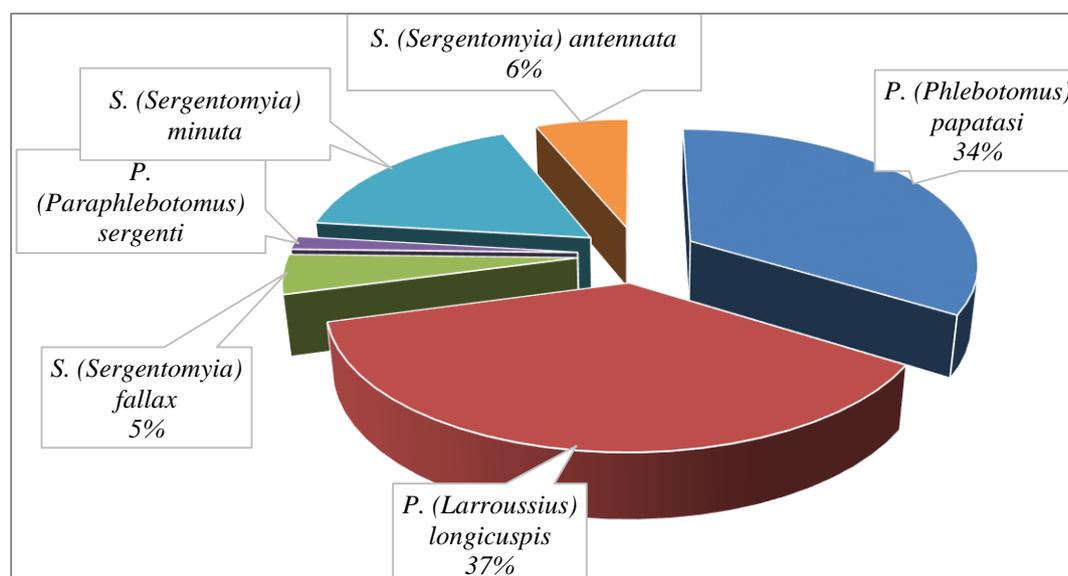
Dans nos enquêtes entomologiques, nous avons utilisé deux types de piégeage : piège adhésif et piège CDC. L'ensemble des captures est répertorié dans le tableau 23.

Tableau 23 : Inventaire des phlébotomes de la vallée d'Oued Righ

Espèces	Mâles	Femelles	Total	Fréquence relative (%)
<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	20	02	22	33,85
<i>P. (Larrousius) longicuspis</i>	14	10	24	36,92
<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	02	01	03	4,62
<i>P. (Paraphlebotomus) sergenti</i>	01	00	01	1,54
<i>S. (Sergentomyia) minuta</i>	05	06	11	16,92
<i>S. (Sergentomyia) antennata</i>	03	01	04	6,15
Total	45	20	65	100,00

Durant nos missions, seulement 65 spécimens ont été collectés. Les conditions climatiques, vents de sables et température excessive ont été les principales contraintes, qui ont été derrière le mauvais rendement des captures. Les phlébotomes collectés se répartissent en deux genres et quatre sous genre ; 72.30% appartiennent au genre *Phlebotomus* dont 46.80% représentent le sous genre *Phlebotomus* et 51.06% au sous genre *Laroussius*.

Les phlébotomes du genre *Sergentomyia* qui totalise 27.69% appartiennent tous au même sous genre *Sergentomyia*. Par espèce, *P. longicuspis* est le plus abondant, il totalise 36.92% des captures (fig. 52).

**Figure 52** : représentation graphique des fréquences relatives des phlébotomes dans la vallée Oued Righ.

3.1.2.3. Enquêtes sur les rongeurs

La capture de rongeurs dans la vallée Oued Righ (Sidi Slimane, Megarine et Mogar) a été réalisée par inondation de vingt terriers actifs de *Psammomys* à l'aide d'un camion-citerne. Cette opération s'est avérée infructueuse à cause de la nature du sol sablonneux. Par contre 37 rongeurs appartenant à quatre genres différents ont pu être capturés par des pièges type Manufrance adaptés, posés au niveau des entrées des terriers actifs, il s'agit de *Gerbillidae* (02 *Psammomys obesus*, 23 *Gerbillus gerbillus* et 06 *Meriones libycus*), *Muridae* (02 *Rattus rattus* et 02 *Mus musculus*) et *Dipodidae* (02 *Jaculus orientalis*)

Les analyses parasitologiques ont permis de déterminer la positivité d'un seul spécimen sur les 37 capturés. Il s'agit d'un *P obesus* avec une lésion au niveau du pavillon de l'oreille gauche (fig. 53 b), capturé à la sortie d'un terrier au pied d'une grande butte de jujubier située à la périphérie d'un jardin de palmiers. L'identification de l'espèce par électrophorèse des isoenzymes a montré qu'il s'agit de *L. major* zymodème MON-25. Au niveau des mêmes terriers 02 *Meriones libycus* ont été capturés. Fait inhabituel, de retrouver ces deux espèces dans la même niche écologique.

Malgré la densité importante de *Rattus rattus*, nos tentatives de piégeage nous ont permis de capturer seulement deux spécimens. Les prélèvements à la recherche de parasites effectués chez les 2 individus se sont révélés négatifs.



Figure 53 : a- grande butte au niveau du quelle, b- *P. obesus* présentant une lésion à l'oreille gauche capturée à Touggourt

3.1.3. Discussion

L'évolution de la maladie est marquée par une périodicité des flambées épidémiques allant de 3 à 4 ans, cette évolution cyclique a été déjà rapportée par Dedet *et al.* (1976) et Chavez & Pasqual(2006). Au Maghreb la leishmaniose évoluait de la même allure sous forme d'épidémies alternées dans le temps par des périodes d'accalmie, dans lesquelles les zones soumises à une puissante pression parasitaire sont vraisemblablement à l'abri de nouvelles vagues épidémiques (Radhjaoui, 2011).

L'étude du foyer de leishmaniose cutanée de la vallée d'Oued Righ, est une première contribution à la compréhension du fonctionnement de ce foyer saharien. Ainsi le typage a révélé la présence *L. major* aussi bien chez les cas humains que chez le rongeur *Psammomys obesus*. Ceci constitue une première notification de ce rongeur dans la transmission de la leishmaniose dans les foyers sahariens, d'autres espèces de rongeurs présents dans la région comme *Meriones libycus* sont également suspectés de jouer le rôle de réservoir. Il est à signaler d'après Ben Ismail *et al.* (1987), que cette espèce a été trouvée naturellement infestée par *L. major* en Tunisie et qu'elle représente le principal réservoir de la LCZ en Iran (Yaghoobi-Ershadi *et al.*, 1996 ; Rassi *et al.*, 2006 ; Yavar *et al.*, 2011). Malgré la densité importante de *R. rattus* dans les palmeraies de cette vallée, deux spécimens seulement ont été capturés. La recherche des parasites effectuée chez les 2 individus s'est révélée négative. Gradoni *et al.* (1983) ; De Lima *et al.* (2002) ont signalé que cette espèce a été trouvée naturellement infesté par *L. infantum* et *L. tropica*.

Selon Motazedian *et al.* (2010), *L. major* a été isolé chez *R. norvegicus*, espèce proche de *R. rattus*, en Iran dans un foyer de LCZ. Il est fort possible que dans les Oasis des foyers du sud, le rat noir soit un réservoir potentiel pour *L. major* et probablement pour *L. infantum*, car des cas autochtones sporadiques de leishmaniose viscérale sont souvent rapportés dans les oasis sahariennes infestées par le rat noir où pousse *P. longicuspis* inféodé aux microclimats humides des palmeraies (Tolga et Biskra).

Des efforts doivent être déployés dans ce sens pour capturer et analyser un échantillon de taille plus importante de cette espèce afin d'estimer son rôle dans la transmission de la maladie. Les conditions climatiques qui ont sévit pendant la période de notre travail ne nous ont pas permis de faire des captures abondantes de phlébotomes, cependant les résultats nous donnent un premier constat sur la richesse faunistique. La présence de deux vecteurs potentiels, *P. papatasi* et *P. longicuspis*, le premier est bien impliqué dans la transmission de

L. major, le second pourrait être responsable de la transmission de *L. infantum* dans les biotopes sahariens. Cette hypothèse devient plus plausible, après confirmation par outil moléculaire de son infestation par *L. infantum* (Berdjane-Brouk, 2011).

Il semble que *P. longicuspis* ait une distribution focale, en effet nos résultats confirment qu'on ne le retrouve que dans les stations à microclimat humide, telles les jardins et les palmeraies.

Parrot et al. (1941) ont incriminé pour la première fois *P. longicuspis* comme vecteur de la leishmaniose viscérale (VL), mais jusqu'ici, aucune donnée de confirmation n'a été publiée, par la suite Harrat (1996) en se basant sur des arguments épidémiologiques et entomologiques a émis l'hypothèse du rôle de cette espèce dans la transmission de la leishmaniose viscérale à *L. infantum* en zone aride et saharienne. D'autres éléments de réponse en faveur de cette hypothèse ont été rapportés récemment dans les travaux de Berdjane-Brouk et al. (2011) qui ont pu mettre en évidence par outil moléculaire l'infection de cette espèce par *L. infantum*.

P. papatasi, est essentiellement anthropophile, fréquente, en Afrique du Nord, les lieux habités par l'homme ou les animaux domestiques, mais il pique aussi volontiers les oiseaux, poules et pigeons, que l'homme (Parrot, 1922). C'est un insecte de grande taille (jusqu'à 2,60 mm), *P. papatasi* est l'espèce la mieux connue du fait de sa fréquence et de l'importance de son aire géographique (Dedet et al., 1984).

En Algérie, sa période d'activité va du 15 mai aux premiers jours de novembre, tandis que sur les Hauts Plateaux, elle va de juin à mi-octobre (Parrot et al., 1932). En zone steppique (Hodna) des spécimens ont été capturés en intra-domiciliaire par des pièges CDC dès les premiers jours du mois de mars (Boudrissa, 2005).

3.2. Foyer de la vallée de Ouargla : El Hadjira

3.2.1. Données épidémiologiques rétrospectives

La première épidémie de la leishmaniose cutanée signalée à Ouargla est apparue vers les années 2004 - 2005, la maladie était très peu connue, elle évoluait sporadiquement.

La première épidémie frappa particulièrement la région d'El Hadjira et El Alia deux agglomérations limitrophes, avec plus de 400 cas notifiés. Cette épidémie coïncida avec la grande vague épidémique survenue à l'échelle nationale, totalisant plus de 30000 cas touchant pratiquement tout le territoire du pays (40 wilayas déclarèrent la maladie). Après une accalmie qui a duré quelques années, l'épidémie repart avec un deuxième pic de plus de 250 cas (tab.24 et fig. 54).

L'évolution temporelle de la leishmaniose cutanée dans cette zone suit un mode cyclique (Chavez & Pascual, 2012) où une épidémie arrive tous les trois à quatre ans.

Tableau 24 : Evolution de la LCZ dans le foyer d'El Hadjira pour la période 2000-2012

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cas de la LCZ	04	03	04	03	47	431	107	49	18	118	259	139	184

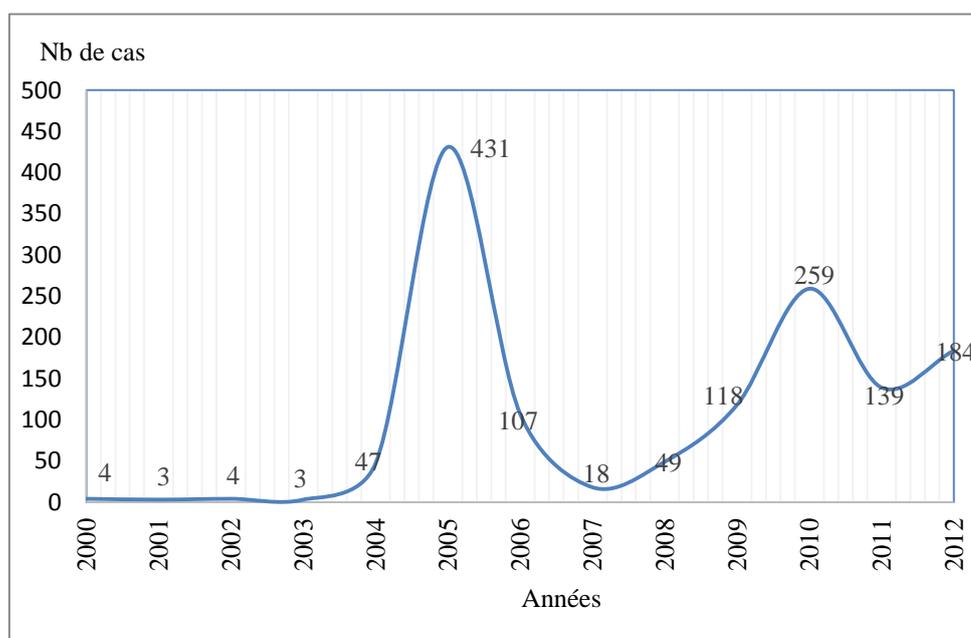


Figure 54 : Evolution de la LCZ dans le foyer d'El Hadjira pour la période 2000-2012

3.2.2. Etude épidémiologique

3.2.2.1. Etude du parasite

Au centre sanitaire d'El Hadjira, dix patients provenant de différentes localités (El Hadjira, El Alia, El Mir et Debidibi) ont été prélevés, afin d'isoler et de typer les souches parasitaires.

L'examen parasitologique direct a révélé la présence des leishmanies chez huit enfants, mais seulement trois cultures sur milieu NNN ont été effectuées. Le typage isoenzymatique réalisé au laboratoire de référence de l'IPA a permis de les rattacher au zymodème MON-25

3.2.2.2. Enquêtes entomologiques

Les enquêtes entomologiques ont été réalisées dans différents sites susceptibles d'abriter les phlébotomes. Deux types de piégeage (pièges adhésifs et pièges lumineux) ont été utilisés.

Le résultat des enquêtes entomologiques réalisées dans le nouveau foyer d'El Hadjira fut faible compte tenu des conditions climatiques qui y régnaient au cours de nos prospections. Le tableau 25 et figure 55 résument la répartition des différentes espèces de phlébotomes identifiées et leurs nombre.

Tableau 25 : Résultats des captures des phlébotomes dans le foyer d'El Hadjira

ESPECES	Mâle	Femelle	Total	Fréquence relative (%)
<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	03	04	07	19,44
<i>S. (Sergentomyia) minuta</i>	13	09	22	61,11
<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	01	06	07	19,44
Total	17	19	36	100,00

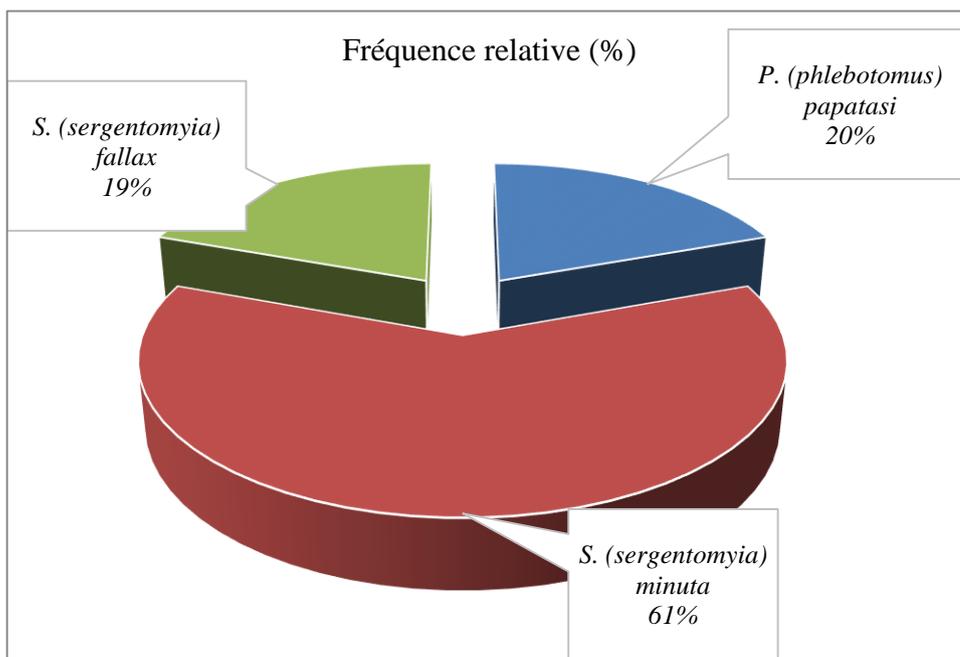


Figure 55 : Répartition par espèce des phlébotomes capturés à El Hadjira.

Le genre *Phlebotomus*

Cinq missions ont été effectuées durant cette étude réalisées à différentes périodes entre 2005 et 2009. Les rendements de capture des phlébotomes furent médiocres. Les enquêtes entomologiques s'avéraient maigres dans des biotopes bien particuliers réunissant des conditions favorables de survie des phlébotomes, à savoir, humidité, matière organique et présence d'animaux. A défaut d'obtenir des phlébotomes nous avons capturés des Cératopogonidés en abondance notamment dans des poulaillers. Ces derniers, notamment *Forcipomyia (Lasiohelea) sp.* ont été incriminés dans la transmission de la leishmaniose en Australie (Dougall et *al.*, 2011).

3.2.2.3. Enquêtes sur les rongeurs

Au total 83 rongeurs capturés par différents types de piège, appartiennent au genre *Gerbillus* avec 5 espèces différentes : 20 *Gerbilluspyramidum*, 23 *Gerbillusnanus*, 17 *Gerbilluscampestris*, 20 *Gerbillus gerbillus* et 03 *Psammomysobesus* ont été identifiés selon la clé d'identification de Bernard (1970) (Annexe 4 et 5).

Sur la totalité des spécimens capturés et après recherche des parasites par différentes techniques (frottis et mise en culture) aucun d'entre eux n'a été trouvé parasité.

Au niveau de la décharge de la commune d'El Hadjira, la prospection a révélé la présence de plusieurs terriers de rongeurs actifs, les indices indiquent à priori, la présence de

plusieurs espèces dans ces lieux. La pose de 20 pièges (15 manufrance et 5 Sherman), a permis de capturer cinq rongeurs du genre *Gerbillus*).

3.2.3. Discussion

La recherche des parasites chez les patients nous a permis d'identifier le type de leishmaniose qui s'avère une forme zoonotique à *L. major* –MON 25 admettant des rongeurs sauvages comme réservoir.

Sur cette base plusieurs biotopes de rongeurs ont été prospectés, notamment à proximité des habitations où des cas ont été signalés.

Pour rappel, en Algérie, deux rongeurs Gerbillidés sont prouvés réservoir de *L. major* MON-25, *Meriones shawi* 1986 et *Psammomys obesus* (Belazzoug, 1983 et 1986).

Compte tenu de la susceptibilité des petits mammifères aux *Leishmania* (Ashford, 2000), il n'est pas exclu que d'autres Gerbillidés présents en zone saharienne tels que *Gerbillus*, soient des réservoirs. *Meriones shawi* est une espèce typique des zones arides et semi-arides, voir humides. En zone érémiènne, d'autres espèces de *Meriones* (*Meriones libycus* et *Meriones crassus*) prennent le relai. Au cours de notre enquête, aucun spécimen appartenant à ces deux espèces n'a été capturé, ce qui nous a amené donc à prospecter différents types de biotopes à la recherche de rongeurs sauvages et commensaux susceptible d'héberger le parasite.

La transmission du parasite se réalise uniquement dans des niches écologiques favorables à la survie aussi bien de l'insecte vecteur que du mammifère réservoir. L'élément clé qui assure la survie en zone érémiènne c'est la présence de l'eau et de l'humidité. Cette condition se réalise dans le Ghout des palmeraies (fig. 56) dans lequel évolue une biocénose bien particulière soupçonnée d'abriter les facteurs de la maladie. Ici tout semble lié au palmier, il est fort probable que cet arbre offre gîte et nourriture aussi bien pour le rongeur que pour les phlébotomes. Le palmier constitue en fait l'élément central autour duquel gravite une multitude d'insecte et de petits mammifères, lesquels s'alimentent de débris et de dattes dispersés sous ce dernier.

Au niveau du Ghout, les palmiers occupent le bas fond, entouré par un monticule de sable, le parterre est humide, souvent recouvert d'une fine couche de sel, jonchés d'éléments nutritifs en abondance (dattes) et plantes halophiles. Selon une étude menée par Gunters et al. (2011), les gîtes favorables aux phlébotomes en milieu désertique sont les troncs de palmier,

surtout leur partie proche du sol, et les terriers des rongeurs. Le Ghout est l'élément fonctionnel de base pour ce qui est des facteurs de transmission de la leishmaniose. Par ailleurs les facteurs microclimatiques et les conditions trophiques sont favorables à la croissance des larves et au fonctionnement de la chaîne alimentaire à laquelle sont associés les agents pathogènes ; la matière organique y est abondante.

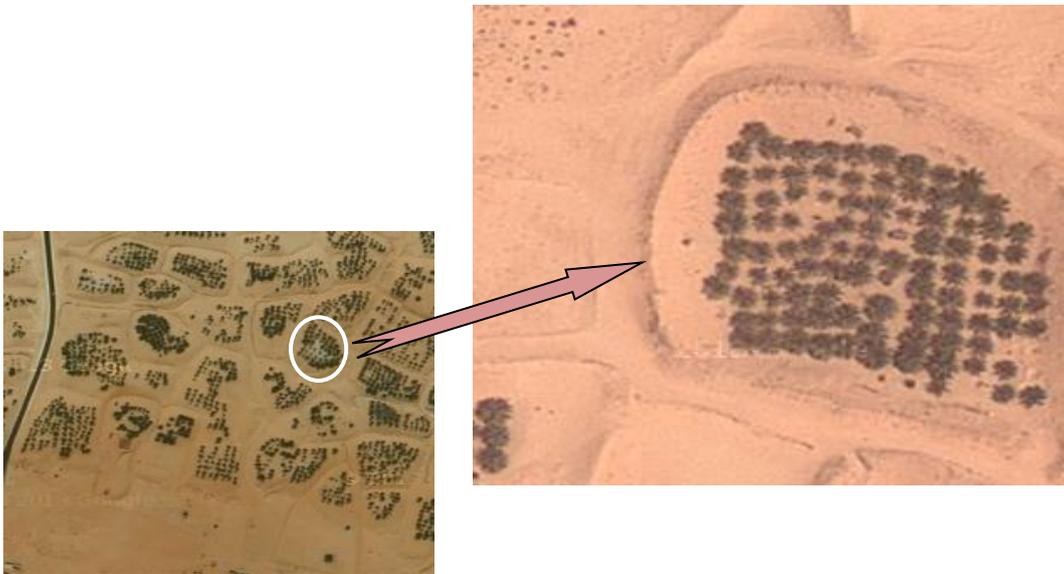


Figure 56 : Les **Ghouts** constituent autour des agglomérations des zones d'endémicité de la LCZ

Par ailleurs la mise en valeur tout azimut engagée dans les vastes contrées sahariennes par l'exploitation des eaux souterraines fossiles (forages albiens) a provoqué une modification de l'environnement favorable au développement des vecteurs et des rongeurs.

La commune d'El Hadjira et ses agglomérations secondaires (El Mire, Debidibi, Taïbine, Lagraaf...etc.) font partie d'une cuvette endoréique et présentent un même faciès écologique, les habitations sont en majorité précaires et construites sur des monticules de faibles hauteurs, entourées de palmeraies. Les gens tirent leur subsistance de la phoeniciculture et pratiquent en même temps le petit élevage (chèvre, mouton, Aneetc.) et les cultures vivrières.

La prospection du milieu en dehors du périmètre urbain, le long des Oueds et des dépressions salées, (Oued N'sa et Hassi Maamar) sur des plaines de vastes étendues recouvertes de végétation buissonnante à chénopodiacées (*Anabasis oropedirum*, *Salsola vermiculata* et *Tamarix sp.*) abritant des terriers actifs de rongeurs (*Psammomys*) creusés sous les buissons. Les débris végétaux autour des terriers marquent leur présence et leur activité.

Nous sommes là a priori devant un foyer classique de leishmaniose à *L. major*, dont *Psammomys* constitue le réservoir principal qui maintient la survie du parasite et les petits rongeurs répertoriés dans et autour des palmeraies constituent probablement le relais périurbain de transmission de ce même parasite.

3.2.4. Conclusion

Le foyer d'El Hadjira montre, selon les premières constatations, des particularités écologiques fort différentes de celles relatées dans les foyers des hauts plateaux steppiques. Toute la région d'El Hadjira semble appartenir à un même méga foyer, celui de la vallée d'Oued Righ, il semble que le Ghout constitue l'élément central autour duquel s'appuie les éléments du complexe pathogène, chaque Ghout fonctionne a priori indépendamment des autres facteurs du milieu. En fait c'est le palmier qui constitue l'élément central autour duquel gravite une multitude d'insecte, de petits mammifères, d'oiseau qui s'alimentent des débris et des dattes sous ce dernier.

La région d'El Hadjira est en réalité une même cuvette endoréique constituant un écosystème particulier dont le palmier joue un rôle fondamental, cette zone regroupe presque toutes les agglomérations secondaires de la commune d'El Hadjira (El Mire, Debidibi, Taïbine et Lagraaf. etc...)

Comparativement à des stations similaires au Nord du pays, l'on s'attendait à trouver une densité importante de phlébotome, mais le contraire a été constaté, une faible présence et quelque fois absence totale du phlébotome. La récolte, fut maigre, pourtant les conditions à El Hadjira sont propice au développement des phlébotomes, la rareté des insectes est énigmatique, il se peut que la salinité du sol du milieu a été en défaveur du développement des larves terricoles du phlébotome. L'extrême aridité du milieu pourrait être citée également comme cause.

Ce travail est une contribution préliminaire à l'étude d'un nouveau foyer Saharien, il nous a permis :

- de dresser le profil écologique des foyers prospectés, allant du Tell au Sahara et passant par la steppe.
- de capturer des rongeurs (dont un, au niveau de Touggourt, présentant une lésion du pavillon de l'oreille).

- de géoréférencier tous les foyers, zones de transmission (Ghout, habitation, palmeraie etc.) et les territoires des rongeurs
- de relever les indicateurs environnementaux et anthropiques (pollution, déchets et décharge, élevage, mise en valeur des terresetc.)
- de prélever des malades ce qui a permis d'isoler des souches et de les typer.

Les maillons de la chaîne épidémiologique ont été identifiés, il est dès lors possible de proposer des mesures de lutte pour ce type de zoonoses et de proposer un protocole de lutte intégrée adaptée, toute fois, il y'a lieu de continuer les actions de lutte anti vectorielle et les mesures de salubrité et d'hygiène du milieu.

3.3. Foyer de la vallée de Ghardaïa

3.3.1. Données épidémiologiques rétrospectives

Le premier cas de leishmaniose cutanée à Ghardaïa a été rapporté par Passager en 1932. Cependant la maladie évoluait de façon insidieuse en 2005 une épidémie éclata dans la région faisant 2040 cas dont presque la moitié dans la ville chef-lieu. Les aspersions d'insecticides (Deltamethrine) de façon régulière, en peri et extra domiciliaire lancées depuis 2006 jusqu'à maintenant ont permis de réduire presque de 80 % des cas de leishmaniose.

Tableau 26 : Evolution du nombre de cas de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Ghardaïa de 2001 à 2012

ANNEE COMMUNE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
Ghardaïa	04	13	73	202	338	162	94	31	23	61	102	19	1122
Bounoura	00	09	08	61	193	72	28	07	12	31	25	08	454
Daïa	00	00	01	19	45	20	17	03	03	09	12	05	134
El Atteuf	00	01	01	21	49	26	04	11	01	09	03	02	128
Metlili	08	01	39	282	419	200	40	53	38	160	255	67	1562
Zelfana	00	00	00	05	05	03	01	06	02	04	00	00	26
Mansoura	00	00	00	01	25	00	00	00	00	00	00	00	26
Hassi Lefhel	00	00	00	00	02	00	00	00	00	00	00	00	2
Sebseb	00	00	00	13	37	02	00	00	01	00	00	00	53
El Menea	00	41	00	00	01	00	01	00	02	00	02	00	47
Hassi El Gara	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0
Guerrara	51	48	102	378	841	161	97	105	90	265	427	250	2815
Berriane	00	00	00	52	85	61	83	86	49	27	78	31	552
Total	63	113	224	1034	2040	707	365	302	221	566	904	382	6921

Dans la région du M'Zab, le foyer le plus actif de la LCZ avant 2000, se situe à Guerrara, les quelques cas notifiés provenaient uniquement de cette localité, à signaler qu'à cette période les autres communes du M'Zab étaient épargnées jusqu'à la survenue d'une grande épidémie vers 2004 où la maladie s'est étalée à toute la vallée du M'Zab. En 2005 le pic fut atteint avec une grande épidémie (fig. 57) qui d'ailleurs a touché plusieurs wilayas du pays entre autres la wilaya de Ghardaïa. S'ensuit une accalmie avec une baisse significative des cas consécutive à un vaste programme national de lutte contre cette zoonose.

Depuis son apparition dans la wilaya de Ghardaïa le foyer de Guerrara et le pourvoyeur du plus grand nombre de cas de la leishmaniose cutanée (tab. 26)

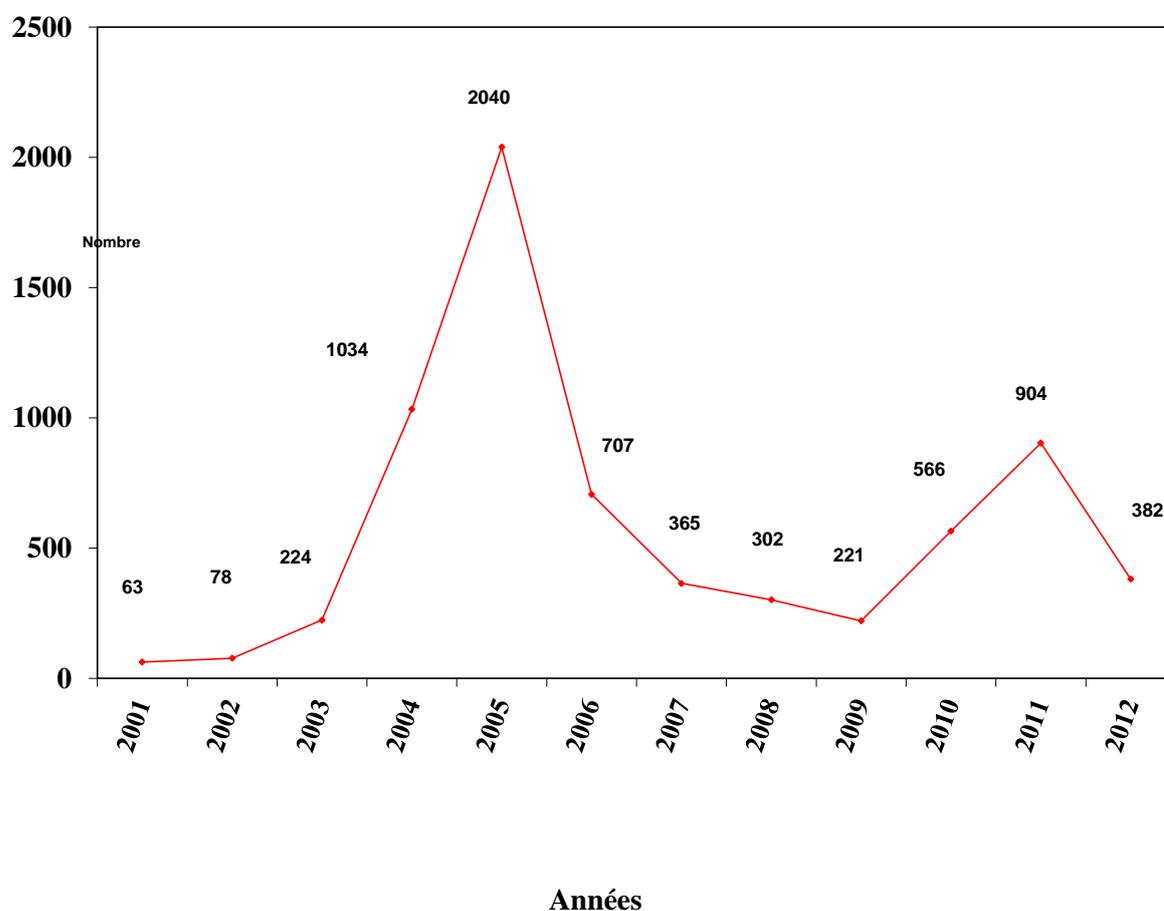


Figure 57 : Evolution de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Ghardaïa.

L'évolution de la leishmaniose cutanée par sexe (fig.58) montre clairement que le sexe masculin est légèrement plus touché par la maladie, ces mêmes proportions ont été remarquées en zone steppique.

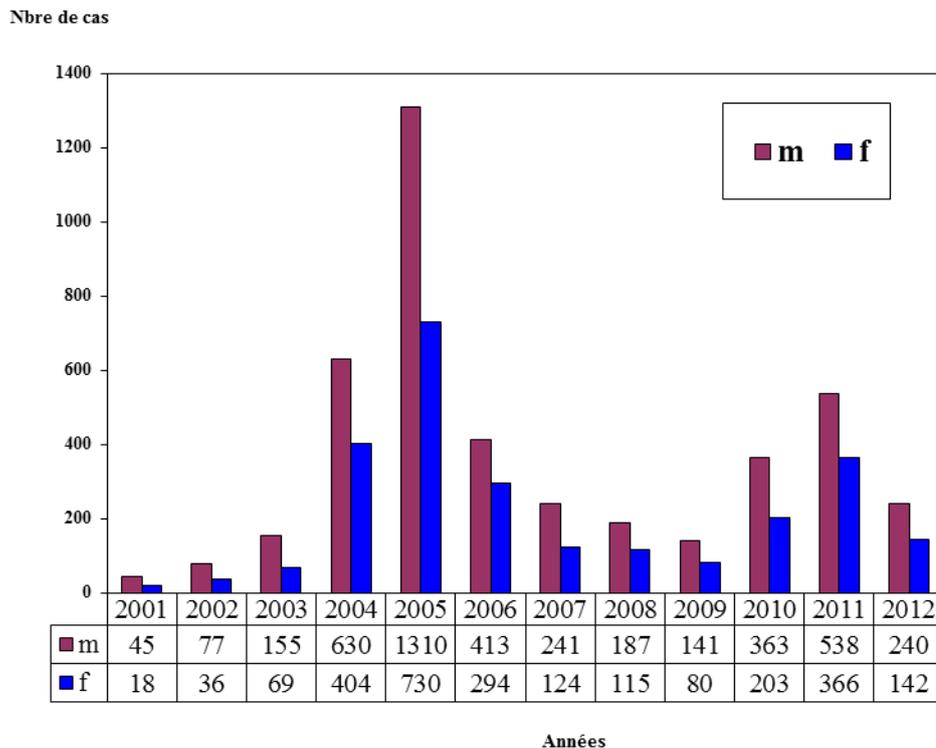


Figure 58 : Répartition des cas de la leishmaniose cutanée par sexe et par année

La leishmaniose cutanée touche particulièrement les communes du Nord de la wilaya (fig. 59), plus précisément la région de Guerrara, là où il y'a une activité de mise en valeur importante des terres.

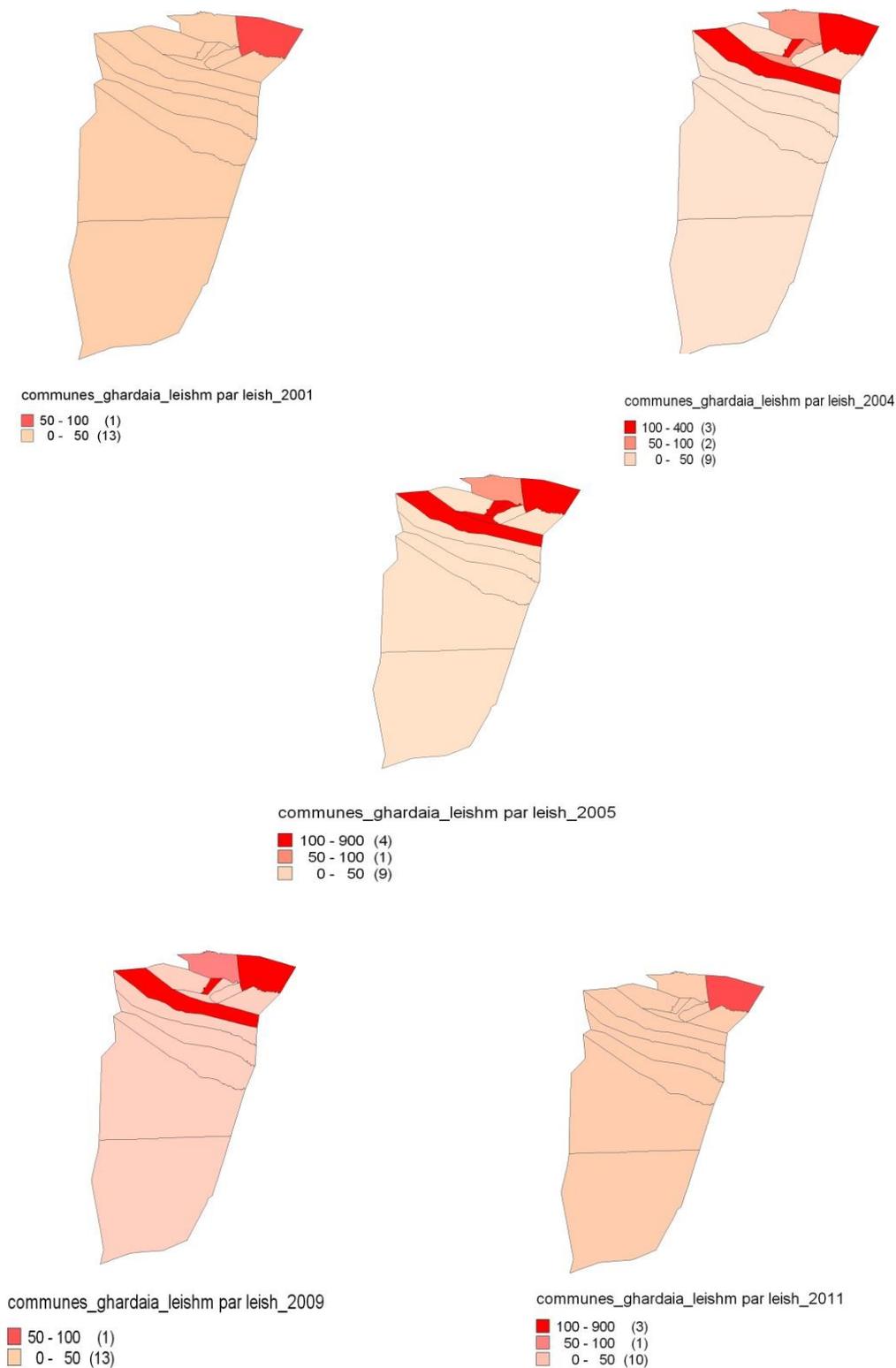


Figure 59 : Evolution de la LC toutes espèces confondues dans la wilaya de Ghardaïa

3.3.2. Etude épidémiologique

3.3.2.1. Etude du parasite

Durant la période s'étalant de 2005 à 2012 quarante-trois prélèvements effectués sur des malades tous originaires de la vallée du M'Zab ont subi des tests d'identification. Sur l'ensemble des prélèvements 12 souches ont pu être isolées sur milieu NNN et identifiées par électrophorèse des isoenzymes, le reste des prélèvements (31 au total) a été identifié par PCR RFLP. Les résultats obtenus ont permis de rattacher 39 souches à *L. major* Mon-25 et 04 souches à *L. killicki* MON-301.

La distribution spatiale des cas nous a permis de localiser la niche écologique probable des deux espèces. On observe clairement que *L. killicki* occupe la périphérie de la ville aux piedmonts des montagnes et *L. major* se propage préférentiellement dans la palmeraie le long de l'Oued Mzab (fig. 60 et 61).



Figure 60 : Foyer mixte de Ghardaïa (*L. major* et *L. killicki*)

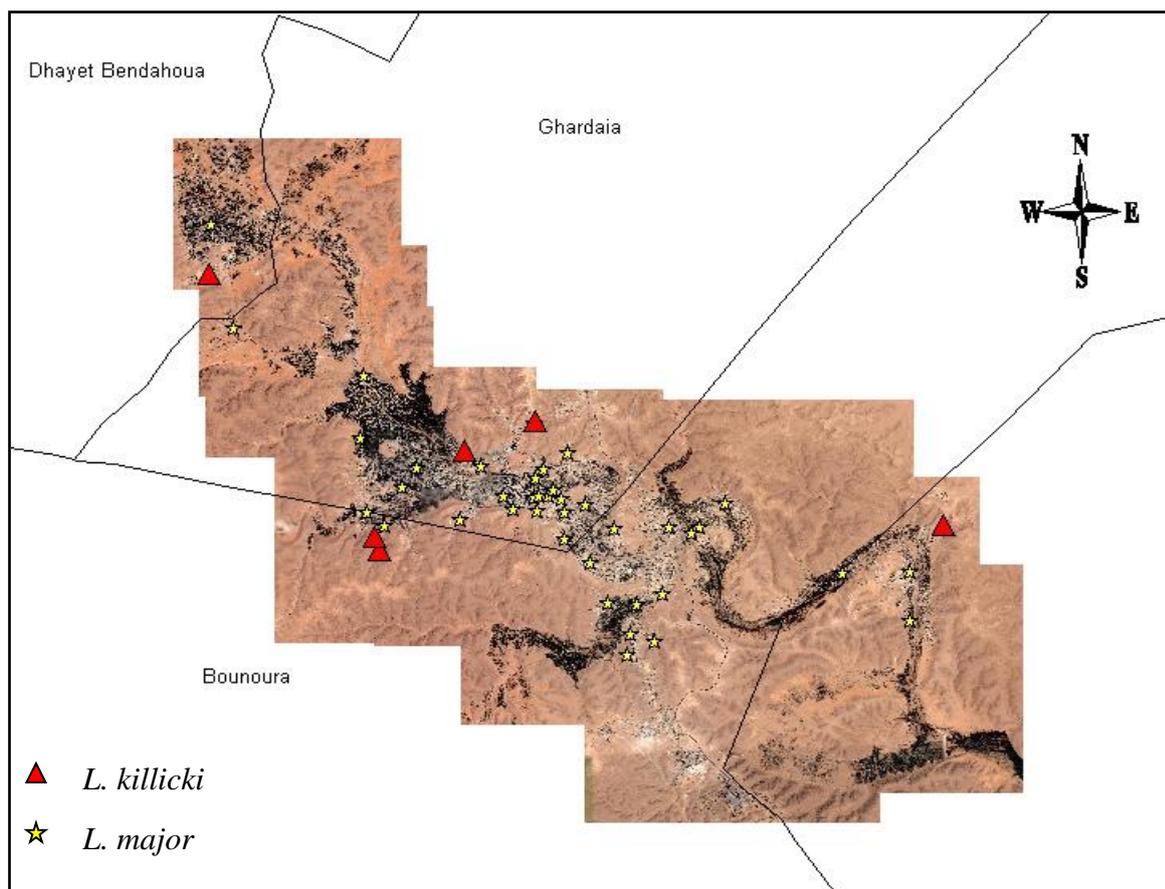


Figure 61 : Localisation des espèces *L. major* et *L. killicki* dans la vallée du M'Zab

3.3.2.2. Etude entomologique

Au total 6540 phlébotomes répartis en 13 espèces ont été collectés. Le tableau 26 illustre la répartition des phlébotomes de la vallée de Ghardaïa par espèce et par sous genre.

L'inventaire entomologique de la région de Ghardaïa est riche avec 14 espèces, réparti en 6 genres. Le genre *Phlebotomus* formé exclusivement de *P. papatasi*, vecteur prouvé de *L. major* (Izri et al., 1992) est le plus abondant avec 30.68%, quant au genre *Paraphlebotomus*, il est dominé par *P. sergenti* avec 7, 69% de l'ensemble des captures, cette espèce a été incriminée récemment dans la transmission de la leishmaniose cutanée à *L. killicki* dans la vallée du M'Zab (Harrat et al., 2009 ; Boubidi et al., 2011).

Tableau 27 : Répartition des phlébotomes par espèce dans la vallée de M'Zab.

	Espèces	Male	Femelle	Total	Fréquence relative (%)
01	<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i>	1263	744	2007	30.68
02	<i>P. (Paraphlebotomus) sergenti</i>	367	136	503	07.69
03	<i>P. (Paraphlebotomus) alexandri</i>	24	03	27	0.41
04	<i>P. (Larroussius) longicuspis</i>	11	4	15	0.22
05	<i>P. (Larroussius) langeroni</i>	01	/	01	0.01
06	<i>S. (Sergentomyia) minuta</i>	1388	399	1787	27.32
07	<i>S. (Sergentomyia) schwetzi</i>	387	191	578	8.83
08	<i>S. (Sergentomyia) fallax</i>	518	619	1137	17.38
09	<i>S. (Sergentomyia) antennata</i>	89	184	273	4.17
10	<i>S. (Grassomyia) dreyfussi</i>	20	21	41	0.62
11	<i>P. (Paraphlebotomus) chabaudi</i>	152	14	166	2.53
12	<i>P. (Larroussius) perniciosus</i>	3	/	3	0.04
13	<i>S. (Sintonius) christophersi</i>	/	2	2	0.03
14	<i>S. (Sintonius) clydei</i>	-	01	01	0.01
Total		4223	2317	6540	100

3.3.2.2.1. Distribution spatiale des phlébotomes.

En fonction des stations, la répartition par espèce et par genre diffère, selon la nature du gîte et les exigences trophiques et écologiques de chaque espèce, ainsi nous avons noté la présence presque exclusive de *P. sergenti* dans les éboulis rocheux. La majorité de *P. sergenti* (99,16%) a été capturée au niveau du site sauvage « Chaabet Telli » dans les cavernes et refuges du Goundi *Massoutiera mzabi* (fig. 62) et seulement 0,83 % ont été collectés dans les sites ruraux.



Figure 62 : pose de piège CDC au fond d'une caverne à Chaabet Telli où *M. mzabi* a été capturé et où des *P. sergenti* ont été trouvés infestés.

3.3.2.2. Répartition spatiale de *P. sergenti*

La répartition de cette espèce semble dépendre de l'altitude, sa présence dans les grottes actives (présence de déjections fraîches) impliquerait de façon indirecte *Massoutiera mzabi* comme réservoir du parasite (tab. 27).

Tableau 28 : Distribution spatiale de *P. sergenti* selon l'altitude.

Latitude	Longitude	Altitude	Biotope	Nbre de <i>P. sergenti</i>
3,65612	32,4991	500	Palmeraie	1
3,75371	32,485	515	Caverne	22
3,67058	32,5047	518	Piedmont de colline	2
3,60428	32,5321	533	Cité	4
3,63861	32,4807	535	Colline rocheuse	138
3,63771	32,4833	560	Grotte de Goundi	270

Il ressort que la plus forte densité de cette espèce se trouve à des altitudes dépassant les 530 mètres dans les anfractuosités rocheuses des montagnes et des cavernes. 325 phlébotomes femelles de *P. sergenti* capturées au niveau des cavernes naturelles situées sur les collines rocheuses de «Chaabet Telli», ont été stérilement disséqués. Trois femelles (0,92 %) ont été trouvées porteuses de promastigotes de *Leishmania sp.* Depuis sa description princeps en Algérie en 1917 par L. Parrot, *P. sergenti* n'a jamais été trouvé infecté par des leishmanies dans notre pays.

L'analyse moléculaire (PCR-RFLP) a montré que l'ADN des leishmanies extrait des trois phlébotomes infectés présente le même profil électrophorétique que les souches de *L. killicki* (MON-301) isolées des lésions cutanées chez l'homme (Harrat et al., 2009) (fig.62). Ces résultats prouvent pour la première fois que le vecteur de *L. killicki* en Algérie est le phlébotome *P. sergenti* (Boubidi et al., 2009).

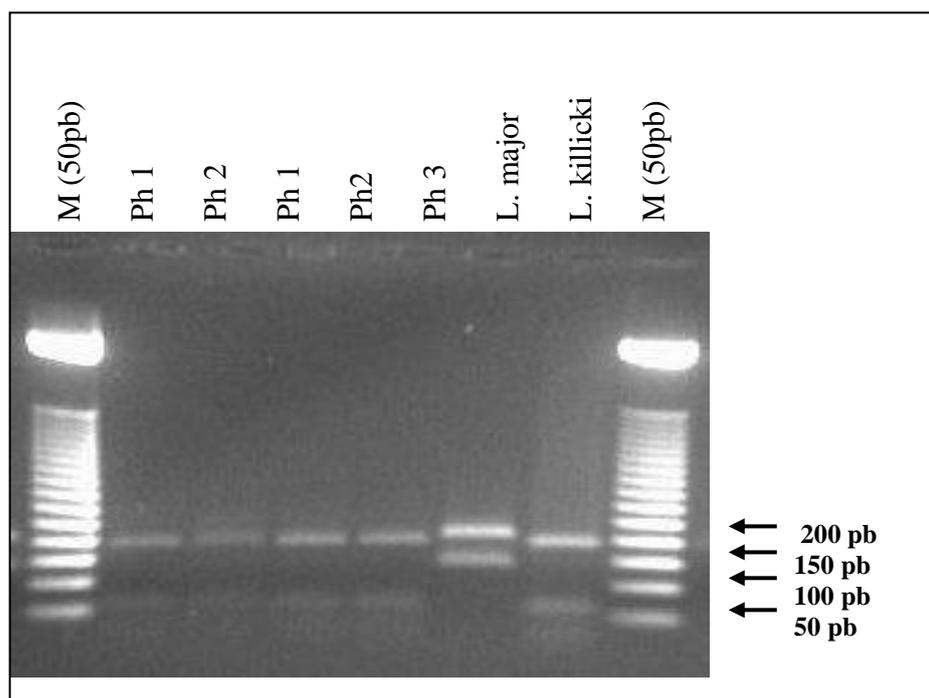


Figure 63 : Profil électrophorétique des *Leishmania*, lignes (2 à 5) Ligne 6 correspond a la souche de référence moléculaire par PCR-RFLP des isolats prélevés chez les trois femelles de *P sergenti* Ph1,Ph2 et Ph3 *L major* et la ligne 7 à la souche de référence de *L killicki*. Ligne 1 et 8 représente le marqueur de taille PM.

La présence dominante de *P. sergenti* dans les biotopes de *Massoutiera mzabi* en lisière de la vallée de Ghardaïa suggère que la leishmaniose cutanée due à *L. killicki* MON-301 en Algérie est de type zoonotique et se transmet d'une façon sporadique d'où le nombre faible de cas humains enregistrés, 4/39 soit 10% en moyenne de l'ensemble des cas de leishmaniose cutanée enregistrés à Ghardaïa. En effet les habitants qui se trouvent au piémont des collines rocheuses sont sous le risque de contracter la leishmaniose cutanée à *L. killicki*. Les femelles infectées de *P. sergenti* peuvent à la faveur de facteurs climatiques propices se déplacer vers les habitations proches de leurs gîtes et transmettre le parasite.

La dominance de *P. papatasi* et *P. sergenti* dans nos captures est en accord avec le fait que la leishmaniose cutanée dans le foyer de Ghardaïa est un foyer mixte à *L. killicki* et *L. major*. Ces deux espèces phlébotomiennes appartiennent aux vecteurs spécifiques, par exemple *P. papatasi* supporte seulement le développement de *L. major* mais pas les autres espèces de parasites testés (Killick-Kendrick et al., 1994 ; Pimenta et al., 1994). De la même sorte *P. sergenti* ne transmet que le parasite du complexe *L. tropica* Wright (Killick-Kendrick et al., 1995 ; Kamhawi et al., 2000). Par ailleurs, la plupart des autres espèces de phlébotomes étudiées jusqu'à l'heure actuelle supportent le développement d'un nombre large d'espèces de *Leishmania* et sont regroupés dans le groupe des vecteurs «permissifs» (Volf et Myskova, 2007). Cependant il est possible qu'il existe différentes populations de *P. sergenti* comportant un polymorphisme substantiel comme il est le cas pour le complexe *L. tropica* (Depaquit et al., 1989).

3.3.2.3. enquêtes sur les rongeurs

La connaissance du rôle des rongeurs en tant que réservoir de la leishmaniose cutanée dans la région de Ghardaïa, passe par l'exploration des biotopes qu'habitent ces derniers dans l'immensité désertique. A cet effet, nous avons inventorié différents biotopes susceptible d'en abriter, allant des ergs et regs du grand désert, aux palmeraies et villages habités. Pour les techniques de captures, différents types de pièges furent utilisés, tapettes, Sherman et pièges grillagés pour les petits rongeurs et capture manuelle pour le Goundi. Parfois, pour la capture des petits mammifères, nous avons eu recours à l'inondation et la fumigation des terriers. Ces captures ont permis de récolter 105 rongeurs appartenant à deux genres *Gerbillus sp.* et *Massoutiera mzabi*.

Sur l'ensemble des captures de *Massoutiera mzabi* (12 spécimens), un seul spécimen fut capturé à l'aide de piège grillagé au niveau de la grotte où l'on a capturé des phlébotomes,

lesquels après examens parasitologiques se sont révélés négatifs sauf *P. sergenti* (3 spécimens) infectés par le parasite *L. killicki*.

L'exploration parasitologiques de biologie moléculaire de la totalité des spécimens de rongeurs fortement soupçonné d'être le réservoir de *L. killicki*, et qui abondent dans la région, n'a malheureusement rien donné, mais cela n'empêche pas la forte présomption qui pèse sur cette espèce (*Massoutiera mzabi*) (Harrat et al., 2009) d'autant plus qu'en Tunisie, Jaouadi et al. (2011) ont pu déceler chez elle, par biologie moléculaire, la présence de *L. tropica*.

Les autres spécimens, appartiennent tous au genre *Gerbillus* et qui, après exploration approfondies à la recherche de parasite, se sont révélés exempt d'infection.

A noter que les stations de captures sont pour la plupart périurbaines, longeant le grand oued qui traverse la vallée du M'Zab ; les rongeurs colonisent les berges sablonneuses de cet oued.

3.3.3. Discussion

Il est très probable que le nombre de cas de LC à *L. killicki* soit sous-estimé et qu'il existe au sein de la multitude de foyers de *L. major* en Algérie des cas méconnus dus à *L. killicki*. Récemment il a été rapporté des cas de *leishmania tropica* à Constantine (Mihoubi, 2008).

Cette situation épidémiologique nouvelle pose un double problème de prise en charge individuelle des malades et de contrôle de l'endémie parasitaire. En effet, les observations déjà disponibles concernant les lésions à *L. killicki* laissent à penser qu'elles présentent des particularités cliniques et évolutives différentes de celles à *L. major* d'où la nécessité d'optimiser les conduites thérapeutiques. Deux souches *L. killicki* isolée de malades à Ghardaïa se sont révélées très résistantes au Glucantime (Harrat, communication personnelle) D'un autre côté, les maillons du cycle évolutif de cette espèce ne sont pas connus et les mesures de contrôle probablement différentes de celles préconisées pour *L. major*.

Boukraa et al. (2010), au cours d'une enquête entomologique, ont obtenus des résultats différents des nôtres en ce qui concerne le nombre total des espèces récoltés (7) et leur proportion, les espèces les plus abondantes sont respectivement *Sergentomyia antennata* 1912 (49,41 %), *Phlebotomus papatasi* 1786 (36,47%), *S. minuta* 1843 (7,06 %) et *S. fallax* 1921 (3,53 %). Le genre *Sergentomyia* constitue 61,18 % des récoltes, face à 38,82 % pour le genre *Phlebotomus*.

Par station, la répartition par espèce et par genre diffère, selon la nature du gîte et les exigences trophiques et écologiques de chaque espèce, ainsi nous avons noté la présence presque exclusive de *P. sergenti* dans les éboulis rocheux là où vit *Massoutiera mzabi*, soupçonné d'héberger *L. killicki*, d'ailleurs cette dernière a été trouvée infestée par ce parasite en Tunisie (Jaouadi, 2011). A El Atteuf sur 18 pièges en papiers huilés placés au niveau des terriers de rongeurs, 46 *S. schwetzi* ont été capturés sur un total de 67 phlébotomes appartenant tous au genre *Sergentomyia* représentant ainsi 68,65%.

Les enquêtes que nous avons réalisées dans la région du M'Zab, nous ont permis de distinguer deux types de complexes pathogènes liés à la transmission de la leishmaniose, le premier est dû à *L. major*, entretenu par des rongeurs réservoirs *Gerbillidae*. Ce cycle est inféodé à la palmeraie qui occupe la vallée proprement dite du M'Zab, le second cycle dû à *L. killicki* occupe le piémont et les contreforts rocheux qui ceinturent la vallée, il est entretenu fort probablement par *Massoutiera mzabi*. Les territoires propres à ces deux foyers se chevauchent et il n'est pas rare de trouver dans un même endroit les deux formes.

La découverte récente d'une nouvelle forme de leishmaniose cutanée à *L. killicki* fait de la région du M'Zab un foyer mixte où circulent deux espèces parasitaires avec des réservoirs et vecteurs différents (Harrat et al., 2009). Si les vecteurs de la forme *L. major* et *L. killicki* sont connus (Izri et al., 1992 ; Boubidi et al., 2012), les ou les réservoirs de ces deux espèces sympatriques restent inconnus dans le foyer de Ghardaïa. De forts soupçons sont portés sur le Goundi du M'Zab (*Massoutiera mzabi*). Nous en avons capturé un dans la même grotte où *P. sergenti* a été trouvé naturellement infesté par *L. killicki*.

Boukraa et al. (2010), au cours d'une enquête entomologique, ont obtenus des résultats différents du notre en ce qui concerne le nombre total des espèces récoltées (7 espèces) et leur proportion, les espèces les plus abondantes sont respectivement *Sergentomyia antennata* (49,41 %), *Phlebotomus papatasi* (36,47%), *S. minuta*.

4. Etude clinique

La leishmaniose cutanée (LC) est une affection assez répandue en Algérie. La LC zoonotique due à *Leishmania major* est de loin la plus répandue dans pratiquement l'ensemble du territoire national elle est désormais présente aux niveaux de différents étages bioclimatiques.

La maladie frappe sans distinction les deux sexes avec cependant une légère prédominance en faveur du sexe masculin, toutes les tranches d'âge sont touchées y compris celle supérieur à 60 ans, les tranche d'âge, jeunes enfant (5-14) (population neuve) et adulte jeune (20-29) (population active) sont les plus touchées (fig.64, 65).

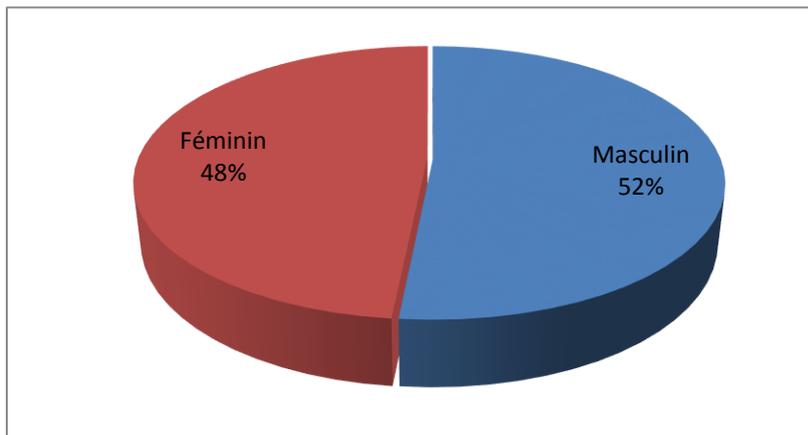


Figure 64 : Répartition par sexe des cas de la LCZ dans la région du Hodna

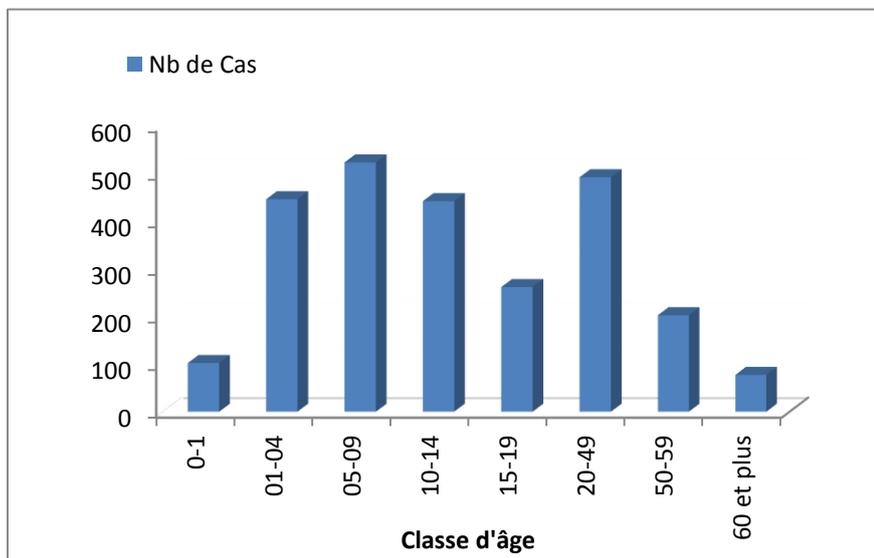


Figure 65 : Répartition de la LCZ par classe d'âge

Sur l'ensemble des patients diagnostiqués (2000 cas de la LCZ confirmés biologiquement) au laboratoire de l'annexe Pasteur de M'sila 53 % des cas avaient une lésion unique et 47 % des lésions multiples (fig. 66).

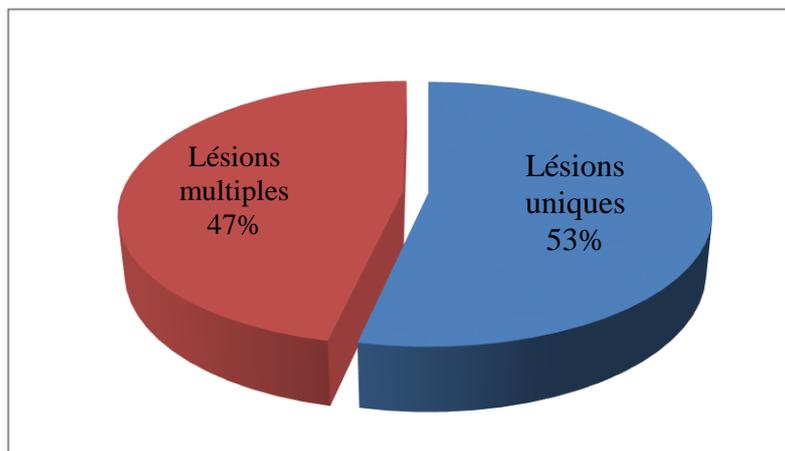


Figure 66 : Répartition des malades par nombre de lésions

Une étude réalisée sur 2000 malades confirmés biologiquement selon le nombre de lésions 1068 malades présentent une lésion unique (53 %) et 932 cas avaient des lésions multiples et multifocales (fig. 66), Les lésions siégeaient essentiellement au niveau des parties découvertes : visage, membres inférieurs, membres supérieurs, rarement la tête, l'abdomen ou les fèces.

4.1. Aspects cliniques :

La leishmaniose cutanée (LC) zoonotique à *Leishmania major* se caractérise par un grand polymorphisme clinique. Des lésions leishmaniennes au niveau des muqueuses s'observent rarement dans l'Ancien Monde mais n'importe quelle espèce peut les provoquer. Des lésions de la muqueuse buccale ou laryngée dues à *L. infantum*, *L. major* ou *L. tropica* peuvent apparaître chez des personnes âgées ou présentant des formes mineures d'immunodépression. (WHO, 2010).

Dans cette partie d'étude nous avons souligné quelques particularités anatomocliniques de différentes formes de lésions de LCZ. Ces caractéristiques lésionnelles ont été remarquées aux niveaux des malades qui se sont présentés au niveau de l'Annexe Pasteur à des fins de diagnostic. Nos observations de ces formes se sont étalées sur plusieurs années. Tous nos patients proviennent de la région d'endémie foyer du Hodna.

De multitude de formes cliniques ont été notées dans notre étude : la forme ulcéro-croûteuse, la forme lupoïde la forme sporotrichoïde. D'autres formes rares (papuleuses, érysipéloïdes, verruqueuses, végétantes, érythémateuses, ulcérées, nécrotiques et linéaires) étaient notées. La figure (67) caractérise la multiplicité des formes cliniques. À côté de la forme ulcéro-croûteuse classique (bouton d'orient), d'autres formes cliniques ont été individualisés : lupoïde, formes avec dissémination locorégionale (forme sporotrichoïde, papules satellites).



Figure 67 : multiplicité des formes cliniques de la forme LCZ.

Selon la pathologie associée (le terrain), le diabète a été associé à plusieurs cas % le plus souvent ces malades souffrent de la chronicité des lésions. Une forme présentant une lésion faciale (fig.68) présentant une lésion de plus de 2 ans.



Figure 68 : Localisation particulière de lésions dues à *L. major*



Figure 69 : Cicatrices indélébiles de la LCZ.

Les lésions de la LCZ non traitées sont souvent très enflammées et ulcérées et guérissent en quelques mois. Ces lésions sont fréquemment multiples, spécialement chez les immigrants non immunisés et l'on observe une confluence et une surinfection. Ces lésions mettent souvent longtemps à guérir et peuvent laisser d'importantes cicatrices inesthétiques (fig. 69).

5. Synthèse des résultats

5.1. Étude statistiques de l'abondance des phlébotomes dans le Tell, la Steppe et le Sahara.

Une surveillance constante des phlébotomes dans de nouveaux foyers de la leishmaniose est décisive pour évaluer la répartition géographique et l'expansion de la maladie (Otranto et *al.*, 2009).

La distribution des phlébotomes est étroitement fonction de facteurs abiotiques tels que les précipitations, la température, les barrières géographiques, la disponibilité de l'habitat, et les facteurs biotiques tels que la distribution et l'abondance des hôtes vertébrés (Cross et *al.*, 1996, Ghosh et *al.*, 1999).

La transmission de la leishmaniose et l'altitude peuvent être étroitement liés à de nombreux facteurs, tels que la température appropriée pour l'évolution de *Leishmania* chez les phlébotomes (Rioux et *al.*, 1985). Selon Kuhn (1999), la température est l'un de ces principaux facteurs qui empêchent la propagation de la leishmaniose viscérale et cutanée. Ce facteur écologique varie avec l'altitude selon un gradient thermique altitudinal.

La température détermine aussi bien la survie du phlébotome que la vitesse de développement du cycle de vie (Killick-Kendrick, 1999).

Déterminer la composition faunistique et la distribution des phlébotomes notamment les espèces vectrices de la leishmaniose peut être utile à l'élaboration des cartes de risque. Comme la plupart des insectes ectothermes, la répartition des espèces de phlébotomes est fortement dépendante de la température, donc les espèces situées le long du gradient altitudinal doivent s'adapter à une variété de conditions climatiques (Telfer et Hassall, 1999).

Dans les vallées, plaines et piémonts, les humains sont particulièrement dans une situation à risque pour la leishmaniose cutanée en raison des conditions écologiques appropriées pour le phlébotome, qui préfère une humidité relative de 70-80% et des températures entre 25°C et 28°C. Cependant, l'intensité de la transmission varie spatialement selon que l'on soit proche ou loin des sites de reproduction des vecteurs qui sont concentrées à des endroits précis telles que les terrasses alluviales des rivières, les chotts, les sols alluviaux, et les endroits sombres et humides (Lysenko, 1971 ; Kalluri et *al.*, 2007 ; Sharma et Singh, 2008). *P. papatasi* est plus abondant dans les régions où les sols sont plus humides,

supportant une végétation que dans les zones à faible humidité du sol et avec moins de végétation (Wasserberg et *al.*, 2002 et 2003).

Les matières organiques dans le sol à pH neutre et alcalin favorisent le développement larvaire des phlébotomes vecteurs (Singha et *al.*, 2008).

Les formes immatures des phlébotomes sont plus concentrées dans les micros habitats qui présentent des conditions spécifiques ; sol avec litière, entre les racines et sous les troncs d'arbres morts, endroits où existe la matière organique et où règnent un taux d'humidité, et une lumière faible. Les études menées en forêt pluvieuse par Hanson (1968) et Alencar et *al.* (2011) corroborent ces observations.

A travers les résultats de l'analyse en composantes principales (fig. 70), nous avons retenu 2 axes (F1 et F2) dont les valeurs propres sont proches de 1 et leur contribution dans la formation du nuage de points est supérieure à 87%.

L'examen du plan factoriel nous a permis de visualiser une corrélation positive entre les stations du sud et les stations de la steppe.

Les nuages de points projetés sur le plan factoriel 1 et 2 révèlent quatre groupes distincts. Un premier groupe représenté par *Phlebotomus papatasi*, lequel contribue fortement à l'inertie de l'axe 1. Cette espèce est abondante dans les stations steppiennes et sahariennes. En ce qui concerne sa distribution spatiale, nos captures montrent qu'elle est présente dans tous les étages bioclimatiques y compris les zones de montagne, avec cependant une moindre fréquence. Cette espèce totalise parfois plus de 90% des captures. On la retrouve aussi bien en basse altitude près des chotts salés (M'Sila, Meghaeir et El Hadjira) qu'au niveau des hauteurs aux sommets des montagnes, comme à Rebea dans le Tell. Dedet (1984) et Belazzoug (1991) avaient souligné que cette espèce est abondante dans les zones arides et semi-arides, où les températures sont élevées, mais également humides. En fait, son préférendum écologique va du Sahara jusqu'au Tell avec des variations altitudinales. Dans cet ensemble géographique c'est la steppe qui constitue pour cette espèce une niche écologique optimale.

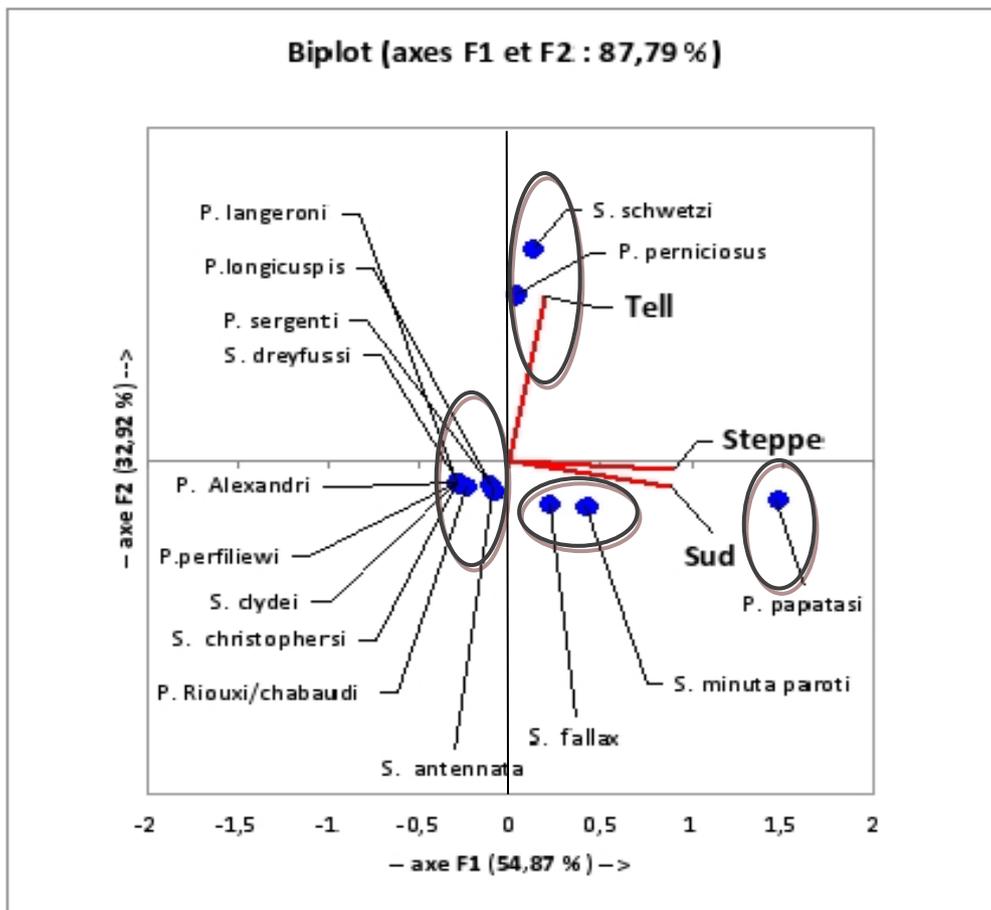


Figure 70 : Représentation graphique de l'analyse en composantes principales de l'abondance des phlébotomes dans les 3 étages bioclimatiques

Guernaoui et al., (2006) avaient rapporté que la distribution spatiale de *P. papatasi* est négativement corrélée avec l'altitude ($r=-0.82$). La densité de *P. papatasi* est très importante en plaine (400-600 m d'altitude) et diminue avec le gradient altitudinal. Il est absent à 1200 m d'altitude. *P. longicuspis* est collecté à différentes altitudes avec un pic entre 600 et 700m d'altitude. *P. papatasi* est souvent abondant dans les zones steppiques où les températures sont élevées et l'humidité n'est pas extrêmement faible (Belazzoug, 1991). La fréquence élevée de *P. papatasi* dans les basses terres et de sa basse fréquence dans les montagnes peuvent s'expliquer par sa préférence pour les zones semi-arides (Fatih et al., 2007). Ces derniers ont recueillies *P. papatasi* et *P. sergenti* à toutes les altitudes et leur distribution a montré une faible corrélation positive avec l'altitude ($r = 0,11$ et $r = 0,15$ respectivement).

P. papatasi, le vecteur confirmé de *L. major* au Maroc (Rioux et al., 1986), était l'espèce dominante dans les zones arides du Haouz de Marrakech. De plus, sa densité augmente avec l'aridité (Croset et al., 1974).

La distribution de *P. papatasi* en Algérie correspond à celle de la maladie. Dedet et al. (1984) avaient signalé que cette espèce est particulièrement abondante dans toute la frange steppique nord-saharienne, mais se rencontre également dans le Tell et les hauts plateaux.

Nos résultats confirment les travaux réalisés par Dedet et al. (1984) ; en effet, nous avons récoltés cette espèce pratiquement au niveau de toutes les stations, dans le foyer de leishmaniose cutanée d'El Mehir au Tell, cette espèce a été capturée au niveau de quatre stations étudiées (Rebea, M'Zita, El Melz et terriers de rongeurs). En zone steppique, elle est présente dans toutes les stations inventoriées avec une abondance importante.

Un autre groupe formé par *P. perniciosus* et *S. schwetzi* qui contribue fortement à l'inertie de l'axe 2. Ces deux espèces sont représentées par une densité de population comparable dans les stations de la zone d'étude tellienne.

P. perniciosus très répandue en Algérie, où elle a été signalée pour la première fois par Sergent (1914), cette espèce est l'une des plus importantes de point de vue épidémiologique. Son rôle connu dans la transmission de la leishmaniose viscérale dans les pays du pourtour méditerranéen. Nos résultats montrent une répartition large de cette espèce dans toutes les stations couvrant les trois strates Tell-Steppe-Sahara. Son pic de densité est atteint entre 1000 et 1200 m d'altitude.

Un troisième groupe formé par les espèces *S. fallax* et *S. minuta*, celles-ci sont abondantes dans les stations du Sud, alors que leurs abondances dans les stations des zones steppique et tellienne diminuent.

Un quatrième groupe comportant le reste des espèces dont le nuage de points formées renseigne sur leur éloignement par rapport aux trois variables Sud, Steppe et Tell.

5.2. Ecologie des rongeurs et transmission de la leishmaniose.

Les rongeurs constituent l'ordre le plus important de la classe des mammifères, représentant presque la moitié de ceux-ci (2021 espèces de rongeurs sur 4629 de mammifères répertoriées, Wilson et Reeder, 1993). Ils constituent un ordre très diversifié, doté de grandes capacités d'adaptations écologiques qui les amènent à proliférer dans tous les milieux. Ce sont généralement des animaux terrestres de petite taille.

Ainsi, dans le domaine de la santé, l'implication des rongeurs est fréquente. La richesse de leur parasitofaune fait qu'ils constituent, pour de nombreux parasites, des hôtes intermédiaires ou définitifs, mais sont aussi impliqués dans le cycle de différents virus en tant qu'hôtes réservoirs ou vecteurs. Les maladies associées aux rongeurs peuvent être classées en trois catégories (Duplantier, 1992) : celles qui sont directement ou indirectement transmises à l'homme, celles qui sont transmises aux animaux domestiques et enfin celles qui n'affectent que les rongeurs eux-mêmes (fig.71).

La reproduction est fonction de la quantité et de la qualité des ressources alimentaires (Hubert et *al.*, 1981 ; Poulet et *al.*, 1980), tandis que la mortalité dépend de la prédation (Poulet, 1985) et des maladies (Hubert et Adam, 1975).

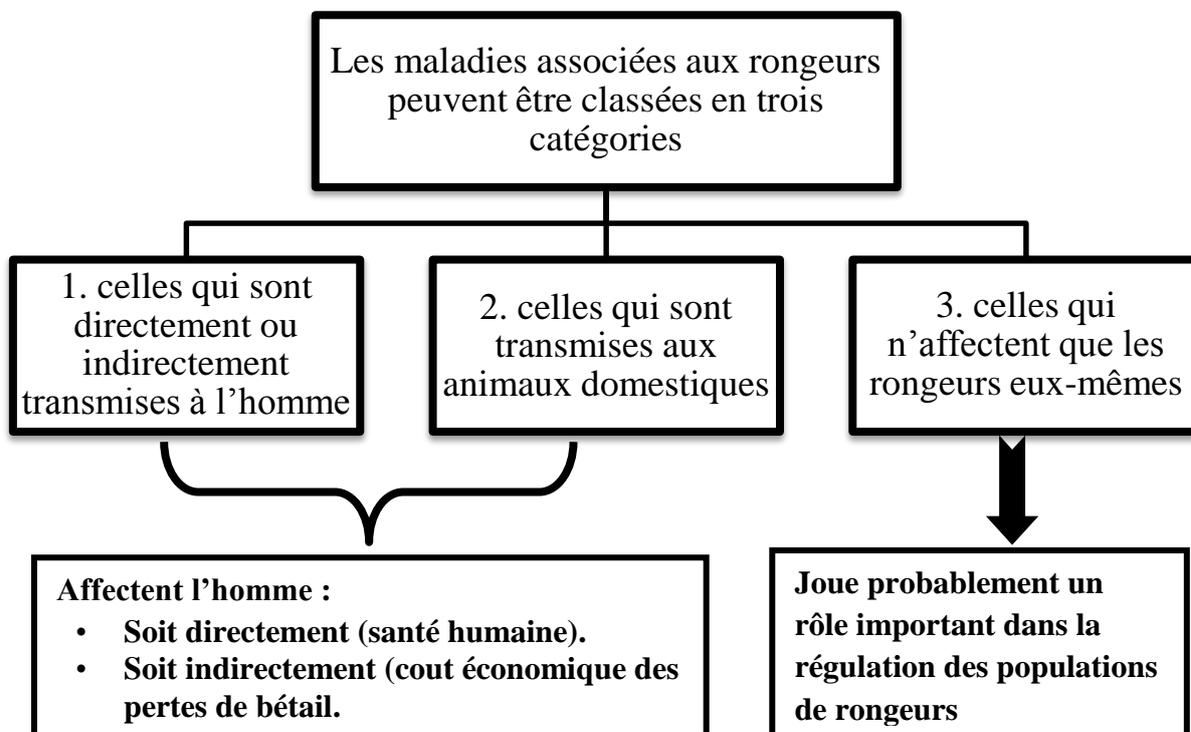


Figure 71 : Les maladies associées aux rongeurs

Ceci s'explique par la faible densité des rongeurs remarquée ces dernières années. En 2010 dans les régions steppiques algériennes où nous avons parcourus des dizaines d'hectares à la recherche des rongeurs sauvages en particulier *P. obesus* et où de très rares terriers actifs ont été remarqués malgré la présence d'une végétation verdoyante. Cette situation est survenue suite une densité très élevée de *P. obesus* en 2008 et 2009 où la pullulation de cette espèce a atteint un niveau très élevé permettant ainsi l'apparition d'une flambé épidémique qui a duré deux années successives 2010 et 2011 avec respectivement 1245 cas et 2063 cas.

Ces maladies peuvent être causées par des rickettsies, des bactéries, des protozoaires, des vers parasites ou des virus, objets de notre étude. Elles peuvent être transmises directement par morsure, plus souvent indirectement par les urines et les fèces et enfin surtout par l'intermédiaire d'arthropodes.

Plus que les autres mammifères, les rongeurs contractent des relations avec l'homme qui participent beaucoup à l'existence, à la répartition voire à la pullulation d'un bon nombre de ces espèces. En même temps, les bouleversements écologiques de l'environnement à travers les modifications climatiques, l'urbanisation, la déforestation, les aménagements agricoles et hydrauliques affectent sensiblement les densités et la répartition spatiale des populations de rongeurs, facilitant ainsi leur contact avec l'homme.

Afin d'apprécier l'importance des rongeurs impliqués dans l'évolution de la maladie, il convient dès lors d'étudier ces animaux dans leurs milieux naturels

Malgré l'important travail effectué jusqu'à présent (Belazzoug, 1983, 1986) sur le rôle que jouent les rongeurs en tant que réservoirs et/ou disséminateurs de la maladie, peu de données sont actuellement disponibles sur l'étude de l'impact de l'environnement sur la biologie : préférences écologiques, structuration spatiale et dynamique des populations (densités, taux de reproduction, fluctuations saisonnières, préférences écologiques . . .).

Une combinaison des données pluviométriques et des températures est très intéressante pour caractériser l'influence du climat sur la végétation et par la même sur la maladie (fig. 72).

Algérie et en milieu naturel, la reproduction des rongeurs est liée au rythme annuel des pluies, cette corrélation est indirecte, en effet les pluies conditionnent la production végétale et donc des ressources de nourriture aux rongeurs aussi disponibles que la quantité des pluies est importante

La reproduction va se poursuivre plus ou moins longtemps selon la qualité de cette saison pluviale et donc des ressources végétales qui en sont dépendantes : si la quantité de pluies a été faible, la reproduction s'arrêtera très vite après les dernières pluies. Par contre, si les pluies ont été abondantes et bien réparties dans le temps, la reproduction pourra continuer pendant plusieurs mois (Hubert, 1982), des poussées épidémiques peuvent survenir et persistent durant plusieurs années successives

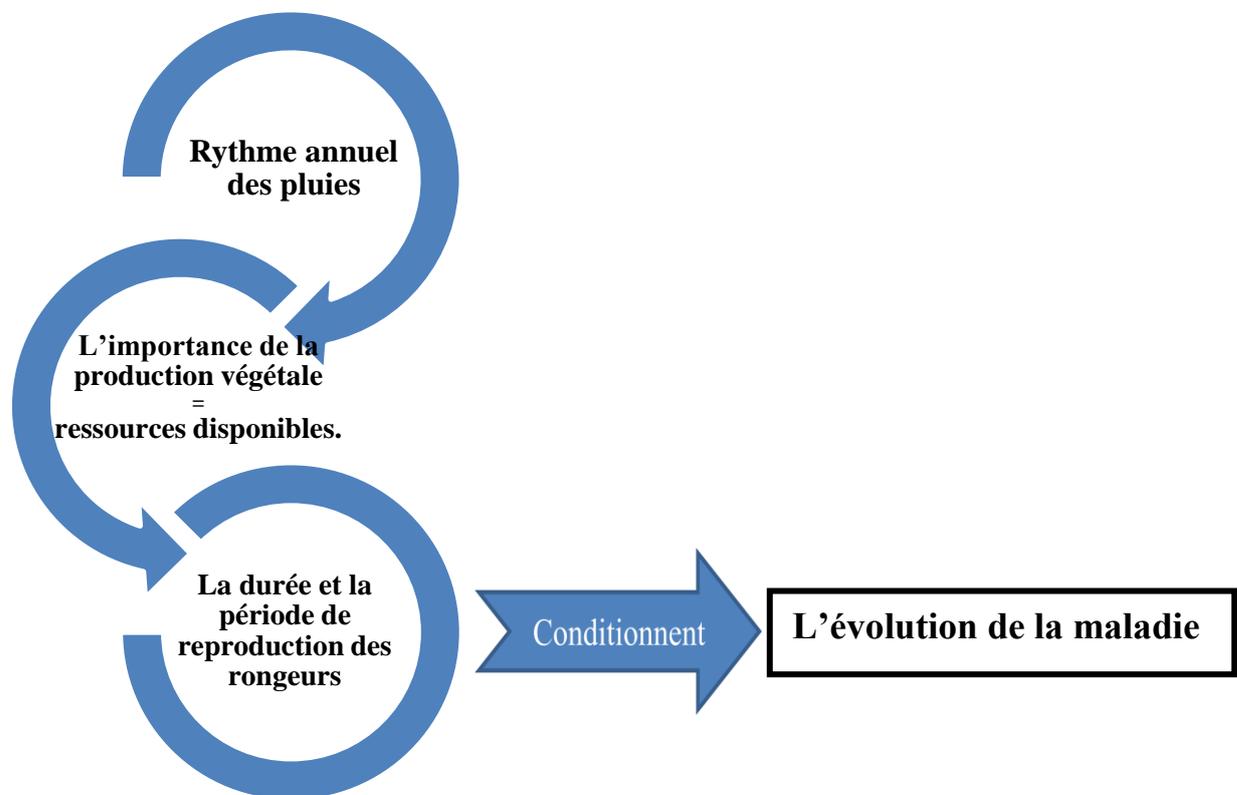


Figure 72 : Corrélation entre pluviométrie et abondance de population et maladie

L'évolution de la maladie suit fidèlement la pluviométrie, en effet il a été maintes fois remarqué que chaque poussée épidémique de la leishmaniose survient après une année

pluvieuse (fig. 73), l'abondance de la nourriture favorise la pullulation des vecteurs et des rongeurs, et l'épizootie suivra cet épisode.

Deux effets climatiques sur le rongeur peuvent être identifiés, l'un directe, exprimé par la température et la pluviométrie, l'autre indirecte ou anthropique lié à la modification de l'environnement.

Une combinaison des données pluviométriques et des températures est très intéressante pour caractériser l'influence du climat sur la région et par la même sur la maladie.

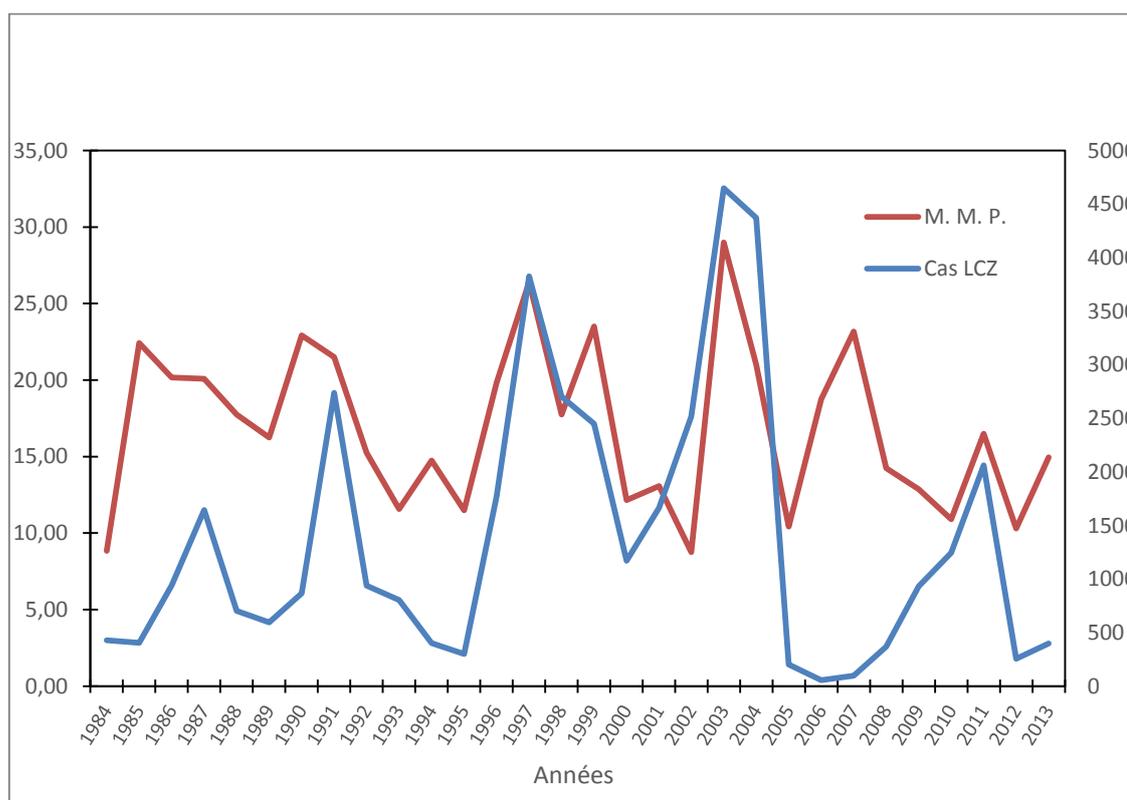


Figure 73 : Evolution la LCZ en fonction de la pluviométrie de 1984 à 2013 à M'Sila

La maladie a connu un fléchissement au cours des années 2006 -2008, ceci est probablement attribué au programme national de lutte contre la leishmaniose lancé en 2005 suite à l'apparition d'une grande épidémie, où plus de 31000 cas de LCZ ont été enregistrés à l'échelle national.

5.3. Profil écologique de l'habitat des rongeurs

Au cours de notre étude, nous avons réalisé un profil bioécologique longitudinal des différentes strates de l'Algérie allant du littoral vers le Sahara en passant par le Tell et la Steppe (fig.74).

La lecture de ce profil permet de visualiser l'étendu de chaque strate et son poids dans l'éco-épidémiologie des leishmanioses. La plaine littorale est étroite et n'a que quelques dizaines de kilomètres de largeur, c'est une bande fortement anthropisée, où les rongeurs impliqués dans la transmission de la LCZ n'y figure pas dans la faune rodentologique. L'absence de la maladie dans cette strate est le résultat de l'absence, des vecteurs et réservoirs du parasite.

La première barrière physique est constituée par la chaîne tellienne littorale formée par les massifs de l'Atlas blidien, le Djurdjura, les massifs de Collo, de Skikda et de l'Edough. S'ensuit une deuxième barrière constituée par les chaînes telliennes externes, telles les Babors et blidéen les massifs de la petite Kabylie. Ces massifs forment une barrière qui empêche l'influence maritime d'atteindre les zones steppiques et le reste du pays où la composante climatique change brusquement. Le plateau qui sépare les deux chaînes de l'Atlas tellien a une altitude qui dépasse les 600 mètres. Ce plateau est à priori défavorable à l'installation du complexe pathogène de la LCZ, compte tenu de l'altitude et du climat qui y règne. Cependant cela n'a pas empêché cette maladie de se déclarer à El Mehir dans la wilaya de BBA dans le sous bassin de la Soummam qui appartient au domaine Tellien. Ce nouveau foyer Tellien autochtone, possède des caractéristiques écologiques fort différentes de celles rencontrées dans les steppes et le Sahara. Il appartient à l'étage bioclimatique semi-aride et possède un fonctionnement similaire à celui de la steppe dans la mesure où le réservoir est ici *P. obesus*, et le vecteur *P. papatasi*. Ces deux agents sont dépendants de niches écologiques particulières, notamment la présence de plantes chénopodiacées et la disponibilité d'une litière de matières organiques. En ce qui concerne les plantes halophytes indispensables à la survie du *P. obesus*, elles ont été localisées sur des affleurements de marnes gypso salines qui parsèment des terrains restreint du Tell. Ces affleurements sont responsables de la salinité des eaux et des terres irriguées par ces eaux. Le Houerou (1995) avait signalé l'existence des steppes d'alfa et d'armoises blanches sur quelques milliers d'hectares en situation d'ombre pluviale du Djurdjura à l'intérieur des Bibans dans le défilé des « portes de Fer » aux environs de Hammâm El Bibans en Kabylie entre Bouira et BBA.

L'étude du nouveau foyer de leishmaniose d'El Mehir nous a permis de signaler pour la première fois la présence d'un rongeur typiquement Saharien (Peter, 1961 ; Kowalski, 1991) dans un territoire Tellien.

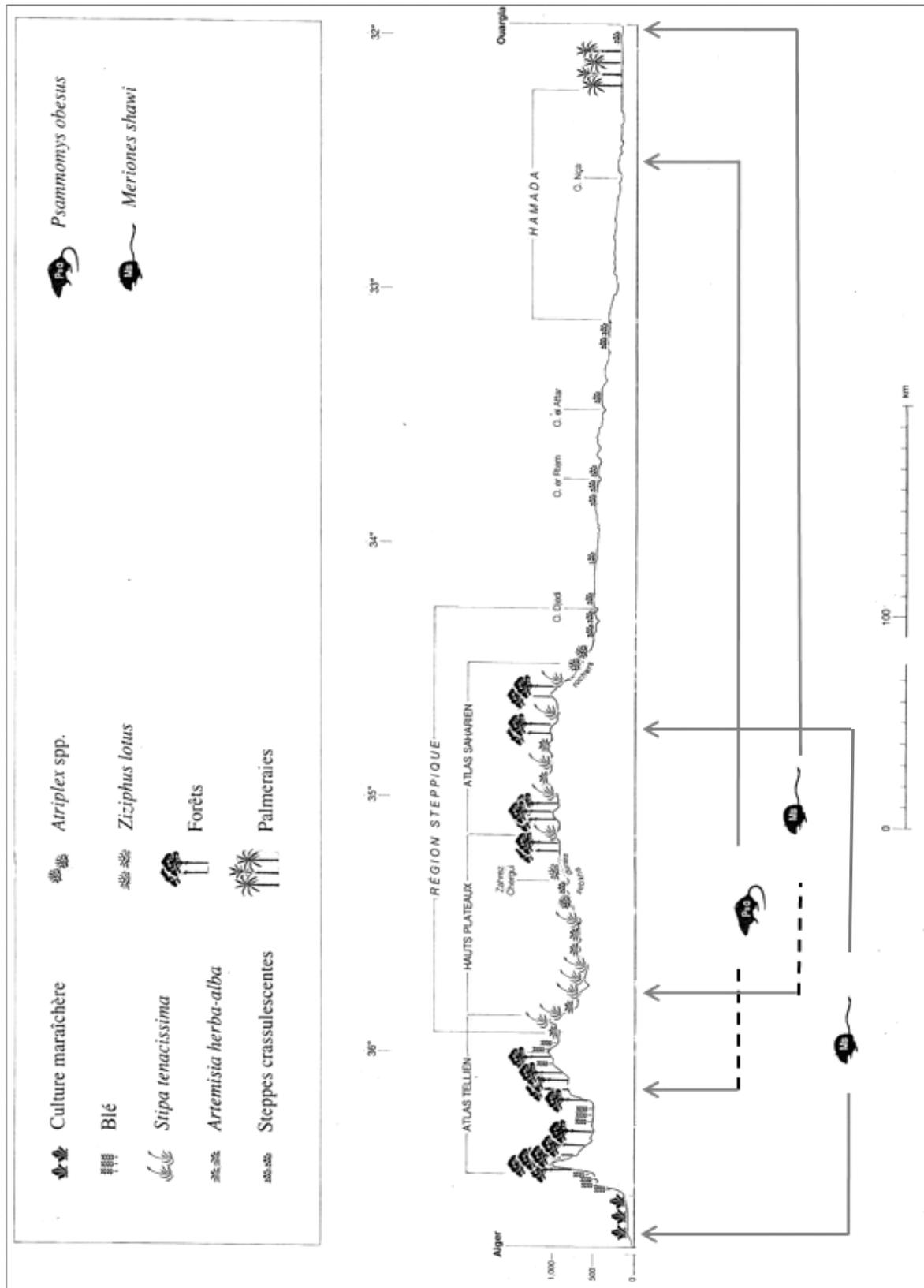


Figure 74 : Profil bioécologique longitudinal selon une coupe Nord Sud.

Au-delà de la chaîne tellienne se trouve de vastes étendues de plaines intérieures dénommées, hauts plateaux ou hautes plaines steppiques ; localisées entre l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, formées par deux grands ensembles, les steppes occidentales. (Steppes oranaises sud algéroise et dépression salée du Hodna) et les steppes orientales à l'Est du Hodna. Ce territoire est le fief de la leishmaniose cutanée zoonotique.

Ceci est dû aux conditions écologiques et environnementales favorables au développement des facteurs de maladies. L'altitude comprise 400 et 700 mètres est idéale pour le développement du vecteur *P. papatasi*, ce territoire est également parsemé par un chapelet de bassins endoréiques ou chott couverts de plantes crassuléscentes colonisées par *P. obesus*.

Les barrières entre les différentes strates ne sont pas étanches et existent des corridors par lesquels peuvent se déplacer les facteurs de maladies ; tel que celui formé par les grands oueds qui entaillent les massifs montagneux ainsi que les grandes voies routières et autoroutières

La dernière strate qui va des flancs sud de l'Atlas Saharien jusqu'au Hoggar est constitué de plateaux (Hammada et Tassili) de plaine (Reg et Erg) et de dépressions (Sebkha et Guelta). Cette région, très vaste, présentant une multitude de biotopes différents (Oasis, Ghout dune, rocailles etc.....) est également un territoire propice à la leishmaniose zoonotique, dans la mesure où les différents éléments du cycle épidémiologique sont présents. Cependant l'aridité extrême du Sahara, confine la maladie à des territoires bien délimités dans lesquelles subsiste une humidité suffisante pour le maintien de la chaîne trophique à laquelle est associé le complexe pathogène. (Oasis, sebkha, zone de mise en valeur, zones urbaines etc.....)

5.4. Profil Eco-épidémiologique de la leishmaniose cutanée à *L. major* ***Mon-25***

La leishmaniose cutanée zoonotique est une maladie qui est transmise par *P. papatasi* et elle a comme rongeurs réservoirs, *P. obesus* et *M. shawi* d'après nos observations menées qui complètent les travaux antérieurs (Belazzoug, 1983 et 1986) Les foyers de leishmaniose cutanée sont répartis en trois types :

- les foyers où seul *P. obesus* et réservoir,
- les foyers où seul *M. shawi* est réservoir,
- les foyers où coexistent les deux rongeurs réservoirs (tab. 29), (fig. 46).
 - Pour que la maladie humaine (leishmaniose) survienne, il faut la présence simultanée dans un même biotope des trois éléments du cycle parasitaire, le parasite et son réservoir, l'insecte vecteur et l'homme (hôte accidentel). L'intensité de la transmission dépend de l'interaction qui se produit entre les éléments du cycle parasitaire d'une part et les influences qu'exercent les facteurs environnementaux sur la modulation de la transmission parasitaire.

Tableau 29 : répartition des éléments du cycle parasitaire par strate.

Ecozone	Exemples	Parasite	Réservoir	Vecteur
Tell	El Euch (BBA) El Mehir Ain Ouelmene (Sétif)	<i>L. major</i> <i>Mon-25</i>	<i>Meriones shawi</i>	<i>P. papatasi</i> ? Microfoyer
Steppe	M'Sila, Boussaâda, Djelfa, Tiaret, Saida, Laghouat, Biskra	<i>L. major</i> <i>Mon-25</i>	<i>Meriones shawi</i> , <i>Psammomys obesus</i>	<i>P. papatasi</i> macrofoyer
Sahara	Oued Righ, Guerrara, El Hadjira,,	<i>L. major</i> <i>Mon-25</i>	<i>Psammomys obesus</i> <i>Meriones libycus</i> ? <i>Gerbillus sp.</i> ?	<i>P. papatasi</i> ?

5.5. Risque de transmission de la LCZ par zone géographique

Le risque spatial vis-à-vis de la maladie leishmanienne peut être estimé à partir de l'élaboration de scores obtenus (tab.29). À partir de la combinaison de ces facteurs en tenant compte du poids de chacun dans l'équation final du calcul du score de risque. De la lecture du tableau, il apparait que les régions steppiques constituent le territoire à fort risque pour la leishmaniose cutanée.

Tableau 30 : Risque de transmission de la LCZ selon chaque étage bioclimatique.

	Densité de population	Densité du vecteur <i>P. papatasi</i>	Densité du réservoir <i>M. shawi</i>	Densité du réservoir <i>P. obesus</i>	Risque de transmission
Tell	+++	+	+++	-	Faible
Steppe	++	+++	+++	+++	Elevé
Sahara	+	+++	+	+++	Moyen

En Algérie la leishmaniose cutanée évolue aussi bien au Tell en steppe qu'au Sahara. Cependant la morbidité n'est pas la même pour les trois strates.

Pour ce qui est du Tell, la densité de la population humaine agglomérée que celle éparse est importante ; cependant le vecteur *P. papatasi* y est peu fréquent et l'absence presque totale du réservoir primaire *P. obesus* à quelques exceptions près, citons l'exemple de la région des Bibans où ce rongeur vit en petites colonies bien localisées sur les affleurements gypso-marneux salins des monts du Bibans. Tous ces éléments font du Tell un territoire à faible risque d'endémicité pour la leishmaniose cutanée zoonotique à *L. Major*.

Cependant les différents scénarii climatiques développés par les experts en climat font état d'un changement climatique imminent dû à l'effet de serre dont les répercussions sur la répartition spatiale des êtres vivants est important, lesquels voient leur territoire vital se déplacer vers les latitudes septentrionales (Fischer et *al.*, 2010).

Les changements climatiques prédits vont avoir un impact important sur l'éco épidémiologie des maladies vectorielles en l'occurrence de la leishmaniose cutanée. Certaines analyses indiquent qu'il est possible que les changements climatiques entraînent un déplacement de la zone de prévalence de la leishmaniose vers le nord (Ready, 2010).

La zone de répartition géographique du vecteur, le phlébotome, dépend fortement des conditions climatiques (Ready, 2010).

La région du Tell est une zone agricole de céréaliculture où *Meriones* connaît parfois des pics de pullulation (comm. pers.). Ce rongeur y est le plus abondant et joue un rôle aussi bien sanitaire qu'économique. Malgré la forte densité des rongeurs, le tell reste un territoire à faible transmission, cependant l'augmentation de la présence du vecteur dans cette strate, conséquemment au changement climatique prédit par les modèles de simulation climatique (Ready, 2010), pourrait avoir une conséquence majeure sur l'intensité de la transmission de la leishmaniose cutanée.

Dans la steppe, la transmission de la maladie y est maximale compte tenu de la conjonction favorable aux trois éléments du cycle parasitaire ; ici la densité des phlébotomes vecteurs est très élevée, notamment le vecteur *P. papatasi*, la présence simultanée des rongeurs réservoirs *P. obesus* et *M. shawi* ainsi que la proximité des populations vivant dans les agglomérations urbaines et semi-urbaines font de cette strate une niche écologique où le risque de transmission est assez élevé.

Les bouleversements environnementaux peuvent avoir un fort impact sur la transmission des maladies vectorielles, notamment les grandes opérations de mises en valeur des terres que l'Algérie avait lancées pour encourager la création d'emploi et de richesse (Belazzoug, 1983 ; Boudrissa, 2005 ; Cherif et al., 2012). Ce risque va crescendo à la faveur des grandes opérations inscrites dans les programmes quinquennaux (APFA, PNDA ; PPDR1 etc....). Par ailleurs l'état Algérien envisage dans sa politique d'aménagement du territoire de faire redéployer une partie de la population du littoral vers les zones des hauts plateaux, la nouvelle ville de Boughezoul qui sera bâtie sur un terrain endémique à la leishmaniose cutanée à proximité du foyer actif connu de la commune de Chahbounia dans la wilaya de Médéa, en est un exemple édifiant (comm. pers.).

Pour le Sahara, la transmission est moyenne et n'intéresse que des zones particulières bien localisées, notamment les Oasis, les terrasses alluviales des grands oueds sahariens et les agglomérations tout type confondus. Ici le phlébotome est fréquent et sa densité est tributaire des conditions climatiques et anthropiques.

Si l'on prend comme exemple le foyer d'El Hadjira dans la wilaya d'Ouargla, la transmission de la leishmaniose, selon les enquêtes épidémiologiques réalisées au cours de notre étude, est périurbaine. Elle intéresse aussi bien l'agglomération principale d'El Hadjira que celles secondaires telles Lagraf, El mir et Taibine. Les enquêtes entomologiques ont

révélé la prédominance de l'activité vectorielle dans le périmètre jouxtant les maisons et les jardins y attenants. ; abritant souvent des étables pour caprins, ovins et volailles. Par ailleurs, l'activité des petits rongeurs sahariens, notamment les *Gerbillus* est également notée dans ce biotope. Dans cet ensemble la niche écologique clé est sans nul doute le Ghout qui avec sa végétation et l'humidité qui y t règne, entretient les éléments de la chaîne épidémiologique de la leishmaniose cutanée (Gunters et *al.*, 2006).

La densité de la population est assez faible voire nulle en dehors des agglomérations et des établissements humains, la transmission est urbaine et elle est limitée à la présence de la verdure et de l'humidité autour des Oasis et des Ghouts.

5.6. Pullulations des rongeurs et surveillance épidémiologiques.

Connaissant les mécanismes de déclenchement des pullulations des rongeurs, il devrait donc être possible d'en prévoir l'apparition, alors même que les densités de rongeurs ne sont pas encore alarmantes. Une surveillance extensive régulière et un bon modèle prévisionnel devraient ainsi permettre un contrôle préventif des rongeurs potentiellement dangereux pour la santé publique ou encore pour l'agriculture.

5.7. Elaboration de carte de risque spatial.

L'élaboration de la carte de risque spatial par la méthode du lissage bayésien (fig. 75) définit 5 classes de risques, elle révèle un excès de risque dans les wilayas de M'Sila ; Batna et Biskra avec un score de 7 à 115, vient par ordre décroissant la wilaya d'El oued avec un score établi entre 3 et 7 ; s'ensuit les wilayas de Bechar et de BBA avec un score compris entre 2 et 3. Les wilayas de Ouargla, de Tébessa et de Khenchela ont un score établi entre 0.35 et 2 et enfin l'ensemble des autres wilayas de l'Algérie avec un score de 0 à 0.35

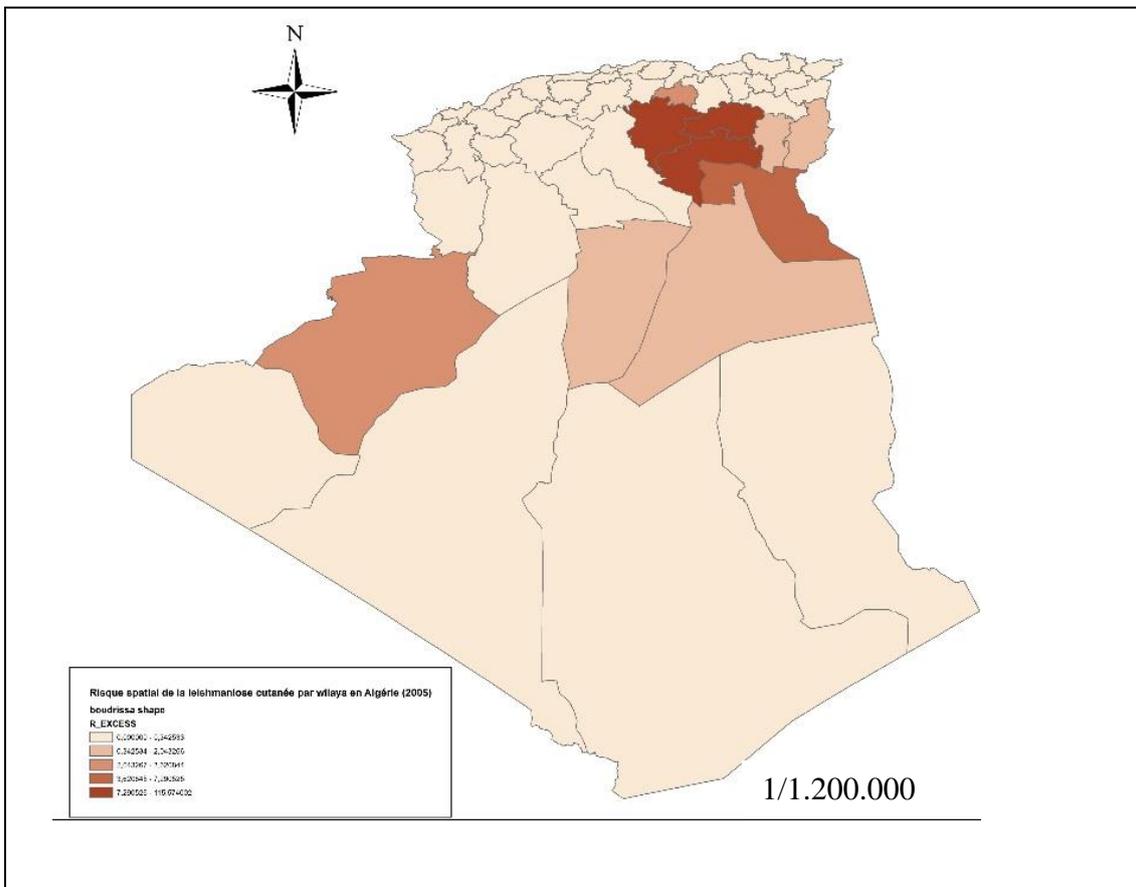


Figure 75 : Carte de risque spatial de la leishmaniose cutanée en Algérie.

Cette même carte (75) montre une focalisation régionale de la leishmaniose dans deux régions distinctes ; une à l’Est englobant les grands bassins versant de la région et celle du Sahara (Ghardaïa, Ouargla ; El Oued et Biskra), le bassin du Hodna (M’Sila, Batna) ; le bassin de la Soummam (BBA) et le bassin d’Oued Mellague (Tebessa et Khenchela). A elle seule ces régions totalisent plus de 80% des cas de leishmaniose notifiés au niveau national.

La particularité qu’ont ces bassins, c’est qu’ils sont parsemés de chotts endoréiques et leur altitude ne dépassent pas dans la majorité 700 m.

CONCLUSION GENERALE

Dans cette étude qui a concerné trois strates Tell-steppe et Sahara, les résultats obtenus sont les suivants :

- La forme parasitaire de la leishmaniose cutanée zoonotique qui sévit dans ces strates (Tell-Steppe-Sahara) est la même, il s'agit de *L. major* Mon-25. Toutes les souches parasitaires d'origine humaine ou animale prélevées aux niveaux des trois strates s'apparentaient au seul zymodème Mon-25 de *Leishmania major*.
- Ce complexe est caractérisé par une grande diversité d'hôtes et ses hôtes habituels sont les rongeurs ; cette forme a été décrite pour la première fois au Bibans, dans le Tell. Les éléments du cycle parasitaire sont, les mêmes, à savoir *P. papatasi* comme vecteur et *P. obesus* et *M. shawi* comme réservoirs.
- *P. obesus*, réservoir principal de la LCZ, a été pour la première fois signalé dans une zone aux rudes conditions climatiques, les monts des Bibans en plein Tell oriental. Cette localisation d'une espèce essentiellement érémiennne, reste une énigme, cependant les marnes gypso-salines qui affleurent sur les monts des Bibans, recouvertes de chénopodiacées, pourraient expliquer cette localisation septentrionale.
- Les hôtes-réservoirs habituels de ce complexe sont essentiellement des rongeurs Gerbillidés, en plus du *P. obesus*, d'autres espèces appartenant au genre *Gerbillus* dont l'aire vitale, est beaucoup plus importante que *P. obesus* et qui vivent souvent en sympatrie, pourraient propager la maladie et jouer un rôle de réservoir secondaire plus redoutable, d'autant plus qu'ils sont beaucoup plus abondants et migrants. Ces derniers sont les seuls rongeurs qui pullulent dans le foyer de leishmaniose actif d'El Hadjira, Ouargla et les palmeraies de la région des Oasis notamment Ghardaïa.
- *M. shawi* est un rongeur qui doit être surveillé afin de contrôler ses populations, car il pourrait jouer un rôle important de dissémination de la LCZ dans toute la région tellienne, fortement peuplée
- *Ctenodactylus goundi* est également fortement soupçonné d'héberger le parasite *L. killicki*, malgré les nombreuses tentatives de son piégeage, de fortes présomptions pèsent sur ce rongeur, d'autant que *P. sergenti* le vecteur prouvé de cette forme a été capturé dans un terrier de ce rongeur.
- Dans cette même strate, circule également d'autres souches parasitaires avec leur vecteurs, notamment *L. infantum* Mon -24, responsable de la leishmaniose cutanée du

nord et de *L. infantum* Mon-1 causant la leishmaniose viscérale et l'agent de la leishmaniose canine, *L. infantum* Mon-80. Cette présence simultanée de tant de souches dans un même espace géographique et leur passage dans les phlébotomes vecteurs correspondant, augmente le risque d'apparition de nouvelles formes hybrides qui pourraient aboutir à des maladies émergentes causées par de nouvelles souches hybrides beaucoup plus virulentes.

- Cette étude a permis de :
 - ✓ mesurer la valence écologique du vecteur *P. papatasi*, lequel a un pouvoir d'adaptation remarquable qui lui permet de coloniser différentes strates écologiques Tell-Steppe-Sahara.
 - ✓ d'identifier, et ce pour la première fois en Algérie, *P. sergenti* comme vecteur de *L. killicki*, la forme de leishmaniose cutanée nouvellement décrite en Algérie dans le Sahara.
 - ✓ d'étudier le fonctionnement d'un foyer mixte de leishmaniose, celui de Ghardaïa
 - ✓ d'isoler et de typer, pour la première fois, la souche de *L. major* Mon-25 chez *P. obesus* dans un foyer saharien, celui de Touggourt dans la vallée d'Oued Righ.
 - ✓ de signaler la présence du *P. obesus* au Tell en dehors de son territoire habituel Steppe et Sahara.
- La leishmaniose cutanée zoonotique, communément appelée forme humide, n'est plus la forme spécifique typique du sud et des zones steppiques, mais elle est désormais signalée dans des foyers autochtones du Nord, le Tell. Cette nouvelle localisation augure d'un changement de l'épidémiologie des leishmanioses, qui sous l'influence de facteurs, à la fois intrinsèque et extrinsèques, a connu une nouvelle distribution spatiale. Ces changements sont probablement, les conséquences de l'apparition de nouvelles formes hybrides de parasites, le déplacement du front de niches écologiques des phlébotomes vecteurs et des rongeurs réservoirs.
- A côté des opérations de modifications de l'environnement, la gestion urbaine est aussi mise en cause, en effet, le dysfonctionnement constaté dans les missions des collectivités locales s'est répercuté sur l'hygiène du milieu par une mauvaise prise en charge du volet déchet.

Perspectives

- L'application de biologie moléculaire est indispensable pour la détection de nouvelle souche de parasite hybride, notamment dans les foyers mixtes et dans les fronts de confluences *L. major/L. infantum* au Nord et *L. major /L. killicki* au Sud
- Poursuivre les recherches sur les rongeurs réservoirs et élargir la liste à de nouvelles espèces en utilisant les nouveaux outils de dépistage notamment la biologie moléculaire.
- Mettre en place un programme de contrôle intégré qui permet de réduire les facteurs de risques de cette maladie, d'autant plus que les changements environnementaux, (changement climatique, actions anthropiques), pourraient exacerber le taux d'incidence de cette maladie.
- Rechercher à partir de nouvelles molécules naturelles (plantes médicinales) l'activité antileishmanienne et développer de nouveaux moyens thérapeutiques basés sur la phytothérapie

Références Bibliographiques

1. Abonnenc E., (1972). Les phlébotomes de la région Ethiopienne, Ed ORSTOM (France).
2. Aït-Oudhia K., Gazanion E., Vergnes B., Oury B. & Sereno D. (2011). *Leishmania* antimony resistance: what we know what we can learn from the field. *Parasitology research*, 109 (5), 1225-1232.
3. Akopyants N.S., Kimblin N., Secundino N., Patrick R., Peters N., Lawyer P & Sacks D. L. (2009). Demonstration of genetic exchange during cyclical development of *Leishmania* in the sand fly vector. *Science*, 324 (5924), 265-268.
4. Alencar, R. B., De Queiroz, R. G., & Barrett, T. V. (2011). Breeding sites of *phlebotominae* sand flies (*Diptera: Psychodidae*) and efficiency of extraction techniques for immature stages in terra-firme forest in Amazonas State, Brazil. *Acta tropica*, 118 (3), 204-208.
5. Alvar J., Cañavate C., Gutiérrez-Solar B., Jimenez M., Laguna F., Lopez-Velez R., Molina R. & Moreno J. (1997). *Leishmania* and human immunodeficiency virus coinfection. The first 10 years. *Clinical Microbiology Review*, 10: 298-319.
6. Ashford R.W. (2000). The leishmaniasis as emerging and reemerging Zoonoses. *International journal for parasitology*, 30(12), 1269-1281.
7. Ashford R.W., Desjeux P. & Derradt P. (1992). Estimation of population at risk of infection and number of ca of leishmaniasis. *Parasitology Today*; 8. 337
8. Banuls A.L., Hide M. & Prugnolle F. (2007). *Leishmania* and the Leishmaniasis: A Parasite Genetic Update and Advances in Taxonomy, Epidemiology and Pathogenicity in Humans. *Advances in parasitology*, 64, 1-458.
9. Belazzoug S. (1982). Une épidémie de leishmaniose cutanée dans la région de M'sila (Algérie). *Bull. Soc. Pathol. Exot* .75, 497-504.
10. Belazzoug S. (1983). Isolation of *Leishmania major* Yakimoff & Schokhor, 1914 from *Psammomys obesus* Gretzschmar, 1828 (*Rodentia: Gerbillidae*) in Algeria. *Trans R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 77(6) : 876
11. Belazzoug S. (1986). Découverte d'un *Meriones shawi* (Rongeur, Gerbillidé) naturellement infesté par *Leishmania* dans le nouveau foyer de leishmaniose cutanée de Ksar Chellala (Algérie). *Bull Soc Pathol Exot Filiales* 79 (5) :630-633
12. Belazzoug S. Khodja A. & Belkaid M. (1985). La leishmaniose cutanée du nord de l'Algérie. *Bull Soc Pathol Exot*; 78 : 615-622.

13. Belazzoug S., Lanotte G., Maazoun R., Pralong F & Rioux JA. (1985) Un nouveau variant enzymatique de *leishmania infantum* Nicolle, 1908 agent de la leishmaniose cutanée du Nord de l'Algérie. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 60, 1-3
14. Ben Ismail R., Ben Rachid M. S., Gradoni L., Gramiccia M., Helal H. & Bach-Hamba D. (1987). La leishmaniose cutanée zoonotique en Tunisie. Étude du réservoir dans le foyer de Douara. *Ann. Soc. Bel. Med. Trop.*, 67, 335-343.
15. Ben Salah A., Ben Messaoud N., Guedri E., Zaatour A., Ben Alaya N., Bettaieb J. & Grogli M. (2013). Topical paromomycin with or without gentamicin for cutaneous leishmaniasis. *New England Journal of Medicine*, 368(6), 524-532.
16. Benikhlef R., Harrat Z., Toudjine M., Djerbouh A., Bendali-Braham S. & Belkaid. M. (2004). Présence de *Leishmania infantum* MON-24 chez le chien. *Médecine tropicale*, 64, 42-46.
17. Berchi S. (1990). Ecologie des phlébotomes de l'Est Algérien. Thèse Magistère Univ. Constantine, Algérie. 129p.
18. Berchi S., Rioux J.A., Belmonte A. & Russo J. (1986). Un phlébotome nouveau pour l'Algérie. *Phlebotomus (Paraphlebotomus) kazeruni*. *Ann Parasitol. Hum. Comp.*, 61, 507-508
19. Berdjane-Brouk Z., Charrel R. N., Bitam I., Hamrioui B. & Izri A. (2011). Record of *Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii* Grassi, 1908 and *Phlebotomus (Larroussius) chadlii*. In Rioux, Juminer & Gibily (1966). Female in Algeria. *Parasite*, 18(4), 337-339.
20. Berdjane-Brouk Z., Koné A. K., Djimdé A.A., Charrel R. N., Ravel C., Delaunay P. & Izri A. (2012). First detection of *Leishmania major* DNA in *Sergentomyia (Spelaemyia) darlingi* from cutaneous leishmaniasis foci in Mali. *Plos one*, 7(1).
21. Bernard J. (1970). Clé de détermination des rongeurs de Tunisie. *Arch. Inst. Past. Tunis*, 47,3.
22. Bessad A., Mouloua K., Kherrachi I., Benbetka S., Benikhlef R., Mezai G. & Harrat Z. (2012). *Leishmania infantum* MON-1 isolé d'un chacal doré (*Canis aureus*) en Grande Kabylie (Algérie). *Bull. Socié. Pathol. Exoti.*, 105(1), 5-7.
23. Bigot I.F. (1845). Recherches sur la compression de la moelle épinière par les épanchements rachidiens. (Cand. Isidore-François Bigot) (Doctoral dissertation).
24. Bongiorno G., Habluetzel A., Khoury C. & Maroli M. (2003). Host preferences of phlebotomine sand flies at a hypoendemic focus of canine leishmaniasis in central Italy. *Acta tropica*, 88(2), 109-116.

25. Boubidi S.C., Benallal K., Boudrissa A., Bouiba L., Bouchareb B., Garni R. & Harrat Z. (2011). *Phlebotomus sergenti* (Parrot, 1917) identified as *Leishmania killicki* host in Ghardaïa, south Algeria. *Microbes and Infection*, 13(7), 691-696.
26. Boudrissa A. (2005). Etude éco-épidémiologique de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de M'Sila, thèse de Magister, Algérie, 147p.
27. Boudrissa A., Cherif K., Kherrachi I., Benbetka S., Bouiba L., Boubidi S.C. & Harrat Z. (2012). Extension de *Leishmania major* au Nord de l'Algérie. *Bull. Socié. Pathol. Exot.*, 105(1), 30-35.
28. Boukraa S., Boubidi S. C., Zimmer J.Y., Francis F., Haubruge E., Alibenali-Lounaci Z. & Doumandji S. (2010). Surveillance des populations de phlébotomes (*Diptera: Psychodidae*), vecteurs des agents responsables des leishmanioses dans la région du M'Zab-Ghardaïa (Algérie).
29. Bussieras J. & Chermette R. (1992). Abrégé de Parasitologie vétérinaire. Fascicule II: Protozoologie vétérinaire.
30. Chaline J. & Mein P. (1979). *Les rongeurs et l'évolution*. Doin.
31. Chaves L.F., Pascual M. (2006). Climate cycles and forecasts of cutaneous leishmaniasis, a nonstationary vector-borne disease. *PLoS Medicine* 3: 295.
32. Chenchouni, H. (2012). Diversité floristique d'un lac du Bas-Sahara Algérien. *Acta Botanica Malacitana* 37. 33-44
33. Cherif K., Boudrissa A., Cherif M.H. & Harrat Z. (2013). Un programme social pour la lutte physique contre la leishmaniose cutanée zoonotique dans la wilaya de M'Sila en Algérie. *Santé Publique*, 24(6), 511-522.
34. Costa Durao J.F., Rebelo E., Peleteiro M.C., Correia J.J. & Simoes G. (1994) Primeiro caso de leishmaniose em gato doméstico (*Felis catus domesticus*) detectado em Portugal (Concelho de Sesimbra): nota preliminary. *Revista Portuguesa Ciências Veterinaria*, , 89, 140-144.
35. Cote M. (2005). La ville et le désert : le Bas-Sahara algérien. *Karthala Éditions*, Paris. 306p.
36. Croft S.L., Sundar S. & Fairlamb A.H. (2006). Drug resistance in leishmaniasis. *Clinical Microbiology reviews*, 19(1), 111-126.
37. Croset H., Rioux J.A., Leger N., Houin R. Cadi Soussi M., Benmansour N. & Maistre M. (1974). Les méthodes d'échantillonnage des populations de phlébotomes en région méditerranéenne. In: Rioux, J.A. (Ed.),

38. Croset H., Rioux J.A., Maistere. M & BayarN., (1978). Les phlébotomes de Tunisie (*Diptera, Psychodidae*)- Mise au point systématique, chorologique et éthologique. *Annales de Parasitologie* (Paris), 53, 711-749.
39. Cruz I., Morales M.A., Noguer I., Rodriguez A. & Alvar J. (2002). *Leishmania* in discarded syringes from intravenous drug users. *The Lancet*, 359(9312), 1124-1125
40. Cruz I., Nieto J., Moreno J., Cañavate C., Desjeux P. & Alvar J. (2006). *Leishmania*/HIV co-infections in the second decade. *Indian Journal of Medical Research*, 123 (3), 357.
41. Cunningham D. D. (1885). *Ibid.*, p. 177.
42. Dajoz R. (2006). Précis d'écologie. *Ed. Dunod*, Paris ; 631p.
43. Daly & Daly. (1973). On the feeding ecology of *Psammomys obesus* (*Rodentia : Gerbillinae*) in the Ouadi Saoura, Algérie. *Mammalia*. 37. 4 : 545-561.
44. De Lima H., De Guglielmo Z., Rodríguez A., Convit J. & Rodriguez N. (2002). Cotton rats (*Sigmodonhispidus*) and black rats (*Rattus rattus*) as possible reservoirs of *Leishmania spp.* in Lara State, Venezuela. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(2), 169-174.
45. Dedet J. P. (2009). Leishmanies, leishmanioses : biologie, clinique et thérapeutique. *EMC. Elsevier Masson SAS*, Paris, Maladies infectieuses, 8, 506-510.
46. Dedet J.P. (1976). La leishmaniose viscérale dans le monde. Etapes des connaissances, répartition géographique et fréquence. *Bull. Inst. Pasteur*, 74, 413-434.
47. Dedet J.P. (1999). Les leishmanioses. *Ed. Ellipses Paris*, 227-236.
48. Dedet J.P. (2001). Répartition géographique des leishmanioses. *Méd. Mal. Infect.*, 31 Suppl 2 : 178-183.
49. Dedet, J. P., Addadi, K., & Belazzoug, S. (1984). Les phlébotomes (*Diptera, Psychodidae*) d'Algérie. *Cahiers-ORSTOM. Entomologie médicale et parasitologie*, 22(2), 99-127.
50. Dedet J.P., Addadi K. (1975). Epidémiologie des leishmanioses en Algérie 4- Les phlébotomes (*Diptera, Psychodidae*) des Aurés - *Arch.Inst.Pasteur*, Algérie,52 ,85-94.
51. Delattre P., Duplantier J.M., Fichet Calvet E. & Giraudoux P. (1998). Pullulation de rongeurs, agriculture et santé publique. *Cahiers agricultures* ; 7 : 285-98.
52. Depaquit J., Ferté H. & Leger N. (1999). Systématique moléculaire des *Phlebotominae* (*Diptera, Psychodidae*): corollaires biogéographiques. *Ann. Socié. Franç. Entom.*, 35, 27-32.

53. Depaquit J., Léger N., Ferté H., Rioux J.A., Gantier J.C., Michaelides, A., & Economides, P. (2001). Les phlébotomes de l'Île de Chypre. III: Inventaire faunistique. *Parasite*, 8(1), 11-20.
54. Depaquit J., Perrotey S., Lecoindre G., Tillier A., Tillier S., Ferte H. & Leger N. (1998). Systématique moléculaire des *phlebotominae*: Etude pilote. paraphylie du genre *phlebotomus*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 321(10), 849-855.
55. Desjeux P. (1991). Human leishmaniasis: epidemiology and public health aspects. *World health statistics quarterly. Rapport trimestriel de statistiques sanitaires mondiales*, 45(2-3), 267-275.
56. Desjeux P. (2001). The increase in risk factors for leishmaniasis worldwide. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 95(3), 239-243.
57. Dubost D. (1991). Écologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse Doctorat, Univ. Tours, France, 319 p.
58. Dubost F. (1991). La problématique du paysage. Etat des lieux. *Etudes rurales*, 219-234.
59. Duplantier J.-M. (1998). Les petits rongeurs indicateurs des modifications du climat, des milieux et des pratiques agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal. In Herve J. P., Brengues J. (eds) : *Amenagements hydro-agricoles et sante*, Paris, Editions de l'Orstom : 53-65.
60. El Bihari S., Kawasmah Z.A & Alnaim A.H. (1987). *Leishmania* infecting man and Wild Animals in Saudi Arabia. Leishmaniasis in *Pasammomys obesus*, Cretzchmar, in Elhassa Oasis. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 38.
61. Euzéby J. (1996). WAAVP and Pfizer award for excellence in teaching veterinary parasitology my philosophy on teaching parasitology and parasitic diseases. *Veterinary parasitology*, 64(1), 21-29.
62. Euzéby J., Prom S. & Rossignol J. F. (1980). Experimentation des propriétés anthelminthiques de la nitazoxanide chez le chien, le chat et les ovins. *Rev. Médic. Vétéri..Exot.*, 76: 146-149.
63. Fatih M., Simsek, Alten B., Selim S., Caglar, Ozbel Y. A. Aytekin M., Kaynas S., Belen A., ErisozKasap O., Yaman M. & Rastgeldi S. (2007). Distribution and altitudinal structuring of phlebotomine sand flies (*Diptera: Psychodidae*) in southern Anatolia, Turkey: their relation to human cutaneous leishmaniasis. *Journal of Vector Ecology*, 32(2):269-279.
64. Fichet-Calvet E., Jomaa I., Giraudoux P & Ashford R.W. (1999). Estimation of fat rat *Pasammomys obesus* abundance by using surface indices. *Actatheriologica*, 4, 353-362.

65. Fischer D, Thomas S. & Beierkuhnlein C. (2010). Climate change effects on vector-borne diseases in Europe. *Nova Acta Leopoldina*; **112(384)**:99-107.
66. Gentilini M., Pinon J.M. & Niel G. (1972). Immunoelectrodiffusion on a cellulose acetate membrane: application to parasitology (preliminary results of 600 experiments). *Bulletin de la Société de pathologie exotique et de ses filiales*, 65(1), 60.
67. Gradoni L., Pozio E., Gramiccia M., Maroli M. & Bettini S. (1983). Leishmaniasis in tuscany (Italy): VII. Studies on the role of the black rat, *Rattus rattus*, in the epidemiology of visceral leishmaniasis. *Transactions of the Royal Society of tropical Medicine and Hygiene*, 77(4), 427-431.
68. Granjon L. & Duplantier J.M. (2009). Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne. IRD Editions. Collection Faune et Flore tropicales. 215p.
69. Guernaoui S., Boumezzough A. & Laamrani.A. (2006). Altitudinal structuring of sand flies (*Diptera: Psychodidae*) in the High-Atlas mountains (Morocco) and its relation to risk of leishmaniasis transmission. *Acta Trop.* 97: 346-351.
70. Hadjiat K. (1997). Etat de dégradation des sols en Algérie. Rapport d'expert Office National pour l'Environnement, Banque mondiale, Washington, DC.
71. Harrat Z, Hamrioui B., Belkaid M & Tabet-Derraz O. (1995). Point actuel sur l'épidémiologie des leishmanioses en Algérie. *Bull. Soc. Pathol..Exot*, 88, 180-184
72. Harrat Z, Pratlong F, Belazzoug S, Dereure J, Deniau M & Rioux JA. (1996). *Leishmania infantum* and *L. major* in Algeria. *Trans R Soc Trop Med Hyg.*, 90(6):625-9.
73. Harrat Z. & Belkaid M. (2002). Les leishmanioses dans l'Algérois. Données épidémiologiques. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 96 : 212-214
74. Harrat Z. & Boudrissa A. (2009). Écologie des rongeurs réservoirs de la leishmaniose cutanée zoonotique en Algérie. *Rev. Med. Pharma.*, 48:41-5
75. Harrat Z., Boubidi S., Pratlong F., Benikhlef R. & Selt B., (2009). Description of a dermatropic *leishmania* close to *L. killicki* (Rioux, Lanotte & Pratlong 1986) in Algeria. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 103: 716-720.
76. Harrat Z., Boudrissa A., Benhabyles N. & Harrat-Hammadi D. (2005). Panorama des leishmanioses en Algérie. IXème Journée Nationale de Parasitologie, Alger.
77. Harrat Z., Boudrissa A., Bitam. I. & Belkaid M. (2001). Effect of Deltamethrine indoor and outdoor residual spraying for control of the zoonotic cutaneous leishmaniasis in the new focus of M'sila (Algeria). *World leish 2*, Crète, Greece.
78. Harrat Z., Hamrioui B., Belkaid M. & Tabet-Derraz O. (1995). Point actuel sur l'épidémiologie des leishmanioses en Algérie. *Bull. Soc. Patho. Exoti.*, 88. 180 -184.

79. Harrat Z., Pratlong F., Belazzoug S., Dereure J., Deniau M., Rioux J. A. & Dedet, J.P. (1996). *Leishmania infantum* and *L. major* in Algeria. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 90(6), 625-629.
80. Hay S.I., Cox J., Rogers D.J., Randolph S.E., Stern D.I., Shanks G.D., Myers M.F. & Snow R.W. (2002). Climate change and the resurgence of malaria in the east. *African highlands. Nature*, 415 (6574) : 905-9
81. Hubert B., 1982 – Dynamique des populations de deux espèces de rongeurs au Sénégal, *Mastomys erythroleucus* et *Taterillus gracilis* (Rodentia, Muridae et Gerbillidae) : I. Etude démographique. *Mammalia*, 46 : 137-166.
82. Izri A. (1996). Recherches écologiques sur les modalités et les mécanismes de transmission des *Leishmania*. Analyse de six foyers de la méditerranée. Thèse Doct. Sciences, Univ. Paris-Orsay.
83. Izri A., Belazzoug S. & Boudjebba Y. (1990) *Leishmania infantum* MON-1 isolé de *Phlebotomus perniciosus* en Kabylie (Algérie). *Ann. Paras. Hum. Comp.* 65(3):151-2
84. Izri A., Belazzoug S., Pratlong F. & Rioux J. A. (1992). Isolement de *Leishmania major* chez *Phlebotomus papatasi* à Biskra (Algérie) : fin d'une épopée écoépidémiologique. *Ann. parasit. Hum. comp.*, 67(1), 31-32.
85. Izri A., Depaquit J. & Parola P. (2006). Phlébotomes et transmission d'agents pathogènes autour du bassin méditerranéen. *Med. Trop.*, 66:429-35.
86. Izri A., Temmam S., Moureau G., Hamrioui B., De Lamballerie X. & Charrel, R.N. (2008). Sandfly fever Sicilian virus, Algeria. *Emerging infectious diseases*, 14(5), 795.
87. Izri A. & Belazzoug S. (1993) . *Phlebotomus (Larrousius) perfiliewi* naturally infected with dermatropic *Leishmania infantum* at Tenes, Algeria. *Trans. of the Royal Society of Trop. Med. and Hyg.* Vol. 87(4), 383-385.
88. Izri A., Belazzoug S., Pratlong F., Rioux J.A. (1992). Isolement de *Leishmania major* chez *Phlebotomus papatasi* à Biskra (Algérie): fin d'une épopée éco-épidémiologique. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 67(1), pp. 31-32.
89. Janvier F., Morillon M. & Oliaro P. (2008). Leishmaniose viscérale: efficacité clinique et résistance aux différentes molécules. *Méd. Trop.*, 68, 89-101.
90. Jaouadi K., Haouas N., Chaaara D., Gorchii M., Chargui N., Augot D. & Babba H. (2011). First detection of *Leishmania killicki* (Kinetoplastida, Trypanosomatidae) in *Ctenodactylus gundi* (Rodentia, Ctenodactylidae), a possible reservoir of human cutaneous leishmaniasis in Tunisia. *Parasites & vectors*, 4(1), 159.
91. Kaabeche M. (1995). Flore et végétation dans le Chott El-Hodna (Algérie). Document phytosociologique NS XV Camérino, 392-403.

92. Kalluri, S., Gilruth, P., Rogers, D., & Szczur, M. (2007). Surveillance of arthropod vector-borne infectious diseases using remote sensing techniques: a review. *PLoS pathogens*, 3(10), e116.
93. Kamhawi S. (2003). Evaluation of the physical destruction of burrows in the control of zoonotic cutaneous leishmaniasis Jordan : Karameh and Sweimeh, southern Jordan Valley, 4-5, Document WHO- EM/TDR/004/ E/G09.03/2500.
94. Kamhawi S. (2006). Phlebotominae sand flies and *Leishmania* parasites: friends or foes? *Trends in parasitology*, 22(9), 439-445.
95. Kamhawi S., Modi G.B., Pimenta P.F.P., Rowton E., & Sacks D.L. (2000). The vectorial competence of *Phlebotomus sergenti* is specific for *Leishmania tropica* and is controlled by species-specific, lipophosphoglycan-mediated midgut attachment. *Parasitology*, 121(1), 25-33.
96. Kedzierski (2006). *Leishmania* vaccines: Progress and Problems. *Parasitology*, 133, 87-112°
97. Kovats R.S., Campbell-Lindrum D.H., McMichael A.J, Woodward A. & Cox J.S. (2001). Effects of climate change: do they include changes in vector borne disease ? *Philos. Trans.R. Soc. Land B. Biol. Sci.* 356 (1411) : 1057-68
98. Kowalski K., Kowalska B. (1991). Mammals of Algeria, *Polish Academy of Science Institute of Systematic and Evolution of Animals*.
99. Lainson R. & Shaw J.J. (1972). Leishmaniasis of the new world: taxonomic problems. *British Medical Bull.*,72(1), 44-48
100. Le Houerou H. N. (1995). Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertisation
101. Le Houerou H.N. (1977). Etudes bioclimatiques des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.*, 68, 33-74
102. Le Pont F, Desjeux P., Torres Espejo J.M., Fournet A., Mouchet J. & Rioux J.A. (1992). Leishmanioses et phlébotomes en Bolivie.
103. Léger N. & Depaquit J. (2001). Les phlébotomes et leur rôle dans la transmission des leishmanioses. *Revue Française des Laboratoires*, (338) : 41-48.
104. Letreuch Belarouci N. (1995). Réflexion autour du développement du forestier : les zones à potentiel de production les objectifs. O.P.U. Algérie 69p.
105. Levine N. D., Corliss, J. O., Cox, F. E. G., Deroux, G., Grain, J., Honigberg, B. M., ... & Wallace, F. G. (1980). A Newly Revised Classification of the Protozoa. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 27(1), 37-58.

106. Locksley R. M., & Louis J. A. (1992). Immunology of leishmaniasis. *Current opinion in immunology*, 4 (4), 413-418.
107. Lysenko, A. J. (1971). Distribution of leishmaniasis in the Old World. *Bulletin of the World Health Organization*, 44(4), 515.
108. Menne B.(2006). Climate Change and Adaption Strategies for Human Health. Springer. *MicrobiologyReviews*. 14, 229-243.
109. Mimoun S. (1995). Gestion des sols salés et désertification dans une cuvette endoréique d'Algérie (Sud du Chott Hodna). Thèse de docteur en géographie physique de l'Université d'Aix Marseille I.
110. Motazedian M.H., Parhizkari M., Mehrabani D., Hatam G. &Asgari Q. (2010). First detection of *Leishmania major* in *Rattus norvegicus* from Fars province, southern Iran. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 10(10): 969-975.
111. Moulahem T., Fendri A. H., Harrat Z., Benmezdad A., Aissaoui K., Ahraou S. &Addadi K. (1998). Medical entomology-Contribution to the Study of Phlebotomes in Constantine. Species Captured in an Urban Flat.(short note). *Bull.Socié.Pathol.Exot.*, 91(4), 344-345.
112. Nozais J.P. (1999). Traité de Parasitologie Médicale Edition. *Flammarion. Paris*. 355p.
113. OMS. (1990). Lutte contre les leishmanioses. *Série de Rapports Techniques N° 793*, 176p.
114. Parrot L. & Foley H. (1925). Remarques épidémiologiques sur le bouton d'Orient en Algérie. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 18 (6) : 483-495.
115. Parrot L. (1921). Sur une variété nouvelle de *Phlebotomus minutus* Rondani. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr., Nord*, 12 : 37-40.
116. Parrot L. (1922). Recherches sur l'étiologie du bouton d'Orient (clou de Biskra). Etudes sur la biologie des Phlébotomes en milieu endémique. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 15(1) : 80-92.
117. Parrot L. (1932). Nouvelles observations sur la biologie de *Phlebotomus papatasi* (Scop). *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*.
118. Parrot L. (1935). Notes sur les phlébotomes XV. Présence en Algérie de *Phlebotomusperfiliewi* Parrot 1930. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, 13, 257-258.
119. Parrot L. (1936). Présence dans l'Aurès (Algérie) de *Phlebotomus sergenti*, var. *alexandri*Sinton. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, 14 : 428-431.
120. Parrot L. & Clasterier J. (1956). Notes sur les phlébotomes. XIX. Phlébotomes de Biskra. *Arch. Inst. Pasteur, Algérie*, 34, 513-517.

121. Parrot L., Donatien A. & Plantureux (1941). Sur l'infection naturelle des Phlébotomes par la leishmaniose générale de l'homme et du chien en Algérie. *Arch. Inst. Pasteur Algérie* 19:209–17
122. Passos V.M.A., Lasmar E.B., Gontijo C.M.F., Fernandes O. & Degraeve W. (1996). Natural infection of a domestic cat (*Felis domesticus*) with *Leishmania (Viannia)* in the metropolitan region of Belo Horizonte, State of Minas Gerais. *Brazil Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 91 (1), 19–20
123. Petersen L. R. & Roehrig J.T. (2001). West Nile Virus : a reemerging global pathogen. *Emerg Infect Dis* 7(4) :611-4
124. Petter F. (1961). Répartition géographique et écologique des rongeurs désertiques. *Mammalia* 25,1- 222 p
125. Pimenta P.F., Saraiva E.M.B., Rowton E., Modi G.B., Garraway L.A., Beverley S.M., Turco S.J. & Sacks D.L. (1994). Evidence that the vectorial competence of phlebotomine sand flies for different species of *Leishmania* is controlled by structural polymorphisms in the surface lipophosphoglycan. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA.* 91:9155–9159.
126. Pinto M.C., Campbell-Lendrum D.H., Lozovei A.L., Teodoro U. & Davies C.R. (2001). Phlebotomine sandfly responses to carbon dioxide and human odour in the field. *Medical and veterinary entomology*, 15 (2), 132-139.
127. Poulet A. R. (1985). The ecological basis of forecasting rodent outbreaks in a Sahelian agrosystem. *Acta Zoologica Fennica*, 173: 107-111.
128. Pratlong F., Lanotte G., Ashford R.W. & Rioux J. A. (1986). Complexe *Leishmania tropica*. A propos de 29 souches identifiées par la méthode enzymatique. In: *Leishmania*. Taxonomie et phylogénèse. Application éco-épidémiologiques. *Coll Int CNRS/ Inserm* ; 129–37.
129. Ramade F., (1994) Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Sélection du Reader's Digest ; 463 p.
130. Rassi Y., Javadian E., Amin M., Rafizadeh S., Vatandoost H., & Motazedian H. (2006). *Meriones libycus* is the main reservoir of zoonotic cutaneous leishmaniasis in south Islamic Republic of Iran. *Eastern Mediterranean health journal*, 12(3/4), 474.
131. Ready P.D. (2010). Leishmaniasis emergence in Europe. *Euro Surveil.* 15, 19505.
132. Reiter P. (2001). Climate change and Mosquito-Borne Disease, *Environmental Health Perspective*, 109; 141-161
133. Reithinger R., Dujardin J. C., Louzir H., Pirmez C., Alexander B. & Brooker S. (2007). The Lancet Infectious Diseases *Cutaneous leishmaniasis.*; 79 : 581-596.

134. REM., 1999, 2000, 2001, 2002). (Relevé Epidémiologique Mensuel). Situation épidémiologique. Institut national de santé publique, Algérie.
135. Rhajaoui M. (2011). Les leishmanioses humaines au Maroc : une diversité nosogéographique. *Pathologie Biologie*, 59 (4), 226-229.
136. Rioux J.A. & de La Rocque S. (2003). Climats, leishmanioses et trypanosomiasés. Changements climatiques, maladies infectieuses et allergiques. *Ann. Inst. Past.* 16, 41–62.
137. Rioux J.A., Deureure K., Khiami A., Pratlong F., Sirdar K. & Lambert M. (1990). Ecoépidémiologie des leishmanioses en Syrie. Infestation de *Psammomys obesus cretzenschmar (Rodentia-Gerbillidae)* par *Leishmania Major* Yakimoff et Schkhor (Kinetoplastida- Trypanosomatidae). *Ann. Paras. Hum. Comp.*, 65, 203-207
138. Rioux J.A., Golvan Y.J., Croset H., Houin R., Juminer B., Bain O. & Tour S., (1967). Ecologie de leishmanioses dans le Sud de la France. Les phlébotomes. Echantillonnage, éthologie. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 42, 561-603.
139. Rioux J.A., Lanotte G., Serres E., Pratlong F., Bastien P. & Perieres J. (1990). Taxonomy of *Leishmania*. Use of isoenzymes. Suggestions for a new classification. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 65: 11-125.
140. Rodhain F. (2000) : Modification climatiques : Impacts potentiels sur la santé.
141. Rodhain F. (2003). Emergences des maladies à transmission vectorielles. *Epidemiol et santé anim.* 44 : 33-49
142. Rodhain, F. & Perez, C. (1985). Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. *Maloinesa éditeur*.458p.
143. Sacks D. (2010). Molecular Aspects of Parasite. Vector Interactions In Leishmaniasis V. *St. Georgiev (ed.)*, National Institute of Allergy and Infectious Diseases, NIH. Intramural Research, Infectious Disease, Volume 3, 5_16.
144. Sergent Ed., Sergent Ét., Parrot L., Donatien A. & Beguet M., 1921- Transmission du clou de Biskra par le phlébotome (*Phlebotomus papatasi* Scop.). *C. R. Acad. Sci.*, 173 : 1030 p.
145. Sergent, E., Donatien A., & Beguet M. (1926a). Transmission expérimentale du bouton d'Orient (clou de Biskra) à l'homme par *Phlebotomus papatasi* (Scop.). *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, 40, 411-430.
146. Sergent. E., Gueiddon. E & Pagès. A. (1926b). Chronique de bouton d'orient en Algérie (24,25 et 26 cas en dehors de la région saharienne). *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, 4, 26-29.
147. Singha A. S. and Thakur Vijay K. (2008) *E-J. Chem.* 5 782

148. Volf P. and Myskova J. 2007. Sand flies and *Leishmania*: specific versus permissive vectors. *Trends Parasitol.* , 23(3), 91-92
149. Wasserberg G., Abramsky Z., Anders G., et al (2002). The ecology of cutaneous leishmaniasis in Nizzana, Israel: infection patterns in the reservoir host, and epidemiological implications. *Int. J. Parasitol.* 32(2):133–43
150. WHO (2010). Technical Report Series, 949, Control of the leishmaniasis, report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis, Geneva, 22-26 March.
151. WHO (2012). *Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence*. PloSOne 7 (5).
152. WHO. (1990). Lutte contre les leishmanioses. Série de rapports techniques n° 793 : 176.
153. WHO. (2003). Défense mondiale contre la menace des maladies infectieuses, WHO/CDS/2003.15 Genève
154. WHO.(2000). Rapport sur la santé dans le monde Archives. 1995-2000, Genève.
155. WHO.(2004). The World Health Report. Geneva: *World Health Organization*
156. Wilson D. E., Reeder D. M., 1993 – Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference. Washington, Smithsonian Institution Press, 1206 p.
157. Yaghoobi-Ershadi M. R., Akhavan A. A., & Mohebbi M. (1996). *Meriones libycus* and *Rhombomys opimus* (Rodentia: Gerbillidae) are the main reservoir hosts in a new focus of zoonotic cutaneous leishmaniasis in Iran. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 90 (5), 503-504.
158. Yavar R., Abedin S., Reza A. M., Ali O. M., Sina R., Mehdi M., & Babak F. (2011). *Phlebotomus papatasi* and *Meriones libycus* as the vector and reservoir host of cutaneous leishmaniasis in Qomrood District, Qom Province, central Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(2), 97-100.