

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Thème

*Étude épidémiologique de la leishmaniose dans l'Est algérien : cas
des wilayas de Khenchela, Batna, M'Sila et Biskra*

Présenté par :

- *Messas Salah Eddine*
- *Zerouali Soror*

Devant le jury :

Président :	BERTELLA Anis	.MCA	Université de Khenchela
Encadreur :	HALASSI Ismahan	.MCA	Université de Khenchela
Examineur :	YAKHLEF Wahiba	.MCB	Université de Khenchela

Année 2024/2025

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

À ma très chère mère, Zerouali Warda, Ton amour inconditionnel, ton soutien indéfectible et tes précieux conseils ont toujours été ma lumière et ma force. Grâce à toi, j'ai avancé avec confiance et persévérance. Ce travail, aussi modeste soit-il, est l'expression de ma profonde gratitude et de mon éternel respect. Merci pour tout ce que tu as fait et continues à faire pour moi.

À ma famille,

À mes sœurs Rodaina et Sadjida, pour leur présence et leur affection.

À mes frères Houssam et Mohamed Anis, compagnons de route et de cœur.

À mon père Hellal, dont l'amour et l'encadrement ont été essentiels.

À mes oncles Abdelhak, Abdelghani, Nabil et Heythem, qui ont su être des repères et des soutiens précieux.

À mes tantes Souhila et Nora, dont la bienveillance et la tendresse ont illuminé mon parcours.

Remerciement

Avant toute chose, je tiens à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné le courage et la volonté durant toutes ces années d'étude, afin que nous puissions achever ce travail.

Je remercie particulièrement Dr. HALASSI Ismahan pour son encadrement, ses conseils avisés et sa patience tout au long de ce projet. Son expertise et sa bienveillance ont été précieuses dans l'élaboration de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux membres du jury, Dr. BERTELLA Anis et Dr. YAKHLEF Wahiba, d'avoir consacré leur temps et leur expertise à l'évaluation de ce travail.

Nous remercions aussi Les directeurs des directions de santé et de population des Wilayas de Khenchela, Batna, M'Sila et Biskra et leurs chefs des services de prévention pour leur aide et contribution.

Enfin, un grand merci à nos familles pour leur amour, leur patience et leur soutien indéfectible. Leur confiance et leurs encouragements ont été essentiels pour mener à bien ce travail.

À toutes ces personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à ce mémoire, je témoigne ma profonde gratitude.

Résumé

Ce travail de mémoire présente une étude épidémiologique approfondie sur la leishmaniose dans quatre wilayas de l'est algérien (Khenchela, M'sila, Biskra et Batna) sur une période de six ans (2019-2024). Il analyse la dynamique spatio-temporelle de la maladie, mettant en lumière des variations annuelles et mensuelles du nombre de cas selon les régions, avec des tendances distinctes : une baisse générale à Khenchela, une fluctuation marquée à M'sila, une stabilité relative à Biskra et une évolution hétérogène à Batna.

L'étude souligne aussi une prévalence plus élevée chez les hommes, en particulier dans les zones rurales, et une incidence plus importante chez les adultes jeunes (20-44 ans) ainsi que chez les enfants de 5-9 ans dans certaines régions. La répartition des cas varie également selon les communes, révélant des zones endémiques bien définies et des phénomènes de rebond dans la plupart des wilayas.

Ces résultats mettent en avant l'importance d'approches ciblées pour la surveillance et le contrôle de la maladie, en tenant compte des facteurs environnementaux, démographiques et géographiques spécifiques à chaque Wilaya.

Mots clés : Étude épidémiologique, Leishmaniose, Zones endémiques, Facteurs environnementaux, Surveillance.

Abstract

This dissertation presents an in-depth epidemiological study of leishmaniasis in four provinces of eastern Algeria (Khenchela, M'sila, Biskra, and Batna) over a six-year period (2019-2024). It analyzes the spatio-temporal dynamics of the disease, highlighting annual and monthly variations in the number of cases across regions, with distinct trends: a general decline in Khenchela, a marked fluctuation in M'sila, relative stability in Biskra, and a heterogeneous evolution in Batna.

The study also highlights a higher prevalence among men, particularly in rural areas, and a higher incidence among young adults (20-44 years old) as well as among children aged 5-9 years in some regions. The distribution of cases also varies among municipalities, revealing well-defined endemic areas and rebound phenomena in most wilayas.

These results highlight the importance of targeted approaches to disease surveillance and control, taking into account the specific environmental, demographic and geographical factors of each Wilaya.

Keywords: Epidemiological study, Leishmaniasis, Endemic areas, Environmental factors, surveillance.

الملخص

تقدم هذه الأطروحة دراسة وبائية معمقة لداء الليشمانيات في أربع ولايات في شرق الجزائر (خنشلة، مسيلة، بسكرة، وباتنة) على مدى ست سنوات (2019-2024). وتحلل الدراسة الديناميكيات المكانية والزمانية للمرض، مسلطة الضوء على الاختلافات السنوية والشهرية في عدد الحالات عبر المناطق، مع اتجاهات واضحة: انخفاض عام في خنشلة، وتذبذب ملحوظ في مسيلة، واستقرار نسبي في بسكرة، وتطور غير متجانس في باتنة.

كما تُبرز الدراسة ارتفاع معدل انتشار المرض بين الرجال، لا سيما في المناطق الريفية، وارتفاع معدل الإصابة بين الشباب (20-44 عامًا)، وكذلك بين الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 5 و9 سنوات في بعض المناطق. توزيع الحالات يختلف أيضاً حسب البلديات، مما يكشف عن مناطق الموبوءة محددة بوضوح وظواهر انتكاسة في معظم الولايات.

ويختلف توزيع الحالات أيضاً بين البلديات، كاشفاً عن مناطق موبوءة محددة جيداً وظواهر ارتداد في معظم الولايات. وتُبرز هذه النتائج أهمية اتباع مناهج مُستهدفة لمراقبة المرض ومكافحته، مع مراعاة العوامل البيئية والديموغرافية والجغرافية الخاصة بكل ولاية.

الكلمات المفتاحية: دراسة وبائية، داء الليشمانيات، المناطق الموبوءة، العوامل البيئية، المراقبة.

LISTE DES ABREVIATIONS

LC : Leishmaniose Cutanée.

LV : Leishmaniose Viscérale.

LCL : Leishmaniose Cutanée Localisée.

LCD : Leishmaniose Cutanée Diffuse.

DSP : Directions de la Santé Publique.

REM : Relevé Épidémiologique Mensuel.

INSP : Institut National de Santé Publique.

DEET : N,N-Diéthyl-m-toluamide.

Liste des figures:

Figure.1 : Classification taxonomique hiérarchique du genre Leishmania	6
Figure. 2: Les différentes formes du parasite leishmania et ces composants, (A) forme promastigote, (B) forme amastigote	7
Figure. 3: Les deux genres Lutzomyia et Phlebotomus femelle	8
Figure. 4: Anatomie de la tête du phlébotome femelle	8
Figure. 5: Cycle de vie du phlébotome. (Photos GizemOğuz et JorianPrudhomme)	10
Figure. 6: Cycle de parasite leishmania infantum.	12
Figure. 7: Cycle de vie de Leishmania sp. (COURS PHARMQCIÉ)	13
Figure. 8: Répartition des nouveaux cas de leishmaniose cutanée (LC) dans le monde, 2022.	15
Figure. 9: Répartition des nouveaux cas de leishmaniose viscérale (LV) dans le monde, 2022.	16
Figure. 10: Répartition et évolution de l'incidence annuelle de LV en Algérie à partir de l'année 2000	17
Figure. 11: Répartition et évolution de l'incidence annuelle de LC en Algérie à partir de l'année 2000	18
Figure. 12: Lésion typique de la leishmaniose cutanée	20
Figure 13. Images de la leishmaniose infantile	21
Figure. 14: Lésion typique de la L.C	22
Figure. 15: Nodule et plaque avec papules satellitaires	22
Figure 16 . Des lésions posent un diagnostic différentiel de la leishmaniose cutanée	23
Figure. 17: Étapes du prélèvement de la leishmaniose viscérale	24
Figure. 18: Aspect microscopique du parasite dans différents prélèvements cutanés.	25
Figure. 19: Zones climatiques en Algérie (CNERIB1993)	29
Figure. 20: l'évolution annuelle des cas par chaque wilaya.	33
Figure 21: L'évolution des cas au niveau de la wilaya de kenchela (2019/2024)	35
Figure 22: L'évolution des cas au niveau de la wilaya de M'Sila (2019/2024)	36

Figure 23: L'évolution des cas au niveau de la wilaya de Biskra (2019/2024)	37
Figure 24: L'évolution mensuelle des cas par wilaya durant la période (2019-2024)	38
Figure 25: Répartition des cas de la LC par sexe entre 2019-2024	39
Figure 26: Répartition des cas de la LC par sexe dans la wilaya de Khenchela entre 2019- 2024.	40
Figure 27: Répartition des cas de la LC par sexe dans la wilaya de M'sila2019- 2024.	40
Figure 28: Répartition des cas de la LC par sexe dans la wilaya de Biskra entre 2019- 2024	40
Figure 29: Répartition des cas de la LC par tranche d'âge entre 2019- 2024.	42
Figure 30: Répartition des cas de la LC par tranche d'âge pour le sexe masculin entre 2019- 2024	43
Figure 31: Répartition des cas de la LC par tranche d'âge pour le sexe féminin entre 2019- 2024	44
Figure 32: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de Khenchela (2022-2024)	45
Figure 33: Carte de la wilaya de Khenchela selon la prévalence des cas de LC entre 2022-2024	46
Figure 34: Carte de la wilaya de Batna selon la prévalence des cas de LC entre 2020-2024	47
Figure 35: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de Batna (2020-2024)	48
Figure 36: Carte de la wilaya de M'sila selon la prévalence des cas de LC entre 2020-2024	49
Figure 37: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de M'sila (2019-2024)	50
Figure 38: Carte de la wilaya de Biskra selon la prévalence des cas de LC entre 2020-2024	51
Figure 39: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de Biskra (2019-2024).	53
Figure 40: Évolution des nouveaux cas dans les trois wilayas (2019-2024).	54

Table des matières

Dédicaces

Résumés

Liste des abréviations

Liste des figures

Introduction 1

Partie théorique

CHAPITRE I : *Synthèse Bibliographique sur la leishmaniose*

1. Définition	3
2. Historique	3
3. Epidémiologie	4
3.1. Agent pathogène	4
3.1.1. Classification	4
3.1.2. Morphologie	6
3.2. Le vecteur	7
3.2.1. Morphologie	7
3.2.2. Biologie	8
3.2.3. Cycle de vie	9
3.3. Hôtes et réservoir	11
3.3.1. Cycle et transmission	11
3.3.2. Évolution de parasite chez le phlébotome	12
3.3.3. Évolution de parasite chez l'hôte vertébré	13
3.4. Répartition géographique	14
3.4.1. Leishmaniose dans le monde	14
3.4.2. Leishmaniose en Algérie	16
4. Physiopathologie et les aspects cliniques de la leishmaniose	19
4.1. Leishmaniose cutanée	19
4.2. Leishmaniose cutanéomuqueuse	20

4.3. Leishmaniose viscérale	20
5. Diagnostic	21
6. Prélèvement et identification	23
7. Traitement de la leishmaniose	25
8. Prophylaxie	25
8.1. Mesures personnelles	26
8.2. Mesures collectives	26
8.3. Mesures anti-victorielle	26
8.4. Mesures anti-réservoir	26

Partie pratique

CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude	28
2.1.1. Localisation.	28
2.1.2. Climat	29
2.1.3. Température et précipitation	29
2.1.4. Les reliefs	30
2.2. Sources des Données	31
2.3. Méthodes de collecte et d'Analyse des Données	31
2.3.1. Collecte des Données	31
2.3.2. Analyse des Données	32

CHAPITRE II : Résultats et Discussion

3.1. Évolution Annuelle des Cas de Leishmaniose cutanée par wilaya	33
3.2. Évolution Mensuelle des Cas de Leishmaniose cutané par wilaya	35
3.3. Répartition selon le sexe	39
3.4. Répartition selon les tranches d'âge	41
3.5. Répartition par commune pour chaque wilaya	45
Conclusion	55
Référence bibliographique	57

L'humanité a toujours lutté contre les maladies et cherché à améliorer ses chances de survie, plusieurs ressources étaient mobilisées pour l'étude et la surveillance de ces derniers, surtout après la découverte de la microbiologie et l'identification des différents agents pathogènes. Ces agents peuvent être des bactéries, des virus ou bien des parasites orchestrons les maladies infectieuses qui sont parfois très contagieuses engendreront des pandémies très dangereuses pour la population. Ce problème de santé publique fait l'objet de plusieurs études scientifiques et statistiques de ces maladies.

La leishmaniose, maladie parasitaire complexe et encore largement ignorée par le grand public, pose un réel problème de santé publique dans plusieurs régions du globe, en particulier dans les zones tropicales et subtropicales. Cette maladie, causée par des protozoaires appartenant au genre *Leishmania* et véhiculée par la piqûre de phlébotomes contaminés, peut se manifester sous diverses formes cliniques : cutanée, viscérale et muco-cutanée, d'une simple lésion localisée jusqu'au type généralisé à la totalité du corps. Chaque forme présente des traits cliniques, épidémiologiques et pronostiques distincts, compliquant ainsi la gestion, la prévention et le contrôle de l'affection (**Organisation mondiale de la santé, 2023**).

La leishmaniose touche chaque année des millions de personnes à travers le monde, avec une forte concentration des cas en Amérique du Sud, en Afrique de l'Est, en Asie du Sud et dans le bassin méditerranéen. Bien qu'elle soit considérée comme une maladie négligée par l'Organisation mondiale de la santé (**OMS, 2023**), son impact est significatif, tant en terme de morbidité que de mortalité, notamment dans les populations vulnérables vivant dans des conditions socio-économiques précaires. À cela s'ajoutent des facteurs favorisant sa propagation, tels que les déplacements de population, les changements climatiques, l'urbanisation rapide et les conflits armés. L'Organisation mondiale de la santé précise que la région de la Méditerranée orientale, qui englobe l'Algérie, représente une proportion importante des cas mondiaux de leishmaniose cutanée. Historiquement confinée à la région centrale de Biskra, la maladie s'est rapidement répandue dans les territoires du nord du pays au cours des trente dernières années. Les wilayas des hauts plateaux succombent de plus en plus à cette maladie, en particulier les wilayas de Khenchela, Batna et M'sila (**Institut National de Santé Publique INSP, 2022**).

Dans ce cadre, l'analyse statistique de la leishmaniose s'avère d'une importance capitale. L'étude descriptive des informations épidémiologiques facilite non seulement la compréhension de la propagation de la maladie, mais également l'identification des facteurs

à risque, l'évaluation de l'efficacité des mesures préventives et la prévision du développement futur de l'épidémie. L'application des techniques statistiques dans ce secteur aide aussi à façonner les politiques de santé publique et à optimiser les ressources dédiées à la lutte contre cette maladie.

Ce mémoire s'aligne sur cette perspective. Son but est de mener une analyse statistique détaillée de la leishmaniose dans la région des hauts plateaux, en utilisant des données épidémiologiques recueillies d'après les différentes directions de santé sur une période définie. L'analyse portera sur la distribution géographique et temporelle des cas, l'examen des attributs démographiques des individus touchés (tels que l'âge, le sexe et le lieu de résidence), l'identification des éléments liés à l'émergence de la maladie et l'appréciation de la tendance changeante de l'incidence afin de prévoir les menaces futures.

La partie théorique initiale de ce travail fournira une vue d'ensemble de la leishmaniose, englobant son historique, son agent infectieux, son vecteur, ses manifestations cliniques, et également le traitement et les mesures préventifs. La deuxième partie se focalisera sur la méthodologie employée dans l'étude statistique, en présentant les sources de données, les méthodes d'analyse mises en œuvre et les logiciels informatiques employés. Ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

Ce mémoire, fondé sur une approche scientifique, a pour but d'apporter un éclairage épidémiologique sur la leishmaniose et de consolider les compétences d'intervention face à cette maladie complexe et persistante.

CHAPITRE I :

Synthèse Bibliographique sur la leishmaniose

1. Définition

Leishmaniose est une parasitose engendrée par des protozoaires flagellés de plus de 20 espèces de *Leishmania* (OMS, 2025). La maladie est répandue dans les zones tropicales et subtropicales et se trouve dans 98 pays en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique (Alvar *et al.*, 2012). Transmise par des petits insectes femelles du genre phlébotome, à partir des réservoirs animaux et humains infectés. Il existe trois formes cliniques principales différentes de la maladie ; Leishmaniose cutanée, cutanéomuqueuse et viscérale (OMS, 2025).

En Algérie, il existe deux entités cliniques :

- **La leishmaniose viscérale (LV).**
- **Les leishmanioses cutanées** : on distingue 2 types : **LC localisées (LCL)** et **LC diffuse (LCD)** (Benlaribi, 2025).

2. Historique

La découverte des espèces de leishmanies remonte à l'ère préhistorique, comme le suggère un tube digestif rempli de sang d'une espèce éteinte de phlébotome « *Palaeomyia burmitis* » de 100 millions d'années (Steverding, 2017). Le genre *Leishmania* a probablement évolué à l'ère mésozoïque (252–66 MA) avant la fragmentation du supercontinent Pangée.

Une étude paléoparasitologique de 42 momies égyptiennes a trouvé de l'ADN mitochondrial de leishmanie dans quatre spécimens. Le séquençage direct du fragment d'ADN amplifié a révélé que les quatre momies étaient infectées par *L. donovani*, ce qui suggère que leishmaniose viscérale était présente dans l'Égypte ancienne. Les scientifiques arabes étaient les principaux chroniqueurs dans la description de leishmaniose cutanée pendant les temps médiévaux.

En novembre 1900, le pathologiste écossais William Boog Leishman (1865–1926), qui a servi dans l'armée britannique en Inde, a découvert des corps ovoïdes dans des frottis prélevés post-mortem sur la rate d'un soldat mort d'émaciation et de splénomégalie alors qu'il était stationné à Dum Dum. Par la suite, il trouva des corps similaires dans un rat blanc infecté expérimentalement. Il publia ses découvertes en 1903 et suggéra que les corps ovoïdes étaient des formes dégénérées de trypanosomes et proposa donc que la maladie qu'il appela « fièvre de Dum Dum » était une forme de trypanosomiase. Quelques semaines plus tard, le médecin irlandais Charles Donovan (1863–1951), qui était professeur de physiologie au Madras Medical College, publia un article rapportant qu'il avait trouvé des

corps similaires dans des échantillons de rate prélevés pendant la vie et à l'autopsie chez des sujets indiens natifs atteints de fièvre rémittente et de splénomégalie (**Donovan, 1903**), tandis que son compatriote Charles Louis Alphonse Laveran (1845–1922), qui était une autorité sur les parasites protozoaires à l'époque, pensait qu'il s'agissait d'un nouveau parasite du genre *Piroplasma*. Pendant ce temps, le médecin britannique Ronald Ross (1857–1932), publia en novembre 1903 un article commentant la découverte des corps ovoïdes trouvés par Leishman et Donovan. Il conclut que les corps ovoïdes n'étaient pas des trypanosomes dégénérés mais un nouvel organisme protozoaire et que le tableau clinique des cas ressemblait à celui du kala-azar (**Laveran, 1903**).

L'espèce causant leishmaniose viscérale, *Leishmania infantum*, a été décrite pour la première fois par le bactériologiste français Charles Jules Henry Nicolle (1866–1936) chez des enfants en Tunisie souffrant d'anémie splénique en 1908. La même année, avec son collègue Charles Comte (1869–1943), il a également trouvé le parasite chez les chiens à Tunis [53]. Depuis lors, les chiens ont été impliqués comme hôtes réservoirs importants pour leishmaniose viscérale [54]. Bien que les phlébotomes aient été soupçonnés dès le début d'être les vecteurs de transmission des parasites *Leishmania*, ce n'est qu'en 1921 que cela a été prouvé lorsque les frères français et biologistes Edmond Sergent (1876–1969) et Étienne Sergent (1878–1948) ont démontré que la scarification d'une suspension de phlébotomes broyés sur la peau de volontaires entraînait le développement de lésions typiques de l'ulcère oriental. En 1922, le médecin brésilien Henrique de Beurepaire Rohan Aragão (1879–1956) a montré que les phlébotomes sont responsables de la transmission de la leishmaniose en Amérique du Sud. Le mode de transmission réel par la piqûre du phlébotome a finalement été démontré par le parasitologue anglais Saul Adler (1895–1966) en 1941 lorsqu'il a réussi à infecter cinq volontaires avec des phlébotomes infectés expérimentalement avec *L. tropica* en laboratoire (**Steverding, 2017**).

3. Epidémiologie

3.1. Agent pathogène

Plus de 20 espèces de *Leishmania* sont connus comme des agents pathogènes de la maladie (**OMS, 2025**).

3.1.1. Classification

Les leishmanies sont des parasites intracellulaires du système des phagocytes mononucléés. C'est un un protozoaire flagellé appartenant au genre *Leishmania*, à l'ordre des *Kinetoplastida* caractérisé par la présence d'un kinétoplaste (riche en ADN intra mitochondrial)

Règne : Protista (eucaryotes, unicellulaire, mobile).

Groupe : Protozoa (protozoaires).

Phylum : Sarcomastigophora (Rhizoflagellés).

Classe : Zoomastigophorea (flagellés).

Ordre : Kinetoplastida.

Famille : Trypanosomatidae.

Genre : *Leishmania* (plus de 20 espèces agent des leishmanioses)

Sous genre : -**Leishmania (ancien ou vieux monde)** : *Leishmania donovani* (syn. *Leishmania archibaldi*), *Leishmania infantum*, *Leishmania tropica* (syn. *Leishmania killicki*), *Leishmania major* et *Leishmania aethiopica*.

-**Viannia (nouveau monde)** : *Leishmania infantum*, *Leishmania braziliensis*, *Leishmania guyanensis*, *Leishmania panamensis*, *Leishmania peruviana*, *Leishmania lainsoni*, *Leishmania naiffi*, *Leishmania mexicana* (syn. *Leishmania pifanoi*) et *Leishmania amazonensis* (syn. *Leishmania garnhami*).

En fonction de leur localisation géographique soit dans l'hémisphère occidental (plus précisément, le Mexique, l'Amérique centrale et du Sud) soit dans l'hémisphère oriental (plus précisément, le sud de l'Europe, l'Afrique, le Moyen-Orient et certaines parties de l'Asie) ces espèces sont classés du Nouveau Monde ou du Vieux Monde (**Pasquier et Ravel, 2023**).

D'autres espèces qui infectent les humains incluent *Leishmania shawi*, *Leishmania lindenbergi*, *Leishmania venezuelensis*, *Leishmania martiniquensis*, *Leishmania waltoni* (toutes dans le Nouveau Monde), et *Leishmania arabica* et la nouvelle espèce décrite *Leishmania orientalis* (dans l'Ancien Monde) (**Raj et al., 2020**) (**Vetterling, 1976**). La classification de *Leishmania* est problématique en grande partie en raison de l'utilisation de différents marqueurs génétiques dans les études sur les relations évolutives (**Depaquit et Léger, 2017**) (**Prudhomme, 2015**).

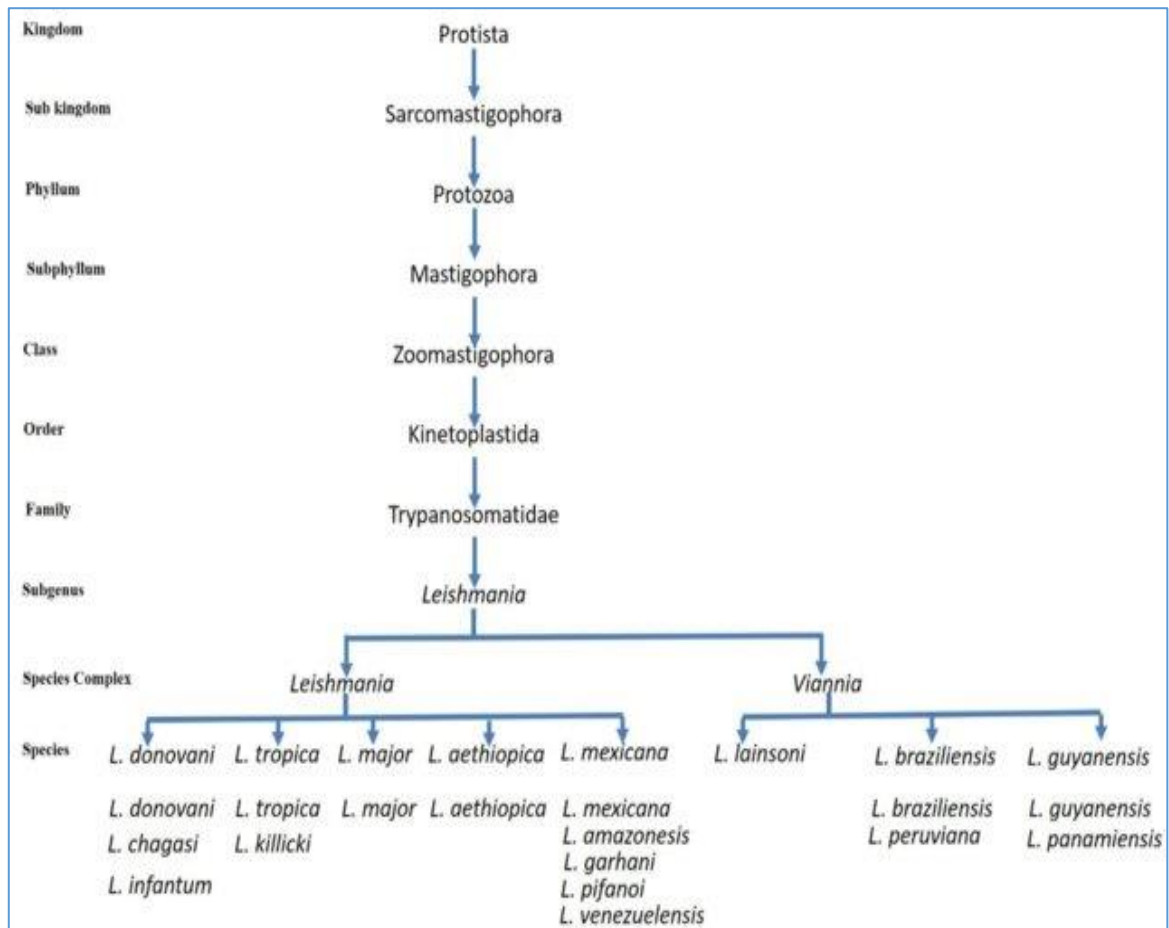


Figure 1 : Classification taxonomique hiérarchique du genre *Leishmania* (Raj *et al.*, 2020)

3.1.2 Morphologie

Le parasite excite sous deux forme; sans flagelle « amastigote » et avec flagelle « promastigote »

- **Forme amastigote:**

Se trouve dans la hôte cible ou facultatif comme l’homme. De forme arrondie, n’a pas de flagelle développé, peu mobile et intracellulaires qui vivent à l’intérieur du système phagolysosomal des macrophages des mammifères – un emplacement unique pour un parasite eucaryote. Ce sont de véritables acidophiles, adaptés au faible pH de ce compartiment intracellulaire (Vetterling, 1976) (Bates, 2006).

- **Forme promastigote :**

Se trouve dans le vecteur, précisément le tube digestif du phlébotome femelle. D’abord procyclique non infectieuse, puis, après différenciation dans le tractus digestif de l’insecte, sous forme métacyclique et infectieuse. Le promastigote, de forme allongée et flagellée est d’une grande mobilité (Vetterling, 1976).

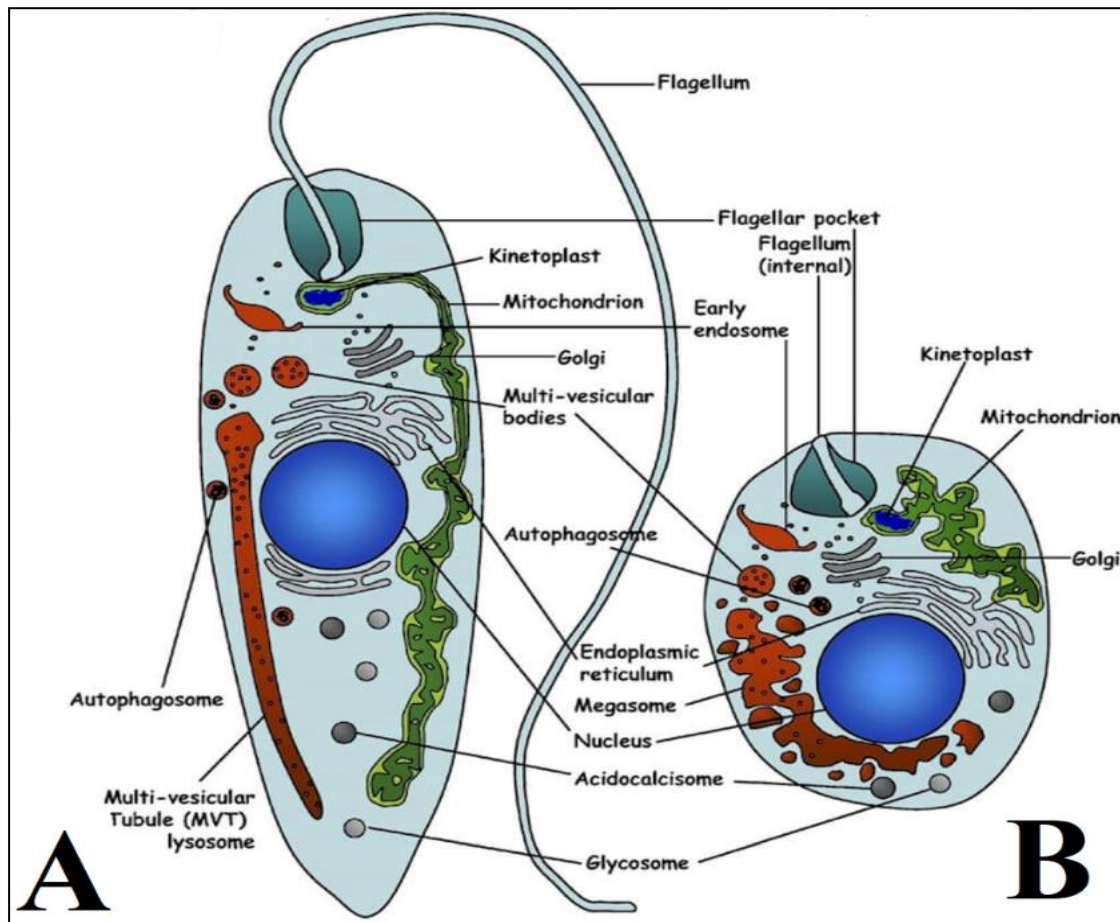


Figure 2: Les différentes formes du parasite leishmania et ces composants, (A) forme promastigote, (B) forme amastigote (Vetterling, 1976).

3.2. Le vecteur

Le vecteur des leishmanies est un insecte de la famille **Psychodidae**, il est responsable à la transmission de l'agent pathogène à partir des réservoirs vers les hôtes. 42 espèces du genre *Phlebotomus* ou mouche des sables qui représentent les vecteurs de leishmaniose dans le vieux monde et 56 espèces du genre *Lutzomyia* ont été impliqués dans la transmission de la leishmaniose dans le nouveau monde (Steverding, 2017).

3.2.1 Morphologie

Le phlébotome est un diptère abondamment poilus, jaunâtre ou beige, relativement petit (2 à 3 mm), qui possèdent une seule paire d'ailes (Psychodidae) lancéolés qui, en position de repos, sont repliés au-dessus du corps formant ainsi un V, des antennes filiformes (Nématocères), des pièces buccales aptes à prendre un repas sanguin (Phlebotominae), 6 pattes relativement longues attachées au thorax et un abdomen. Seule la femelle est **hématophage** (uniquement les phlébotomes femelles sont vecteurs du parasite) (Prudhomme, 2015).

Les espèces vectrices des leishmanioses en Algérie sont

P. perniciosus : vecteur de la LV.

P. papatasi : vecteur de LCN.

P. perfilliewi : vecteur de LCZ.

P. sergenti : vecteur de LCC.



Figure 3 : Les deux genres *Lutzomyia* et *Phlebotomus* femelle (Prudhomme, 2015).

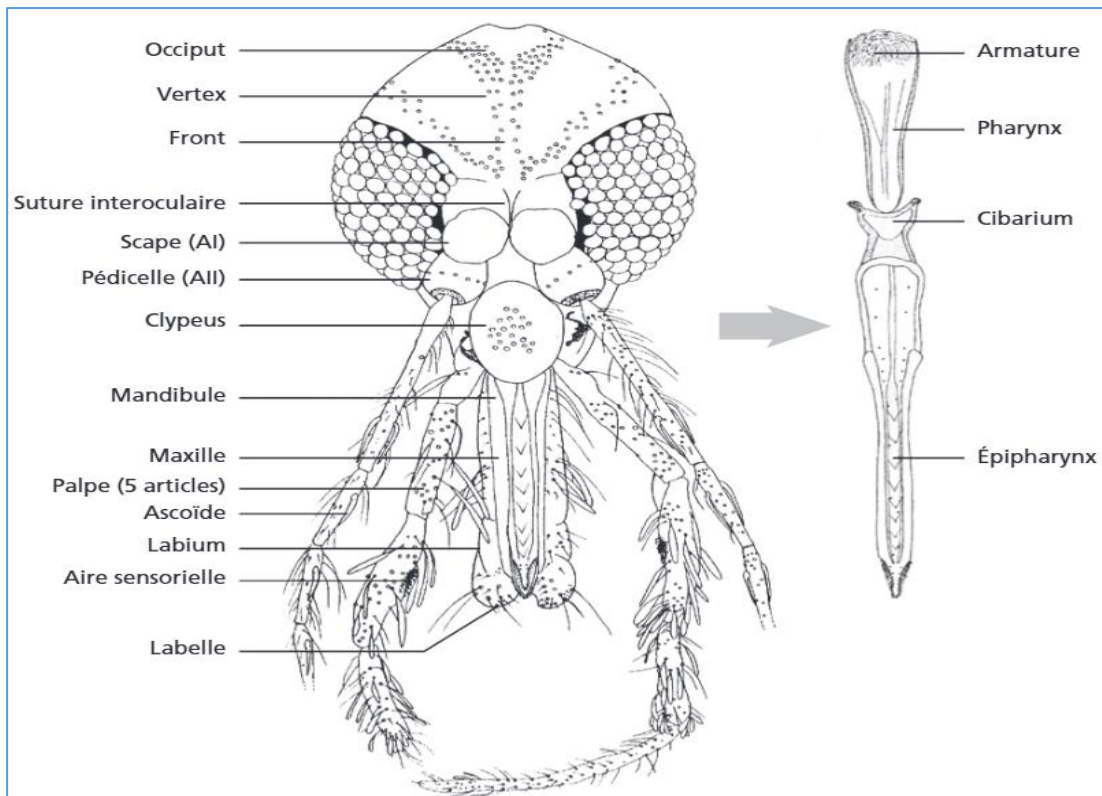


Figure 4 : Anatomie de la tête du phlébotome femelle (Depaquit et Léger, 2017).

3.2.2. Biologie

Les phlébotomes sont des insectes hématophages appartenant à la famille des **Psychodidae** et à la sous-famille des **Phlebotominae**. La durée de vie des phlébotomes varie selon les espèces, mais avoisine en moyenne 30 jours. Les mâles comme les femelles

se nourrissent de **produits sucrés comme le nectar**. Les femelles prennent un repas sanguin qui est nécessaire pour la maturation des œufs. La majorité des espèces de phlébotomes ont une activité crépusculaire et nocturne. Dans la journée, les lieux de repos sont généralement des environnements frais et humides. Les gîtes de repos possibles sont donc les étables, les maisons, les poulaillers, les grottes, les crevasses, les terriers, etc... .Les terriers et les crevasses rocheuses ont été identifiés comme étant des sites de reproduction ou de repos. Le vol des phlébotomes est silencieux et en général de courte portée. Ils avancent par bonds dans une série de vols courts entrecoupés de périodes de repos. Très fragiles, ils ne sortent que par temps sec et calme (vent inférieur à 1 m/s). Les distances de vol varient selon les espèces mais la dispersion maximale excède rarement un kilomètre (**Prudhomme, 2015**).

3.2.3. Cycle de vie

Dans les gîtes de repos que les œufs qui au bout de quelques jours donnent naissance à des larves qui muent trois fois (4 stades larvaires) avant de se transformer en nymphes fixées au substrat par l'intermédiaire de la dernière exuvie larvaire qui persiste à la partie postérieure de l'abdomen. Sept à dix jours plus tard, l'adulte émerge. Le développement total de l'œuf à l'adulte dure de 35 à 60 jours en l'absence de phénomènes de diapause qui peuvent intervenir lorsque les conditions sont défavorables (période hivernale pour les phlébotomes des régions tempérées) (**Depaquit et Léger, 2017**).

La durée du **cycle gonotrophique** (Il débute à partir d'un repas sanguin qui va impliquer la maturation d'un lot d'ovocytes, puis il va se terminer par l'oviposition) varie en fonction des espèces et des facteurs environnementaux comme par exemple la température et la quantité de sang ingérée (**Epelboin, 2012**).

La ponte des œufs intervient généralement entre 6 à 8 jours après le repas sanguin. Les gîtes larvaires ne sont actuellement pas identifiés, mais les terriers de rongeurs sont fortement suspectés car le développement des larves nécessite des milieux riches en matière organique (**Adel et al., 2014**).

Les femelles pondent plusieurs dizaines d'œufs qui éclosent environ 6 à 10 jours après la ponte. Après l'éclosion, quatre stades larvaires vont se succéder (durant environ 3 semaines) avant de donner une puppe et enfin un adulte (Figure 5). Le stade pupal dure entre 7 à 10 jours. Cependant, une diapause des œufs ou des larves peut être observée chez certaines espèces de phlébotomes afin de survivre à l'hiver. La diapause larvaire du quatrième stade étant la plus fréquente. La copulation intervient selon les espèces, juste avant ou aussitôt après le premier repas sanguin qui dure de 30 secondes à 5 minutes

(Prudhomme, 2015). Le mâle effectue une parade nuptiale qui se caractérise par des soubresauts de l'abdomen et des mouvements oscillatoires tandis que la femelle reste immobile (Ruiz-Postigo *et al.*, 2022).

Il s'ensuit un accouplement de durée variable (de 2 à 25 min). La durée de vie des adultes est fonction de la température (plus celle-ci est basse, plus la durée de vie est élevée) et de l'humidité (plus l'hygrométrie est élevée, plus la durée de vie est élevée). En moyenne, les femelles vivent deux semaines à deux mois et prennent généralement plusieurs repas sanguins (ce qui est indispensable à la transmission des leishmanies). Les mâles ont une durée de vie plus brève (Depaquit et Léger, 2017).

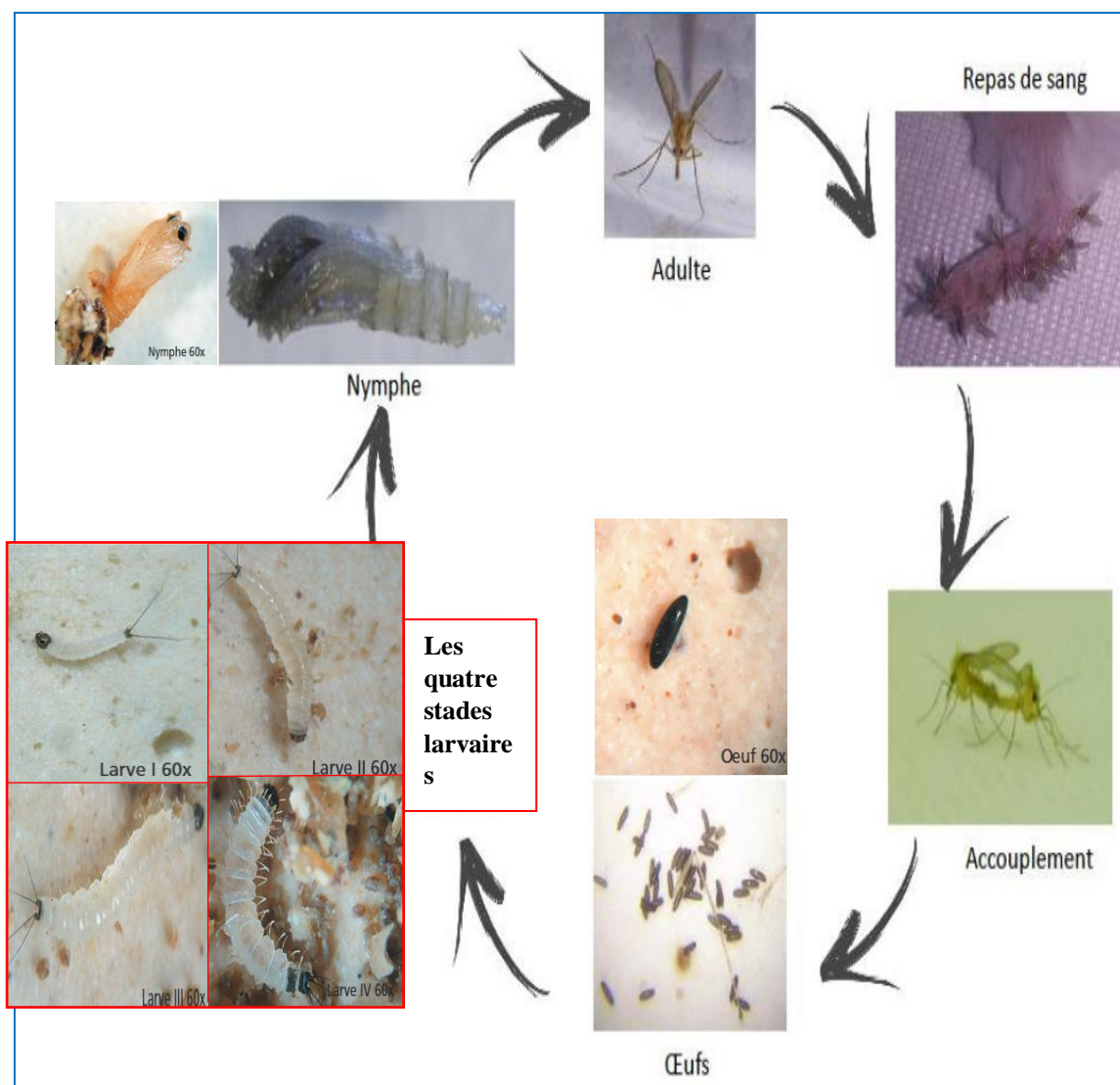


Figure 5 : Cycle de vie du phlébotome (Depaquit et Léger, 2017).

3.3. Hôtes et réservoirs

Les espèces de *Leishmania* ont une relation complexe avec divers hôtes réservoirs, qui jouent un rôle crucial dans la transmission de la leishmaniose. Les réservoirs principaux identifiés incluent à la fois des animaux domestiques et sauvages généralement des mammifères vertébrés. L'homme est le réservoir de *L. donovani* (Marie et Petri, 2025).

- **Réservoirs domestiques:**

Chèvres : Identifiées comme réservoir principal dans plusieurs régions de l'Inde, contribuant de manière significative au cycle de transmission de *L. donovani*.

Chiens : A côtés des chèvres, les chiens sont également essentiels pour maintenir le cycle de transmission, en particulier dans les milieux urbains.

Autres animaux : Les bovins, les ovins et les volailles ont également été étudiés, avec des degrés variables d'association avec la maladie.

- **Réservoirs sauvages :**

Rongeurs : Certaines espèces de rongeurs sont impliquées dans le maintien du cycle de transmission de *L. donovani*, en particulier dans les zones endémiques (Pandey et al., 2023).

Chauves-souris : Des études récentes suggèrent que les chauves-souris pourraient également servir de réservoirs pour diverses espèces de *Leishmania*, indiquant leur rôle potentiel dans les dynamiques de transmission plus larges (Souza et al., 2023).

3.3.1. Cycle et transmission

Leishmania existe sous deux formes, forme non flagelle amastigote au niveau des hôtes et réservoirs et forme infectante promastigote caractériser par la présence d'un flagelle qui confère la haute mobilité à travers les tissus.

Les phlébotomes acquièrent l'infection lorsqu'ils piquent un hôte animal ou humain. Le parasite se développe pendant 4 à 25 jours dans les phlébotomes et se transforme en forme promastigote où il se multiplie par fission binaire dans l'intestin moyen et remonte vers le pharynx. L'infection est principalement transmise pendant les jours 6 à 9 après ingestion, lorsque l'infection pharyngienne est intense et que les promastigotes sont régurgités par une piqûre à l'hôte. Le phlébotome peut régurgiter plus de 1000 parasites par piqûre.

Dans l'hôte, certains des flagellés sont détruits, tandis que d'autres pénètrent dans les organites lysosomiaux intracellulaires des macrophages du système réticulo-endothélial.

Les flagelles des organismes sont perdus, et des amastigotes se forment qui continuent à se multiplier jusqu'à ce que les cellules hôtes infectées soient remplies d'organismes et se rompent, libérant des amastigotes libres qui envahissent de nouvelles cellules, continuant ainsi le cycle vicieux de l'infection par la Leishmanie (Figure 6). La période d'incubation dépend de l'espèce de parasite individuelle.

Dans certaines zones géographiques, le cycle de transmission peut être maintenu par les animaux infectés et ne nécessite pas d'humains infectés. Dans d'autres régions où la transmission de la maladie suit le cycle anthroponotique via les humains (Sheikh *et al.*, 2020).

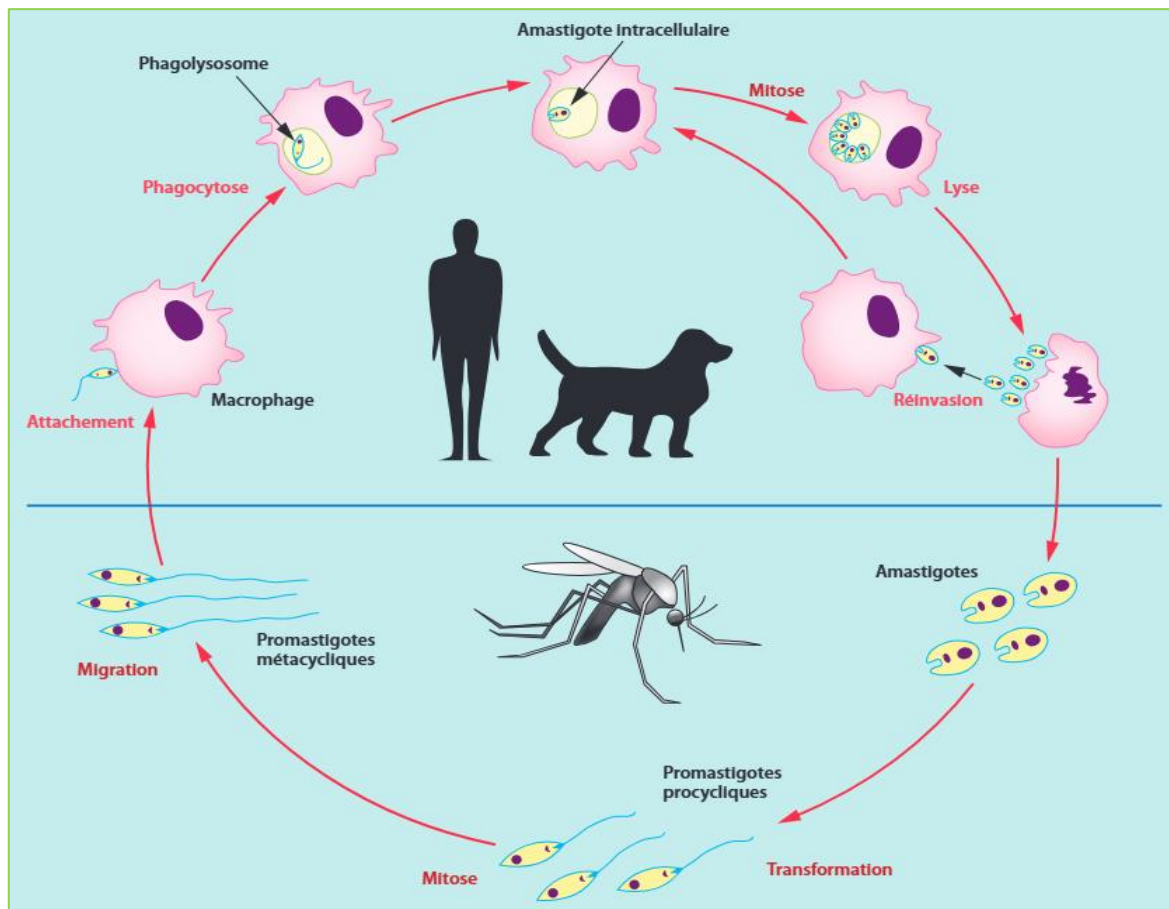


Figure 6 : Cycle de parasite *leishmania infantum* (Lamoureux *et al.*, 2016).

3.3.2. Évolution du parasite chez le phlébotome

Dans le cycle biologique du phlébotome femelle, l'étape d'un repas sanguine peut cibler un des réservoirs infectés déjà par le parasite qui infeste une lignée des cellules sanguines qui sont les macrophages (Marie et Petri, 2025). Le phlébotome se contamine par ingestion des formes amastigotes, qui se multiplient sous formes promastigotes procycliques dans l'intestin de l'insecte, donnant des promastigotes métacycliques infectantes au niveau de la trompe (Benlaribi, 2025).

3.3.3. Évolution du parasite chez l'hôte vertébré

Le phlébotome femelle infectée doit se nourrir d'un éventuel repas sanguine, mais cette fois sa salive injecté par les pièces buccales avec la régurgitation des parasites vont assurés l'infection. Cette femelle phlébotome, inocule des formes promastigotes de leishmanies à l'hôte vertébré. Ces formes sont phagocytées par les macrophages et se transforment en amastigotes qui survivent à la phagocytose et se multiplient par division binaire dans une vacuole parasitophore. La lyse des macrophages et la libération des amastigotes qui vont à leur tour contaminer d'autres macrophages (Benlaribi, 2025).

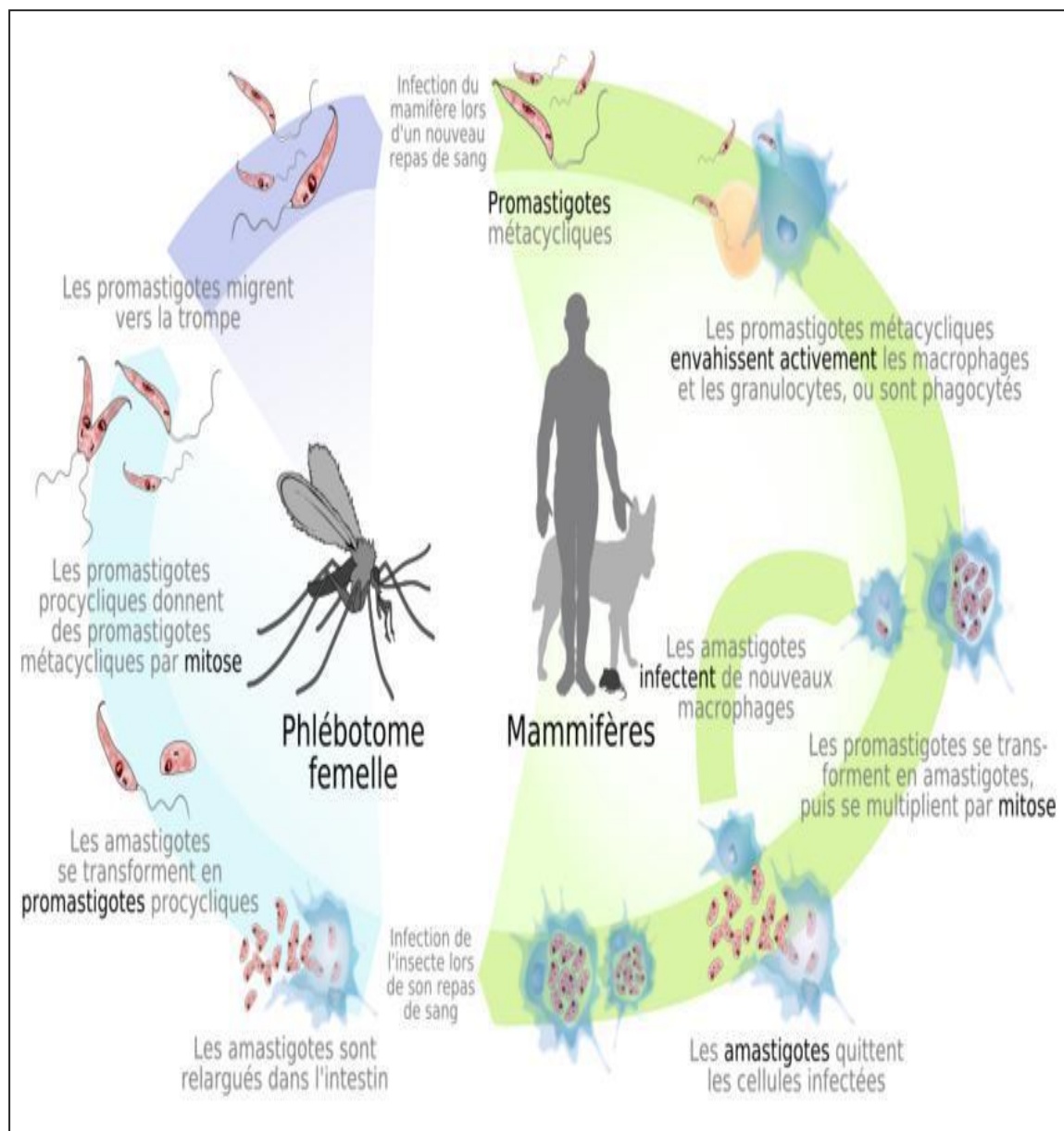


Figure 7 : Cycle de vie de *Leishmania sp* (Benlaribi, 2025).

3.4. Répartition géographique

Leishmaniose constitue un problème de santé majeur selon l'organisation mondiale de santé et malgré les mesures de lutte et prévention, cette zoonose persiste toujours. Ce qui rend la surveillance et le suivi un objectif de plusieurs études ainsi que la déclaration obligatoire par plusieurs autorités de santé de niveau mondiale ou nationale.

3.4.1. Leishmaniose dans le monde

Selon l'OMS l'Afrique de l'Est, l'Afrique du Nord, les Amériques et l'Asie de l'Ouest et du Sud-Est constituent les zones éco-épidémiologique les plus touchées. En 2022, 205 986 nouveaux cas de LC (205 652 autochtones et 308 importés) et 12 842 nouveaux cas de LV (12 773 autochtones et 69 importés) ont été notifiés à l'OMS.

Parmi les nouveaux cas de LC signalés, 94% concernaient la Région de la Méditerranée orientale (76%) et la Région des Amériques (18%). Huit pays (Afghanistan, Algérie, Brésil, Colombie, Irak, Pérou, République arabe syrienne et République islamique d'Iran) ont notifié >5000 cas de LC Chacun, pour un total de 175 733 cas, ce qui représente 85% de tous les cas signalés à l'échelle mondiale.

Pour LV, 44% des nouveaux cas ont été notifiés par la Région de la Méditerranée orientale et 33% par la Région africaine. La proportion de cas signalés par la Région des Amériques et la Région d'Asie du Sud-Est était de 14% et 8%, respectivement. Il existe 3 «points chauds» éco-épidémiologiques de la LV: l'Afrique de l'Est (Érythrée, Éthiopie, Kenya, Ouganda, Somalie, Soudan et Soudan du Sud), qui regroupe 72% (9197) de tous les cas observés dans le monde; le Brésil, avec 13% des cas (1684); et le sous-continent indien (Bangladesh, Inde et Népal), avec 8% des cas (1069). Quatre pays (Brésil, Kenya, Soudan et Soudan du Sud) ont notifié >1000 cas de LV chacun, cumulant à eux seuls 68% (8662) de tous les cas signalés à l'échelle mondiale. Si l'on ajoute l'Érythrée, l'Éthiopie, l'Inde, le Népal, l'Ouganda, la Somalie et le Yémen à cette liste, le groupe de 11 pays ainsi obtenu regroupe 95% (12 117) de tous les cas de LV dans le monde (**Ruiz-Postigo et al., 2022**).

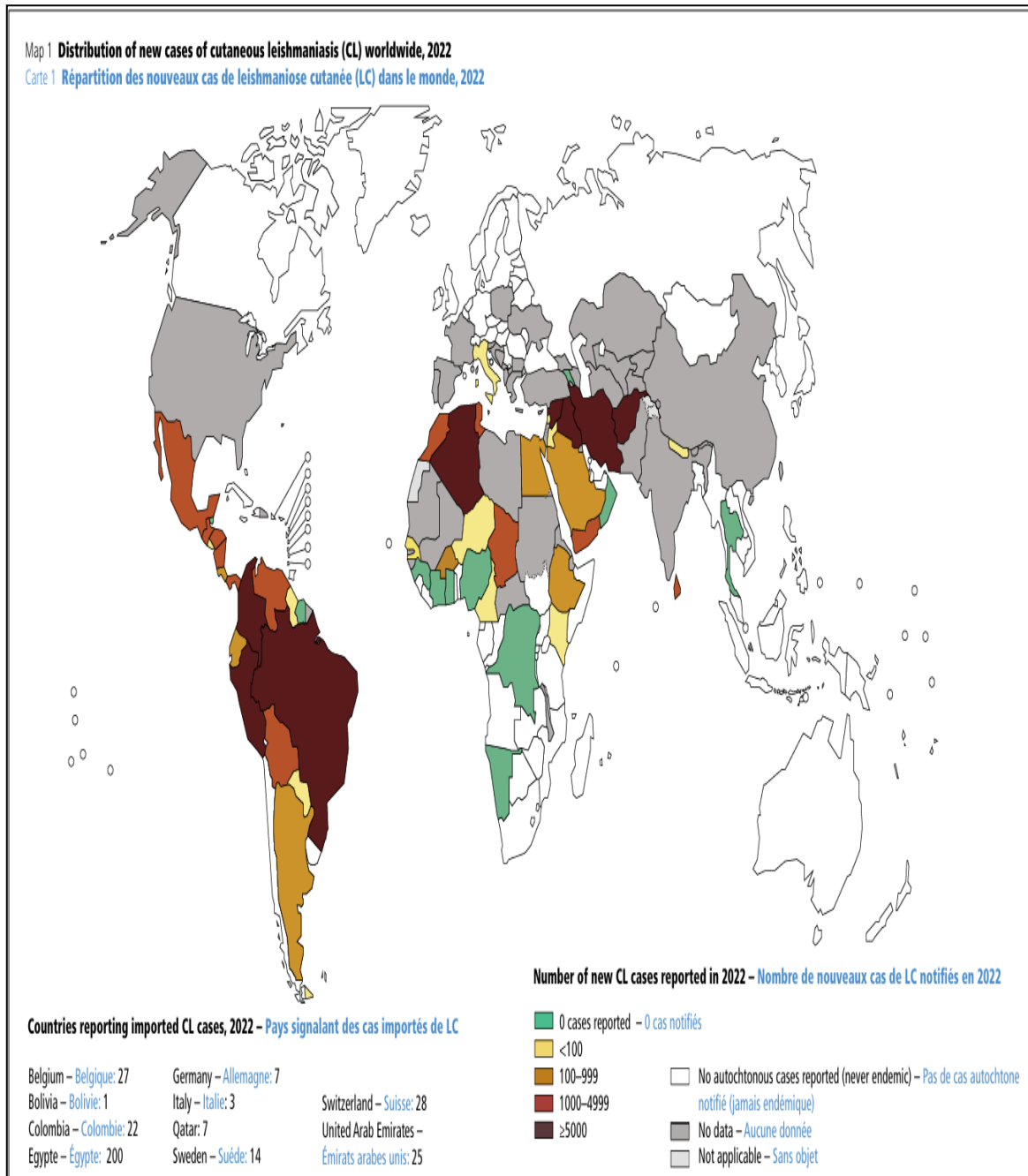


Figure 8 : Répartition des nouveaux cas de la leishmaniose cutanée (LC) dans le monde (Ruiz-Postigo *et al.*, 2022).

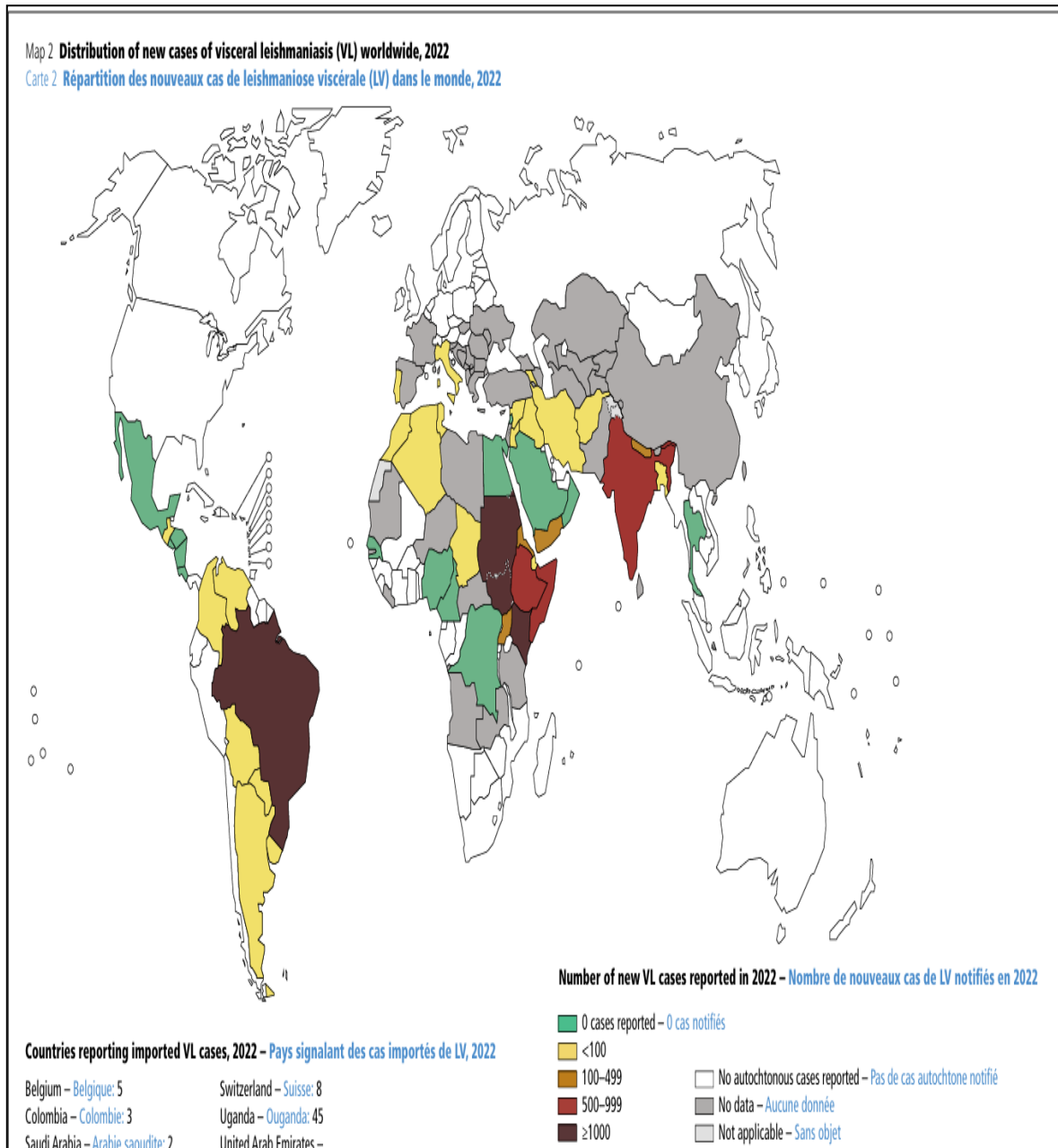


Figure 9: Répartition des nouveaux cas de leishmaniose viscérale (LV) dans le monde (Ruiz-Postigo *et al.*, 2022).

3.4.2. Leishmaniose en Algérie

Selon l’OMS l’Algérie est un point chaud de leishmaniose, notamment la forme cutanée beaucoup plus que la forme viscérale (Ruiz-Postigo *et al.*, 2022).

Cette dernière est localisée au nord du pays avec une incidence ascendante depuis le premier cas décrit en 1911. Entre 1995-2003 : 1653 cas étaient signalés avec propagation aux nouvelles zones ; Est (Annaba, Collo; centre: Blida, Cherchell, Ténès, Chleff); Ouest (Tlemcen, Oran) (Epelboin, 2012).

Le nombre moyen de cas en Algérie était de 142 cas par an et le taux d'incidence annuel moyen était de 0,45 cas de LV pour 100 000 habitants. 1258 cas de LV étaient âgés de 0 à 4 ans (81,42 %) avec un taux d'incidence annuel moyen de 3,32 cas pour 100 000 habitants dans ce groupe. Le ratio hommes/femmes était de 1,24. 1274 des cas de LV (81,56%) provenaient des provinces situées dans les parties centrale et orientale du nord de l'Algérie. Mila (239), Bejaia (183), Setif (147), Biskra (115) et Tizi-Ouzou (106) ont signalé le plus grand nombre de cas.

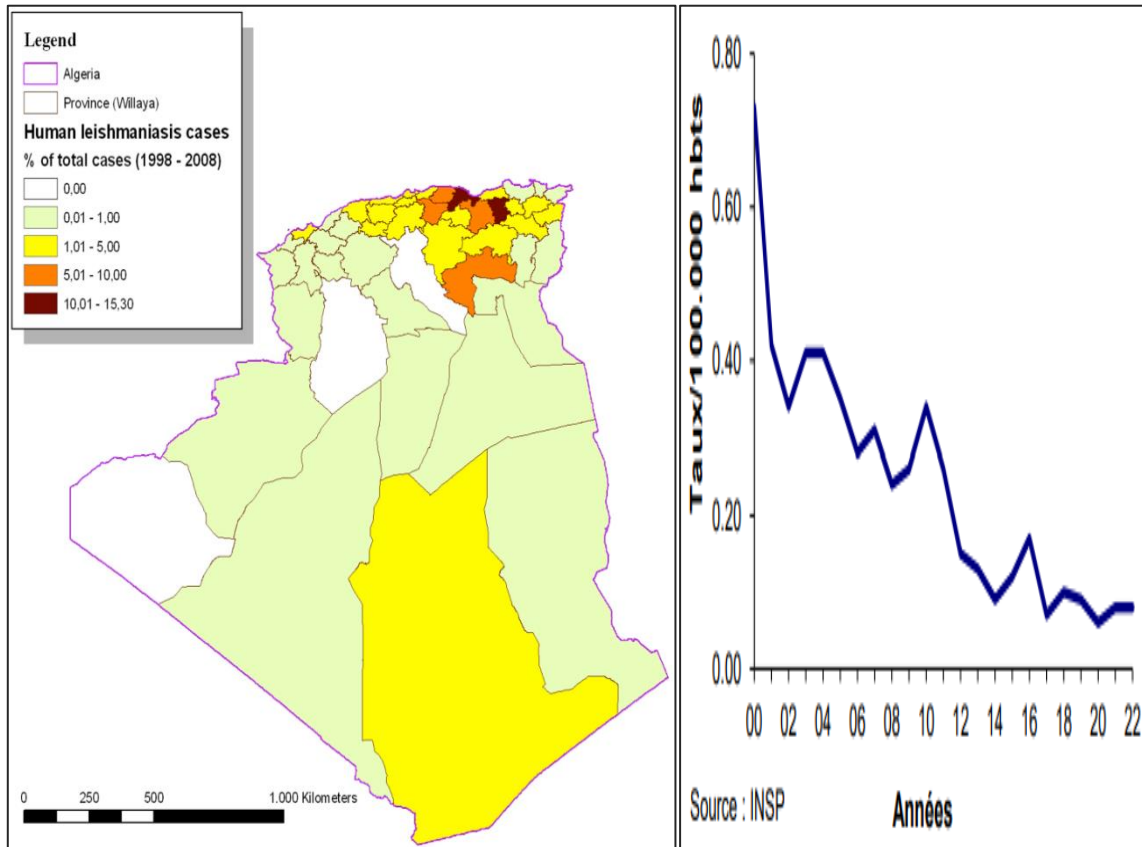


Figure 10 : Répartition et évolution de l'incidence annuelle de LV en Algérie à partir de l'année 2000 (INSP, 2022).

Pour LC, le fameux clou de Biskra de *L. Majori* a connu une extension vers le nord, les hauts plateaux et l'apparition de nouveaux foyers au sud ; El-Oued, Ghardaïa, Béchar, Laghouat; Nord : Batna, Médéa, Tiaret, Bordj Bou Arreridj (Epelboin, 2012).

Selon l'institut national de la santé public, l'incidence de leishmaniose en générale est en train de se diminué graduellement depuis l'année 2006. L'évolution des incidences mensuelles de LC est représentée par une courbe à allure incurvée. Les incidences les plus élevées sont enregistrées durant les mois d'hiver (1,51 en janvier – 1,03 en février - 2,00 en

novembre et 1,91 en décembre) et les plus basses en période estivale, à savoir 0,34 et 0,32 cas pour 100.000 habitants respectivement en juillet et en août.

La wilaya qui a enregistré le taux régional le plus élevé est la wilaya de M'Sila ; le taux d'incidence est passé de 113,74 cas pour 100.000 habitants en 2021 à 115,40 cas pour 100.000 habitants. La commune de Bou Saâda totalise 12,4 % des cas.

A Biskra, le taux d'incidence a baissé, il est passé de 127,24 à 96,54 cas pour 100.000 habitants. La wilaya de Naâma a enregistré une baisse de l'incidence de la leishmaniose cutanée ; le taux est passé de 128,36 à 93,24 cas pour 100.000 habitants. Le taux d'incidence de la leishmaniose viscérale est de 0,08 cas pour 100.000 habitants, soit 37 cas qui ont été notifiés. Les wilayas qui ont enregistré des cas sont : Sétif (07 cas), Tébessa (05 cas), Laghouat, Oum El Bouaghi et Béjaia (03 cas pour chaque wilaya), Biskra, Guelma, et Constantine (02 cas pour chaque wilaya), Tiaret, Alger, Jijel, Médéa, Mostaganem, Ouargla, Oran, Bordj Bou-Arredj, El-Tarf et Mila (01 cas chacune). 59,46 % des cas sont des enfants âgés de moins de 4 ans (INSP, 2022).

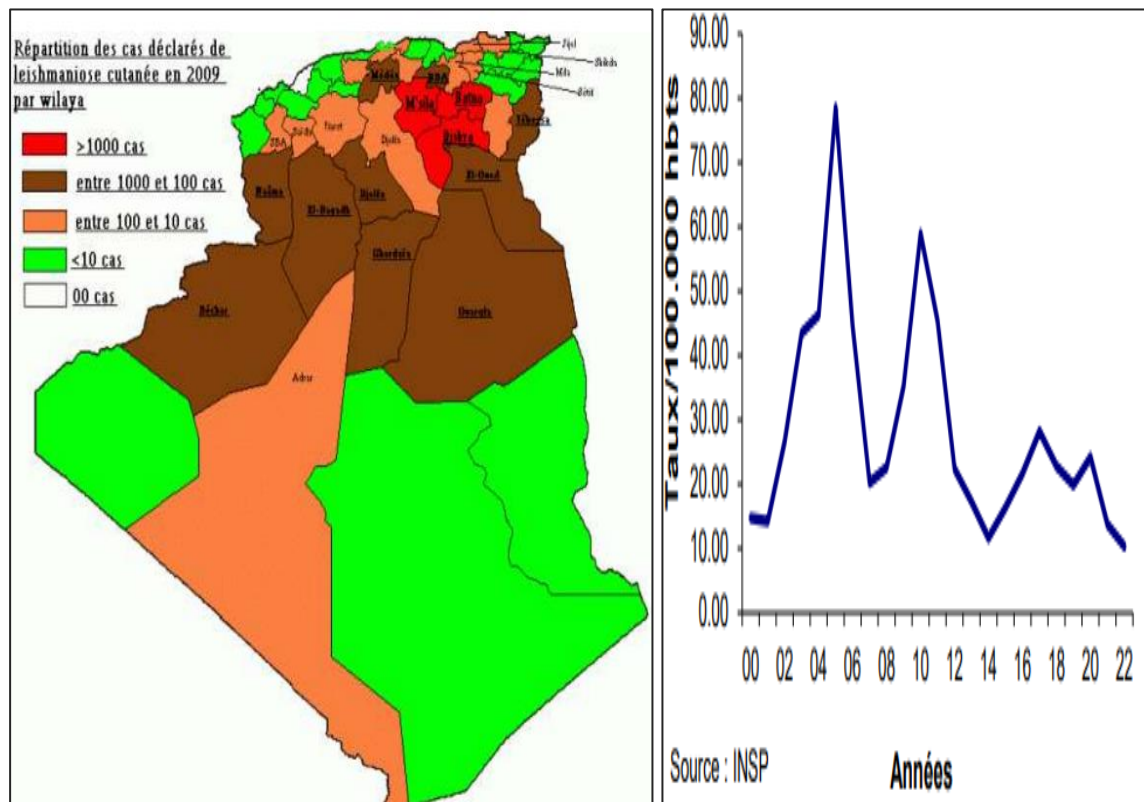


Figure 11 : Répartition et évolution de l'incidence annuelle de LC en Algérie à partir de l'année 2000 (INSP, 2022).

4. Physiopathologie et les aspects cliniques de la leishmaniose

4.1. Leishmaniose cutanée

C'est la forme la plus répandue au monde, causant des lésions cutanées différentes et sur les parties du corps humain exposées aux piqûres des phlébotomes. Cette lésion cutanée bien délimitée apparaît au niveau de la morsure du phlébotome, habituellement en quelques semaines à quelques mois. Des lésions multiples peuvent survenir après des morsures infestantes multiples ou après diffusion métastatique (**Marie et Petri, 2025**). Leur aspect est variable. Celles-ci peuvent laisser des cicatrices à vie et provoquer de graves handicaps ou de la stigmatisation.

Environ 95 % des cas se produisent dans les Amériques, le bassin méditerranéen, le Moyen-Orient et l'Asie centrale. On estime que 600 000 à 1 million de nouveaux cas surviennent chaque année dans le monde, mais seulement environ 200 000 sont signalés à l'OMS (**OMS, 2025**). Ces lésions peuvent être ; des ulcères, papules, érysipèles, érythèmes, zones nécrosées, végétations... (**Masmoudi et al., 2007**). On distingue les LC localisées et les LC diffuses.

- **LC localisées (LCL) :**

Elle entraîne une lésion unique ulcérée (fond irrégulier et bourrelet périphérique inflammatoire) ou ulcéro-croûteuse, dite « humide » (*L. major*), papulo-nodulaire ou nodulaire (*L. infantum*), parfois la lésion est squameuse, dite « sèche » (*L. tropica*). Ces lésions siègent au niveau des parties découvertes à la piqûre du phlébotome (avant bras, mains, membres inférieurs, visage). Les lésions peuvent être multiples selon le nombre de piqûres. La lésion peut finir par guérir spontanément en quelques mois, en laissant une cicatrice indélébile.

- **LC diffuse (LCD) :**

Les LCD sont rares, dues au complexe *L. mexicana* en Amérique du Sud et au complexe *L. tropica* en Afrique. Elles se caractérisent par de nombreuses lésions nodulaires, non ulcérées, confluentes et disséminées sur l'ensemble du corps. Cette forme de leishmaniose est rebelle aux antileishmaniens classiques. Quelques cas de LCD ont été signalés chez des sujets immunodéprimés dus à *L. major*, *L. braziliensis*, voire *L. infantum* (**Benlaribi, 2025**).

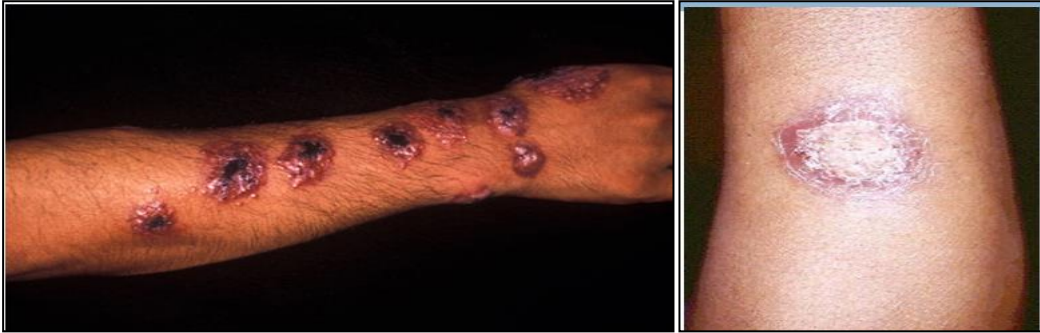


Figure 12. Lésion typique de la leishmaniose cutanée (Benlaribi, 2025).

4.2. Leishmaniose cutanéomuqueuse

Cette forme se manifeste par une destruction totale ou partielle des muqueuses naso-buco-pharyngées. Plus de 90 % des cas se produisent en Bolivie, au Brésil, en Éthiopie et au Pérou (OMS, 2025). Principalement provoquée par *L. braziliensis*, mais parfois par d'autres espèces. C'est une lésion cutanée initiale qui évolue ultérieurement (1 à 40 ans après) vers une atteinte muqueuse de la sphère ORL (nez, bouche), entraînant la perforation de la cloison nasale puis l'extension vers la muqueuse buccale et du larynx. Les scientifiques pensent que la propagation de la lésion cutanée initiale est à travers les vaisseaux lymphatiques et sanguins vers les tissus cibles. La symptomatologie de la leishmaniose cutanéomuqueuse se développe des mois ou des années après l'apparition des lésions cutanées (Marie et Petri, 2025).

4.3. Leishmaniose viscérale

La forme la plus grave, également connu sous le nom de kala-azar, est fatale si non traité dans plus de 95 % des cas. Elle se caractérise par des accès irréguliers de fièvre, une perte de poids, une augmentation de la taille de la rate et du foie, et une anémie. La plupart des cas se produisent au Brésil, en Afrique de l'Est et en Inde. On estime que 50 000 à 90 000 nouveaux cas de VL surviennent chaque année dans le monde, avec seulement 25 à 45 % signalés à l'OMS. Il a un potentiel d'épidémie et de mortalité (OMS, 2025). Habituellement causée par *L. donovani* ou *L. infantum* (précédemment nommé *L. chagasi* en Amérique Latine). À partir du point de morsure du phlébotome sur la peau, les parasites diffusent par voie sanguine vers les ganglions lymphatiques régionaux, la rate, le foie et la moelle osseuse et provoquent les symptômes systémiques. Les infections infracliniques sont fréquentes; seule une minorité de patients infestés développent la maladie viscérale évolutive. L'infection symptomatique par *L. infantum* est plus fréquente chez l'enfant que chez l'adulte. La leishmaniose viscérale est une infection opportuniste du SIDA ou d'autres maladies responsables de déficit immunitaire (Marie et Petri, 2025).

- **LV infantile :**

Elle touche majoritairement les petits enfants de moins de 5 ans. Son incubation est d'environ 3 à 6 semaines en moyenne, peut aller jusqu'à 3 ans. Le tableau typique comprend la triade symptomatique : fièvre irrégulière, splénomégalie et pâleur témoin de l'anémie. En absence de traitement, l'évolution se fait vers la cachexie puis la mort en 1 à 2 ans.



Figure 13. Images de la leishmaniose infantile (Marie et Petri, 2025).

- **Coinfection LV/VIH+ (opportuniste):**

Des coinfections LV/VIH ($CD4 < 200/mm^3$) sont signalées dans plus de 42 pays avec des localisations pulmonaires, digestives, cutanées (lésions nodulaires ou ulcérées) traduisant la diffusion polyviscérale du parasite en l'absence de contrôle immunitaire de l'hôte. L'évolution est défavorable avec des complications fatales malgré le traitement.

- **Autres types d'immunodépression:**

La corticothérapie au long cours et les transplantations d'organes (foie, rein) favorisent également le développement de la LV (Benlaribi, 2025).

5. Diagnostic

Le diagnostic est posé devant toute exposition à des zones endémiques, même s'il y avait plusieurs années. La notion des piqures d'insectes avec des lésions cutanées évolutives et résistantes aux soins locaux composent des arguments presque définitifs pour lancer le diagnostic (Institut national de santé publique du Québec, 2025). Dans la leishmaniose cutanée localisée qui se manifeste par une variabilité de lésions d'où la plus typique commence par une papule surélevée au site d'inoculation. Elle se développe sur plusieurs semaines pour atteindre la taille finale d'un nodule ou d'une plaque. Une croûte se

développe au centre, couvrant un ulcère avec une bordure surélevée et une induration environnante variable (Figure 14). Si on les laisse sans traitement, les lésions guérissent progressivement au fil des mois ou des années, laissant habituellement une cicatrice déprimée. Une diffusion superficielle localisée de papules satellitaires au bord de la lésion est commune à certaines espèces (*L. major*) (Figure 15) (Faulde *et al.*, 2015).



Figure 14 : Lésion typique de la L. C



Figure 15: Nodule et plaque avec papules satellitaires (Faulde *et al.*, 2015).

Les preuves biologiques qui suivent sont généralement histologique, par des biopsies colorées des lésions observées microscopiquement. Parfois d'autres méthodes sérologiques peuvent permettre de diagnostiquer la leishmaniose viscérale; des titres élevés d'anticorps contre un antigène de leishmaniose sont présents chez la plupart des patients immunocompétents. Mais les anticorps peuvent être absents chez les patients qui ont un SIDA ou en cas d'autres maladies immunodéprimantes. Les tests sérologiques pour rechercher des anticorps antileishmaniens ne sont pas utiles pour diagnostiquer une leishmaniose cutanée (Marie et Petri, 2025). Des méthodes moléculaires telles que la polymérase chain reaction PCR sont parfois nécessaires pour confirmer le diagnostic, surtout pour la Leishmaniose viscérale. L'antigénémie et l'IDR à la leishmanine sont aussi d'autres méthodes utilisables dans certaines conditions (Saghrouni, s. d.). Parfois le diagnostic est confondu avec d'autres diagnostics différentiels (Figure 16) (Faulde *et al.*, 2015).



Figure 16 .Des lésions posent un diagnostic différentiel de la leishmaniose cutanée (OMS, 2014).

6. Prélèvement et identification

Pour les lésions cutanées, le prélèvement se fait par échantillonnage de la peau. L'anesthésie locale permettra de réduire la douleur au cours de la procédure, ce qui facilite l'échantillonnage et améliore la qualité. L'adrénaline aidera à obtenir un grattage sans effusion de sang. Avec moins de globules rouges sur la lame, la recherche des parasites sous le microscope sera plus rapide et plus facile. Alternativement, la lésion peut être fortement pincée lors du grattage. La procédure inclut l'ablation soignée d'une partie de la croûte et un grattage ferme à la fois sur la marge et le fond de l'ulcération à l'aide d'une lame de scalpel courbée. Le grattage cutané doit fournir suffisamment de matière pour couvrir la moitié d'une lame. Déposer le frottis en l'étalant sur toute la longueur facilitera la microscopie. La préparation et la lecture de trois lames (plutôt qu'une seule) augmentera la sensibilité. La culture et/ou la réaction en chaîne par polymérase ou les deux doivent être effectués chaque fois que possible pour augmenter la sensibilité et permettre l'identification des espèces.

L'aspiration à l'aiguille fine est peu invasive et permet l'échantillonnage en circuit fermé et les transports. Un poinçon de 2-4 mm peut également être utilisé pour effectuer une biopsie qui va générer un échantillon de tissu plus large, ce qui est avantageux dans les lésions comportant peu de parasites (lésions chroniques, recherches précédentes négatives). Cette technique permet aussi de cultiver d'autres micro-organismes (par exemple, des mycobactéries, des champignons, des bactéries rares) et de faire des analyses anatomopathologiques pour les diagnostics différentiels non-infectieux. Dans la pratique, un à trois frottis et un à trois prélèvements aspirés par aiguille fine sont généralement suffisants pour confirmer la leishmaniose cutanée. Si cette première série de tests est négative ou si les aspects cliniques et l'exposition au risque sont peu évocateurs de la leishmaniose, une biopsie doit être réalisée (OMS, 2014).

Dans la leishmaniose viscérale, des prélèvements à partir des foyers susceptibles telles la moelle osseuse (Figure 17), des organes lymphatique (ganglions, rate) et le sang, peuvent-t-être réaliser pour confirmer le diagnostic [30]. Les ponctions de la moelle osseuse ou splénique sont des gestes invasifs, douloureux mais très spécifiques (Saghrouni, s. d.).

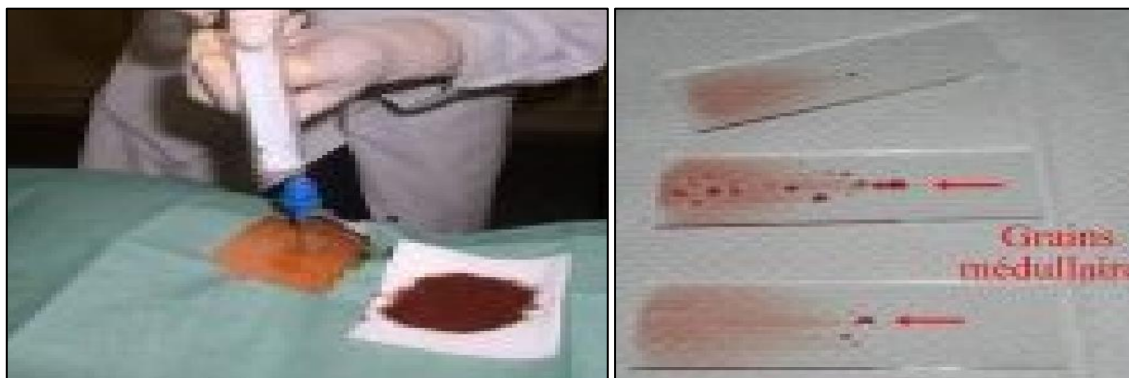


Figure 17 : Étapes du prélèvement de la leishmaniose viscérale (OMS, 2014).

Les lames seront fixées puis colorées au Giemsa. Les amastigotes sont ovales, ont 1,5 μm de large et 3-5 μm de long. L'identification formelle nécessite la visualisation d'un noyau, d'un kinétoplaste et d'une membrane de plasma sur deux formes distinctes. Dans la culture, les promastigotes sont allongés, unicellulaires, ont 10-20 μm de long, 2-3 μm de large et sont mobiles. La longueur du flagelle est de 10-20 μm . L'électrophorèse des isoenzymes est actuellement la technique d'identification de référence et des corrélations ont été établies entre formes cliniques et zymodèmes pour certaines espèces. Les techniques recourant à l'acide nucléique, qui offrent de meilleures performances et sont plus faciles à utiliser, vont probablement dominer (OMS, 2014).

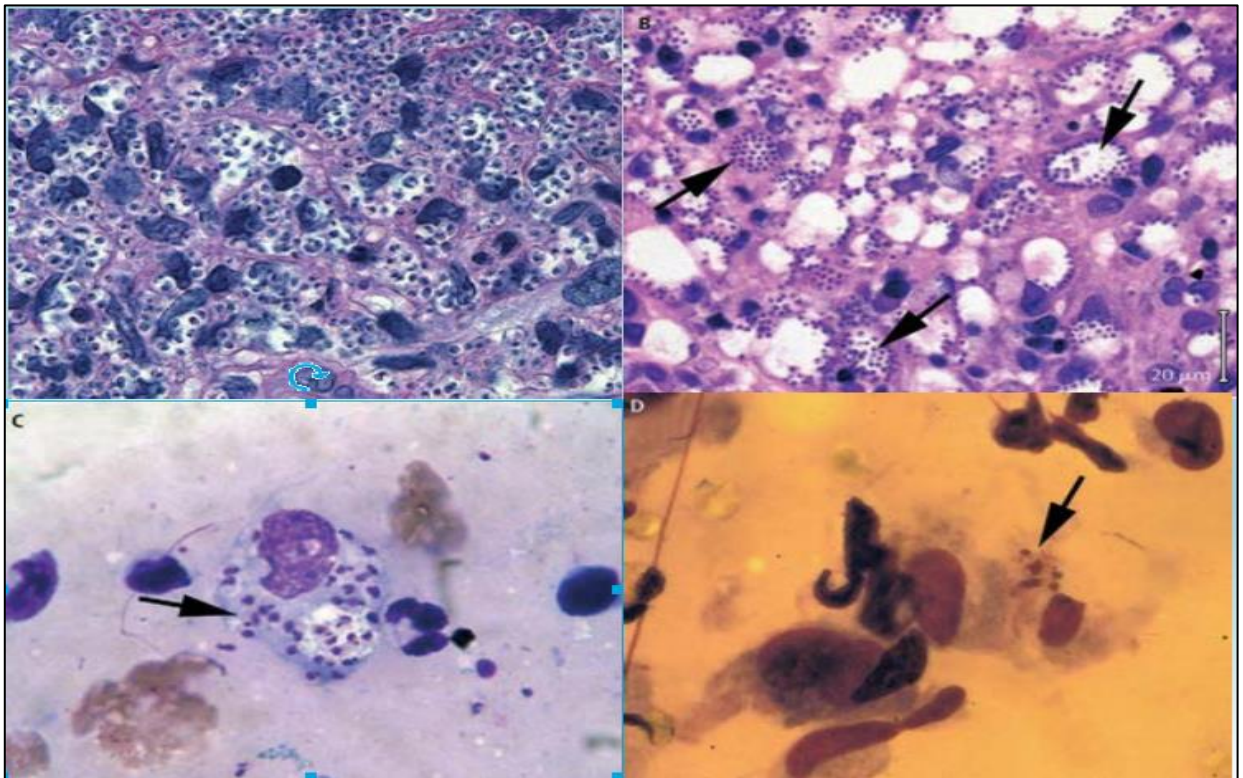


Figure 18 : Aspect microscopique du parasite dans différents prélèvements cutanés
(Saghrouni, s. d.).

7. Traitement de la leishmaniose

Le traitement médicamenteux dépend du syndrome clinique et d'autres facteurs, telle que la souche infectante et le risque de métastase, état immunitaire du sujet, si la zone géographique est dite pandémique ou non...etc. Pour l'infection cutanée, le traitement topique, des injections de stibogluconate de sodium ou de paromomycine topique (à l'extérieur des États-Unis) ou un traitement par la chaleur ou par cryothérapie. Pour le traitement systémique de la leishmaniose cutanée, muqueuse ou viscérale, l'amphotéricine liposomale IV (**Ambisome**) ou la miltéfosine orale. Comme alternative, on peut utiliser l'amphotéricine B désoxycholate IV ou des antimoniés pentavalents (stibogluconate de sodium, antimoniate de méglumine (Glucantime) IV ou IM si on estime que le *Leishmania* spp infectant est susceptible d'être sensible (**Marie et Petri, 2025**).

8. Prophylaxie

Tant que la leishmaniose constitue un problème de santé global, plusieurs mesures de prévention étaient proposées pour plusieurs niveaux personnels et collectifs et aussi des mesures ciblant le cycle de la parasitose, luttant contre ces vecteurs et réservoirs.

8.1. Mesures personnelles

Les moyens classiques comme les vaccins ou traitement préventif n'existe plus mais des études sur un vaccin à base de l'ADN d'une souche de *Leishmania Mexicana* sont prometteuses (**Burgos-Reyes et al., 2021**). Des mesures de protection personnelle contre les phlébotomes telle que Le DEET (CAS 134-62-3), ou N,N-diéthyl-m-toluamide, est l'un des ingrédients actifs les plus courants et les plus efficaces dans les insectifuges personnels. Appliquée sur la peau exposée, il éloignât les insectes piqueurs tels que les moustiques, les mouches noires et les tiques, disponibles sous forme de vaporisateurs, de lotions, de mousses et de lingettes humides (**Santé Canada, 2023**). particulièrement le soir et avant le coucher. Les vêtements offrent aussi une bonne protection contre les parties buccales du phlébotome. Les filets des moustiquaires peuvent être utilisés mais la petite taille des phlébotomes les aide d'échapper de ses mailles.

8.2. Mesures collectives

L'application des mesures personnelles à une échelle collective dans les zones endémiques peut diminuer le risque de la maladie (**Faulde et al., 2015**). La sensibilisation des autorités sanitaires et publiques aussi que la population des risques de la maladie, ses séquelles et le coût de la prise en charge médicale ont déjà démontré leurs effets positifs, ont contribué à la diminution de l'incidence de la maladie. La création des unités sentinelles spécialisées au dépistage actif et passif était proposée par l'OMS en 2010.

8.3. Mesures anti-victorieuse

En matière de lutte contre les phlébotomes, la stratégie à mettre en œuvre va dépendre du comportement du vecteur visé, qui peut être essentiellement endophile, péridomestique ou sylvestre. On peut s'attaquer aux espèces endophiles en pulvérisant des insecticides sur les murs intérieurs. S'il s'agit d'espèces péridomestiques, il faut également traiter les murs extérieurs et les abris pour animaux. On s'attaque aux espèces sylvestres en traitant à l'insecticide les arbres qui sont les lieux de repos de certaines espèces néotropicales, mais cette méthode n'est sans doute pas très avantageuse sur le plan économique. Il est possible de réduire le risque d'infestation des zones de peuplement en coupant les arbres et en débroussaillant le terrain tout autour des habitations dans un rayon d'au moins 1 km.

8.4 Mesures anti-réservoir

L'homme est le premier réservoir à considérer. Il est le seul réservoir de *L. donovani* et les sujets atteints par le VIH sont très infectants pour les phlébotomes et exposent la société à un risque d'une infestation massive de la zoonose. Donc le dépistage

et le traitement ainsi que le confinement des porteurs dans certain cas restent les seuls moyens de lutte. L'élimination des chiens errants ou retournés à l'état sauvage est justifiée pour de nombreuses raisons touchant à la santé, à l'écologie et à la préservation de l'environnement. L'existence d'une leishmaniose viscérale zoonotique constitue une justification supplémentaire.

Rhombomysopimus (la grande gerbille) est facile à identifier par son réseau de terriers et sa morphologie caractéristique. Il est possible de repérer les terriers en associant les enquêtes au sol à la photographie aérienne. Une méthode peu coûteuse, remarquablement efficace et économiquement viable consiste à détruire les réseaux de terriers en labourant le sol avec une sous-soleuse avant de procéder à une plantation. Une autre méthode consiste à empoisonner les gerbilles en mélangeant du phosphore de zinc (12 %) à des graines de céréales et de l'huile végétale (2,3 %). Ces appâts doivent être introduits à une profondeur d'au moins 10 cm dans les terriers, à raison d'un appât tous les trois ou quatre trous, cette méthode est efficace pour plusieurs espèces des rongeurs.

CHAPITRE II :

Matériel et Méthodes

Notre recherche propose une **étude épidémiologique rétrospective basée sur l'analyse des données statistiques de la leishmaniose cutanée (LC)** au niveau de la wilaya de **Khenchela**, complétée par une étude comparative avec les wilayas de **Batna**, **M'Sila** et **Biskra**. Ces régions ont été sélectionnées en raison de leur **forte endémicité** pour la leishmaniose et **la disponibilité des données** épidémiologiques. L'analyse, portant sur la période de **2019** à **2024**, vise à décrire la distribution et l'incidence de la maladie dans ces zones, et est menée au niveau des communes de chaque wilaya pour une meilleure précision géographique.

2. 1. Présentation de la zone d'étude :

2. 1.1. Localisation

L'étude concerne les wilayas suivantes : Khenchela, Batna, M'Sila, et Biskra, situées dans l'est de l'Algérie. Ces wilayas représentent une zone de transition géographique et climatique significative, s'étendant des reliefs des Aurès jusqu'aux portes du Sahara. Elles sont cruciales pour comprendre la distribution de la leishmaniose en raison de leur diversité environnementale et des interactions entre différentes zones bioclimatiques.

La wilaya de Khenchela est située dans les montagnes des Aurès, au nord-est de l'Algérie. Elle est délimitée au nord par Oum El Bouaghi, à l'ouest par Batna, au sud par Biskra et El Oued, et à l'est par Tébessa.

La wilaya de Batna est située au cœur des Aurès, à l'est du pays. Elle est entourée par Sétif et Mila au nord, Oum El Bouaghi et Khenchela à l'est, Biskra au sud, et M'Sila et Bordj Bou Arréridj à l'ouest.

La wilaya de M'Sila se trouve au centre-est de l'Algérie, marquant la transition entre le Tell et les Hauts Plateaux. Elle est bordée par Bouira et Bordj Bou Arréridj au nord, Batna et Biskra à l'est, Djelfa et Laghouat au sud, et Médéa à l'ouest.

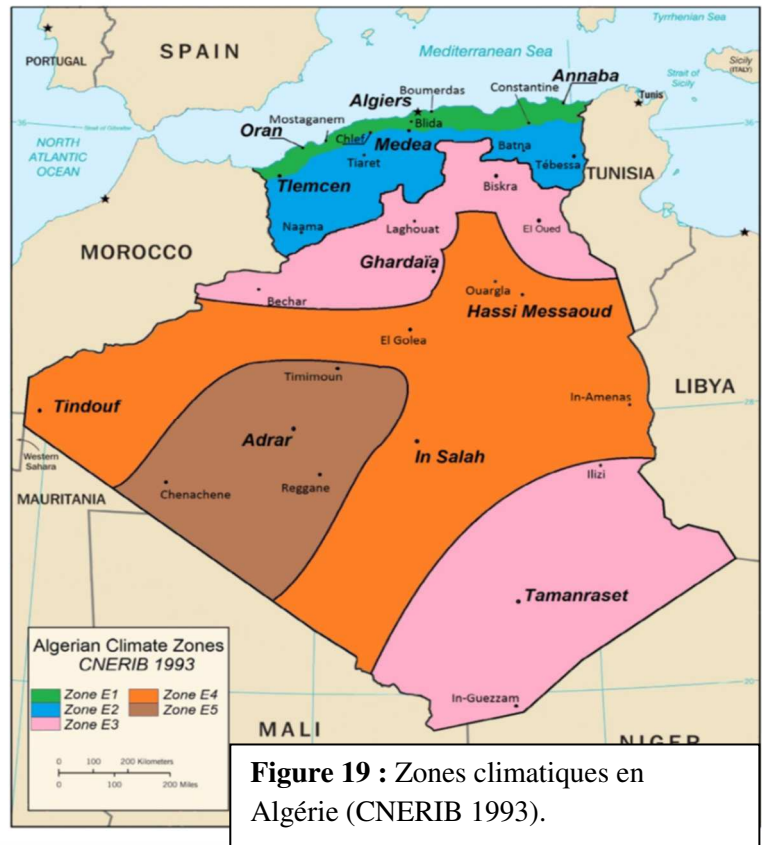
Enfin, la wilaya de Biskra est située dans le sud-est de l'Algérie, considérée comme la "Porte du Sahara". Elle est délimitée par Batna et Khenchela au nord, El Oued et Touggourt à l'est, El M'Ghair et Ouargla au sud, et M'Sila et Djelfa à l'ouest.

Ces quatre wilayas, bien que distinctes, partagent des caractéristiques qui les rendent pertinentes pour l'étude des maladies vectorielles, notamment la **leishmaniose** (INCT, 2021).

2. 1.2. Climat

Le climat de ces wilayas est très varié, reflétant leur position géographique diverse. On y observe une gradation climatique allant du climat semi-aride des Hauts Plateaux aux conditions arides du Sahara, avec des influences méditerranéennes en altitude dans les zones montagneuses.

Les wilayas de Khenchela et Batna, situées en altitude dans les Aurès, bénéficient d'un climat méditerranéen en montagne, caractérisé par des hivers froids et neigeux et des étés chauds et secs avec des variations importantes selon l'altitude et la latitude. Les précipitations y sont plus importantes qu'en plaine, surtout en hiver.



La wilaya de M'Sila présente un climat majoritairement semi-aride, avec des étés très chauds et secs, et des hivers froids à doux. Les précipitations y sont faibles et irrégulières, concentrées principalement en automne et en hiver.

Quant à la wilaya de Biskra, elle est dominée par un climat désertique (aride), avec des températures extrêmement élevées en été et des hivers doux et secs. Les précipitations y sont très rares et sporadiques.

Cette diversité climatique influence directement la répartition des vecteurs de la leishmaniose (phlébotomes) et des réservoirs animaux, ce qui est crucial pour une étude épidémiologique (ONM, 2024).

2.1.3. Température et Précipitations

Les régimes de température et de précipitations varient considérablement d'une wilaya à l'autre, impactant la dynamique de transmission de la leishmaniose.

Dans les régions montagneuses de Khenchela et Batna, les températures moyennes annuelles varient, avec des hivers où les minimales peuvent descendre en dessous de 0°C et des étés où les maximales dépassent 35°C. Les précipitations annuelles peuvent atteindre 300-500 mm, principalement sous forme de pluie et de neige en hiver.

À M'Sila, la température moyenne annuelle est plus élevée, oscillant autour de 18-20°C, avec des pics estivaux dépassant souvent 40°C. Les précipitations annuelles sont faibles, généralement entre 150 et 300 mm, ce qui caractérise un environnement semi-aride.

La wilaya de Biskra est l'une des régions les plus chaudes du pays. Les températures moyennes annuelles peuvent dépasser 22°C, avec des étés torrides où les températures diurnes peuvent atteindre 45°C et plus. Les précipitations y sont minimales, souvent inférieures à 100 mm par an, typiques d'un climat désertique.

Ces variations thermiques et pluviométriques déterminent les périodes d'activité des phlébotomes et donc le risque de transmission (**Ministère de l'Environnement, 2023**)

2. 1.4. Les Reliefs

Le relief de ces wilayas est diversifié, allant des massifs montagneux aux vastes plaines steppiques et désertiques, offrant une multitude de microclimats et d'habitats propices ou non à la leishmaniose.

Les wilayas de Khenchela et Batna sont dominées par le massif des Aurès, caractérisé par des montagnes élevées, des vallées profondes et des plateaux. L'altitude y varie considérablement, influençant les températures et les précipitations. Ces zones montagneuses abritent des forêts et des zones plus isolées, potentiellement des foyers pour les réservoirs animaux de la maladie.

La wilaya de M'Sila est principalement caractérisée par des Hauts Plateaux et des plaines semi-arides, bordées par des reliefs au nord. Le paysage est souvent steppique, avec

une végétation clairsemée, ce qui crée des conditions différentes pour les phlébotomes et les hôtes.

La wilaya de Biskra est dominée par des plaines désertiques et des oasis. Le relief est plat avec quelques monts isolés et des dunes de sable au sud. La présence d'oasis, avec leurs palmeraies et leur humidité relative, peut créer des conditions favorables à la prolifération des vecteurs dans un environnement globalement aride.

La diversité des reliefs dans ces wilayas est un facteur clé dans la distribution hétérogène des cas de leishmaniose, influençant l'accès aux soins, les pratiques agricoles, et la densité de population (**Institut Géographique National, 2020**).

2.2. Sources de Données

Les données utilisées pour cette étude proviennent exclusivement des **Directions de la Santé Publique (DSP)** des wilayas : Khenchela, Batna, M'Sila et Biskra. Elles comprennent :

- Des registres des cas de leishmaniose gérés par les DSP.
- Rapports de surveillance épidémiologique produits par les DSP.

2. 3. Méthodes de Collecte et d'Analyse des Données

2. 3.1. Collecte des Données :

- Une demande d'accès aux données a été soumise aux DSP des trois wilayas.
- Les données collectées incluent, pour chaque cas de leishmaniose, les informations suivantes :
 - **Sexe** (masculin/féminin)
 - **Âge** (en années)
 - **Dayra** et **commune** de résidence du patient
 - **Date de diagnostic**
 - **Type de leishmaniose** (cutanée ou viscérale)

3.2.2. Analyse des Données :

- Les données ont été saisies et organisées dans un tableur [le logiciel utilisé ; Microsoft Excel].
- Une analyse descriptive a été réalisée pour calculer, au niveau des communes :
 - L'incidence annuelle et mensuelle de la leishmaniose.
 - La distribution des cas par sexe et par tranche d'âge.
 - Il faut prendre en considération que pas mal de nombre de cas ne sont pas déclarée au autorités sanitaire soit par le secteur privée ou les patients (guérison spontanée, négligence ...)

CHAPITRE III :

Résultats et discussion

Cette partie présente et discute les résultats de notre enquête épidémiologique rétrospective. L'objectif principal de cette étude était d'analyser la dynamique spatio-temporelle de la leishmaniose cutanée et d'identifier les facteurs influençant sa prévalence dans quatre wilayas algériennes : Khenchela, M'sila, Biskra et Batna. Les données ont été collectées et analysées sur une période de six ans, allant de 2019 à 2024, afin d'offrir une vision complète de l'évolution de cette maladie parasitaire dans les régions concernées.

3. 1. Évolution Annuelle des Cas de la Leishmaniose cutané par Wilaya (2019-2024) :

L'analyse de l'évolution annuelle des cas de leishmaniose cutanée révèle des dynamiques distinctes au sein des wilayas étudiées. Ces données ont été préparées par les Directions de la Santé Publique(DSP) de chaque wilaya.

Tableau 1 : L'évolution annuelle de chacun cas de chaque wilaya

	KHENCHELA	M'SILA	BISKRA	BATNA
2019	/	3211	1953	/
2020	66	1805	2533	519
2021	129	1577	1198	335
2022	52	1666	977	165
2023	70	2409	1036	404
2024	52	3019	1136	714

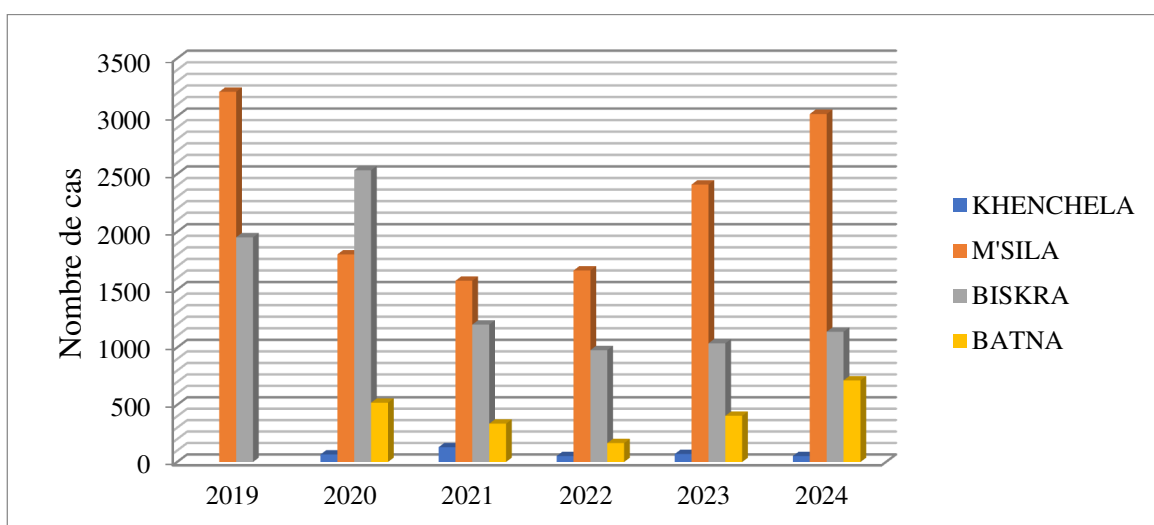


Figure 20: l'évolution annuelle des cas par wilaya

- La wilaya de Khenchela a montré une stabilité relative par rapport au nombre de cas au cours de la période étudiée, avec un pic notable à 129 cas en 2021.
- Les données de la wilaya de M'sila indiquent une forte variabilité d'une année à l'autre et présentent une incidence plus fluctuante, avec des hausses et des baisses régulières. Elle a présenté le nombre de cas le plus élevé au début de la période, avec 3211 cas en 2019. Une diminution significative a été observée en 2020 (1805 cas) et 2021 (1577 cas), suivie d'une légère augmentation en 2022 (1666 cas) et une nette recrudescence en 2023 (2409 cas) et 2024 (3019 cas). Cette variabilité pourrait refléter une exposition accrue à des facteurs de risque ou une défaillance dans les mécanismes de contrôle sanitaire. Selon **World Health Organization (2020)**, une résurgence des cas est souvent liée à l'interruption des programmes de prévention ou à l'adaptation du pathogène aux interventions existantes.
- La wilaya de Biskra montre des fluctuations modérées durant la période d'étude, débuté avec 1953 cas en 2019, atteignant un pic à 2533 cas en 2020. Par la suite, le nombre de cas a diminué de manière significative en 2021 (1198 cas) et 2022 (977 cas), suggérant potentiellement l'efficacité de mesures de contrôle ou des changements environnementaux favorables. Puis on note une légère hausse en 2023 (1036 cas) et 2024 (1136 cas). Cela pourrait suggérer une endémicité constante de la maladie dans cette région, avec des facteurs de risque persistants. Le climat semi-aride de la région, combiné à des variations de température, peut jouer un rôle dans la prolifération saisonnière des vecteurs, comme le souligne **Toumi et al. (2020)** dans leurs recherches sur les maladies vectorielles en zones chaudes.
- Batna a affiché une évolution des cas plutôt hétérogène, commencent en 2020 avec 519 cas. On observe une diminution progressive jusqu'à 165 cas en 2022, suivie d'une augmentation en 2023 (404 cas) et 2024 (714 cas). Ce retour à la hausse peut être expliqué par des migrations internes ou une urbanisation rapide non accompagnée de mesures sanitaires adéquates (**INS, 2023**).

En comparant les dynamiques, M'sila se distingue par un nombre de cas généralement plus élevé et une recrudescence marquée en fin de période. Biskra a connu un pic initial suivi d'une stabilisation à un niveau inférieur. Khenchela et Batna ont des nombres de cas globalement plus faibles, avec des fluctuations mais des tendances à la baisse ou à la hausse modérées. Cette décroissance pourrait être attribuée à la mise en œuvre de

politiques de santé publique plus efficaces ou à des changements climatiques favorables ayant réduit la propagation de l'agent pathogène. Des études ont montré que des campagnes de sensibilisation locales peuvent influencer positivement la réduction des cas (Bencherif *et al.*, 2021).

Ces différences entre les quatre wilayas soulignent l'importance d'approches ciblées pour la surveillance et le contrôle de la leishmaniose dans chaque région.

3. 2. Évolution mensuelle des Cas de la Leishmaniose cutané par Wilaya (2019-2024) :

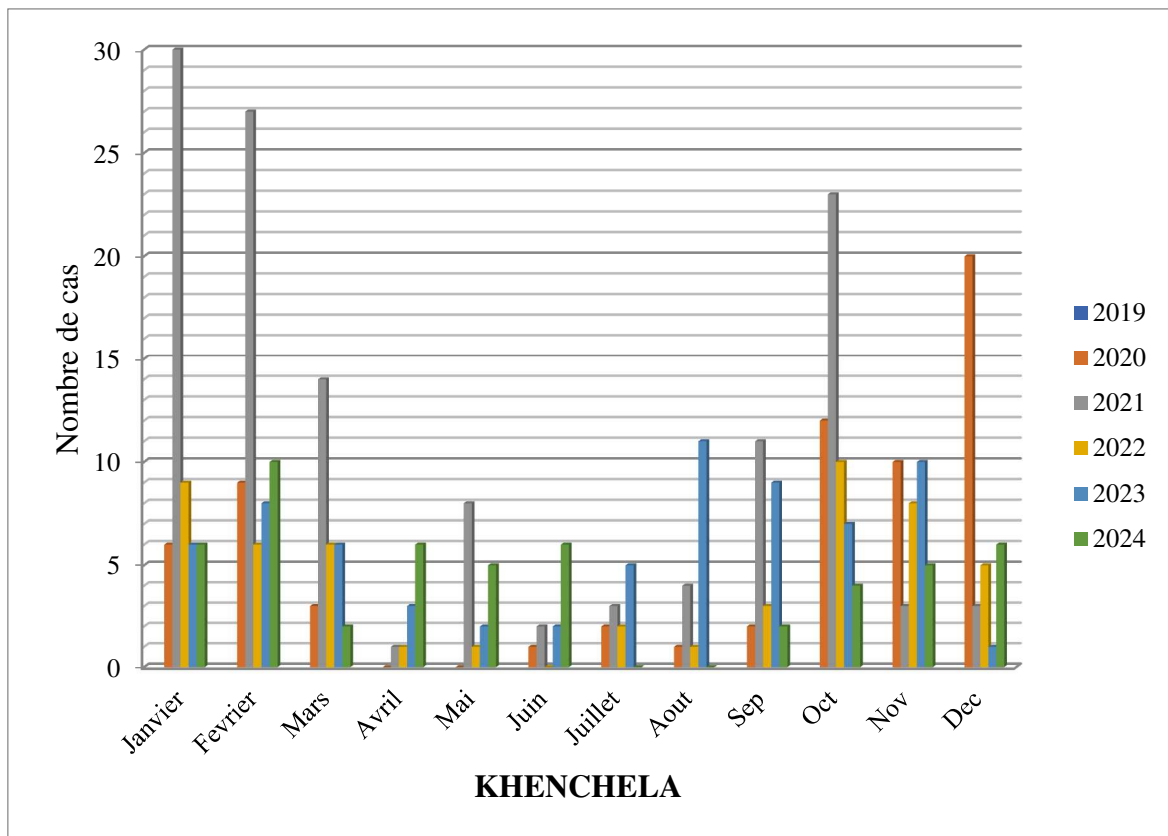


Figure 21: L'évolution des cas au niveau de la wilaya de khenchela (2019/2024)

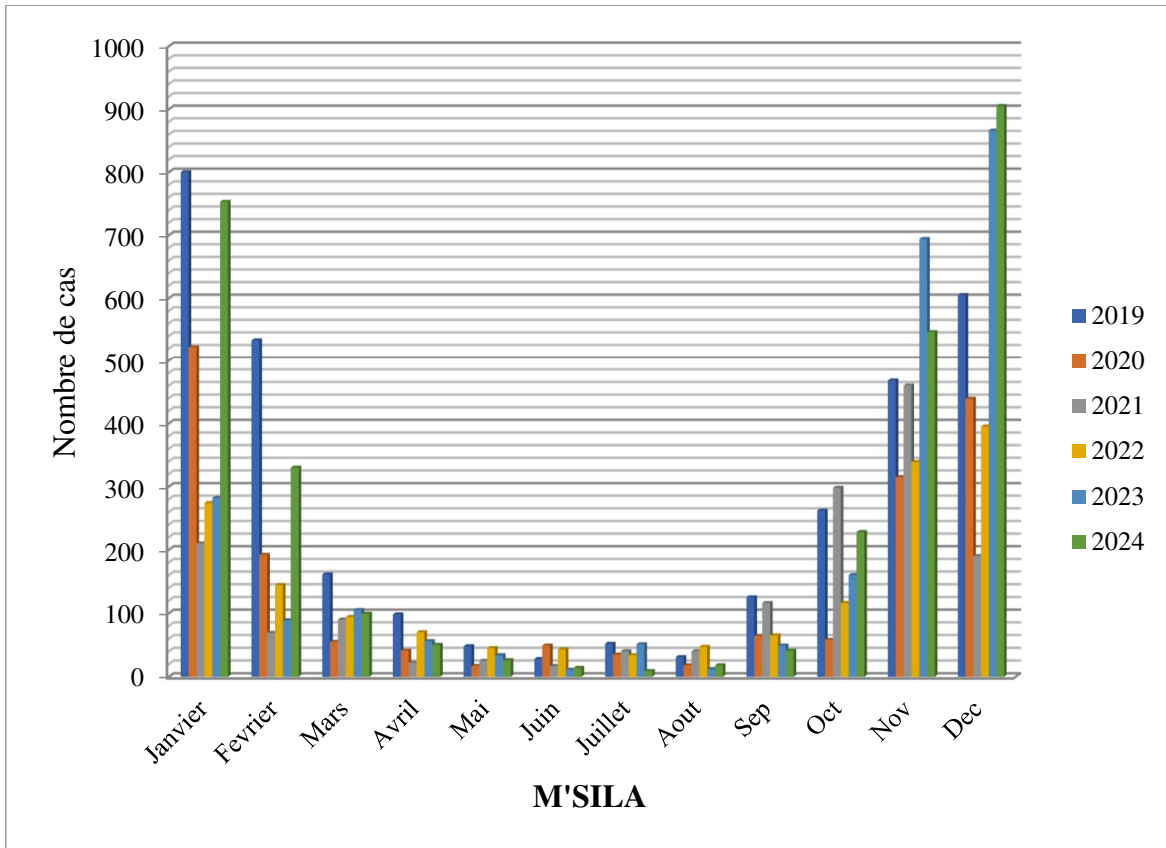


Figure 22: L'évolution des cas au niveau de la wilaya de M'Sila (2019/2024)

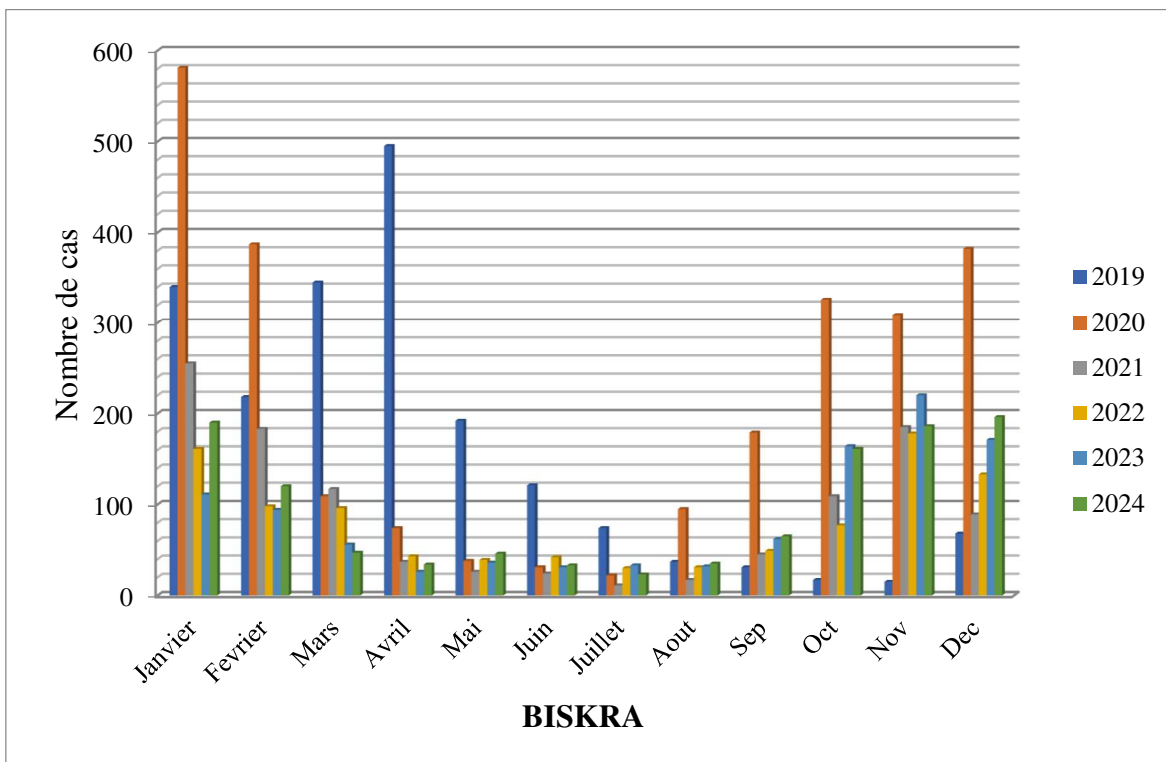


Figure 23: L'évolution des cas au niveau de la wilaya de Biskra (2019/2024)

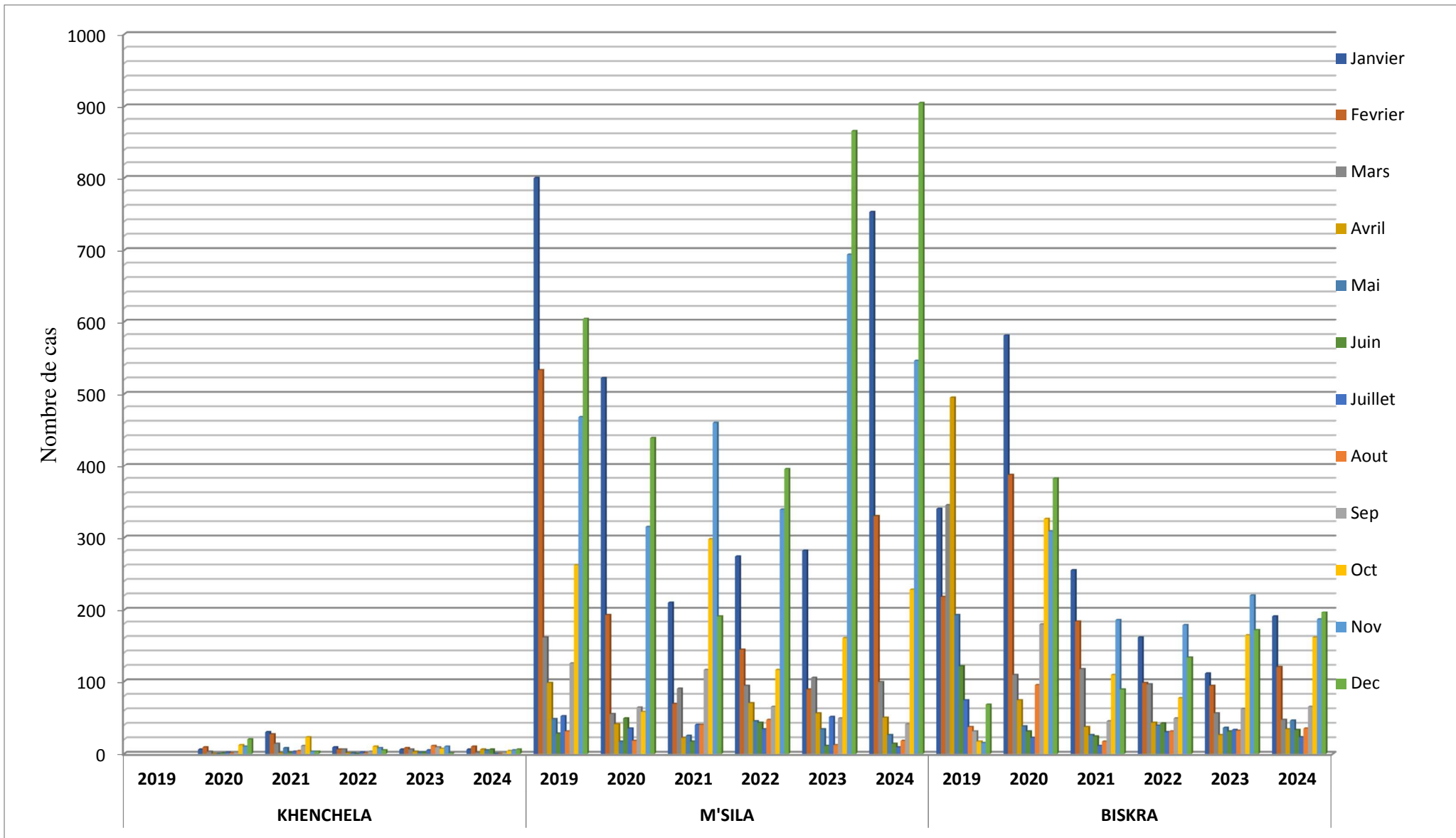


Figure 24: L'évolution mensuelle des cas par wilaya durant la période (2019-2024)

Les trois graphiques révèlent des fluctuations significatives du nombre de cas au fil des mois au cours de la période d'étude. La période hivernale se distingue par un nombre de cas généralement plus élevé par rapport au reste de l'année, avec des pics notables en mois janvier pour la wilaya de Khenchela et de Biskra et en décembre pour la wilaya de M'sila. La période estivale est marquée par une forte diminution, les mois de juin, juillet, août et septembre, montrent des nombres de cas constamment bas sur l'ensemble des années étudiées. Ce schéma suggère une forte saisonnalité, possiblement liée aux conditions climatiques locales qui favorisent la propagation de certaines infections respiratoires, comme discuté par **Zhang et al. (2019)**, qui mettent en avant le rôle des basses températures dans la recrudescence des maladies infectieuses. La montée constante en fin d'année dans toutes les années étudiées semble également indiquer une vulnérabilité accrue pendant les mois froids, probablement renforcée par une mobilité humaine plus élevée pendant les fêtes et les vacances. Également des facteurs environnementaux spécifiques (comme une humidité relative inhabituelle), comme discuté dans les travaux de (**Kandala et al., 2021**) sur les liens entre climat et distribution spatio-temporelle des maladies.

On examinant les variations annuelles ou mensuelles des nombres des cas de la leishmaniose cutanée dans les wilayas de Khenchela, Biskra et M'sila, on note que les trois régions étudiées montrent des profils temporels mensuelles similaires et annuelles différents. Cette disparité annuelle témoigne de la complexité des dynamiques épidémiologiques en Algérie. Ces observations rejoignent celles de **World Health Organization (2021)** qui soulignent la nécessité d'adapter les stratégies de surveillance épidémiologique à l'échelle locale.

3.3.Répartition selon le sexe :

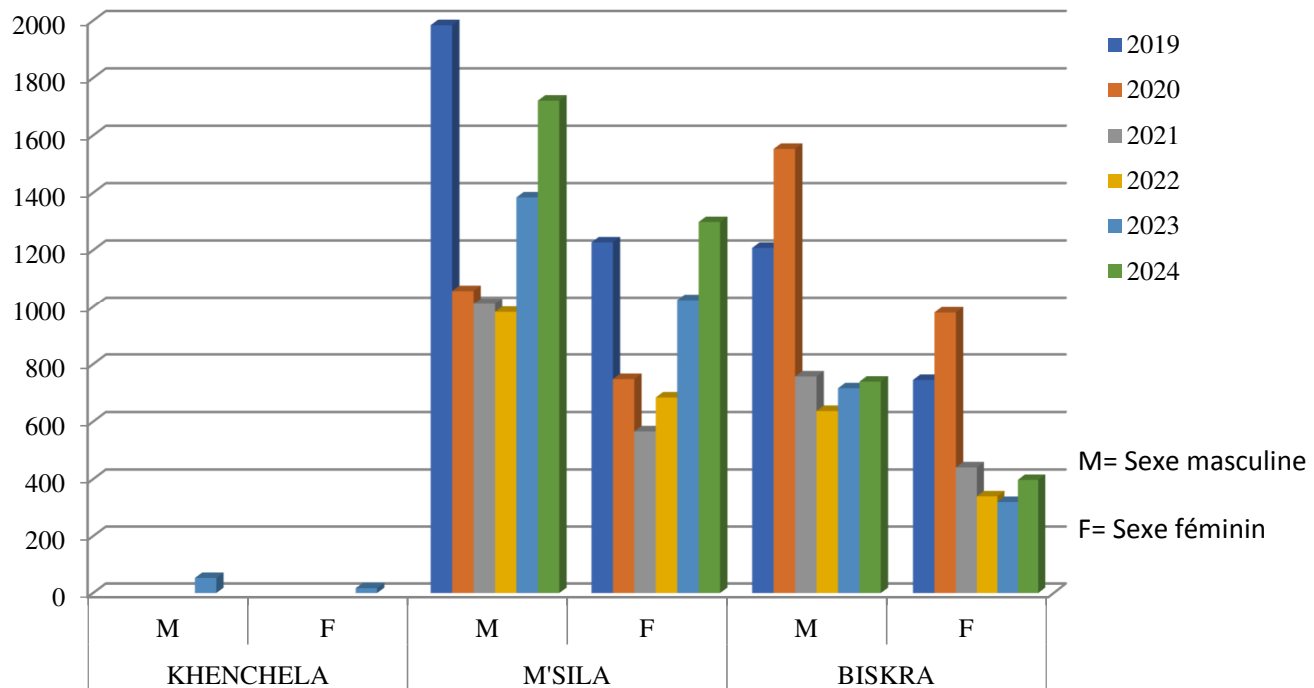


Figure 25: Répartition des cas de la LC par sexe entre 2019-2024

Selon les données des six dernières années, la prévalence du sexe masculin touchée par leishmaniose est toujours plus élevée que celle du sexe féminin. Pour la wilaya de M'sila, remarquons un graphe rebond caractérisée par une baisse dramatique des chiffres de l'année 2019 vers un fond à l'année 2022 pour les hommes et 2021 pour les femmes. Puis une reprise de l'acensement vers la hausse. Une étude des statistiques entre les années 1982 et 2013 offre le même aspect rebond qui se répète presque chaque six ans (boudrissa, 2014). Le cas se diffères à la wilaya de Biskra par un pique d'année 2020, suivie d'une décente dans les années 2022 et 2023 puis remonte peut significative en 2024.

La prévalence des zones dites endémiques est extrêmement très élevée par rapport à Khenchela mais le point commun est le sexe ratio qui est en faveur du sexe masculin, montrée par les données de l'année 2023.

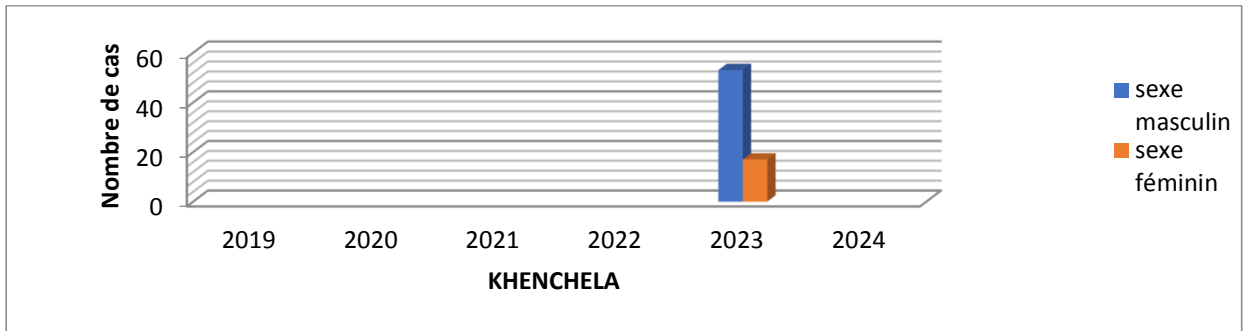


Figure 26: Répartition des cas de la LC par sexe dans la wilaya de Khenchela entre 2019-2024.

Un Sex-ratio= 3.12 pour la population de la wilaya de Khenchela durant l’année 2024 en faveur du sexe masculin.

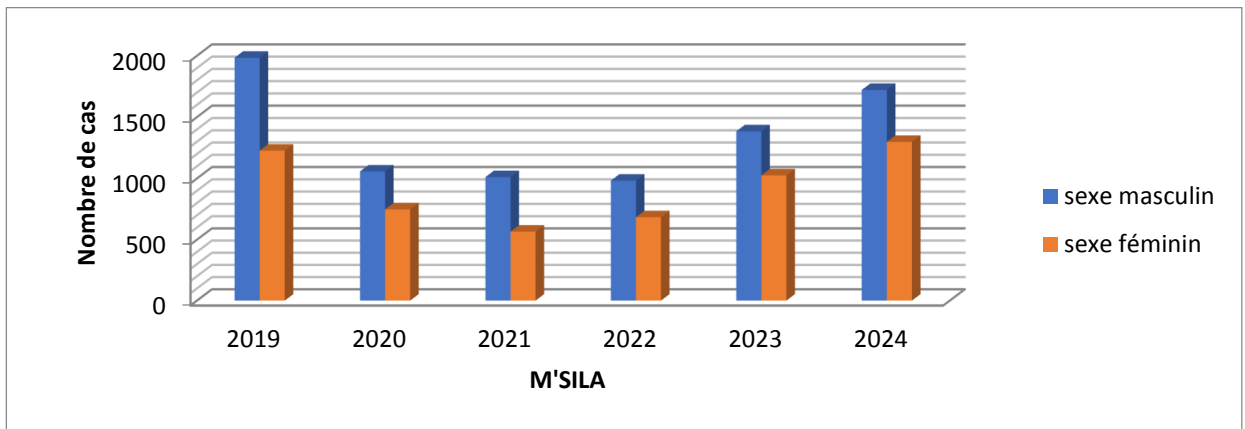


Figure 27: Répartition des cas de la LC par sexe dans la wilaya de M’sila 2019- 2024.

Un Sex-ratio= 1.47 pour la population de la wilaya de M’sila entre la période allant de 2019 jusqu’au 2024 en faveur du sexe masculin.

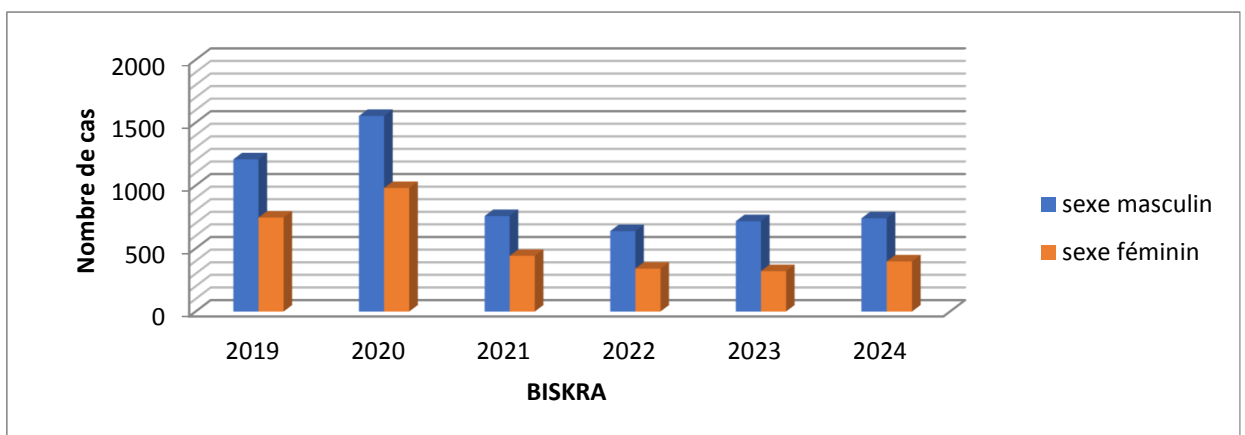


Figure 28: Répartition des cas de la LC par sexe dans la wilaya de Biskra entre 2019- 2024

Un Sex-ratio= 1.74 pour la population de la wilaya de Biskra entre la période allant de 2019 jusqu'au 2024 en faveur du sexe masculin

Le sexe ratio pour la wilaya de Khenchela est très élevé par rapport à M'sila et Biskra. Peut-être expliquer par la concentration des femmes dans les zones urbaines qui sont moins touchées que les zones rurales d'où les hommes les occupent pour les différentes activités industrielles, économique et agronomiques. C'était presque le même résultat pour la région de Chechar et Djellal en 2015-2016 avec un sexe ratio de 2,74 en faveur des hommes que celui de **Benchaib et Benhacene (2017)** et la région de Babar en 2020 (**Abbes et al., 2021**).

3.4. Répartition selon les tranches d'âge :

Leishmaniose cutané touche sans distinction toute les tranches d'âge (**boudrissa, 2014**). Les adultes âgées entre 20-44 ans sans les plus touchées à la wilaya de Khenchela en 2023. Observée aussi pendant la période entre 2006 et 2010 par **Houha et al. (2011)**. et à la Daira de Babar entre 2016-2020 (**Abbes et al., 2021**). Dans les zones endémique, la même tranche d'âge des adultes reste la plus touchées, mais on remarque que la tranche des enfants âgés entre 5 et 9 ans est secondairement la plus touchée avec une prévalence qui a dépassée celle des adultes dans les années 2020 et 2023 à M'sila et 2020 à Biskra.

Dans toutes les Wilayas la tranche d'adulte jeune entre 20 et 44 ans est toujours en premiers pour les mâles, sauf en 2023 à M'sila était fortement plus basse que la tranche des enfants entre 5-9 ans.

Cependant pour les femmes, les petites filles de 5 à 9 ans dominant le nombre des malades dans les zones endémiques contrairement à Khenchela ou les adultes femmes de 20 à 44 ans sont plus touchées.

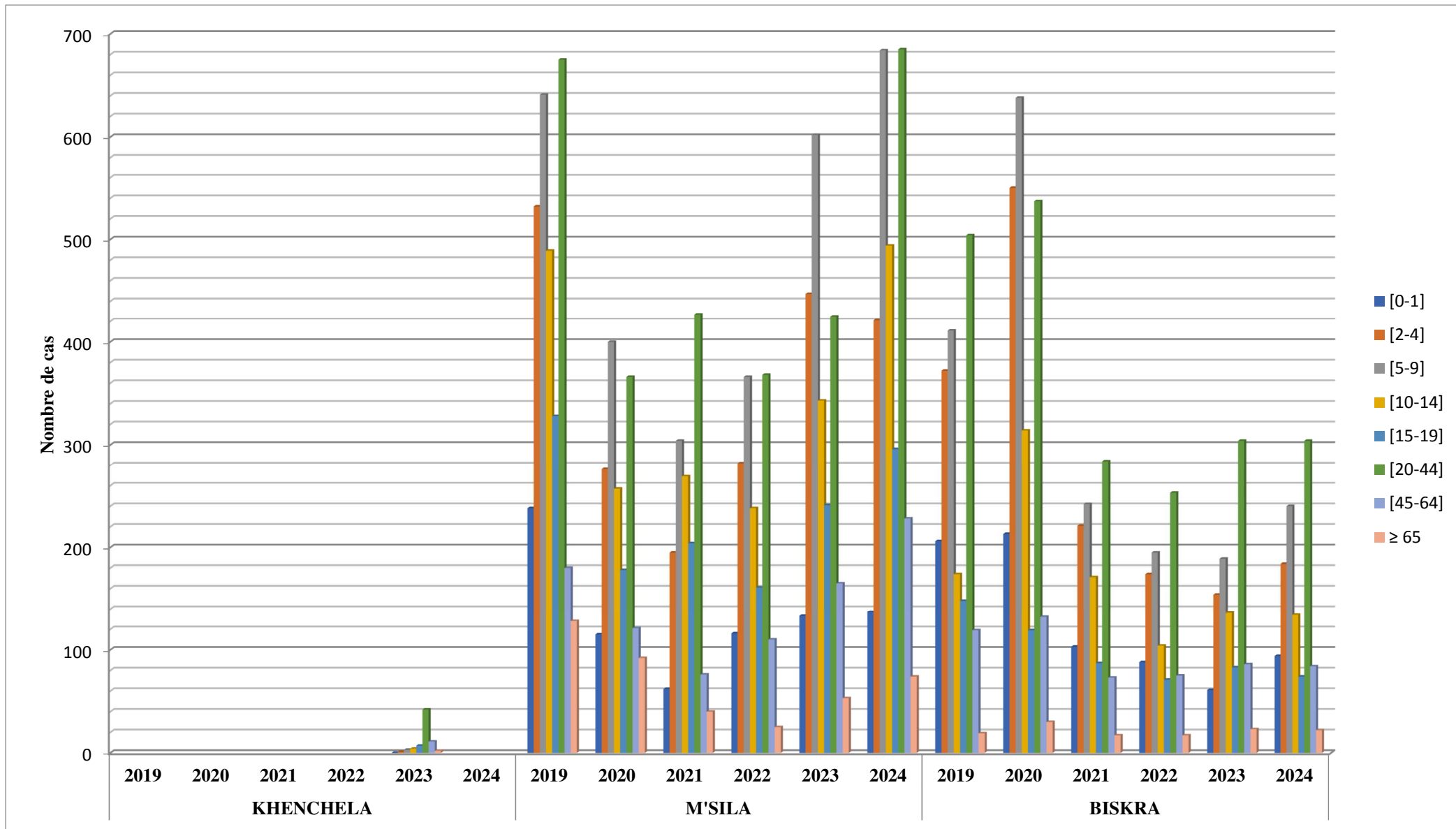


Figure 29: Répartition des cas de la LC par tranche d'âge entre 2019- 2024

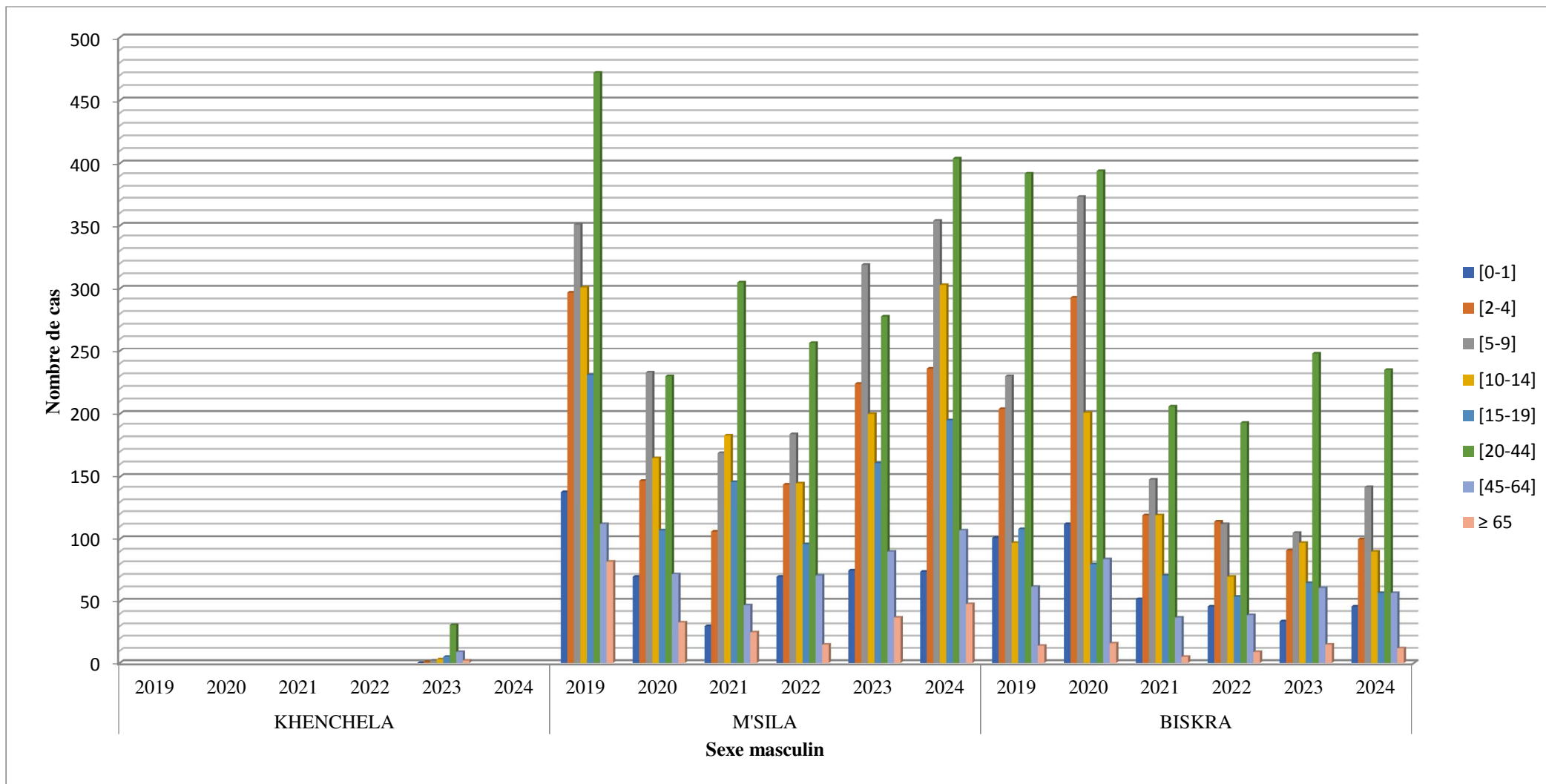


Figure 30: Répartition des cas de la LC par tranche d'âge pour le sexe masculin entre 2019- 2024.

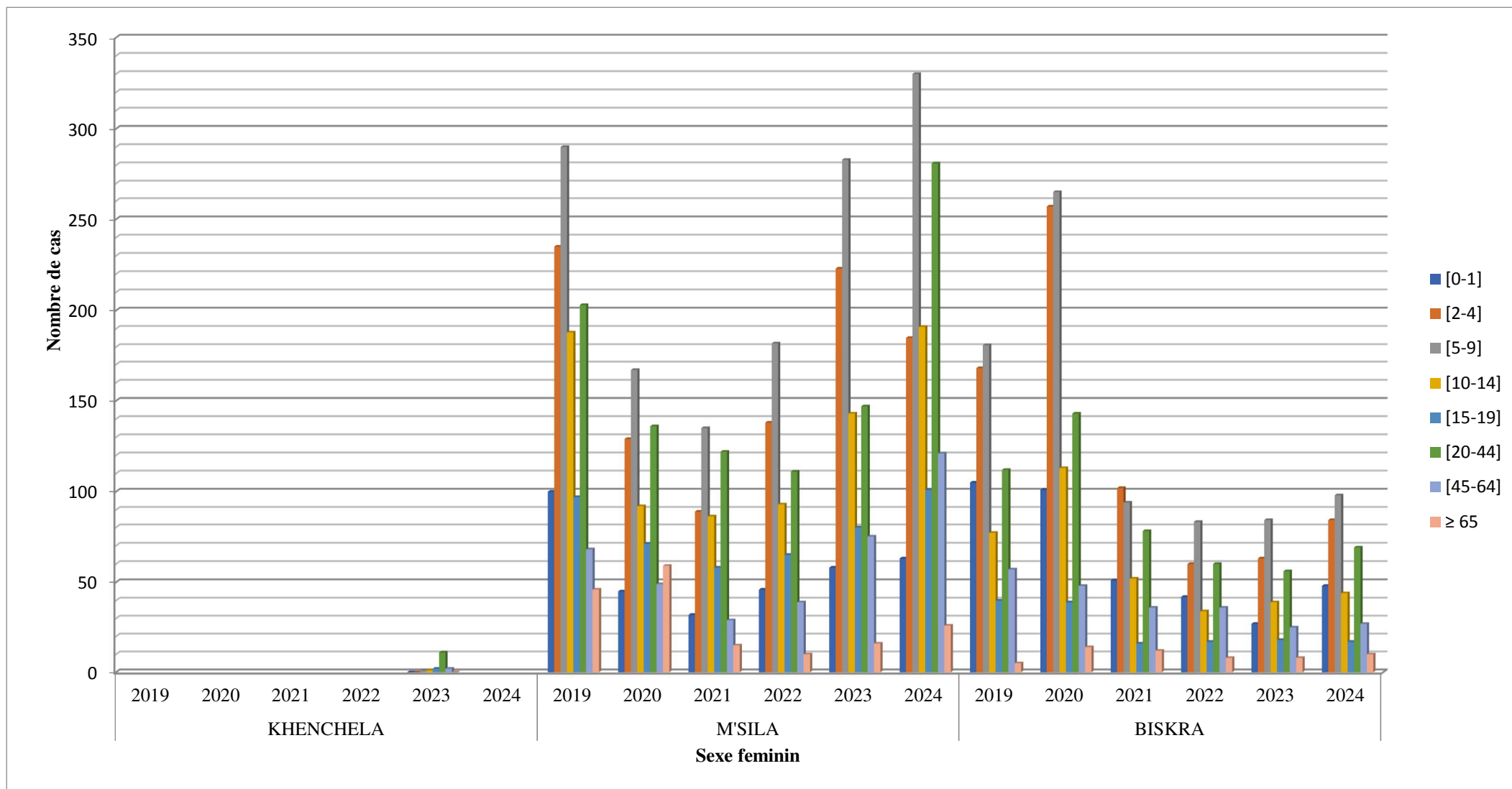


Figure 31: Répartition des cas de la LC par tranche d'âge pour le sexe féminin entre 2019- 2024.

3.5.Répartition par Commune pour chaque willaya

Wilaya de Khenchela

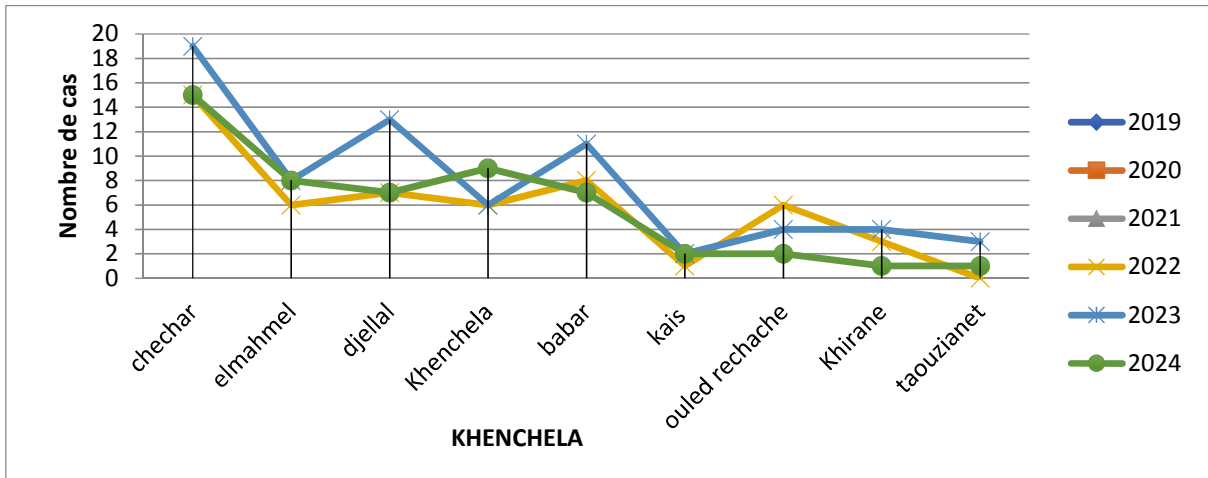


Figure 32: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de Khenchela (2022-2024)

Remarquons ici le rebond pour la majorité des communes, un taux s'augmente de l'année 2022 vers l'année 2023 puis se diminue en 2024, sauf pour la Commune de Khenchela où le nombre augmente d'une façon continue et l'inverse pour la commune de l'Ouled Rechache.

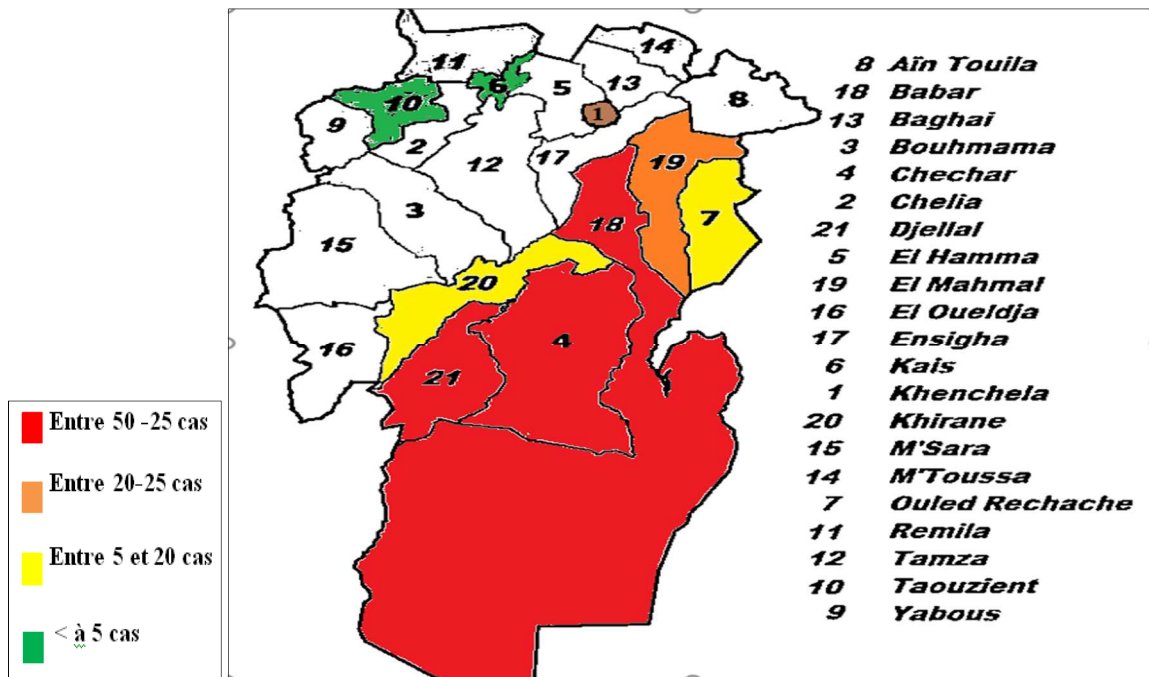


Figure 33: Carte de la wilaya de Khenchela selon la prévalence des cas de LC entre 2022-2024

La répartition des cas par commune dans la wilaya de Khenchela varie plus ou moins. Les communes de Chechar, Babar et Djellal ont enregistré le nombre le plus élevé de nouveaux cas au cours des trois dernières années, de 2022 à 2024. À un degré moindre, les communes de Khenchela et El Mahmel sont également concernées. Une incidence plus faible est observée dans les communes d'Ouled Rechache et Khirane, tandis que seuls quelques cas ont été signalés à Kais et Taouzient.

Wilaya de Batna

Entre 2020 et 2024, les chiffres diminuent dans la majorité des communes du centre et de l'est, notamment à Batna-ville, ce qui indique une réduction du risque de nouvelle propagation dans cette zone urbaine et densément peuplée.

En revanche, les communes de l'ouest endémique, telles que Barika, Azil Abdelkader et El Djezzar, situées près de la wilaya de M'sila, présentent une évolution similaire à celle des communes endémiques de M'sila. La prévalence y est marquée par une diminution après un pic en 2010, atteignant un creux en 2022, suivie d'une remontée significative vers 2024.

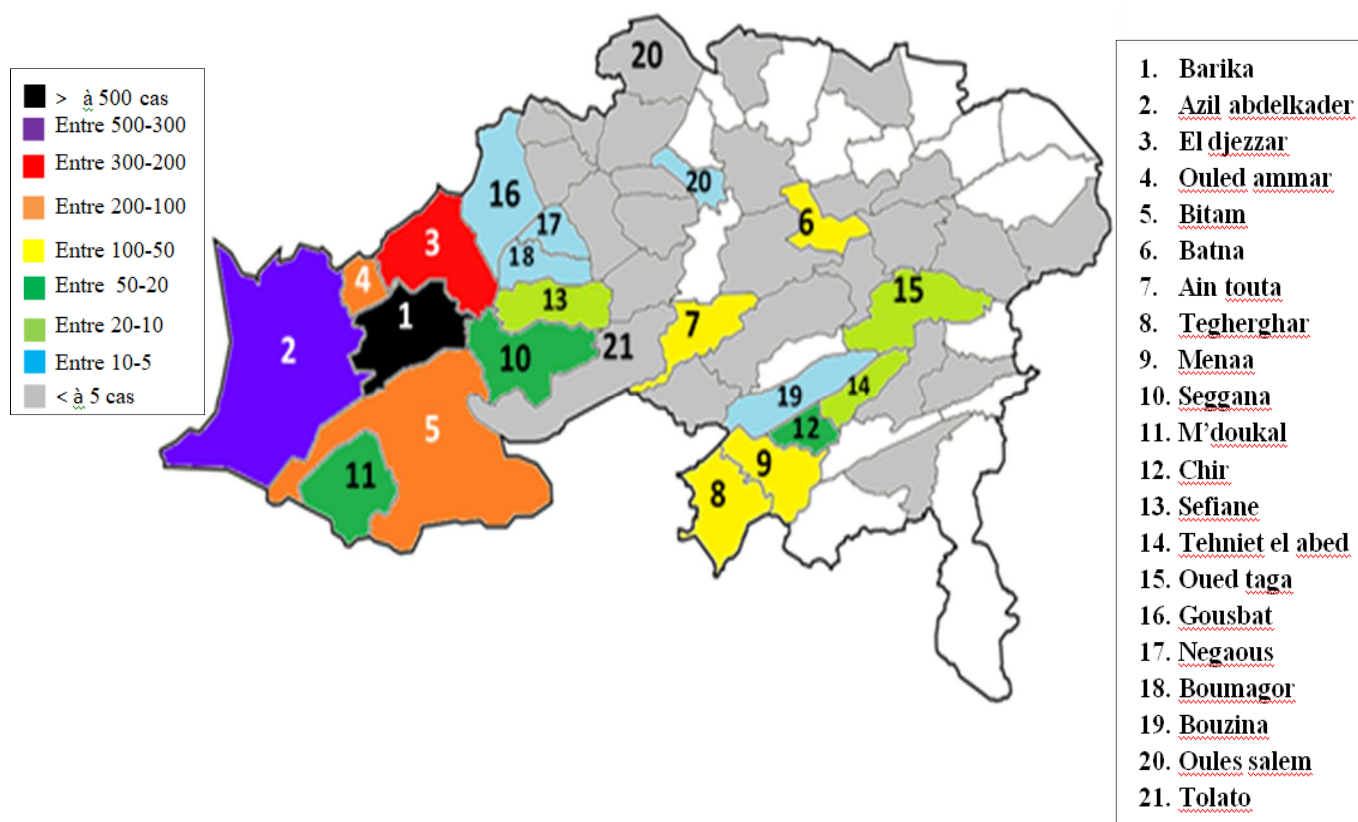


Figure 34: Carte de la wilaya de Batna selon la prévalence des cas de LC entre 2020-2024

La wilaya de Batna présente un taux plus élevé que celui de Khenchela, avec une prévalence en augmentation dans les zones géographiques endémiques de la wilaya de M'sila. Au cours des cinq dernières années (2020-2024), les cas se sont concentrés dans la région ouest. La commune de Barika affiche la prévalence la plus élevée avec 741 cas, suivie par Azil Abdelkader, El Djezzar, Bitam avec 196 cas, puis Ouled Ammar avec 120 cas.

La prévalence dans la capitale de la wilaya de Batna, ainsi qu'à Ain Touta, Menaâ et Tigherghar, reste relativement importante, située entre 100 et 50 cas. Le taux est plus bas, compris entre 50 et 20 cas, dans Mdoukal, Seggana et Chir. Une prévalence encore plus faible est observée dans les communes de Sefian, Tehniat El Abd et Oued Taga. Entre 5 et 10 cas ont été recensés dans les environs de Negaous, Boumagour, Merouana, Gosbat et Bouzina.

Sans dépasser la barre des 5 cas, quelques cas ont été observés dans plusieurs autres communes environnant la capitale et Ain Touta, ainsi que dans la zone s'étendant de Ouled Salem jusqu'à Tilato.

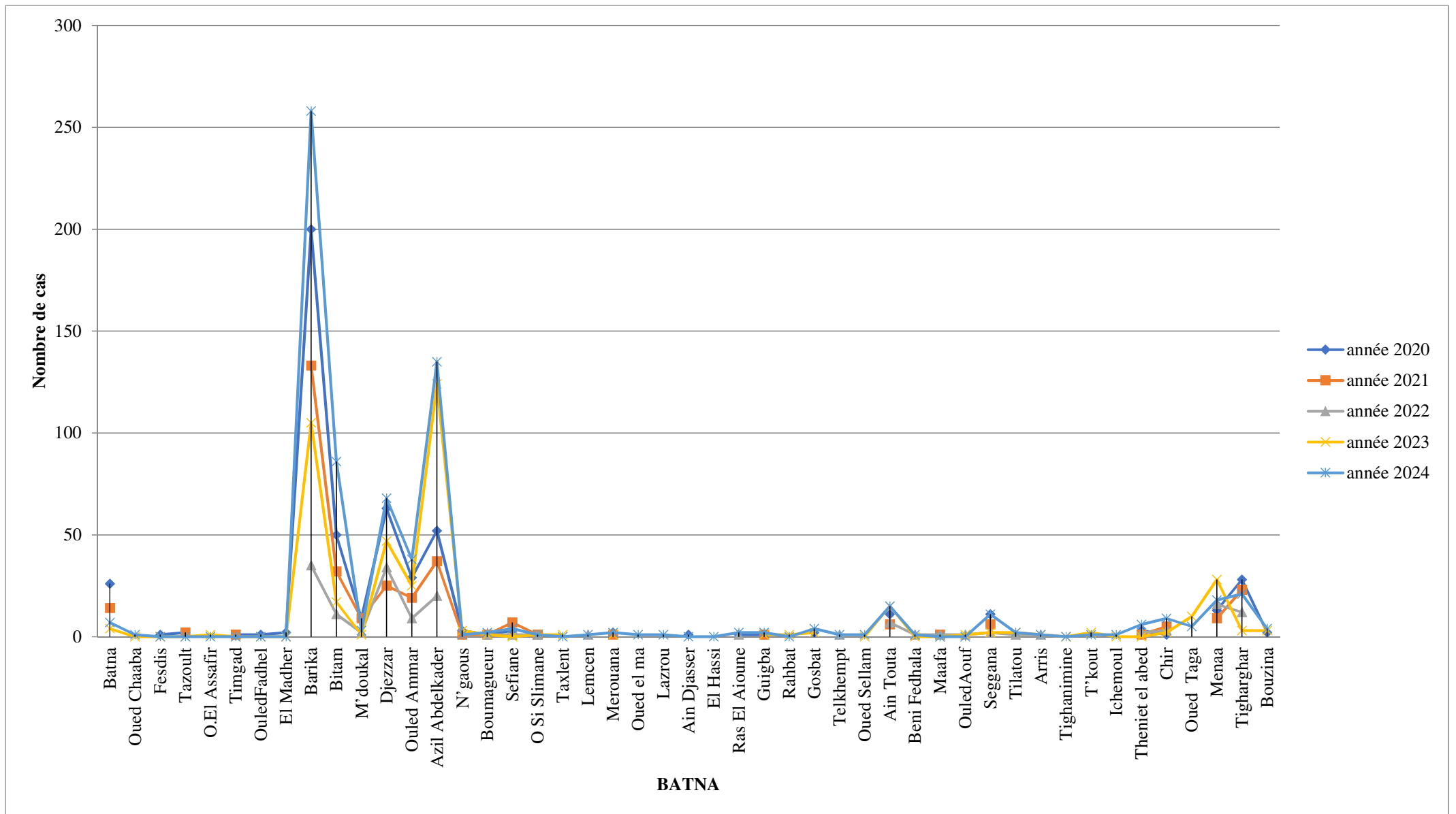


Figure 35: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de Batna (2020-2024)

Wilaya de M'sila

Dans la wilaya de M'sila, les daïras ayant enregistré les chiffres les plus élevés au cours des six dernières années (2019-2024) sont les suivantes : Bousaâda et Magra, avec plus de 1 800 cas chacune ; Ain El Melh, avec plus de 1 700 cas ; Chellal et M'sila, dépassant les 1 300 cas chacune ; Bensrou, Ouled Derradj et Khobana, avec un peu plus de 1 000 cas chacune ; Ouled Sidi Brahim et Sidi Amer, comptant plus de 500 cas chacune ; Sidi Aissa et Ain El Hadjel, enregistrant plus de 400 cas chacune ; 386 cas à Hammam Dalaa et un peu plus de 100 cas à Medjedel et Djebel Messaad.

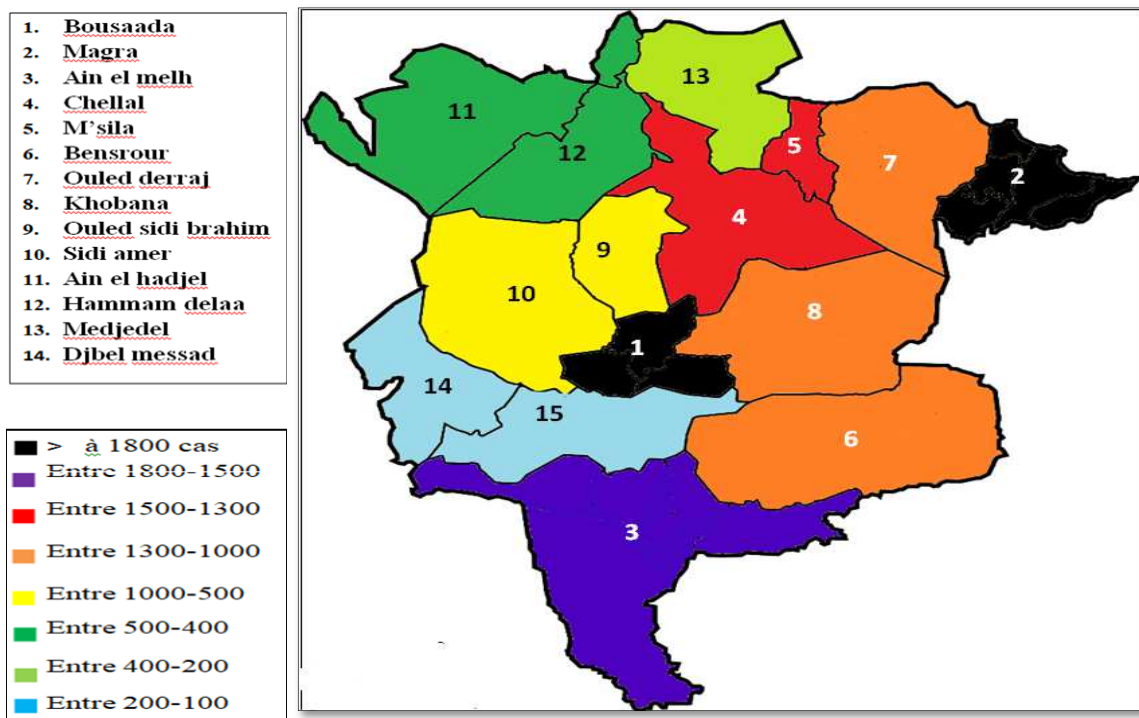


Figure 36: Carte de la wilaya de M'sila selon la prévalence des cas de LC entre 2020-2024

Les chiffres trop élevés ne sont pas distribués d'une façon homogène dans les communes des différentes dayras. Cette hétérogénéité de la répartition inter-communales peut être expliquée par les différentes incidences de la population, les zones urbaines et près des sources d'eau sont plus occupées que les zones rurales.

En fonction du temps, les zones endémiques de M'sila, Bousaada et Ain el melh garde la haute prévalence dans toutes les années. Observons un phénomène rebond marqué par une baisse après l'année 2019 vers un fond puis une remontée dans la plupart des communes. C'est le même phénomène observé dans les études statistiques depuis 1982 dans de la majorité des communes ou de la wilaya (**Boudrissa, 2014**).

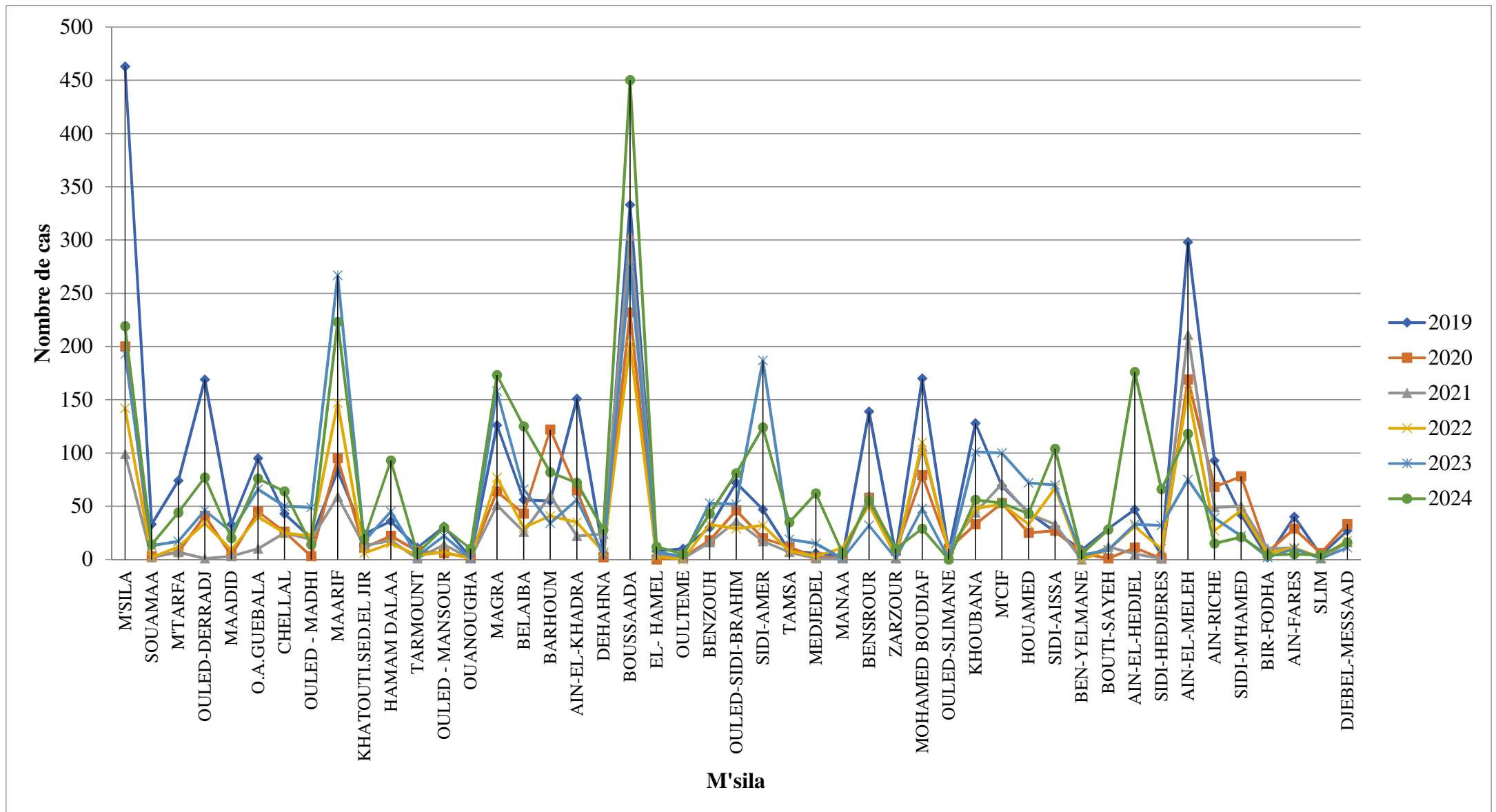


Figure 37: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de M'sila (2019-2024)

Wilaya de Biskra

La wilaya de Biskra présente une zone endémique avec 1302 cas entre 2019 et 2024 en plein centre de la wilaya, exactement à la ville de Biskra elle-même qui est entouré par des communes de moindre prévalence. Selon une étude faite en 2017 sur ce sujet, la forte concentration de LC dans les zones urbaine explique notamment la diminution de la prévalence dans les zones rurales [36]. La répartition se concentre principalement à l'est de la wilaya, plus précisément dans les communes de Zribet El Oued, El Faïdh, Sidi Okba et Ain Naga. Ces communes sont situées à proximité des zones endémiques de la wilaya de Khenchela et sont traversées par la route nationale N83, reliant les villes de Khenchela et Biskra.

Cette tendance était déjà observable dans l'étude de **Toumi (2018)**. Cependant, la principale différence réside dans la nouvelle organisation administrative, qui a exclu certaines communes à forte prévalence, comme Chaïba.

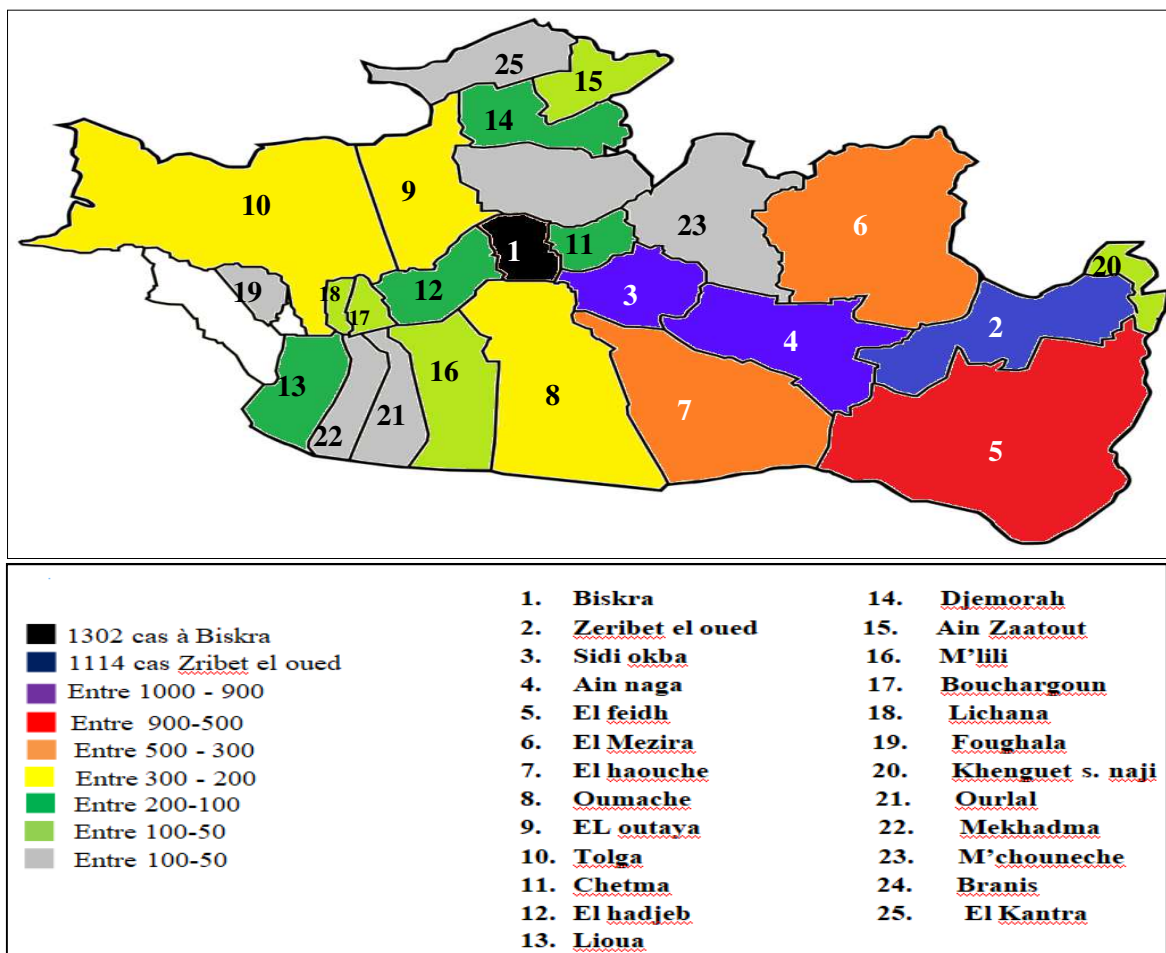


Figure 38: Carte de la wilaya de Biskra selon la prévalence des cas de LC entre 2020-2024

En examinant les tendances annuelles des communes entre 2019 et 2024, on observe que les pics ont majoritairement eu lieu en 2020, contrairement aux autres communes des autres wilayas, où les chiffres les plus élevés ont été enregistrés en 2019. Par ailleurs, l'apparition de l'effet rebond dans les zones endémiques, marqué par une diminution des chiffres de 2020 à 2022 suivie d'une augmentation progressive jusqu'en 2024.

De plus, les communes de Biskra et Zribet El Oued occupent systématiquement les deux premières places chaque année, ce qui suscite un intérêt accru pour des investigations de terrain, notamment sur les rongeurs réservoirs, dont la connaissance reste limitée.

En associant les cartes des wilayas aux statistiques des communes endémiques de 2022 à 2024, et en désignant les zones endémiques en rouge, les résultats montrent la proximité des zones touchées par la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Khenchela avec celles d'autres wilayas endémiques.

Ainsi, on peut déduire que plus l'on s'éloigne des capitales des wilayas endémiques, telles que Biskra et M'sila, ainsi que d'autres zones urbaines fortement peuplées, plus la prévalence diminue, ce qui souligne le rôle du réservoir humain dans la propagation de la maladie.

Ces résultats peuvent être corroborés par une étude menée au département de parasitologie de l'hôpital Avicenne en France, dont la cartographie met en évidence l'atteinte des mêmes zones, avec davantage de détails sur les types de parasites infectants"(**Izri *et al.*, 2021**).

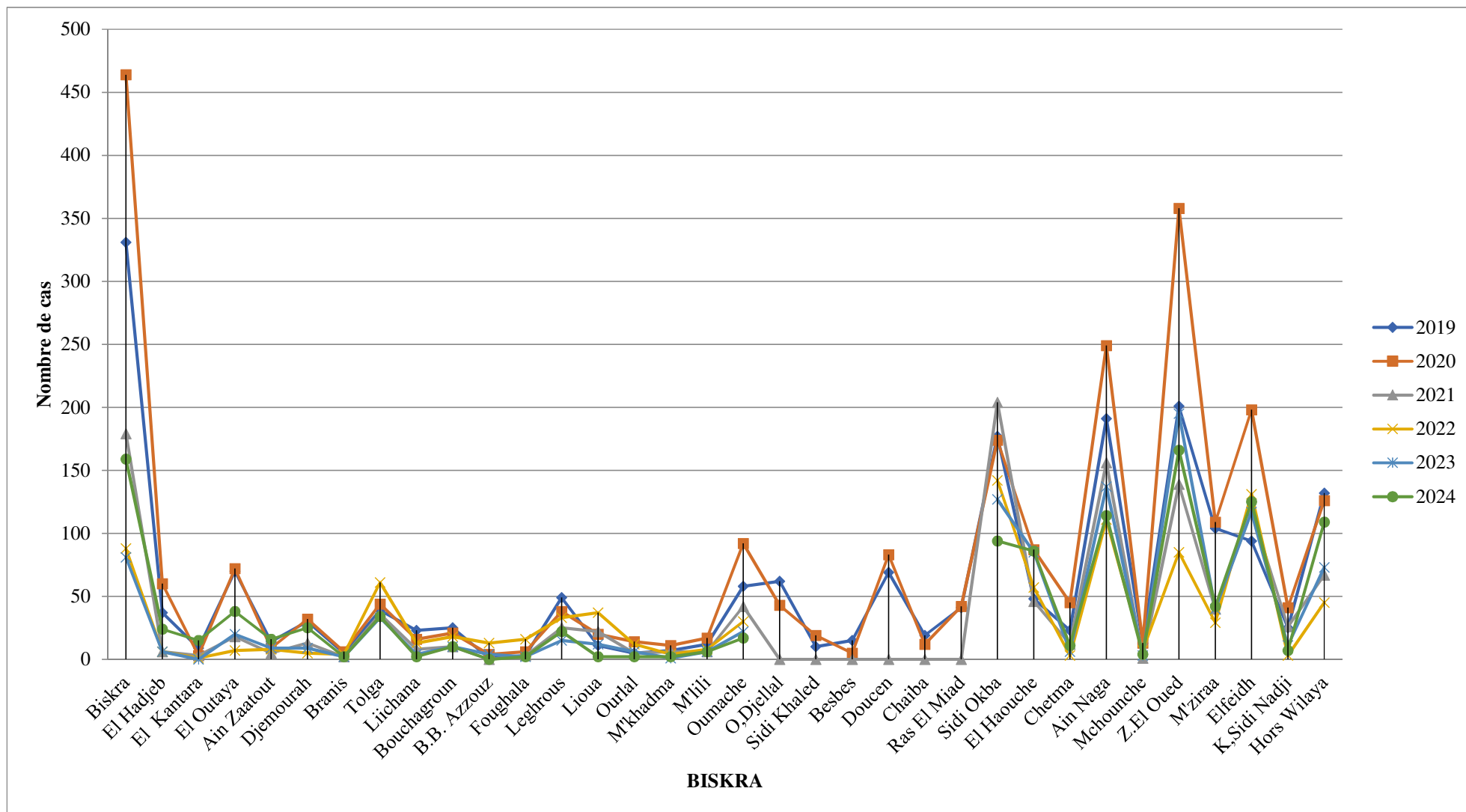


Figure 39: Évolution des nouveaux cas par commune dans la wilaya de Biskra (2019-2024).

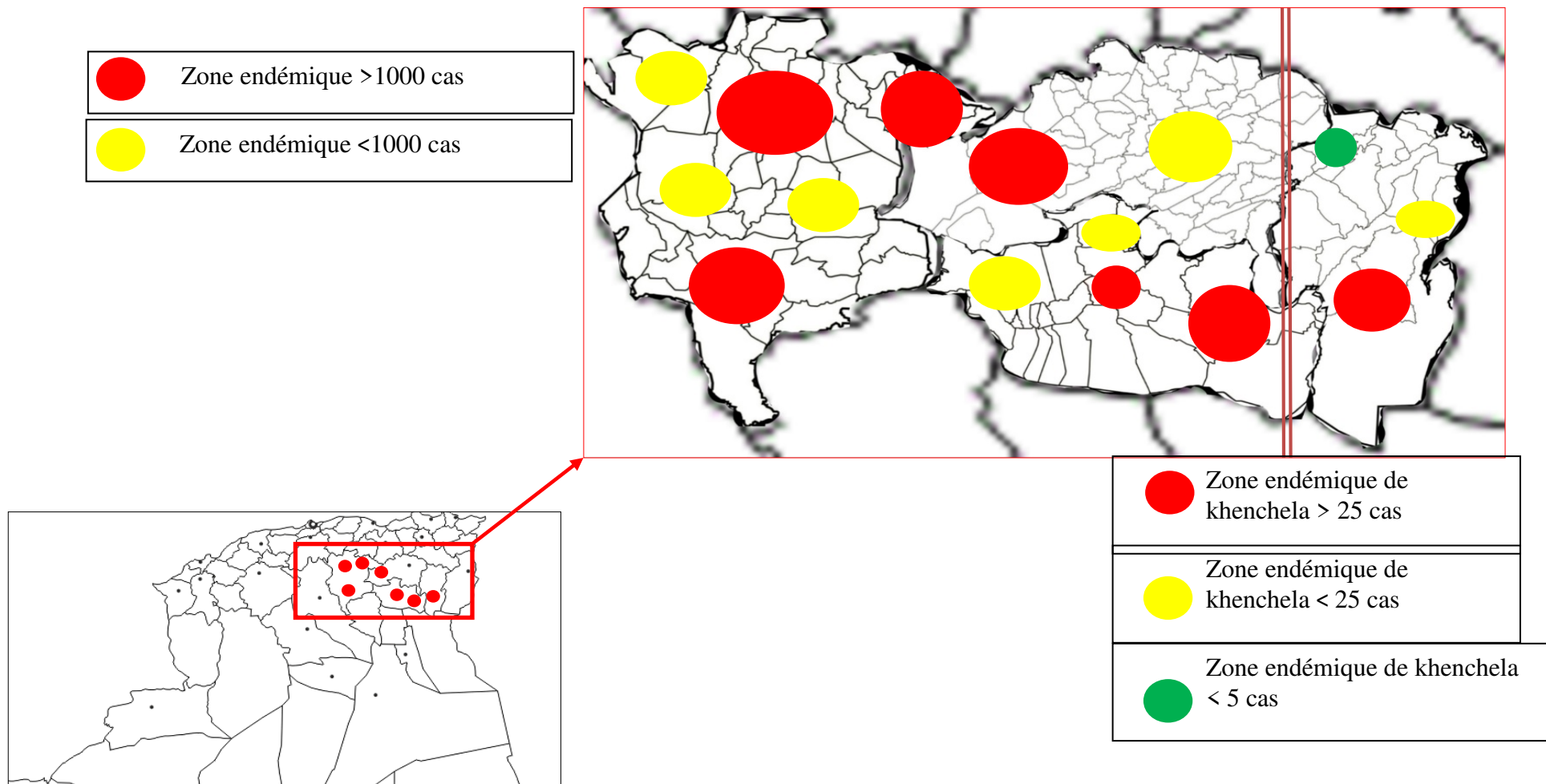


Figure 40: Évolution des nouveaux cas dans les trois wilayas (2019-2024).

La leishmaniose est une maladie parasitaire vectorielle qui représente un véritable problème mondial de santé publique. Affectant des millions de personnes à travers le monde, représentent un défi sanitaire majeur en Algérie, où les formes cutanées sont particulièrement répandues. Depuis les années 1990, une recrudescence préoccupante de cette affection a été observée, soulignant la nécessité d'une analyse approfondie de son évolution épidémiologique.

Cette étude épidémiologique rétrospective a analysé la dynamique spatio-temporelle de la leishmaniose et les facteurs influençant sa prévalence dans les quatre wilayas algériennes : Khenchela, M'sila, Biskra et Batna, sur une période de six ans (2019-2024). Les résultats ont révélé des dynamiques distinctes selon les wilayas. M'sila a présenté le nombre de cas le plus élevé, avec une recrudescence notable en fin de période. Biskra a montré une stabilisation après un pic initial, tandis que Khenchela et Batna ont enregistré des nombres de cas globalement plus faibles, avec des fluctuations modérées.

L'analyse mensuelle a mis en évidence des fluctuations significatives, avec des pics saisonniers variables selon les années et les régions. La prévalence masculine de la leishmaniose est systématiquement plus élevée que celle des femmes dans les zones étudiées. Le sex-ratio le plus élevé a été observé à Khenchela (3,12 en 2023), potentiellement en raison de la concentration des femmes dans les zones urbaines moins touchées et de l'exposition des hommes dans les zones rurales pour diverses activités. Ce constat est en accord avec des études antérieures de **Benchai et Benhacene (2017)** menées dans les régions de Chechar et Djellal (2,74 en 2015-2016) et Babar (2020). et la région de Babar en 2020 (**Abbes et al., 2021**).

Concernant la répartition par tranche d'âge, les adultes âgés de 20 à 44 ans sont les plus touchés à Khenchela en 2023, une observation également faite précédemment entre 2006 et 2010 et à Daira de Babar entre 2016-2020. Dans les zones endémiques, bien que les adultes jeunes (20-44 ans) restent majoritaires, la tranche d'âge des enfants (5-9 ans) est également fortement affectée, dépassant parfois celle des adultes, notamment à M'sila en 2020 et 2023, et à Biskra en 2020. Pour les femmes, les jeunes filles de 5 à 9 ans dominent les cas dans les zones endémiques, contrairement à Khenchela où les femmes adultes de 20 à 44 ans sont les plus touchées.

La répartition communale révèle une hétérogénéité significative. À Khenchela,

Chechar, Babar et Djellal ont enregistré le plus grand nombre de cas récents (2022-2024). À Batna, les cas sont concentrés dans la région ouest, avec Barika présentant la plus haute prévalence. Pour M'sila, Bousaada et Magra ont les chiffres les plus élevés. À Biskra, la ville de Biskra et les communes de Zribet el Oued, El Faidh, Sidi Okba et Ain Naga présentent une forte concentration. Il a été observé un phénomène de "rebond" dans la majorité des communes, avec une baisse des chiffres de 2019 à 2022 suivie d'une augmentation progressive vers 2024, similaire aux observations depuis 1982. La proximité des zones endémiques de Khenchela avec celles d'autres wilayas a été notée, et la prévalence diminue à mesure que l'on s'éloigne des capitales des wilayas endémiques, suggérant le rôle du réservoir humain dans la propagation de la maladie. Ces résultats corroborent des études antérieures, y compris une cartographie du département de parasitologie de l'hôpital Avicenne en France (**Izri et al., 2021**).

Pour résoudre ce problème de santé publique, des perspectives d'action ciblées sont nécessaires. Il est impératif de renforcer la surveillance épidémiologique dans les zones à forte prévalence, en particulier à M'sila et Biskra, en mettant l'accent sur les mois à risque de pics saisonniers (**Louçif et Bensalem, 2023**). Des programmes de contrôle vectoriel doivent être intensifiés, surtout dans les zones rurales où la prévalence masculine est élevée, en tenant compte des activités professionnelles des hommes. Une attention particulière devrait être portée aux enfants de 5 à 9 ans dans les zones endémiques, en mettant en place des mesures de prévention et de dépistage précoce adaptées. La recherche sur les rongeurs réservoirs dans les zones endémiques, notamment à Biskra et Zribet el Oued, est cruciale pour mieux comprendre la dynamique de transmission. Enfin, des campagnes de sensibilisation ciblées et des interventions communautaires sont nécessaires pour éduquer les populations sur les mesures de protection individuelle et l'importance de la consultation précoce, en tenant compte de la répartition hétérogène de la maladie entre les communes et du rôle du réservoir humain (**Boudounet, 2022**).

Abbes, S., Khouni, K., & Mansouri, S. (2021). Profil épidémiologique et entomologique de la leishmaniose cutanée dans la Daïra de Babar (wilaya de Khenchela). Université Abbes Laghrour – Khenchela.

Adel, A., Boughoufalah, A., Saegerman, C., De Deken, R., Bouchene, Z., Soukehal, A., Berkvens, D., & Boelaert, M. (2014). Epidemiology of Visceral Leishmaniasis in Algeria: An Update. *PLOS ONE*, 9(6), e99207. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099207>.

Alvar, J., Vélez, I. D., Bern, C., Herrero, M., Desjeux, P., Cano, J., et al. (2012). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS One*, 7, e35671. doi:10.1371/journal.pone.0035671.

Bates, P. A. (2006). *Housekeeping by Leishmania*. *Trends in Parasitology*, 22(10), 447-448. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.08.003>.

Benchaib, S., & Benhacene, Y. (2017). Enquête sur la leishmaniose cutanée (*Leishmania major*) dans la wilaya de Khenchela. Université Abbes Laghrour – Khenchela.

Bencherif, S., Messaoudi, F., & Boudjema, A. (2021). Impact des campagnes sanitaires sur la prévalence des maladies infectieuses en Algérie. *Revue Santé & Société*, 18, 45–59.

Benlaribi, I. H. (2025). Les leishmanioses. Support de cours, Département de Pharmacie, Faculté de Médecine. Université de Constantine.

Boudounet, A. (2022). *Profil épidémio-clinique, thérapeutique et évolutif de la leishmaniose cutanée (à propos de 52 cas)* [Mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra]. http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/22850/1/Amel_BOUDOUNET.pdf.

Boudrissa, A. (2014). Étude éco-épidémiologique de la leishmaniose cutanée du sud de l'Algérie [Mémoire de doctorat]. Université Ferhat Abbas – Sétif 1.

Burgos-Reyes, M. A., Baylón-Pacheco, L., Espíritu-Gordillo, P., Galindo-Gómez, S., Tsutsumi, V., & Rosales-Encina, J. L. (2021). Effect of prophylactic vaccination with the membrane-bound acid phosphatase gene of *Leishmania mexicana* in the murine model of localized cutaneous leishmaniasis. *Journal of Immunology Research*, 2021(1), 6624246. <https://doi.org/10.1155/2021/6624246>.

Depaquit, J., & Léger, N. (2017). Les Phlébotomes. (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Entomologie médicale et vétérinaire*, 295-320. https://www.researchgate.net/publication/313649359_Les_phlebotomes.

Djouzi, R. (2023). Étude épidémiologique rétrospective de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Khenchela [Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].

Donovan, C. (1903). On the possibility of the occurrence of trypanosomiasis in India. *British Medical Journal*, 2, 79.

Epelboin, L. (2012). *Journées d'échanges scientifiques de l'Ouarsenis Tissemsilt, Algérie – 26 mai 2012*. Disponible ici :

https://www.solimed.net/images/pdf/tissemsilt_leishmaniose_epelboin.pdf.

Faulde, M. K., Erkens, K., & Dieterle, R. (2015). *Epidemiologie und Prophylaxe der Leishmaniasis in Nordafghanistan*. *Der Hautarzt*, 66(5), 347-354. <https://doi.org/10.1007/s00105-015-3602-4>.

Houha, I., & Reghis, S. (2011). Étude épidémiologique de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Khenchela. Université Abbes Laghrour – Khenchela.

Institut Géographique National. (2020). *Atlas géographique de l'Algérie* (Éd. 2020).

Institut National de la Cartographie et de la Télédétection (INCT). (2021). *Atlas géographique des régions algériennes*.

Institut National de la Statistique (INS) - Algérie. (2023). *Données démographiques et sanitaires régionales*. <http://www.ons.dz>.

Institut national de santé publique du Québec. (2025). *Leishmaniose : diagnostic et traitement.*

[https://www.inspq.qc.ca/sante-voyage/guide/risques/leishmaniose/diagnostic-traitement.](https://www.inspq.qc.ca/sante-voyage/guide/risques/leishmaniose/diagnostic-traitement)

Institut National de Santé Publique. (2022). *Relevé Epidémiologique Mensuel « R.E.M » Algérie, Vol. XXXIII : Situation épidémiologique de l'année 2022 sur la base des cas déclarés à l'I.N.S.P.* Disponible ici :

[https://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/REM_annuel_2022.pdf.](https://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/REM_annuel_2022.pdf)

Izri, A., Bendjaballah-Laliam, A., Sereno, D., & Akhoundi, M. (2021). *Updates on geographical dispersion of Leishmania parasites causing cutaneous affections in Algeria.* Pathogens, 10(3), 267. [https://doi.org/10.3390/pathogens10030267.](https://doi.org/10.3390/pathogens10030267)

Kandala, N-B., El Amrani, R., & Benali, M. (2021). Distribution temporelle des maladies en fonction du climat et des migrations humaines dans le Maghreb. *Climate and Health Review*, 7(1), 33–47. <https://doi.org/10.xxxx/chr.2021.7.1.33>

Lamoureux, A., Guyonnet, A., Benchekroun, G., Guillot, J., & Maurey, C. (2016). Canine Leishmaniasis, a Protean Disease Presentation. *Le Point Vétérinaire / N° 364.*

[https://www.researchgate.net/publication/304884871_Canine_leishmaniasis_a_protean_disease_presentation.](https://www.researchgate.net/publication/304884871_Canine_leishmaniasis_a_protean_disease_presentation)

Laveran. (1903). *Bull Acad Med.*;50:238–40.

Louçif, N., & Bensalem, S. (2023). *Étude épidémiologique rétrospective de la leishmaniose cutanée dans la wilaya de Biskra (2018-2022)* [Mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra].

[http://archives.univbiskra.dz/bitstream/123456789/27619/1/LOUCIF_Nadjia_BENSALEM_Souad.pdf.](http://archives.univbiskra.dz/bitstream/123456789/27619/1/LOUCIF_Nadjia_BENSALEM_Souad.pdf)

Marie, C., & Petri, W. A. Jr. (2025). *Leishmaniose - Maladies infectieuses*. Édition professionnelle du Manuel MSD. Disponible ici

<https://www.msmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/protozoaires-extra-intestinaux/leishmaniose>.

Masmoudi, A., Ayadi, N., Boudaya, S., Meziou, T. J., Mseddi, M., Marrekchi, S., Bouassida, H., Turki, H., & Zahaf, A. (2007). Polymorphisme clinique de la leishmaniose cutanée du centre et sud tunisien. *Bull Soc Pathol Exot*, 100(Suppl 1), 36-40

Ministère de l'Environnement. (2023). *Rapport climatique régional 2019-2024*.

Office National de la Météorologie (ONM). (2024). *Données climatiques régionales*.

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2023). *Leishmaniasis*. Disponible ici : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>.

Organisation mondiale de la santé OMS. (2025). *Leishmaniasis*. Disponible ici : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>.

Organisation mondiale de la Santé. (2010). *La lutte contre les leishmanioses : rapport de la réunion du comité OMS d'experts de la lutte contre les leishmanioses, Genève, 22 - 26 mars 2010*. Série de rapports techniques, 949. Disponible ici : <https://www.sfdermato.org/upload/recommandations/who-trs-949-fre-73c766a5b52390127f8d5a3caca9f783.pdf>

Organisation mondiale de la Santé. (2014). *Manuel pour la prise en charge de la leishmaniose cutanée dans la Région OMS de la Méditerranée orientale*. https://applications.emro.who.int/dsaf/emropub_2014_fr_1608.pdf.

Organisation Mondiale de la Santé. (2020). *Rapport mondial sur les maladies transmissibles*. <https://www.who.int>.

Pandey, R. P., Peer, G. D., Priyadarshini, A., Gupta, A., Vibhuti, A., Leal, E., da Costa, A. C., Prudencio, C., Chang, C.-M., & Raj, V. S. (2023). A systematic assessment of

Leishmania donovani infection in domestic and wild animal reservoir hosts of zoonotic Visceral Leishmaniasis. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3176846/v2>.

Pasquier, G., & Ravel, C. (2023). Les leishmanioses au laboratoire. *Revue Francophone des Laboratoires*, 556, 26-33. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(23\)00212-5](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(23)00212-5).

Prudhomme, J. (2015). *Phlébotomes et écosystèmes : impact des facteurs biotiques et abiotiques sur la structure génétique et phénotypique des populations* [Thèse de Doctoral, Université Montpellier].

Raj, S., Sasidharan, S., Balaji, S., Dubey, V., & Saudagar, P. (2020). Review on natural products as an alternative to contemporary anti-leishmanial therapeutics. *Journal of Proteins and Proteomics*, 11(1). <https://doi.org/10.1007/s42485-020-00035-w>.

Ruiz-Postigo, J. A., Jain, S., Madjou, S., Virrey Agua, J. F., Maia-Elkhoury, A. N., Valadas, S., Warusavithana, S., Osman, M., Yajima, A., Lin, Z., & Beshaha, A. (2023). Surveillance mondiale de la leishmaniose, 2022: évaluation des tendances des 10 dernières années. *Weekly epidemiological record*, no 40.

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373229/WER9840-471-487.pdf>.

Saghrouni, F. (s. d.). *Diagnostic biologique des leishmanioses*. CHU Farhat Hached. Sousse. Disponible ici : https://www.infectiologie.org.tn/pdf_ppt_docs/cmi/sousse_01032012/diagnostic_biologique_leishmaniose.pdf.

Santé Canada. (2023). *Le DEET chez les personnes vivant au Canada*. Disponible ici : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/contaminants-environnementaux/ressources-biosurveillance-humaine/deet-chez-personnes.html>.

Sheikh, S., Amir, A., Amir, B., & Amir, A. (2020). Leishmaniasis. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90680>.

Souza, N. N., Ursine, R. L., Cruz, D. S., Xavier, E. M. S., Queiroz, L. R. P., Falcão, L. A. D., Araújo, W. S., Gontijo, C. M. F., Melo, M. N., & Vieira, T. M. (2023). Leishmania species infection of bats: A systematic review. *Acta Tropica*, 248, 107025.

<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.107025>.

Steverding, D. (2017). The history of leishmaniasis. *Parasites & Vectors*, 10(82).

doi : [10.1186/s13071-017-2028-5](https://doi.org/10.1186/s13071-017-2028-5).

Toumi, H., Kadi, M., & Ait Said, A. (2020). Effet des conditions climatiques sur la transmission des maladies vectorielles au Sud algérien. *Algérie Sciences et Santé*.

Toumi, K. (2018). Contribution à l'étude de la prévalence de la leishmaniose au niveau de la wilaya de Biskra. Université Mohamed Khider de Biskra.

Vetterling, J.M. (1976). *Protozoan Parasites*.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-730050-4.50017-X>.

WHO Regional Office for the Eastern Mediterranean. (2021). *Regional infectious disease surveillance framework: tailored approaches for heterogeneous regions*. WHO Reports.

Zhang, Y., Li, H., & Chen, J. (2019). Correlation entre température saisonnière et intensité des infections respiratoires : une méta-analyse globale. *International Journal of Epidemiology*, 48(2), 512–525. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa001>