



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور - الجلفة
Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Projet de fin d'étude
En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Parasitologie
Option : Parasitologie

**Abondance et diversité de quelques vecteurs
de *Leishmania* spp. dans la région de Djelfa**

Présenté par: M^{lle}. DJAFER Hadjer

Soutenu le : 1 Juillet 2024

Devant le jury compose de:

Promotrice	: GUERZOU Ahlem	Professeure	Université de Ziane Achour. Djelfa
Co-promoteur	: BOUKRAA Slimane	MCB	Ecole National Supérieur Agronomique
Présidente	: Mme. SENNI Rachida	MCA	Université de Ziane Achour. Djelfa
Examinatrice	: Mme. AIT AIDER Lina	MCB	Université de Ziane Achour. Djelfa

Année Universitaire 2023-2024

Remerciements

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à ALLAH

De m'avoir donné le courage, la volonté, la santé et la patience pour terminer ce modeste travail.

Je tiens à remercier vivement ma promotrice Pr. GUERZOU Ahlem qui m'a apportée l'aide et conseils nécessaires pour achever mon humble travail, Merci pour votre disponibilité, vos conseils, vos encouragements, et surtout pour votre patience pendant la réalisation et la rédaction de ce travail.

Ainsi que Monsieur Dr. BOUKRAA Slimane qui m'a suivi tout au long de mes sorties pratiques.

Mes chaleureux remerciements s'expriment aux membres de jury, Mme SENNI Rachida MCA à l'université de Djelfa et Mme AIT AIDER Lina MCB à l'université de Djelfa ; d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements sont dédiés à mes parents, toute la famille et à mes amies Salsabil Thawab et Ibtissem qui m'ont soutenu.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude la plus sincère envers Mme BELLI Zoubida pour son soutien et ses précieux conseils.

DEDICACES

*À mes chers parents.
Qui ont toujours cru en moi.
Je vous aime énormément.*

À mon frère Youcef et ma sœur Meriem.

*À mes amies
Salsabil Thawab, Ibtissem et Chahinez*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à
la réalisation de ce travail.*

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....2

Chapitre 1 : Brèves généralités sur les phlébotomes

1.1 - Vecteur de la leishmaniose «Phlébotomes»5

1.2 - Taxonomie de Phlébotome5

1.3 - Reconnaissance morphologique et identification6

1.4 - Cycle évolutif.....6

1.5 – Répartition de quelques espèces de phlébotomes8

1.5.1 - Dans le monde8

1.5.2 - En Algérie9

1.6 - Nutrition du vecteur9

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1 - Présentation de la région de Djelfa12

2.2 - Choix et description des stations d'étude13

2.2.1 – Station de Hassi Bahbah13

2.2.2 - Station de l'Institut Technologique Spécialisé de Formation

Agropastoralisme « ITSFA »14

2.2.3 - Station Messaad14

2.3 - Echantillonnage et identification des spécimens	15
2.3.1 – Travail sur terrain	15
2.3.1.1 - Avantages.....	17
2.3.1.2 - Inconvénients	17
2.3.2 - Travail au laboratoire	18
2.3.2.1 - Préparation des spécimens	18
2.3.2.2 - Identification des spécimens	19
2.4 - Exploitation des résultats.....	19

Chapitre 3 : Résultats des abondances et diversités des phlébotomes

3.1 - Liste de la faune associée capturées dans les trois stations	22
3.2 - Liste des espèces de phlébotomes capturées dans les trois stations d'étude par les pièges collant	23
3.3 – Exploitation des résultats par les indices écologiques	24
3.3.1 – Indice écologique de composition	24
3.3.1.1 - Richesse totale et la richesse moyenne.....	24
3.3.1.2 - Abondance relative des espèces de phlébotomes des trois stations	25
3.3.1.3 - Fréquence d'occurrence	27
3.3.2 - Indices écologiques de structure	30

Chapitre 4 : Discussion

4.1 - Discussion des résultats des espèces de la faune associée à la phlébotofaune piégée dans les trois stations d'étude.....	32
4.2 - Discussion sur les espèces de phlébotomes capturées dans les trois stations.....	32
4.3 – Discussion des indices écologiques de composition.....	33

4.3.1 - Discussion des résultats de la richesse totale des espèces de phlébotomes	33
4.3.2 - Discussion des résultats des abondances relatives des espèces de phlébotomes	33
4.3.3 - Discussion des résultats de la fréquence d'occurrence des espèces de phlébotomes	34
4.3.4 - Discussion des résultats de l'indice de la diversité de Shannon–Waever et de l'équitabilité des espèces de phlébotomes.....	35
Conclusion	37
Références bibliographiques	40
Résumés	

Liste des abréviations

LC : Leishmaniose cutanée

LV : Leishmaniose viscérale

LCM : Leishmaniose cutanémuqueuse

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ITSFA : Institut Technologique Spécialisé de Formation Agropastoralisme

DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi Budgetaire

Fig : Figure

% : Pourcentage

mm : Millimètre

WHO : World Health Organization

Liste des figures

Figure 1 : *Phlebotomus* sp. femelle gorgée

Figure 2 : Cycle évolutif de phlébotome

Figure 3 : Répartition mondiale de quelques espèces de phlébotomes

Figure 4 : Situation géographique de la région de Djelfa – Earth map -

Figure 5 : Station Hassi Bahbah – : **a-** Hangar bovins, **b-** Hangar ovins et caprins

Figure 6 : Station ITSFA : **a-** Hangar bovins, **b-** Hangar ovins et caprins, **c-** Hangar volaille

Figure 7 : Hangar Bovins – Messaad –

Figure 8 : Piégeage – Hassi Bahbah - : **a-** Piège bovins, **b-** Piège ovins et caprins, **c-** Piège fumier, **d-** Piège trou à rats

Figure 9 : Piégeage – ITSFA - : **a-** Piège bovins, **b-** Piège ovins et caprins, **c-** Piège volaille, **d-** Piège trou à rats, **e-** Piège dromadaire

Figure 10 : Piégeage – Hassi Bahbah – : **a-** Piège bovins, **b-** Piège trou à rats

Figure 11 : Préparations des spécimens : **a-** Eclaircissement (KOH et l'eau distillée), **b-** Bain d'eau distillée

Figure 12 : *Phlebotomus papatasi* : **a-** Genitalia mâle, **b-** Spermathèque femelle

Figure 13: Un organigramme des indices écologiques de composition et structure utilisés pour exploiter les résultats

Figure 14 : Abondances des différences espèces collectées par les pièges collant dans les trois stations d'étude

Figure 15 : Richesse moyenne des espèces de phlébotome dans trois stations

Figure 16 : *Phlebotomus papatasi* : **a-** *Phlebotomus papatasi* Mâle, **b -** *Phlebotomus papatasi* femelle gorgée

Figure 17 : Abondances relatives des espèces de phlébotome mâles et femelles dans les trois stations d'étude

Figure 18 : Fréquences d'occurrence des phlébotomes capturés dans la station de Hassi Bahbah

Figure 19 : Fréquences d'occurrence des phlébotomes capturés dans la station d'ITSFA

Figure 20 : Fréquences d'occurrence des phlébotomes capturés dans la station de Messaad

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste et abondances des différences espèces collectées par les pièges collant dans les trois stations d'étude.

Tableau 2 : Liste des espèces de phlébotomes capturées dans les trois stations.

Tableau 3 : Richesse totale et moyenne des espèces de phlébotome dans trois stations.

Tableau 4 : Abondances relatives (AR%) des espèces de phlébotomes.

Tableau 5 : Fréquence d'occurrence des phlébotomes capturés dans les trois stations.

Tableau 6 : Valeurs de l'indice de la diversité de Shannon –Waever, indice de diversité maximale et de l'équitabilité.

Introduction

Introduction :

La leishmaniose est une maladie parasitaire négligée qui touche surtout les populations pauvres des régions tropicales et subtropicales. Elle est décrite dès l'antiquité en Inde et au Moyen-Orient (REITHINGER et al., 2007). Les leishmanioses se manifestent lorsque des protozoaires flagellés du genre *leishmania* parasitent les cellules du système des phagocytes mononucléés (DESJEUX, 2004). Ces maladies sont transmises par des insectes diptères du genre *Phlebotomus* dans l'ancien monde et *Lutzomyia* dans le nouveau monde (MOKNI, 2019). Chez l'homme les manifestations cliniques sont complexes en raison du nombre élevé d'espèces impliquées et peuvent se manifester sous trois formes principales : la leishmaniose viscérale (LV), la forme la plus sévère, la leishmaniose cutanée (LC), la forme la plus courante, et la leishmaniose cutanéomuqueuse (LCM) (PASQUIER et RAVEL., 2023). La répartition géographique de la leishmaniose couvre plus de 98 pays, touchant principalement les zones tropicales et subtropicales (ANOFEL, 2014). Les foyers les plus importants se trouvent en Asie, en Afrique et en Amérique latine (SERENO, 2019). Ces foyers se concentrent dans les endroits les plus riches en gîtes des larves de phlébotomes qui jouent un rôle essentiel dans le cycle de transmission de la leishmaniose (ALEXANDRE et MAROLI., 2003). L'étude de ces insectes est cruciale pour comprendre et maîtriser la propagation de la maladie, car ils sont les seuls vecteurs capables de transmettre les parasites *Leishmania* d'un hôte à un autre par les femelles (DESJEUX et al., 2001).

L'Algérie est l'un des pays les plus touchés au monde et au bassin méditerranéen (WHO, 2022). La maladie est signalée dans plusieurs régions notamment à Djelfa qui est déclarée un foyer endémique de la leishmaniose cutanée (LC) (D.S.P 2023; MESSAOUDENE et al., 2023). Cependant, les études concernant les vecteurs de LC à Djelfa sont rares voire absentes. Les seules travaux qui peuvent être cités sont ceux de MESSAOUDENE et al., (2023) et MESSAOUDENE et al., (2024). L'objectif du présent travail est de mener une étude approfondie sur les insectes vecteurs de la leishmaniose dans la région de Djelfa afin dresser une liste préliminaire des phlébotomes de la région et de repérer les zones à risque de transmission de la leishmaniose.

Le document présenté commence par une introduction suivie par trois chapitres essentiels. Le premier chapitre explore en profondeur le phlébotome, vecteur principal de la maladie, couvrant sa taxonomie, la reconnaissance morphologique, le cycle évolutif, sa répartition mondiale et en

Algérie, ainsi que son comportement et son habitat. Le deuxième chapitre présente le matériel et méthodes utilisés, incluant la présentation de la région de Djelfa et des stations d'étude sélectionnées, les techniques d'échantillonnage et d'identification en laboratoire, et un organigramme des indices écologiques appliqués. Enfin, Le dernier chapitre présente les espèces de phlébotomes identifiées à Djelfa, détaillant leur répartition et leur abondance par site d'étude. Les résultats sont analysés à travers des indices écologiques pour évaluer la composition et la structure des populations de vecteurs et sont accompagnés par une discussion pour comparer les présents résultats avec ceux obtenus dans des études antérieures. Une conclusion générale et quelques perspectives sont présentées à la fin du document.

Chapitre 1

Brèves généralités sur les Phlébotomes

Chapitre 1 - Brèves généralités sur les Phlébotomes

Le premier chapitre est une brève revue sur les phlébotomes vecteurs des leishmanioses. Plusieurs volets sont détaillés dans ce chapitre. D'abord, une présentation de vecteur de la leishmaniose et sa taxonomie, ensuite, la reconnaissance morphologique et l'identification des différentes espèces sont décrites. Puis, le cycle évolutif des phlébotomes est expliqué, suivi de leur répartition géographique dans le monde et en Algérie et enfin, la nutrition du vecteur ainsi que son habitat et leur comportement.

1.1 - Vecteur de la leishmaniose «Phlébotomes»

Les phlébotomes (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) sont des vecteurs de diverses maladies infectieuses (ALTEN et al., 2015). Ils sont les seuls femelles vecteurs qui sont capables de propager les agents pathogènes responsables des leishmanioses cutanées et viscérales (RAMDANE et al., 2018). En Algérie, 22 espèces de phlébotomes sont décrites dont 12 sont phlébotomes: *Phlebotomus ariasi*, *P. perniciosus*, *P. perfiliewi*, *P. papatasi*, *P. sergenti*, *P. mascittii*, *P. neglectus*, *P. argentipes*, *P. chinensis*, *P. duboscqi*, *P. longipes*, *P. alexandri* (BELAZZOUG, 1991), et 10 sont des sergentomyies: *Sergentomyia schwetzi*, *S. dentate*, *S. minuta*, *S. punjabensis*, *S. clydei*, *S. tiberiadis*, *S. garnhami*, *S. squamirostris*, *S. affinis*, *S. fallax* (BOUNAMOUS et al., 2014; BENNAI, 2018).

1.2 - Taxonomie de Phlébotome

La taxonomie des phlébotomes est exclusivement basée sur les aspects morphologiques en particulier des ailes et des organes génitaux et d'autres mesures externes (GHERBI, 2020). Les phlébotomes appartiennent à l'embranchement des Arthropoda, classe des Insecta, ordre des Diptera, sous-ordre des Nematocera, famille des Psychodidae, et la sous famille des Phlebotominae (BOUSSAA, 2008). Il existe six genres dans cette famille, dont trois sont des espèces hématophages : *Phlebotomus*, *Lutzomyia*, *Sergentomyia* (KILLICK-KENDRICK, 1999).

1.3 - Reconnaissance morphologique et identification

Les phlébotomes sont des insectes de petite taille (2 à 5mm) avec un corps recouvert de petites soies et d'écailles, avec de longues pattes grêles et de petites ailes poilues et lancéolées en V au repos (LEGER et DAPAQUIT, 2001). Les femelles ont une taille comprise entre 2,3 et 4,7 mm, comprenant la tête, le thorax et l'abdomen, tandis que les mâles ont également la coxite. La couleur varie en fonction des continents et des genres, allant du jaune pâle au jaune foncé, du marron clair au gris, avec la tête toujours plus sombre que le reste du corps (Fig.1) (PERFIL'EV, 1968).



Fig.1 - *Phlebotomus* sp. femelle gorgée (PRUDHOMME, 2015)

1.4 - Cycle évolutif

Les phlébotomes se transforment entièrement à travers quatre phases de développement : l'œuf, la larve (4 stades), la nymphe et l'adulte. Contrairement aux autres moustiques, les stades immatures ne requièrent pas d'eau stagnante pour leur croissance, même s'ils ont besoin d'habitats relativement humides et chauds. Les femelles adultes pondent les œufs dans un milieu approprié, riche en matière organique, tels que les excréments d'animaux et le sol, qui offre aux larves nouvellement nées un abri, une nourriture et une humidité. L'éclosion des œufs est fortement

influencée par la température et le développement des larves est habituellement lent. Les périodes de développement embryonnaire et larvaire sont récemment déterminées sur une période d'une année après que la femelle a pris un repas sanguin suivi d'une oviposition complète, les larves du premier stade émergent après 12 à 19 jours, les nymphes après 25 à 59 jours et les adultes prennent de 35 à 69 jours (MAROLI et al., 2013; CHOWDHURY et al., 2016) (Fig.2)

La plupart des adultes sont actifs le soir, la nuit et le matin, même s'ils peuvent mordre pendant le jour si perturbé (MAROLI et al., 2013). La durée de vie des phlébotomes dans la nature est environ de 2 à 3 semaines et pour ceux en captivité, ils peuvent rester jusqu'à un mois. L'infestation par les flagellés des leishmanies est bénéfique pour les femelles et augmente leur durée de vie (LEWIS, 1971).

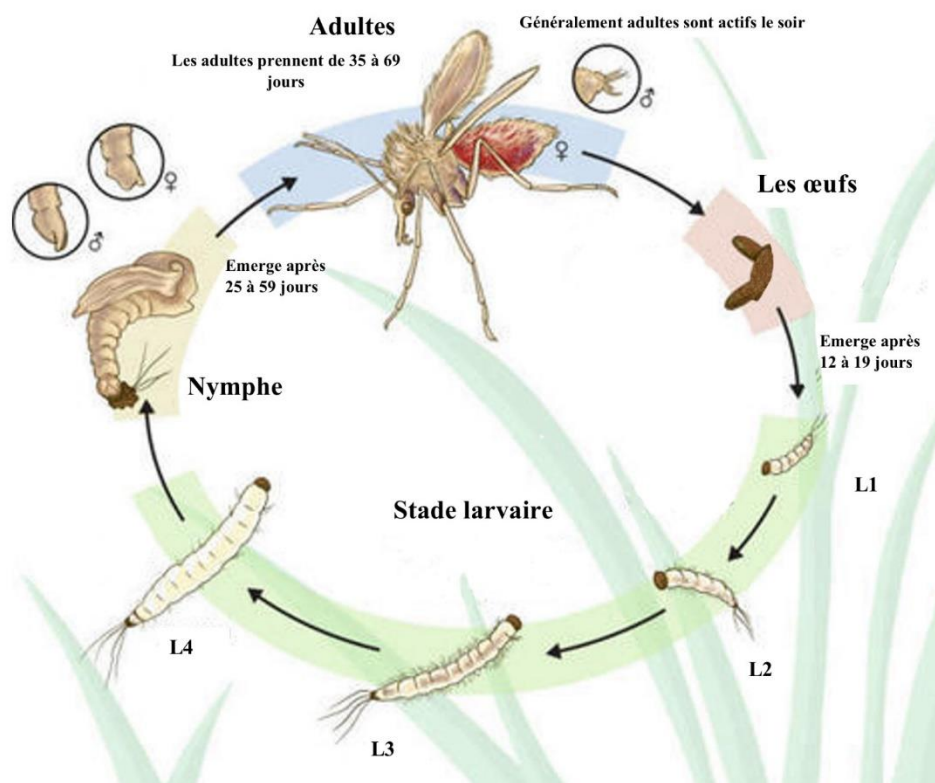


Fig.2 - Cycle évolutif de phlébotome (MAROLI et al., 2013; CHOWDHURY et al., 2016)

1.5 - Répartition de quelques espèces de phlébotomes

L'habitat des phlébotomes inclut les zones humides, les forêts, les espaces boisés et les milieux naturels où ils peuvent trouver des sources d'eau stagnante ou une végétation dense. Actifs principalement pendant les heures crépusculaires et nocturnes (LANE, 1993). Ils sont attirés par le dioxyde de carbone, la chaleur corporelle et les odeurs des mammifères, ce qui les conduit à rechercher des hôtes pour se nourrir (LEGER et DAPAQUIT, 2001).

1.5.1 - Dans le monde

Les phlébotomes se trouvent principalement dans régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes, bien que leur distribution s'étende à certaines régions tempérées (GHOSH et BHATACHARYA, 1992) (Fig.3). En Europe et en Méditerranée, les plus fréquentes sont les espèces de phlébotomes du genre *Phlebotomus*, avec des vecteurs importants tels que *P. ariasi*, *P. perniciosus* et *P. perfiliewi* (MIHALCA et al., 2019; OERTHER et al., 2020). En Afrique du Nord et au Moyen-Orient, les espèces les plus fréquentes sont *P. papatasi*, *P. sergenti* et *P. major* (ALTEN et al., 2015). En Amérique du Sud et centrale, le plus fréquent est le genre *Lutzomyia*, tandis que certaines espèces notables incluent *L. longipalpis*. *Phlebotomus* est principalement présent en Asie du Sud-Est, et parmi ses espèces, on trouve *P. argentipes*, un vecteur majeur en Inde (HUSTEDT et al., 2022). En Afrique subsaharienne, de nombreuses espèces peuvent être trouvées, et parmi les plus populaires : *P. martini* et *P. duboscqi* (ALTEN et al., 2015).

Parmi les genres principaux, *Phlebotomus*, retrouvé principalement en Europe, en Afrique et Asie. Ce genre comprend des espèces telles que *P. ariasi*, *P. perniciosus*, *P. papatasi*, *P. sergenti* et *P. major* (BOUNAMOUS, 2010). Ensuite, le genre *Lutzomyia* se trouve principalement en Amérique et contient *L. longipalpis* et *L. intermedia*. *Sergentomyia* trouve en Afrique, Asie et en Australie comprend les deux espèces suivantes: *S. schwetzi* et *S. adleri* (MIHALCA et al., 2019).

1.5.2 - En Algérie

En Algérie, la majorité des phlébotomes se concentre dans le Nord sont mentionnées principalement *Phlebotomus perniciosus* et *Phlebotomus ariasi* (IZRI et al., 2006). Dans la Kabylie, une concentration particulière de *Phlebotomus perfiliewi* et de *Phlebotomus perniciosus* est observée (DEDET et al., 1984). Dans le Nord-Est, notamment à Jijel et à Skikda sont présents on repère *Phlebotomus mascittii* et *Sergentomyia minuta* (BERCHI, 1993). Plus au Sud, à Biskra *Phlebotomus papatasi* est très abondant (BERCHI, 1993). Tandis qu'à Ghardaïa, l'espèce présente est *Phlebotomus sergenti* (MESSAHEL et al., 2021). Ces deux dernières espèces sont également très abondantes dans les régions désertiques (KAMPEN et WERNER, 2014).

■ Phlebotomus: P. argentipes ■ Phlebotomus: P. ariasi, P. perniciosus, P. perfiliewi ■ Phlebotomus: P. martini, P. duboscqi ■ Phlebotomus: P. papatasi, P. sergenti, P. major ■ Lutzomyia: L. longipalpis

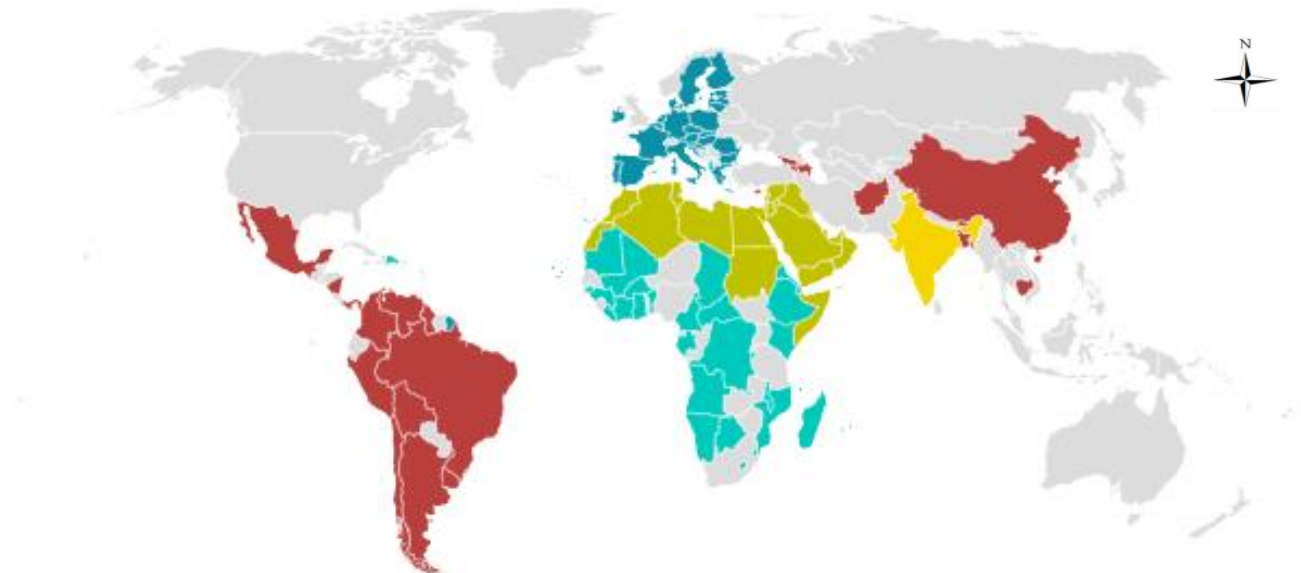


Fig.3 - Répartition mondiale de quelques espèces de phlébotomes (ALTEN et al., 2015; MIHALCA et al., 2019; OERTHER et al., 2020)

1.6 - Nutrition du vecteur

En ce qui concerne leur nutrition, les phlébotomes sont hématoiphages (READY, 2013). Les femelles phlébotomes ont besoin de sang pour développer leurs œufs (MAROLI et al., 2013). Les mâles peuvent également se nourrir de particules organiques présentes dans l'environnement, ce qui pourrait contribuer à leur survie lorsque des sources de nectar ne sont pas disponibles

(DANTAS et BRANDAO-FFILHO, 2006). Les phlébotomes se nourrissent principalement la nuit et sont attirés par les odeurs corporelles et le dioxyde de carbone émis par les humains et les animaux (KILLICK-KENDRICK, 1999). Une fois qu'ils ont pris leur repas sanguin, les femelles phlébotomes peuvent ensuite transmettre des agents pathogènes responsables de maladies telles que la leishmaniose lorsqu'elles piquent d'autres hôtes (LANE, 1993).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

Chapitre 2 - Matériel et méthodes

Le deuxième chapitre est réservé au matériel et méthodes. Dans ce chapitre sont détaillés, la présentation de la région de Djelfa et des stations d'étude ; le travail réalisé sur le terrain et au laboratoire et enfin les différents indices écologiques utilisés pour exploiter les résultats obtenus.

2.1 - Présentation de la région de Djelfa

Djelfa (34° 40' 30" N, 3° 15' 30" E) est une région steppique et pastorale située au cœur de l'Algérie. Elle est caractérisée par ses vastes étendues de plaines et de plateaux. Elle est limitée par les monts d'Atlas au Nord, par Oued Djeddi et Djebel Boukhill au Sud ; par le Djebel « Azreg » et le Djebel « Zarga » au Nord Est et par les monts Djebel "Senalba" au Sud Ouest (D.P.S.B., 2020) (Fig. 4). Djelfa est connue par son climat semi-aride avec une nuance continentale (AIDI et al., 2014). Son climat est marqué par un été chaud et sec alors que l'hiver est froid et rigoureux où la température peut descendre au dessous de zéro en Janvier et atteindre les maxima au mois d'Août. Toutefois, l'automne est relativement plus doux que le printemps et les orages sont plus fréquents en été que durant les autres saisons (TAIBAOUI et al., 2020). En revanche, la pluviométrie est faible et se caractérise par une irrégularité du Nord au Sud (KOUSSA et BOUZIANE, 2018). L'agriculture et l'élevage jouent un rôle essentiel dans l'économie locale, en particulier la production de céréales, de fourrages et d'élevage de bétail (BOUSSAID et al., 2012).

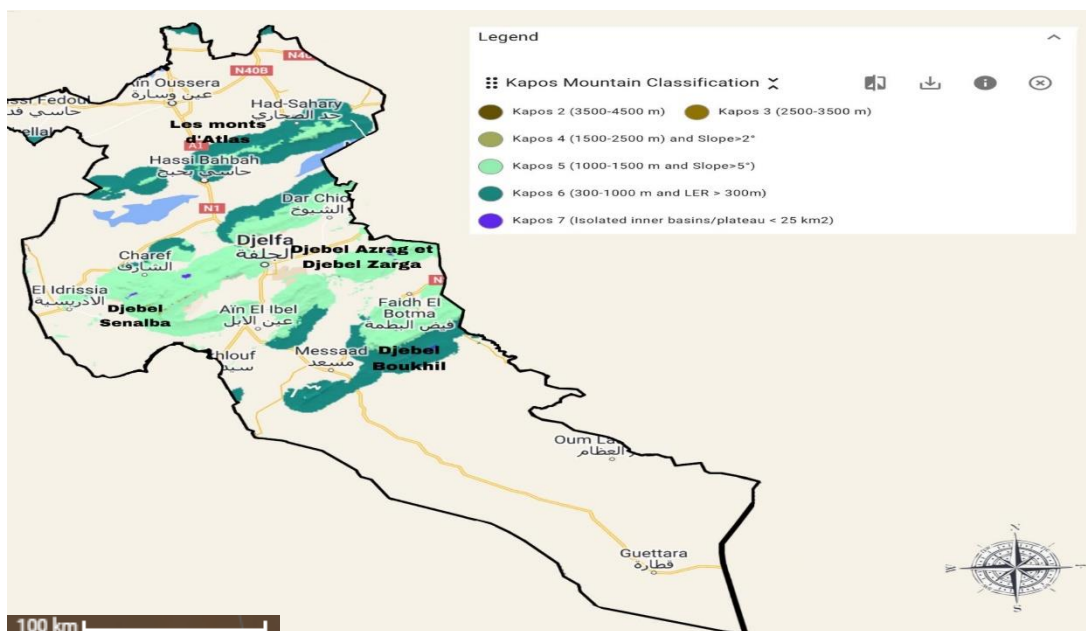


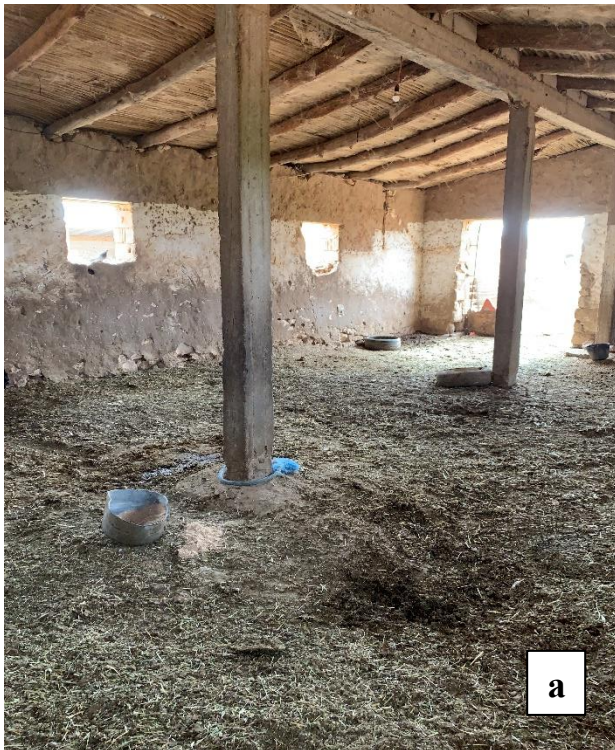
Fig.4 - Situation géographique de la région de Djelfa – Earth map -

2.2 - Choix et description des stations d'étude

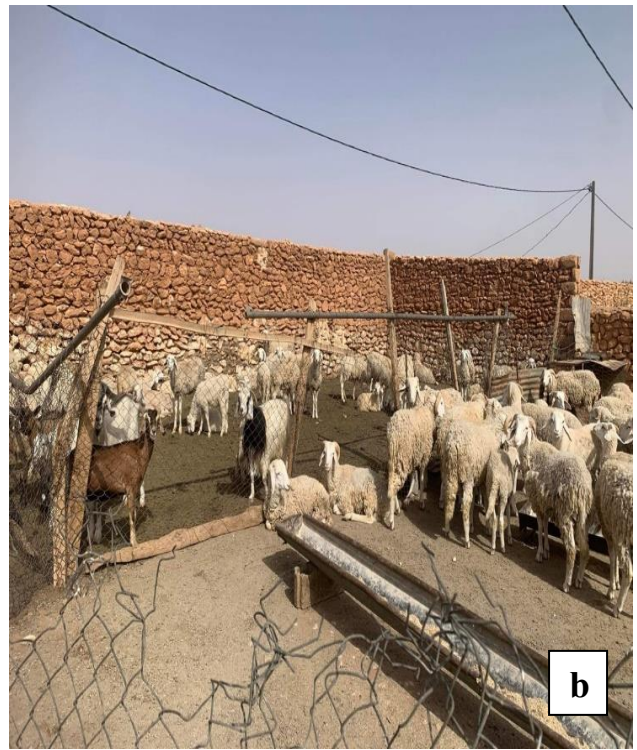
Le travail est réalisé dans trois stations d'étude, choisies selon un axe du Nord au Sud.

2.2.1 – Station de Hassi Bahbah

La station de Hassi Bahbah (35°04'17.7"N, 3°03'12.6"E) est une ferme privée de 8 ha qui s'éloigne de 2 km de l'agglomération de Hassi Bahbah. La ferme est constituée de trois parties : une première d'environ 2,5 ha est consacrée aux grandes cultures de blé *Triticum vulgare*, d'orge *Hordeum vulgare* et de luzerne *Medicago sativa*, une deuxième partie d'environ 1,5 ha destinée à l'oléiculture *Olea europaea*. La dernière superficie est d'un hangar avec un toit bien aéré mais mal ensoleillé et un peu humide fabriqué de parpaings non crépis avec de nombreuses cavités propices aux pièges. Cet hangar est construit de 300 m² pour l'élevage des bovins, ovins et caprins où deux vaches et trois bœufs, 25 ovins et dix caprins sont abrités séparément (Fig. 5).



a- Hangar bovins



b- Hangar ovins et caprins

Fig.5 - Station Hassi Bahbah –

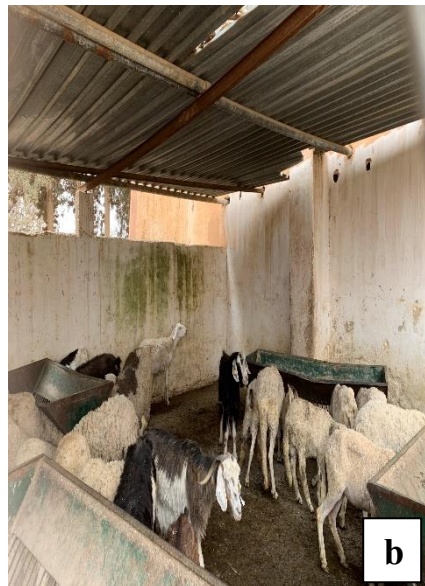
(Originale)

2.2.2 - Station de l'Institut Technologique Spécialisé de Formation Agropastoralisme « ITSFA »

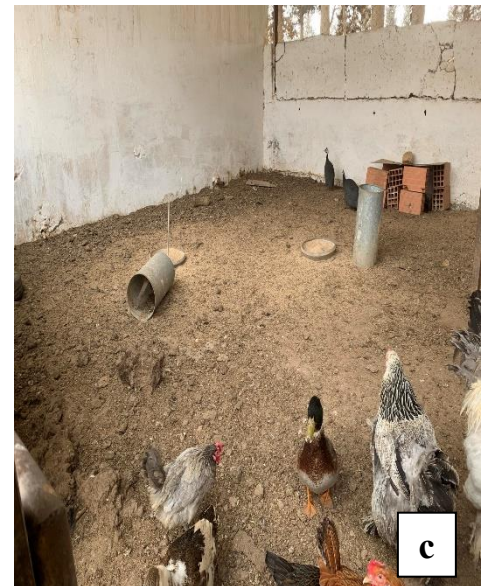
La station ITSFA (34°38'54.7"N, 3°15'24.6"E) est un établissement étatique près la ville de Djelfa. Elle s'étend sur environ 6 ha dont 2 ha sont exploités pour la culture de blé *Triticum vulgare* et d'orge *Hordeum vulgare* et pour des bâtiments d'élevage traditionnels fermés mal ensoleillé et avec des murs crépis et peints de blanc. Le parterre est fait de ciment et humides, pas trop propre équipés de mangeoires et abreuvoirs. Ces bâtiments abritent des ovins et des caprins (20 chèvres et dix ovins) sur 120m², des volailles (13 entre poules et coqs) sur 50m², une chamelle sur 64m² et des bovins (quatre vaches et un bœuf) sur 120m² (Fig. 6).



a- Hangar bovins



b- Hangar ovins et caprins



c- Hangar volaille

Fig.6 - Station ITSFA

(Originale)

2.2.3 - Station Messaad

La station de Messaad (34°08'14.7"N, 3°25'06.8"E) est une ferme privée de 18ha qui s'éloigne à 7 km de la ville de Messaad. La ferme est exploitée sur 7ha dont la majorité de la superficie est semée de blé *Triticum vulgare* et d'orge *Hordeum vulgare*, une surface consacrée aux arbres fruitiers; l'abricotier (*Prunus armeniaca*), l'olivier (*Olea europaea*) et le grenadier (*Punica granatum*). La partie restante est un hangar de 150 m² consacré à l'élevage des bovins

construit de parpaings troués non crépi dépourvu d'un toit, bien ensoleillé et bien aéré dont le sol est constitué de boue et de résidus organiques. Au total, trois vaches et un bœuf sont abrités dans et d'autres investissements immobiliers (Fig. 7).



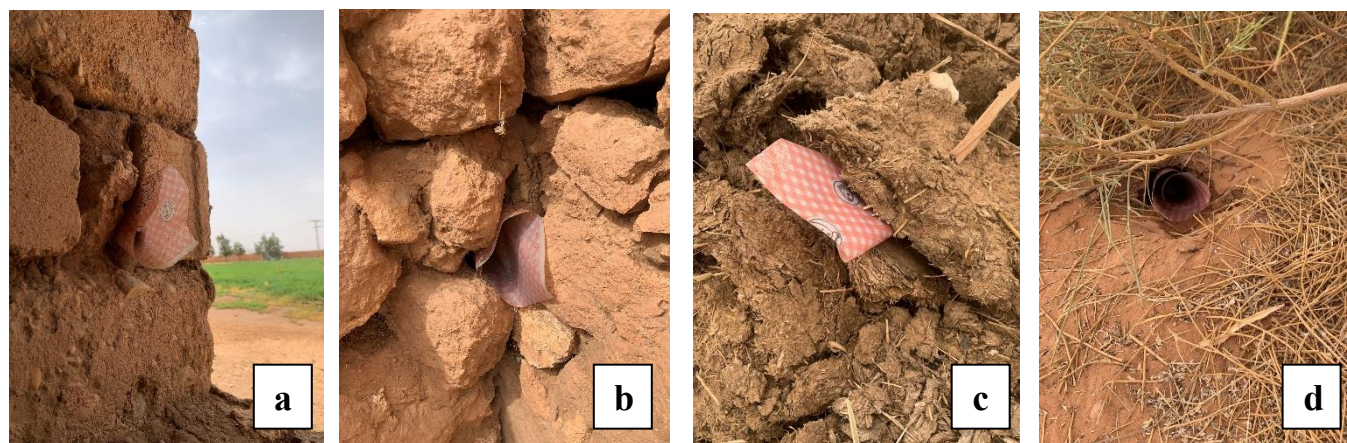
Fig.7 - Hangar Bovins – Messaad – (Originale)

2.3 - Echantillonnage et identification des spécimens

2.3.1 – Travail sur terrain

La méthode suivie pour l'échantillonnage des vecteurs potentiels de *Leishmania* est la technique du papier collant. Cette technique est très recommandée pour capturer plusieurs espèces d'Arthropodes notamment les tiques (Ixodidae), les aphides ailés (Aphididae) et de diverses espèces de diptères (SERVICE, 2012). La technique consiste à étaler minutieusement l'huile de ricin avec un pinceau sur des papiers glacés de 20cmX20cm puis les enrouler sous la forme de cône afin de les placer dans des endroits adéquats (RIOUX et al., 1967). Ces pièges sont placés 24h d'une fréquence semi mensuelle. Dans la station de Hassi Bahbah et de l'ITSFA, les pièges sont placés au niveau des fenêtres dans l'hangar des bovins, entre les pierres de la clôture qui entoure les ovins et caprins, dans des cavités de la surface du fumier et dans les trous à rats autour

de la ferme (Fig. 8) (Fig. 9). Dans la station de Messaad, ils sont placés entre les parpaings à l'intérieur de l'hangar des bovins et dans les trous à rats se trouvant dans le jardin (Fig. 10).



a- Piège bovins

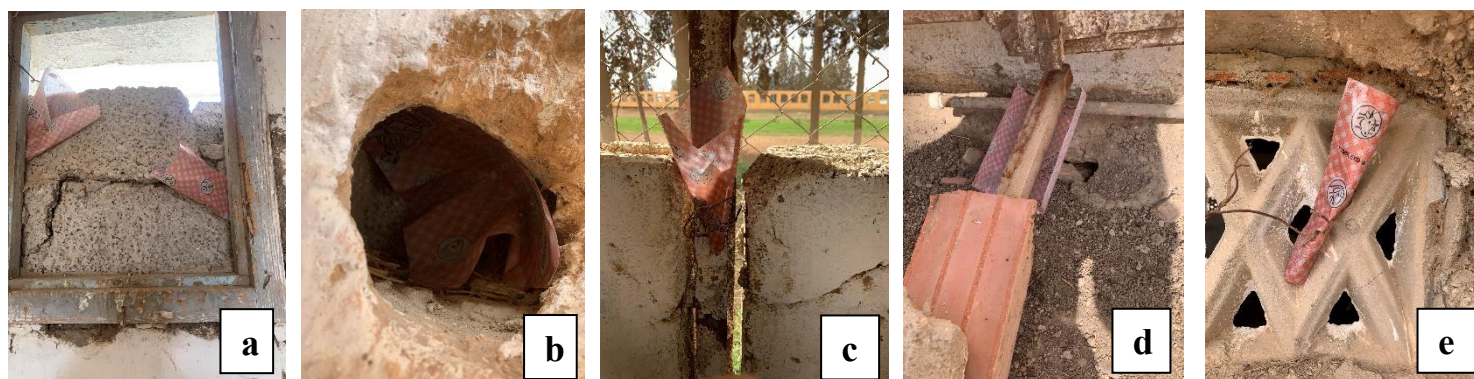
b- Piège ovins et caprins

c- Piège fumier

d- Piège trou à rats

Fig.8 - Piégeage – Hassi Bahbah -

(Originale)



a- Piège bovins

b- Piège ovins et caprins

c- Piège volaille

d- Piège trou à rats

e- Piège dromadaire

Fig.9 - Piégeage – ITSFA -

(Originale)



a- Piège bovins



b- Piège trou à rats

Fig.10 - Piégeage – Hassi Bahbah –

(Originale)

2.3.1.1 - Avantages

Parmi les avantages de la technique du papier collant (RIOUX et al., 1982):

- La disponibilité des produits nécessaire sur le marché.
- La facilité de réalisation et de dépôt des pièges.
- La récolte les seules femelles anthropophiles.

2.3.1.2 - Inconvénients

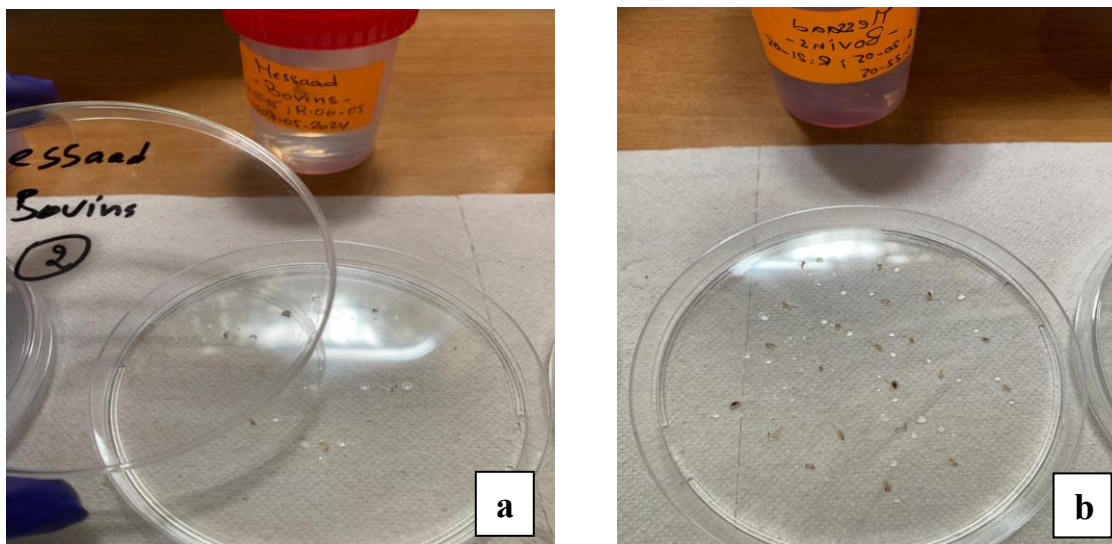
Par ailleurs, la technique du papier collant présente les inconvénients suivants (RIOUX et al., 1982):

- Que les pièges soit dévorés par les caprins ou par les bovins, ou déchirés par les rongeurs.
- Dans certains cas le vent peut sécher l'huile.
- Au moment de la récolte certaines parties demeurent fixer sur le papier.
- Les pièges peuvent disparaître ou mouiller pendant les intempéries.

2.3.2 – Travail au laboratoire

2.3.2.1 - Préparation des spécimens

Le travail en laboratoire a permis d'analyser minutieusement les échantillons de phlébotomes capturés, afin de les identifier. La préparation des spécimens par différentes étapes. L'éclaircissement phlébotomes dans le KOH et d'eau distillée à 20 % pendant 2 heures (Fig. 11). Le montage dans une goutte de glycérine. Si le phlébotome est un mâle, genitalia détachée du reste du corps pour pouvoir observer ses caractéristiques (Fig. 12). Par contre, si le spécimen est une femelle le spermathèque est analysée afin de voir ses caractéristiques. Une lamelle est déposée sur le sujet avec une pression légère qui permet de voir les tissus à plat, octroyant une meilleure observation microscopique (RIOUX et al., 1967).



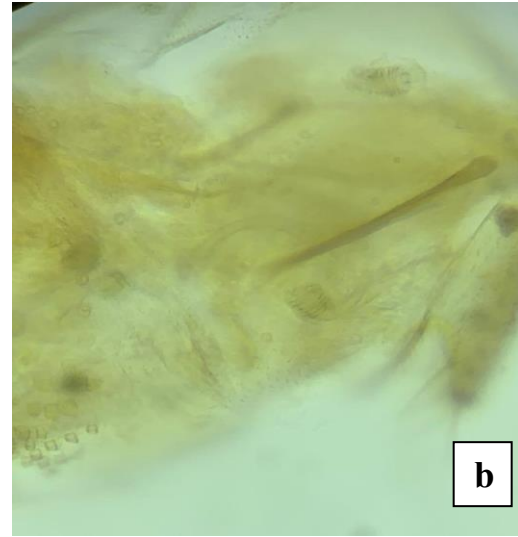
a- Eclaircissement (KOH et l'eau distillée)

b- Bain d'eau distillée

Fig.11 – Préparations des spécimens (RIOUX et al., 1967)



a- Genitalia mâle



b- Spermathèque femelle

Fig.12 – Observation microscopique des appareils génitales de *Phlebotomus papatasi*

(Originale)

2.3.2.2 - Identification des spécimens

Après le montage des phlébotomes entre lame et lamelle, les spécimens sont observés avec un microscope portant cinq objectifs : x4, x10, x20, x40, x100, en utilisant le logiciel Xper² qui permet d'aider à l'identification des espèces (BOUNAMOUS, 2010).

2.4 - Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats ; obtenus dans la présente étude ; fait appel à des indices écologiques de composition et de structure et à une analyse statistique (Fig. 13).

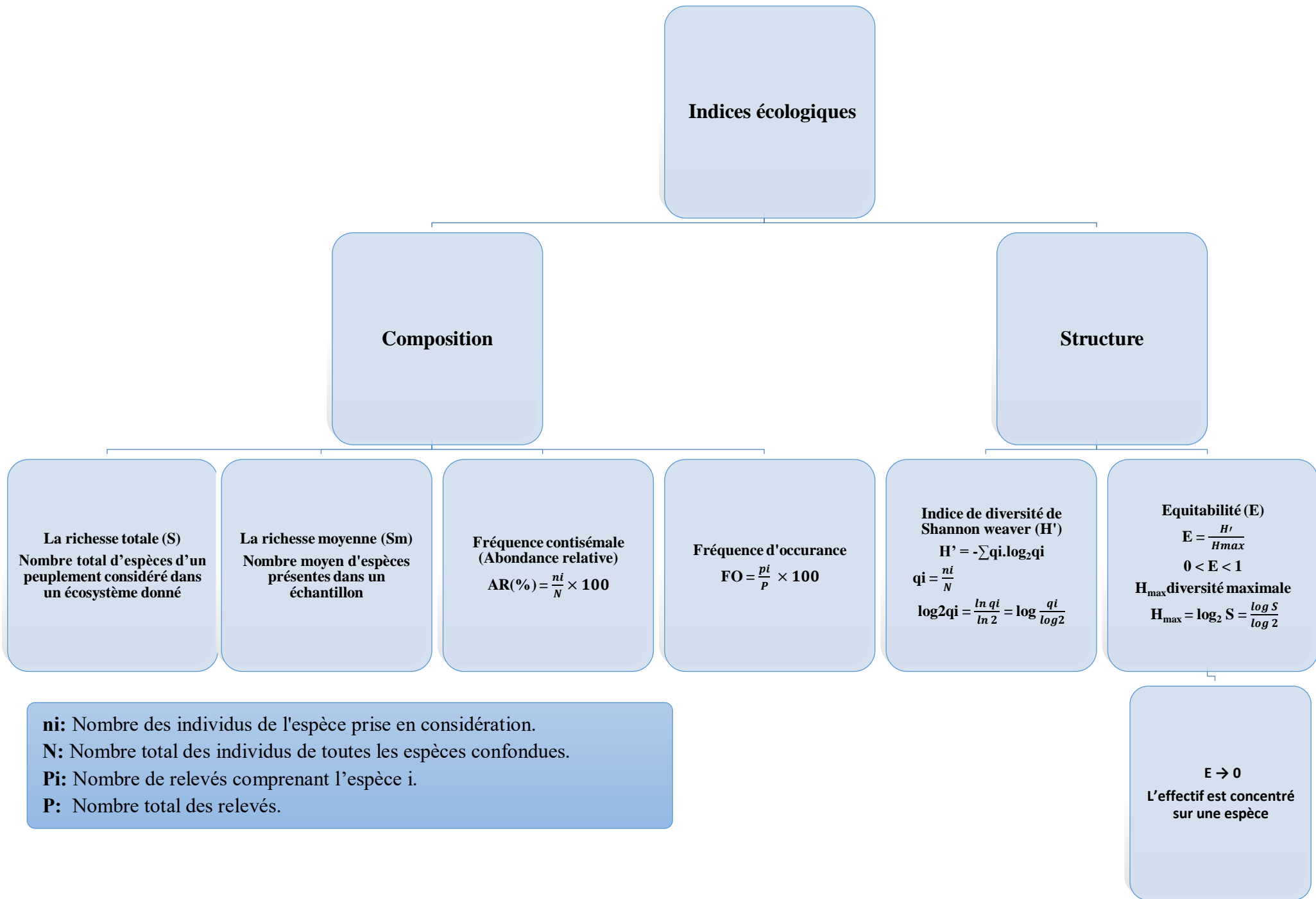


Fig.13 - Un organigramme des indices écologiques de composition et structure utilisés pour exploiter les résultats (BLONDEL, 1979 ; MARGOLIS et al., 1982 ; RAMADE, 2003 et FAURIE et al., 2006).

Chapitre 3

Résultats

Chapitre 3 – Résultats des abondances et diversités des phlébotomes à Djelfa

Dans ce chapitre, sont explorés les résultats de l'analyse des vecteurs de *Leishmania* spp. dans les trois stations distinctes ; Hassi Bahbah, ITSFA et Messaad. D'abord, sont présentées les listes de toutes les espèces d'arthropodes et des phlébotomes piégés par le papier collant. Ensuite sont détaillés les résultats obtenus par l'utilisation des indices écologiques de composition et de structure. Ces indices fournissent un aperçu précieux de la biodiversité locale des vecteurs de *Leishmania* spp. en Algérie.

3.1 - Liste de la faune associée capturées dans les trois stations

Tableau 1 - Liste et abondances des différences espèces collectées par les pièges collant dans les trois stations d'étude

Classe	Ordre	Famille	Espèces	AR%
Entognatha	Collembola	Entomobryidae	<i>Folsomia candida</i>	4,42
Insecta	Siphonaptera	F. ind.	sp. ind.	1
	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus plumosus</i>	52
		Cecidomyiidae	<i>Cecidomyia coecidis</i>	
		Ceratopogonidae	<i>Culicoides imicola</i>	
		Ceratopogonidae	<i>Culicoides imicola</i>	
		Scatophagidae	<i>Scatophaga stercoraria</i>	
		Psychodidae	<i>Psychoda cinerea</i>	
		Sciaridae	<i>Bradysia impatiens</i>	
		Psychodidae	<i>Phlebotomus</i> spp. <i>Sergentomyia</i> spp.	
	Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	22,66
		Cicadidae	<i>Tibicen linnei</i>	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus floridanus</i>	2,6
		Formicidae	<i>Apis mellifera</i>	
	Coleoptera	Scarabaeoidea	<i>Scarabaeus sacer</i>	10,66
		Carabidae	<i>Carabus granulatus</i>	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Danaus Plexippus</i>	6,66	

AR%: Abondance relative, F. ind. : Famille indéterminée, sp. ind. : Espèce indéterminée

L'utilisation des pièges à ricin dans les trois stations de Hassi Bahbah, d'ITSFA et de Messaad

a permis d'identifier une variété d'espèces appartenant à deux classes ; la classe des Entognatha et celle des insectes avec dominance nette de cette dernière (94,52 %) (Tab.1). Au sein des insectes, plusieurs ordres sont recensés. Parmi lesquels, Diptera est le plus abondant (AR% = 52%). Il est suivi par l'ordre des Hemiptera (AR% = 22,66%), ensuite par celui des Coleoptera (AR% = 10,66%). Les autres ordres sont moyennement et faiblement représentés (Fig.14).

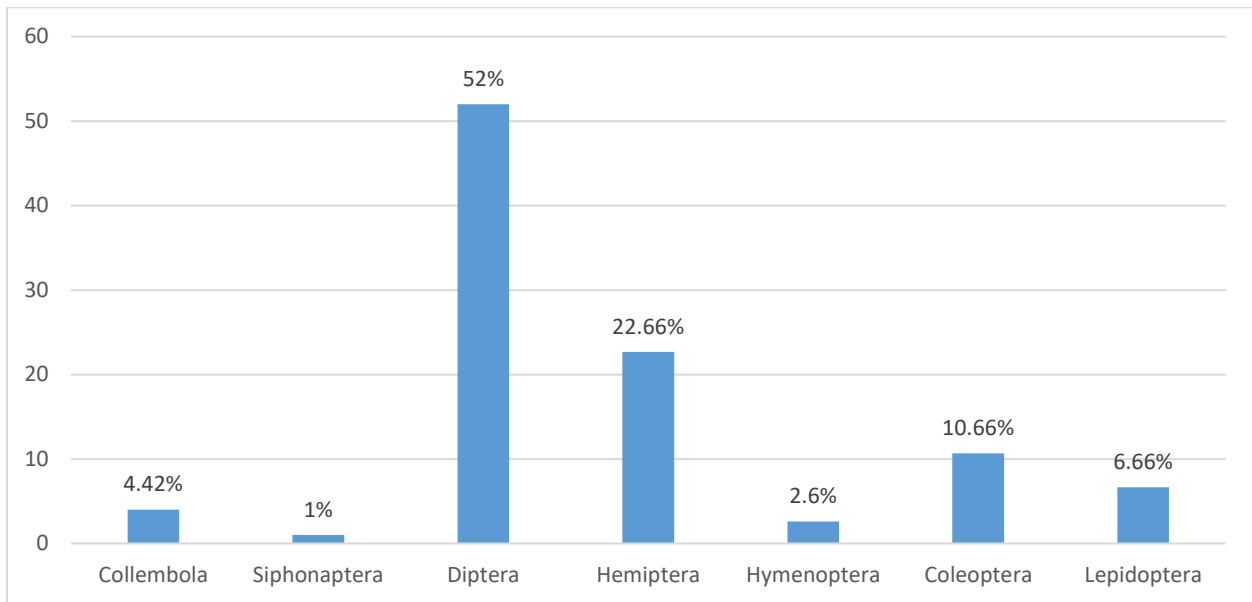


Fig.14 - Abondances des différents ordres collectés par les pièges collants dans les trois stations d'étude

3.2 – Liste des espèces de phlébotomes capturées dans les trois stations d'étude par les pièges collant

Les résultats relatifs aux espèces de phlébotomes sont mentionnés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Liste des espèces de phlébotomes capturées dans les trois stations

Sous ordre	Famille	Genre	Espèces
Nematocera	Psychodidae	<i>Sergentomyia</i>	<i>S. fallax</i> (PARROT, 1921)
		<i>Sergentomyia</i>	<i>S. antennata</i> (PARROT, 1921)
		<i>Sergentomyia</i>	<i>S. minuta</i> (ADLER et THEODOR, 1927)
		<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i> sp.
		<i>Phlebotomus</i>	<i>P. alexandri</i> (LI-REN et al., 1728)
		<i>Phlebotomus</i>	<i>P. papatasi</i> (SCOPOLI, 1786)

Les espèces de phlébotomes trouvées dans les trois stations d'échantillonnage appartiennent aux deux genres *Sergentomyia* et *Phlebotomus*. Le Genre *Sergentomyia*: comprend des espèces comme *S. fallax*, *S. antennata*, *S. minuta*. Genre *Phlebotomus* inclut les deux espèces comme *P. alexandri* et *P. papatasi*. *P. papatasi* est particulièrement notable car il est un vecteur majeur de la leishmaniose cutanée dans de nombreuses régions du monde.

3.3 – Exploitation des résultats par les indices écologiques

L'exploitation des résultats par indices écologiques est faite par des indices écologiques de composition et de structure.

3.3.1 – Indice écologique de composition

Les indices écologiques de composition utilisés pour analyser les résultats des vecteurs de leishmaniose sont les richesses totales et moyennes, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

3.3.1.1 - Richesse totale et la richesse moyenne

Les valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces des phlébotomes trouvées dans les trois stations sont reportées dans le tableau 3.

Tableau 3 - Richesse totale et moyenne des espèces de phlébotome dans trois stations

Stations	Hassi Bahbah	ITSFA	Messaad
Paramètres			
Richesse totale (S)	6		
Richesse moyenne stationnaire (S'm)	1	4	5
Richesse moyenne (Sm)	0,33	1,33	1,66

Au Total, six espèces de phlébotomes sont répertoriées dans les trois sites d'échantillonnage (Tab. 3). Le nombre d'espèce le plus élevée est notée dans la station de Messaad avec cinq espèces. Il est suivi par celui trouvé à l'ITSFA avec quatre espèces. La richesse moyenne la plus faible est observée dans la station de Hassi Bahbah avec une espèce de phlébotome. Il s'agit de *P. papatasi* (Fig. 15).

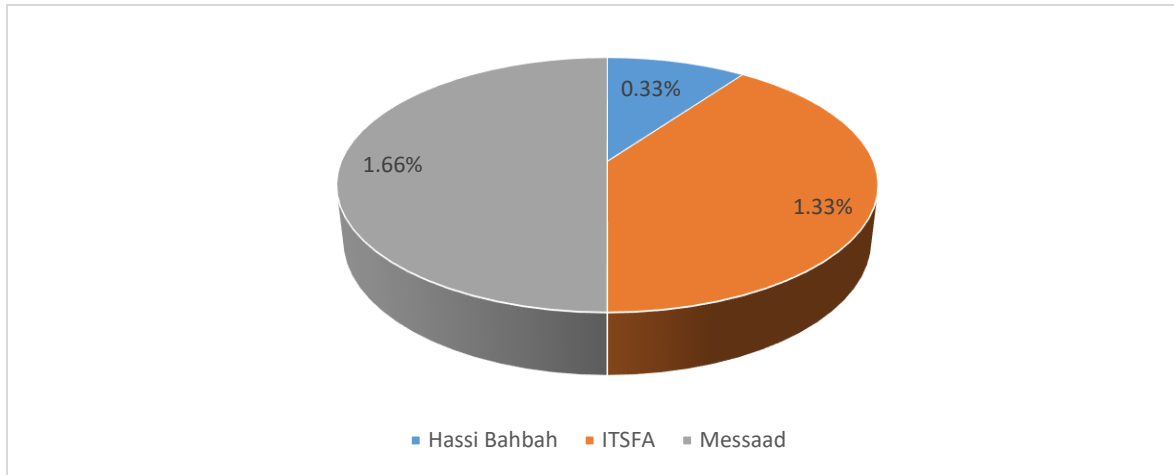


Fig.15 - Richesse moyenne des espèces de phlébotome dans trois stations

3.3.1.2 - Abondance relative des espèces de phlébotomes des trois stations

Les résultats de l'abondance relative des espèces de phlébotome dans les stations d'étude sont mentionnés dans le tableau 4.

Tableau 4 - Abondances relatives (AR%) des espèces de phlébotomes

Stations Espèces	Hassi Bahbah				ITSFA				Messaad			
	Mâle		Femelle		Mâle		Femelle		Mâle		Femelle	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	Ni	AR%	ni	AR%
<i>S. fallax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	100	-	-
<i>S. antennata</i>	-	-	-	-	2	100	-	-	3	75	1	25
<i>S. minuta</i>	-	-	-	-	2	100	-	-	6	100	-	-
<i>Sergentomyia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	100
<i>P. alexandri</i>	-	-	-	-	1	100	-	-	-	-	-	-
<i>P. papatasi</i>	2	100	-	-	3	60	2	40	40	76,92	12	23,07
Total	2	100	-	-	8		2		50		14	

- Absence

L'abondance relative des différentes espèces de phlébotomes varient d'une station à une autre (Tab. 4). Dans la station de Hassi Bahbah, *Phlebotomus papatasi* est la seule capturée durant la période d'échantillonnage (AR% = 100%). Les deux individus capturés dans cette station sont des mâles. Pour la station ITSFA, *Sergentomyia antennata*, *S. minuta* et *P. alexandri* sont les espèces dominantes, (AR% = 100 %) figurées par 2 mâles pour *S. antennata*, *S. minuta* et un seul pour *P. alexandri* (AR% = 100%). Elles sont suivies par *P. papatasi* avec un total de 5 individus dont 3 mâles (AR% = 60 %) et 2 femelles (AR% = 40 %) (Fig.16 a et b). Les deux espèces *S. fallax* et *Sergentomyia* sp. sont en tête de liste à Messaad avec un pourcentage de (AR%= 100%) des mâles pour *S. fallax* et de (AR%= 100%) des femelles pour *Sergentomyia* sp. Elles sont suivies par *S. antennata* avec un total de 4 individus dont 3 mâles (AR % = 75 %) et une seule femelle (AR%= 25%), ensuite par *S. papatasi* avec 52 individus dont 40 mâles (AR % = 76,92 %) et 12 femelles (AR%= 23,07%). La dernière espèce *S. minuta* représentée par six mâles (AR % = 100 %) à Messaad (Fig. 17).



a- *Phlebotomus papatasi* mâle



b - *Phlebotomus papatasi* femelle gorgée

Fig.16 – *Phlebotomus papatasi* (Originale)

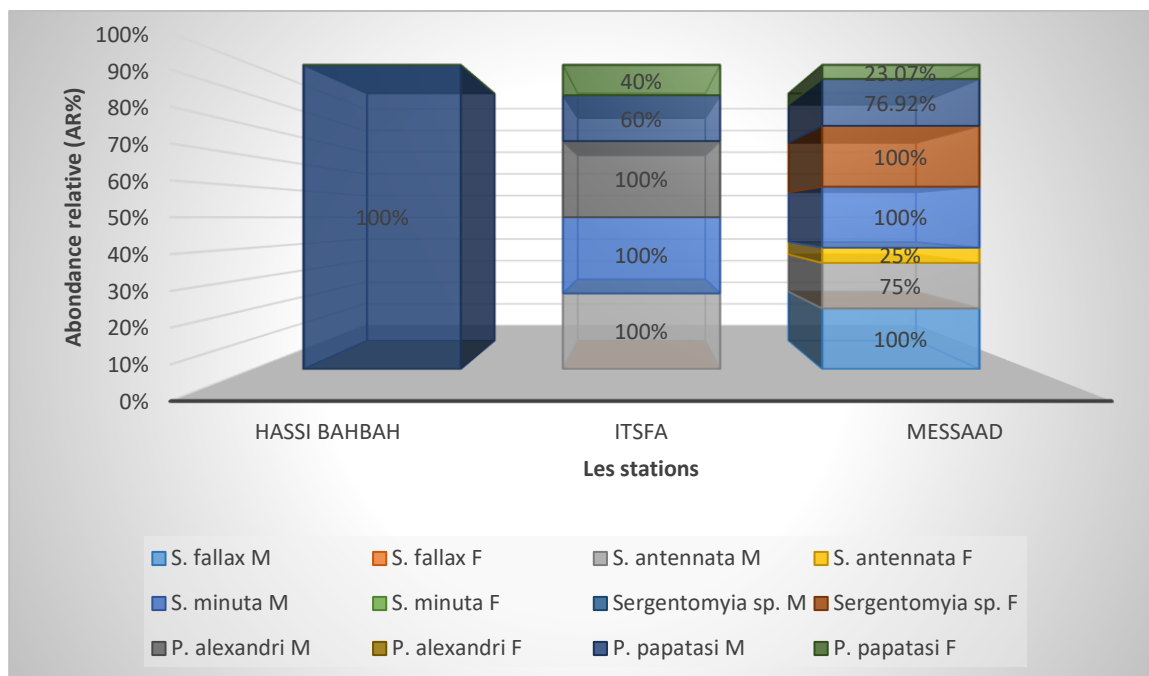


Fig.17 - Abondances relatives des espèces de phlébotome mâles et femelles dans les trois stations d'étude

3.3.1.3 – Fréquence d'occurrence

Les données fréquence d'occurrence des espèces de phlébotomes dans les stations d'étude sont répertoriées dans le tableau 5

Tableau 5 - Fréquence d'occurrence des phlébotomes capturés dans les trois stations

	Hassi Bahbah		ITSFA		Messaad	
	FO%	Catégorie	FO%	Catégorie	FO%	Catégorie
<i>S. fallax</i>	-	-	-	-	20	Accidentelle
<i>S. antennata</i>	-	-	60	Régulière	40	Accessoire
<i>S. minuta</i>	-	-	20	accidentelle	60	Régulière
<i>S. sp</i>	-	-	-	-	20	Accidentelle
<i>P. alexandri</i>	-	-	20	Accidentelle	-	-
<i>P. papatasi</i>	40	Accessoire	40	Accessoire	80	Constante

- Absence

Les valeurs de fréquences d'occurrence diffèrent selon l'espèce et la station (Tab.5). A Hassi Bahbah, la seule espèce capturée, *P. papatasi*, n'est observée qu'à avec une fréquence de 40 % (Fig. 18). Elle est classée dans la catégorie d'espèce accessoire. Dans la station de ITSFA, l'espèce qui possède une fréquence d'occurrence la plus élevée est *S. antennata* (FO % = 60 %). Elle est suivie par *P. papatasi* avec une fréquence de 40 %. C'est une espèce accessoire. Les deux espèces *S. minuta* et *P. alexandri* ont une faible occurrence (20 %). Ce sont des espèces accidentelles (Fig.19). Dans la station de Messaad, *P. papatasi* est l'espèce qui possède une fréquence d'occurrence la plus élevée (80 %). Elle est dite constante. Elle est suivie par *S. minuta* (FO % = 60 %) qui est une espèce régulière et par *P. antennata* (FO % = 40 %). Cette dernière est une espèce accessoire. Les deux autres espèces *S. fallax* et *S. fallax* sont les plus faiblement représentées en termes d'occurrence. (FO % = 20 %). Elles sont classées dans la catégorie des espèces accidentelles (Fig. 20).

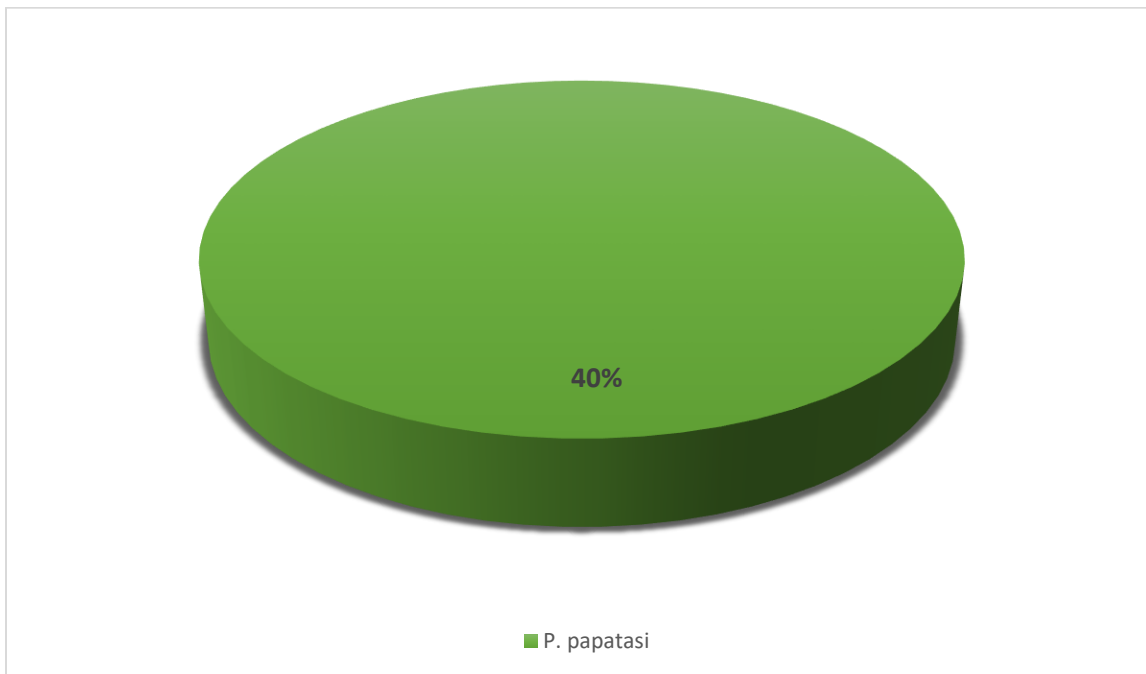


Fig.18 - Fréquences d'occurrence des phlébotomes capturés dans la station de Hassi Bahbah

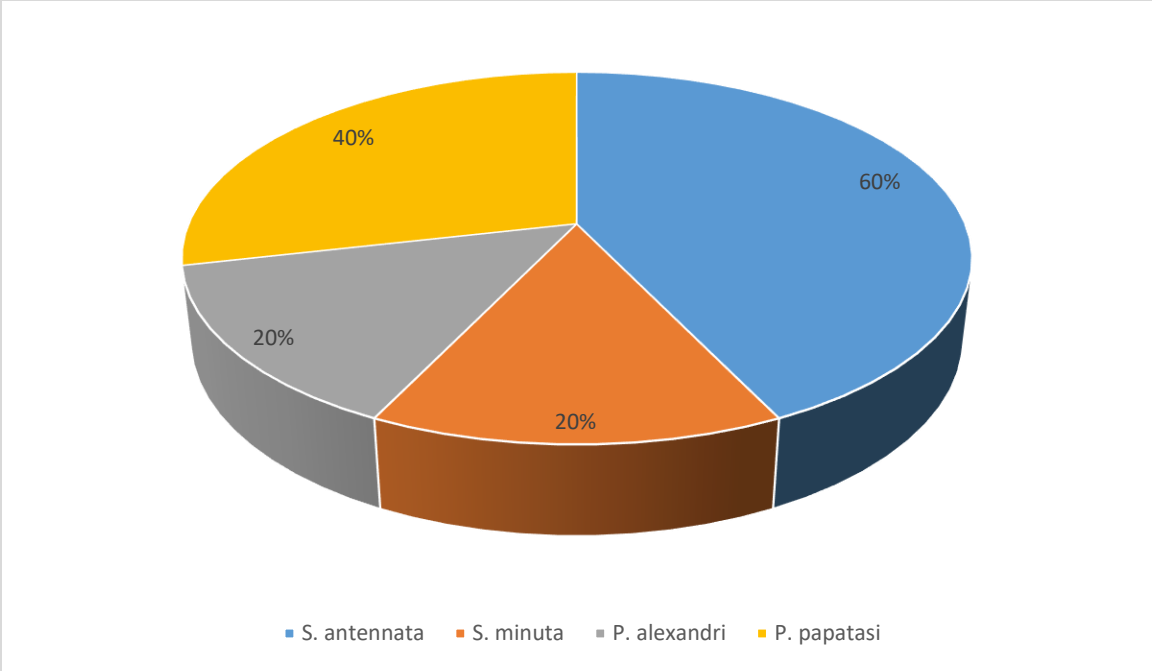


Fig.19 - Fréquences d'occurrence des phlébotomes capturés dans la station d'ITSFA

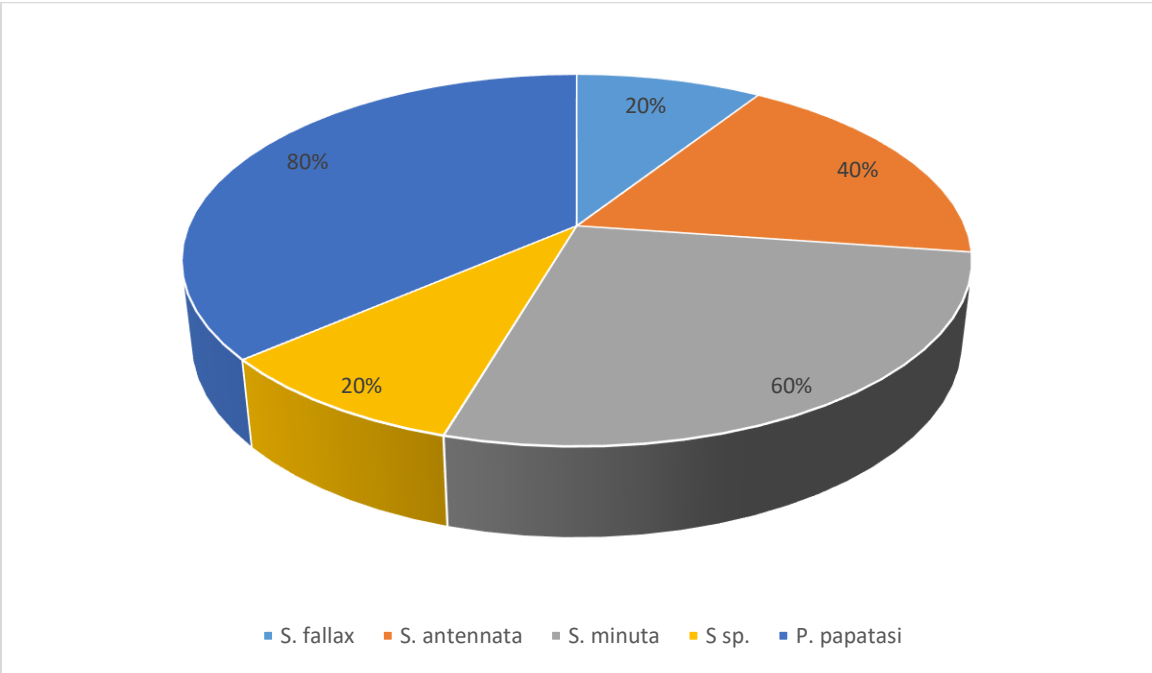


Fig.20 - Fréquences d'occurrence des phlébotomes capturés dans la station de Messaad

3.3.2 - Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure sont utilisés pour exploiter pour les résultats l'indice de diversité de Shannon-Waever (H'), l'indice de diversité de maximale ($H \max$) et l'équitabilité (E). Ces valeurs sont rassemblées dans le tableau 6.

Tableau 6 - Valeurs de l'indice de la diversité de Shannon –Waever, indice de diversité maximale et de l'équitabilité

Station Indices	Hassi Bahbah	ITSFA	Messaad
H'	0	1,76	1
H max	0	2	2,32
E	0	0.88	0.43

H': Indice de diversité de Shannon bits-Waever, **H max**: Indice de diversité maximale bits , **E**: équitabilité

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Waever varient entre 0 bits à Hassi Bahbah et 1,76 bits à ITSFA (Tab. 6). L'équitabilité varie est 0 à Hassi Bahbah et 0,43 à Messaad. Cela veut dire que les effectifs des espèces de phlébotomes ne sont pas en équilibre entre eux. A l'ITSFA la valeur d'équitabilité est de 0,88. Cela veut dire que les effectifs des espèces dans cette station tendent à être en équilibre entre eux.

Chapitre 4

Discussion

Chapitre 4 - Discussion

Dans ce chapitre de discussion les résultats obtenus concernant les espèces de phlébotomes dans différentes stations d'étude sont comparées avec ceux obtenus dans des antérieures.

4.1 - Discussion des résultats des espèces de la faune associée à la phlébotofaune piégée dans les trois stations d'étude

L'utilisation des pièges à ricin dans les trois stations de Hassi Bahbah, d'ITSFA et de Messaad a permis d'identifier une variété d'espèces appartenant à deux classes ; la classe des Entognatha et celle des insectes avec dominance nette de cette dernière (94,52 %). Au sein des insectes, plusieurs ordres sont recensés. Parmi lesquels, Diptera est le plus abondant (AR% = 52%). Les régions steppiques sont connues par leurs diversité en arthropodes en particulier en insectes (YAHIAOUI et al., 2024; KHADOUMI et al., 2023; DEROUECHE et al., 2023). La dominance des diptères au sein de la faune piégée est certainement due au piège utilisé qui sont connues par leurs spécificités d'attirer les diptères (RIOUX et al., 1967). L'abondance des diptères au sein des arthropodes est signalée dans plusieurs régions en Algérie. Il est présenté par un taux de 36,2% dans la région de Zeralda (DJEBARA et al., 2018) et par des taux de 35,65% dans la région de Biskra, et de 15,91% dans la région de Ghardaïa (BAKROUNE et al., 2020; CHOUIHAT et al., 2018). Plus au Sud, dans la région de Djanat le pourcentage des Diptères est plus faible ne dépassant pas 5% (BEDDIAF et al., 2014). Ceci est très faible par rapport ce qui est noté dans la présente étude.

4.2 - Discussion sur les espèces de phlébotomes capturées dans les trois stations

L'échantillonnage dans les trois stations d'étude a permis d'identifier un total de six espèces appartenant à deux genres de phlébotomes *Sergentomyia* et *Phlebotomus*. Les espèces trouvées sont *S. fallax*, *S. antennata*, *S. minuta*, *Sergentomyia* sp, *P. alexandri* et *P. papatasi*. Ces espèces sont connues pour leur rôle dans la transmission de plusieurs pathogènes notamment la leishmaniose. Les espèces listées sont toutes des vecteurs potentiels de la leishmaniose (MOKNI, 2019). Cependant, leur importance en tant que vecteurs peut varier en fonction de leur distribution géographique et de leur capacité à transmettre le parasite *Leishmania* (DEDET et al., 1984 ; DEDET, 2001; MIHALCA et al.,

2019; OERTHER et al., 2020). *P. papatasi* est particulièrement notable car il est prouvé comme un vecteur majeur de la leishmaniose cutanée dans de nombreuses régions du monde en particulier à Djelfa (MESSAOUDENE et al., 2024).

4.3 – Discussion des indices écologiques de composition

4.3.1 - Discussion des résultats de la richesse totale des espèces de phlébotomes

L'échantillonnage des phlébotomes dans les trois stations d'étude a révélé une richesse totale de six espèces qui sont *Sergentomyia fallax*, *Sergentomyia antennata*, *Sergentomyia minuta*, *Sergentomyia* sp, *Phlebotomus alexandri* et *Phlebotomus papatasi*. A Biskra, ZEROUAL et al. (2016) ont signalé, la présence de dix espèces de *Phlebotomus* et *Sergentomyia*, dont *P. sergenti*, *P. bergeroti*, *P. perniciosus*, *P. chaboudi*, et *S. christophersi*, ne sont pas trouvées dans la présente étude. Une valeur comparable est notée dans la région du M'Zab Ghardaïa par (BOUKRAA et al., 2011). DEDET et al. (1984) avancent le nombre jusqu'à 15 espèces. Ces auteurs signalent la présence des espèces notamment *P. longeroni*, *P. longicuspis*, *P. perfiliewi*, *P. ariasi*, *P. chadlii*, *P. sergenti*, *P. perniciosus*, *P. chaboudi*, *S. christophersi*, *S. minuta parroti*, et *S. olydei*. Ces espèces ne sont pas trouvées dans le cadre du présent travail.

4.3.2 - Discussion des résultats des abondances relatives des espèces de phlébotomes

Le calcul des abondances relatives montre que *P. papatasi* est la seule espèce identifiée à Hassi Bahbah (100 %) et qu'elle est en tête de liste dans les stations de ITSFA (50%) et de Messaad (81,25%). ZEROUAL et al. (2016) ont également noté des taux élevés de *P. papatasi* (100%). Par contre, dans la région de Constantine, le taux de *P. papatasi* est trop faible n'atteignant même pas le 0,1 % (RAMDANE et al., 2018). Pour ces auteurs, le taux de l'espèce *S. minuta* est de 52,55%. Dans la présente étude, les taux *S. minuta* sont 20% à ITSFA et 9,37% à Messaad. *S. antennata* est notée par des pourcentages de 20% à ITSFA et 6,25 % à Messaad. Ces valeurs sont très faibles de ce qui est observé par ZEROUAL et al. (2016) qui notent des valeurs de 80% pour *S. minuta* et 25% pour *S. antennata*. Dans la région de M'Zab Ghardaïa, cette dernière espèce est représentée par un taux de 49,41 % (BOUKRAA et al., 2011). Dans

cette zone semi-aride et désertique d'Algérie *P. papatasi* est de 36,47 %. Ceci est faible par rapport ce qui est trouvé dans les stations de Hassi Bahbah, de l'ITSFA et de Messaad BOUKRAA et al. (2011), mentionnent une abondance relative de *S. fallax* égale à 3,53 %. Cette dernière est la seule espèce trouvée à Messaad, durant toute la période d'échantillonnage (AR % = 100 %).

Les présents résultats montrent une dominance des mâles. Les taux enregistrés sont (100%) pour l'espèce *P. papatasi* à Hassi Bahbah, 60 % à ITSFA et à 76,92% à Messaad. Pour *S. antennata*, elle est notée par un taux 100% et 75% à Messaad. Concernant les espèces *S. minuta* *S. fallax* et *P. alexandri*, tous les individus piégés à ITSFA et à Messaad sont des mâles. MESSAOUDENE et al. (2024) ont signalé que le taux des mâles est de (29,53%) pour *P. papatasi*, de (9,42%) pour *S. minuta* et de 1,5% pour *S. antennata*. Ces derniers auteurs ajoutent que le taux des femelles de *P. papatasi* est de (70,52%). Dans la présente étude, le taux des femelles de *P. papatasi*, dans la station de ITSFA est de 40%. D'autres espèces trouvées dans les résultats de MESSAOUDENE et al. (2024) ne sont pas vue dans l'actuelle étude. Ces espèces sont *P. longeroni* (3.10%), *P. sergenti* (2.20%), *P. percinosus* (4.95%), *P. longicuspis* (2.09%), *P. ariasi* (3.73%), *S. schwetzi* (1.95%) et *S. dreyfussi* (0.03%).

4.3.3 - Discussion des résultats de la fréquence d'occurrence des espèces de phlébotomes

Les résultats montrent une variation dans les fréquences d'occurrence des espèces de phlébotomes entre les stations étudiées, À Hassi Bahbah, seule l'espèce *P. papatasi* est capturée avec une fréquence de de (FO% = 40%). La même valeur est calculée à ITSFA. Dans la station de Messaad, l'occurrence de *P. papatasi* est de 80%. Dans la région de Constantine, cette même espèce est représentée par une FO % de 20% (RAMDANE et al., 2018). Dans la présente étude, les fréquences d'occurrences sont de 20% pour les deux espèces *S. minuta* et *P. alexandri* et de 60% pour *S. antennata* à ITSFA et de 20% pour *S. fallax* et *Sergentomyia* sp., de 40% pour *S. antennata*, de 60% pour *S. minuta*. L'étude de BOUNAMOUS et al. (2014) à Tizi Ouzou révèle des fréquences d'occurrence variées. Il s'agit de 45% pour *P. papatasi* et de 32% pour *S. minuta* et de 63% pour *S. antennata*.

4.3.4 - Discussion des résultats de l'indice de la diversité de Shannon–Waever et de l'équitabilité des espèces de phlébotomes

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Waever varient entre 0 bits à Hassi Bahbah et 1,76 bits à ITSFA. La valeur de diversité trouvée par RAMDANE et al. (2018) est de $H' = 0,66$ bits. C'est une valeur inférieure à celles notée à Messaad et à ITSFA. L'équitabilité varie est 0 à Hassi Bahbah et 0,43 à Messaad, cela signifie que l'effectif est concentrés sur une espèce. RAMDANE et al, (2018) ont trouvé une équitabilité de $E = 0,41$. Par contre, BOUNAMOUS et al. (2014) ont révélé une équitabilité de $E = 0,53$. Cela veut dire que Cela veut dire que les effectifs des espèces dans cette station tendent à être en équilibre entre. Tel est le cas des effectifs des effectifs de phlébotomes trouvées à ITSFA.

Conclusion

Conclusion

L'étude de la diversité des vecteurs des leishmanioses dans la région de Djelfa est effectuée dans les trois stations d'étude ; la station de Hassi Bahbah, la station de ITSFA et celle de Messaad. Le travail; réalisé durant la période du 20 avril jusqu'à 21 juin ; a permis de recenser six des espèces de phlébotomes des genres *Sergentomyia* et *Phlebotomus*. Les espèces du genre *Sergentomyia* incluent *S. fallax*, *S. antennata*, *S. minuta* et *Sergentomyia* sp. Ces espèces sont connues pour leur implication dans la propagation de la leishmaniose. *Phlebotomus* est un genre qui comprend les deux espèces *P. alexandri* et *P. papatasi*. L'importance de *P. papatasi* réside dans son rôle essentiel en tant que vecteur de la leishmaniose cutanée dans de nombreuses régions. Toutes les espèces mentionnées dans la présente étude sont susceptibles de transmettre la leishmaniose. Toutefois, leur rôle de vecteurs peut fluctuer selon leur répartition géographique et leur aptitude à transmettre le pathogène *Leishmania*.

Le calcul des indices écologiques montre que la station de Messaad compte le plus grande richesse avec cinq espèces. La station de Hassi Bahbah présente la plus faible richesse avec une espèce de phlébotome. Celle-ci est *P. papatasi*. En termes des abondances relatives, cette dernière domine dans les trois stations d'étude. D'autres espèces sont notablement vues, telle que *S. minuta* et *S. antennata* qui partagent le même taux à l' ITSFA. Cette dernière espèce est aussi bien représentée à Messaad. L'espèce, *P. alexandri* même sa présence est faible et seulement à l' ITSFA mais sa présence est inquiétante car elle connue par son pouvoir de transmettre la leishmaniose viscérale. Par rapport au sexe ratio, la dominance des mâles est notée dans les trois stations d'étude. A Hassi Bahbah, tous les individus piégés sont des mâles. A ITSFA, 3 mâles de *P. papatasi* , que deux mâles de *S. antennata* et *S. minuta* et un seul mâles *P. alexandri* sont trouvés. Cette dominance des mâles est également notée à Messaad pour les cinq espèces trouvées.

Pour ce qui est de la fréquence d'apparition des espèces, celle-ci est en fonction avec les stations d'étude. *P. papatasi* est une espèce accessoire à Hassi Bahbah et à ITSFA et elle est constante à Messaad. *S. antennata* est une espèce régulière à ITSFA et accessoire à Messaad. *S. minuta* une espèce accidentelle à ITSFA mais ell est accessoire à Messaad, *P. alexandri* est une espèce accidentelle à ITSFA. Les espèces *S. fallax* et *Sergentomyia* sp. sont qualifiées comme accidentelles à Messaad.

La structure de la phlébotofaune trouvée est étudiée par l'indice de diversité de Shannon-Waever, à ITSFA et Messaad les diversités des espèces sont élevées. Par contre, à Hassi Bahbah, la diversité est trop faible. Par rapport à l'équitabilité, à ITSFA et à Messaad, les effectifs des espèces tendent à être en équilibre entre eux.

A l'instar de ces résultats, il est conclu que la diversité des phlébotomes est influencée par les conditions météorologiques locales, le type de milieu urbain ou rural et l'activité exercée. Ces facteurs ont certainement un impact directe sur la distribution des vecteurs et la transmission des leishmanioses dans la région de Djelfa et ses limitrophes.

A l'avenir il est recommandé de

- Poursuivre l'étude dans d'autres sites et d'autres milieux d'études ;
- Utiliser d'autres types de piégeages spécifiques aux phlébotomes comme le piège CDC ;
- Etudier la relation entre la diversité des phlébotomes et l'évolution des cas de leishmaniose à Djelfa.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. AIDI K., ZEDDOURI A., BOUTOUTAOU D., MEKHLLOUFI N., YOUNCI, D., 2016 – Etudes des pluies et des intensités pluviales des zones semi-arides (Cas du ZAHREZ, Bassin versant 17). *Deuxième Forum international sur les ressources en eau « Évaluation, économie et protection »*, Ouargla, les 21 et 22 Décembre.
2. ALEXANDRE B. et MAROLI M., 2003 - Control of phlebotomine sandflies. *Medical and Veterinary Entomology*, 17(1): 1-18.
3. ALTEN B., OZBEL Y., ERGUNAY K., KASAP O.E., CULL B., ANTONIOU M., VELO E., PRUDHOMME J., MOLINA R., BANULS A.L., SCHAFFNER F., HENDRICKX G., VAN BORTEL W. et MEDLOCK J.M., 2015 - Sampling strategies for phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Europe. *Bulletin of Entomological Research*, (105):664–678.
4. ASSOCIATION FRANÇAISE des ENSEIGNANTS de PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE(ANOFEL)., 2014 – *Parasitologie médicale. Généralités et définitions. Polycopie national*. Grenoble, 240p.
5. BAKROUNE N. E., SELAMI M., SAHARAOU L., 2020 – Entomofaune associée au blé dur (*Triticum durum* L.). *Revue Agrobiologia*, 10(1): 1849 -60.
6. BEDDIAF R., KHERBOUCHE Y., SEKOURM., SOUTTOU K., ABABSA L., DJILLALI K., HADJ SEYD A., 2014- Aperçu sur la faune arthropodologique de Djanet (Tassili n'Ajjer, Algérie). *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, 07(02): 85 – 94..
7. BELAZZOUG S. 1991 – The sandflies of Algeria. *Parasitologia*, (33)5: 85-87.
8. BENNAI K., 2018 - *Surveillance et contrôle des leishmanioses dans le Nord de l'Algérie*. Thèse Doctorat 3èmeen Biologie. Option : Ecologie des Systèmes Vectoriels. Université M'hamed Bougara-Boumerdes, 108 p.
9. BERCHI S., 1993 – *Les phlebotomes (Insecta, Diptera, Psychodidae), vecteurs de leishmanioses dans l'Est Algérien*. Ed. Evolution et Zoologie, Paris, 341 – 349.
10. BOUKRAA S., BOUBIDI S. C., ZIMMER J. Y., FRANCIS F., HAUBRUGE E., ALIBENALI-LOUNACI Z., DOUMANDJI S., 2011 – Surveillance des populations de phlébotomes (Diptera : Psychodidae), vecteurs des agents

responsables des leishmanioses dans la région du M'Zab-Ghardaïa (Algérie). *Entomologie faunistique*, 63(3) : 97-101

11. BLONDEL J., 1979 - *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson et Cie, Paris, 184 p.
12. BOUNAMOUS A., 2010 - *Biosystématique et caractérisation par la biologie moléculaire des phlébotomes de l'Est algérien*. Thèse de Doctorat. Université de Constantine, 304p.
13. BOUNAMOUS A., LEHRTER V., HADJ-HENNI L., DELECOLLE J.C., DEPAQUIT J., 2014- Limits of a rapid identification of common Mediterranean sandflies using polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism. *Med. Inst. Oswaldo. Cruz, Rio de Janeiro*, 109(4): 466–472.
14. BOUSSAA S., 2008 - *Epidémiologie des leishmanioses dans la région de Marrakech, Maroc : effet de l'urbanisation sur la répartition spatio-temporelle des Phlébotomes et caractérisation moléculaire de leurs populations*. Thèse de Doctorat de l'université Louis Pasteur Strasbourg, 181p.
15. BOUSSAID S., SOUIHER N., DJABALLAH F., 2012 – Contribution à une étude climatique comparative entre deux trentaines d'années (1913-138) et (1975-2009), Cas de la région de Djelfa. *The egyptien journal of environmental change*, 4(4) : 23-44.
16. CHOUIHAT N., DOUMANDJI-MITICH B., DOUMANDJI S., 2018 - *Biodiversity of arthropods from Algerian palm groves ecosystem (Ghardaïa-Algeria)*. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(11): 8995-8990
17. CHOWDHURY R., KUMAR V., MONDAL D., LAL DAS M., DAS P., DASH A.P., KROEGER A., 2016 - Implication of vector characteristics of *Phlebotomus argentipes* in the kala-azar elimination programme in the Indian subcontinent. *Pathogens and Global Health*, 10(3): 87–96
18. DANTAS-TORRES F. et BRANDAO-FFILHO S. P., 2006 - Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) and *leishmaniasis* in the New World: A review. *Medical and Veterinary Entomology*, 20(1): 1-12.
19. DEDET J.P., 2001 – Répartition géographique des leishmaniasis. *Méd Mal Infect*, 31(2) : 178 – 183.

20. DEDET J.P., ADDADI K. et BELAZZOUG S., 1984 - Les phlébotomes (Diptera, Psychodidae) d'Algérie. Cahiers-ORSTOM. *Entomologie médicale et parasitologie*, 22(2): 99-127.
21. DEROUACHE H., DAOUD N., VINOLAS A., EI-KEBLAWY A., 2023 - Diversity of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) and their attack. *Entomology*, 92:7–20.
22. DESJEUX P., 2004 - Leishmaniasis: current situation and new perspectives. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 27(5): 305-318.
23. DESJEUX P., PIOT B., O'NEILL K., MEERT J.P., 2001 - Co-infection a Leishmania/VIH dans le sud de l'Europe. *Méd Trop*, (61): 187-193.
24. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaire., 2020 - *Monographie de la wilaya de Djelfa*. Ed. D.P.S.B, Djelfa, 74 p.
25. Direction de la Santé et de la Population., 2023 - *Les cas de la Leishmaniose entre 2020 et 2023*. Fiche technique. Ed. D.S.P, Djelfa, 80p.
26. DJEBARA F., BENZAHRA A., MIMECHE F., SAHRAOUI L., 2018 - Diversity of entomofauna associated with greenhouse-grown tomatoes. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Biologia*, 63(3):139-151.
27. FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., et DEVAUX J., 2003 - *Écologie-approche scientifique et pratique*. Ed. TEC & DOC, Paris, 399 p.
28. GHERBI R., 2020 - *Biologie et Ecologie des Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) dans la région semi-aride (cas de la région de Sétif) avec detection et identification des espèces de Leishmanies*. Thèse de Doctorat Université Farhat Abbas Sétif 1, 172 p.
29. GHOSH K. N. et BHATTACHARYA A., 1992 - Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) of the Indian subcontinent. *Journal of Medical Entomology*, 29(2):183-186.
30. HUSTEDT J., PRASETYO D. B., FIORENZANO J. M., FRICKEN M. E., HERTZ J. C., 2022 - Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) and sand fly-borne pathogens in the Greater Mekong Sub region. *A systematic review, Parasites & Vectors* 15: 1-15.
31. IZRIA., DEPAQUIT J., PAROLA P., 2006 - Phlébotomes et transmission d'agents pathogènes dans le bassin méditerranéen. *Medecine Tropicale*, 66(5):429–435.

32. KAMPEN H. et WERNER D., 2014 - Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) as vectors of Leishmania in Germany. *Parasitology Research*, 113(12): 4231-4243.
33. KHADOUMI A., BOUZEKRI M. A., GUERZOU A., 2022 - Species diversity of myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) in Zehrez Chergui's Wetland (Djelfa: Algeria): First checklist. *Asia-Pacific Biodiversity*, 5(5): 1-6.
34. KILLICK-KENDRICK R., 1999 - The Biology and Control of Phlebotomine Sand Flies. *Clinics in Dermatology*,(17): 279-289.
35. KOUSSA M. et BOUZIANE T., 2018 - Apport du sig a la cartographie des zones à risque d'érosion hydrique dans la région de Djelfa, Algérie. *Lebanese Science Journal*, 19(1): 31- 46.
36. LANE R. P., 1993 - *Sandflies (Phlebotominae)*. In *Medical Insects and Arachnids*. Ed. Springer Book Archive, London, Pp 78-119.
37. LEGER N. et DEPAQUIT J., 2001- Les phlébotomes et leurs rôle dans la transmission de leishmaniose. *Ectoparasite et vecteurs d'intérêt médical*, 41-48.
38. LEWIS D. J., 1971- Phlebotomid Sandflies Bulltin. *Organisation Mondiale de la Santé*, 44: 535–551.
39. MAROLI M., FELICIANGELLI M.D., BICHAUD L., CHARREL R.N., GRADONI L., 2013 - Phlebotomine sand flies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. *Med. Vet. Entomol*, 27(2):123–147.
40. MESSAHEL N.E., LAFRI I., MOUALEK I., HOUALI K., HAKEM A., 2021 - Epidemiological situation analysis of cutaneous leishmaniasis in Batna (northeast): An important focus in Algeria. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 26: 1-10.
41. MESSAOUDENE F., BOUKRAA S., BOUBIDI S., GUERZOU A., OUAHABI A., 2023 - Human Cutaneous Leishmaniasis in North Africa and its threats to public health: a statistical study focused on Djelfa (Algeria). *Microorganisms*, 11, 1-14.
42. MESSAOUDENE F., BOUKRAA S., BOUBIDI S C., GUERZOU A., 2024 - First comprehensive list of phlebotomine sandfly species (Diptera, Psychodidae) in a leishmaniasis out break - Djelfa Algeria (North

- Africa): description and first record of *Ph. langeroni*, the main vector of *leishmania infantum*. *Journal of arthropods borne diseases*. **In press**.
43. MIHALCA A.D., CAZAN C.D., SULESCO T., DUMITRACHE M.O., 2019 - A Historical Review on Vector Distribution and Epidemiology of Human and Animal Leishmaniasis in Eastern Europe. *Research in Veterinary Science*, 123, 185–91.
 44. MOKNI M., 2019- Leishmanioses cutanées. In : *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*. Ed. Elsevier Masson, Paris, Pp. 232-246.
 45. OERTHER S., JOST H., HEITMANN A., LUHKEN R., KRUGER A., STEINHAUSEN I., BECKER N., 2020 - Phlebotomine sand flies in Southwest Germany: update with records in new locations. *Parasites & Vectors*, 13(173): 1-8.
 46. PASQUIER G. et RAVEL C., 2023 - Les leishmanioses au laboratoire. *Revue francophone des laboratoires*, (556), 26-33.
 47. PERFIL'EV P.P., 1968 - Fauna of U.R.S.S Diptera. Phlebotominae (Sandflies). *Academy of Sciences of the URSS. Zoological Institute*, 2(3):1–195.
 48. PRUDHOMME J., 2015 - *Phlébotomes et écosystèmes: impact des facteurs biotiques et abiotiques sur la structure génétique et phénotypique des populations*. Thèse de Doctorat, Université de Strasbourg, France, 259p.
 49. RAMADE F., 2003 – *Éléments d'écologie-écologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 22-690p.
 50. RAMDANE E., BERCHI S., LOUADI K., 2018- Les phlébotomes (Diptera, Psychodidae), vecteurs d'agents pathogènes responsables de la leishmaniose humaine dans la région de Constantine (Algérie). *Entomofauna*, 39(2): 537-555.
 51. READY P. D., 2013 - Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. *Annual Review of Entomology*, 58: 227-250.
 52. REITHINGER R., DUJARDIN J. C., LOUZIR H., PIRMEZ C., ALEXANDRE B., BROOKER S., 2007 - Cutaneous leishmaniasis. *Lancet Infect*, 7(9), 581–596.
 53. RIOUX J.A., GOLVAN Y.J., CROSET H., HOUIN R., JUMINER B., BAIN O., TOUR S., 1967 - Ecologie des leishmanioses dans le Sud de France. *Echantillonnage. Ethologie. – Ann. Parasitol. Humm. Comp.*, (42): 561–603.

54. RIOUX J.A., PERIERRES J., KILLIK-KENDRICKR., LANOTTE G., BAILLY M., 1982 - Écologie des leishmanioses dans le sud de la France. *Ann. Parasitol. Humm, Comp*, 57(6) : 631-635.
55. SERENO D., 2019 - *Leishmania* (Mundinia) spp.: from description to emergence as new human and animal Leishmania pathogens. *New microbes and new infections*, 30: 100540.
56. SERVICE M., 2012 - *Medical Entomology for Student*. Cambridge University press, United States of America New York, 314 p.
57. TAIBAOU B., DOUAOU A., BOUXIN G., 2020 - Diversité floristique de la steppe sud Algéroise : cas de la région de Djelfa (Algérie). *Lejeunia, revue de bomondiale*, (203) : 1- 41.
58. World Health Organisation., 2022-Leishmaniose. Consulté le Juin 2024, sur Organisation mondiale de la santé: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>.
59. YAHIAOUI S. R., BOUDJEMAA S., MARNICHE F., GUERZOUA., 2024 - Diversity of fruit fly species in agricultural area Chott Zahrez Chergui (Djelfa): First record of *Trupanea amoena* (Diptera: Tephritidae) in Algeria. *Agriculture and Applied Biology*, 5(1): 48 - 62.
60. ZEROUAL S., GAOUAOUI R., BOUDJELIDA H., 2016 - Diversity and occurrence of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in the area of Biskra (Middle Eastern of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(5): 890-895.
61. <https://shorturl.at/hsmgk> Earth Map., 2024 - *Données cartographiques de wilaya de Djelfa*. Consulté le Juin 24, 2024, sur Earth Map.

العنوان: وفرة وتنوع بعض نواقل داء الليشمانيا في منطقة الجلفة

ملخص الدراسة

يهدف هذا العمل إلى دراسة وجود وتنوع بعض نواقل الليشمانيا في منطقة الجلفة. حيث تم إجراء الدراسة في ثلاث محطات أبن تم أخذ العينات وهي: حاسي بحبح، المعهد التكنولوجي المتخصص للتكوين في الفلاحة الرعوية بالجلفة ومسعد. كشفت النتائج عن وجود ستة أنواع تنتمي إلى جنسين معروفين دورهما في نقل الليشمانيا وهما: *Phlebotomus* و *Sergentomyia*. يعتبر *P. papatasi* النوع السائد في المحطات الثلاث، حيث بلغت نسبته (AR% = 100%) في حاسي بحبح، و (AR% = 50%) المعهد التكنولوجي المتخصص للتكوين في الفلاحة الرعوية بالجلفة، و (AR% = 81.25%) في مسعد. كما أن هذا النوع يتمتع بأعلى قيم تردد، حيث بلغت FO% = 40% في كل من حاسي بحبح و المعهد التكنولوجي المتخصص للتكوين في الفلاحة الرعوية بالجلفة، و FO% = 80% في مسعد. سُجلت أعلى قيمة للتنوع في المعهد التكنولوجي المتخصص للتكوين في الفلاحة الرعوية بالجلفة (H' = 1.76 بت). كانت قيم الإنصاف: E = 0 في حاسي بحبح، E = 0.43 في مسعد، و E = 0.88 في المعهد التكنولوجي المتخصص للتكوين في الفلاحة الرعوية بالجلفة.

الكلمات المفتاحية: الليشمانيا، حشرة الرمل، النواقل، التنوع، الجلفة، الجزائر.

Titre: Abondance et diversité de quelques vecteurs de *Leishmania* spp. dans la région de Djelfa

Résumé

Le présent travail consiste à étudier abondance et diversité de quelques vecteurs de *Leishmania* spp. dans la région de Djelfa. L'étude est faite dans trois stations d'échantillonnage Hassi Bahbah, ITSFA et Messaad. Les résultats obtenus révèlent la présence de six espèces appartenant aux deux genres reconnus pour leur rôle dans la transmission de la leishmaniose ; *Sergentomyia* et *Phlebotomus*. *P. papatasi* avec les taux de (AR% = 100%) à Hassi Bahbah, de (AR% = 50%) à ITSFA et de (AR% = 81,25%) à Messaad est l'espèce qui domine dans les trois stations. Cette espèce possède également les valeurs de fréquences les plus élevées. Elle est notée par FO % = 40% à Hassi Bahbah et à ITSFA et de FO % = 80% à Messaad. La valeur de diversité la plus élevée est notée à ITSFA (H' = 1,76 bits). L'équitabilité est de E = 0 à Hassi Bahbah, de E = 0,43 à Messaad et de E = 0,88 à ITSFA.

Mots clés : Leishmaniose, Phlébotomes, vecteurs, diversité, Djelfa, Algérie.

Title: Abundance and diversity of some vectors of *Leishmania* spp. in the Djelfa region

Abstract

The present work consists in studying the abundance and diversity of some vectors of *Leishmania* spp. in the Djelfa region. The study was carried out at three sampling stations: Hassi Bahbah, ITSFA and Messaad. The results reveal the presence of six species belonging to the two genera recognized for their role in the transmission of leishmaniasis: *Sergentomyia* and *Phlebotomus*. *P. papatasi*, with rates of (AR% = 100%) at Hassi Bahbah, (AR% = 50%) at ITSFA and (AR% = 81.25%) at Messaad, was the species most frequently found. Messaad is the dominant species at all three stations. This species also the highest frequency values. It is noted by FO % = 40% at Hassi Bahbah and ITSFA, and FO% = 80% at Messaad. The highest diversity value is found at ITSFA (H' = 1.76 bits). Equitability is E = 0 at Hassi Bahbah, E = 0.43 at Messaad and E = 0.88 at ITSFA.

Key words : Leishmaniasis, sandfly, vectors, diversity, Djelfa, Algeria.