

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Université Badji Mokhtar - Annaba-



Faculté des Sciences  
Département de Biologie  
Laboratoire : Écologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques



## THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat  
Filière : Biologie.  
Spécialité : Biodiversité, Évolution Et Écologie De La Santé.

### Inventaire des chiroptères dans le nord-est Algérien et faune ectoparasite associée

Présentée par :

BENDJEDDOU Mohammed Lamine

Devant le Jury composé de :

Mr. BENSOUILAH Mourad  
Mme. BOUSLAMA Zihad  
Mr. DIETZ Christian  
Mr. SCARAVELLI Dino  
Mr. BOUNACEUR Farid  
Mr. BELABED Adnène Ibrahim  
Mr. AMR Zuhair

Président  
Directrice  
Co-directeur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Invité

Professeur. Université Badji Mokhtar - Annaba  
Professeur. Université Badji Mokhtar - Annaba  
Professeur. Université de Tubingen - Allemagne  
Professeur. Université de Bologne - Italie  
Professeur. Université d'Ibn Khaldoun - Tiaret  
Maître de Conférences. Université Badji Mokhtar - Annaba  
Professeur. Université d'Irbid - Jordanie

2016/2017



*Lui qui croyait par son éducation, par ses études, tout savoir de la vie découvre sur ces arpents de terre que la vie naturelle est un bien meilleur professeur parce qu'elle ne donne pas la même réponse à toutes les questions et qu'elle laisse le savoir germer et mûrir comme tout ce qui est vrai et vivant.*

**Le Clézio  
Prix Nobel de littérature 2008**

**R**édiger une thèse de doctorat s'avère un travail de longue haleine. Mes années de recherches furent bien difficiles mais avant tout un parcours fort humain, une expérience qui nous forge ; des années pleines de réflexions, d'échanges, des liens tissés, des amitiés nouées et même perdues.

Postuler pour une thèse de doctorat fut l'un de mes plus grands souhaits voire rêves, et dieu merci ce rêve s'est concrétisé. Certes la persévérance est le secret de la réussite mais celà ne serait jamais possible sans le soutien indéfectible d'une personne envers qui j'exprime ma profonde gratitude, à savoir ma directrice de thèse, **madame le professeur BOUSLAMA Zihad, directrice du laboratoire de recherche Ecologie des systèmes terrestres et aquatiques (EcoSTAq)** que je remercie vivement.

Je vous témoigne tellement de reconnaissance et d'admiration. Merci pour votre disponibilité, votre sensibilité aux contextes personnels et à votre largeur d'esprit par rapports à nos caractères, merci pour votre confiance. Merci madame pour tout ce vous nous avez appris tant sur le plan scientifique, professionnel et humain et ceux dès mes premiers pas dans le laboratoire étant étudiant en licence, merci aussi de m'avoir dirigé et d'avoir ainsi joué un rôle majeur dans ma découverte de possibilités de carrière qui ont contribué à ma motivation ; merci très chère madame de m'avoir toujours soutenu.

Je remercie vivement **monsieur BENYACOUB Slim, professeur à l'université Badji Mokhtar – Annaba**, qui a contribué énormément à ma formation en tant qu'écologue ; sa rigueur et sa culture scientifique m'ont beaucoup apporté au cours de ma graduation.

Je remercie chaleureusement **monsieur DIETZ Christian, professeur à l'université de Tübingen (ALLEMAGNE)**. Je teins a lui exprimé mon plus profond respect pour sa confiance et pour avoir accepté de codiriger ce travail. Cette thèse s'est appuyée sur ses compétences scientifiques et techniques. Merci pour ses conseils, orientations et disponibilité.

Mes vifs remerciements vont aussi à **monsieur Mourad BENSOUILAH, professeur à l'université Badji Mokhtar – Annaba** pour l'honneur qu'il nous fait en présidant ce jury.

J'exprime aussi toute mon estime et reconnaissance à **monsieur AMR Zuhair, professeur des universités d'Irbid (JORDANIE) et point focal Jordanien d'EUROBATS**, pour sa contribution avec sa « touche personnelle » et son enrichissement à cette thèse.

A monsieur **BELABED Adnène Ibrahim, maître de conférences à l'université Badji Mokhtar – Annaba**, c'est un honneur pour moi que mon enseignant juge ce travail. Je vous remercie infiniment.

Je remercie également **monsieur SACRAVELLI Dino, professeur des universités de Bologne (ITALIE), point focal de Bologne à EUROBATS et UICN BAT SPECIALISTE**, merci pour ses conseils et orientations. Je n'oublierai pas l'ambiance chaleureuse durant son séjour à Annaba, les discussions et les échanges fructueux. Merci monsieur pour votre disponibilité, vos orientations et conseils pointus. Merci d'avoir accepté de faire part de ce jury en qualité d'examineur.

Je remercie infiniment monsieur **BOUNACEUR Farid, professeur à faculté des sciences de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret** d'avoir aimablement accepté de juger cette modeste recherche.

Mes vifs remerciements vont aussi à **monsieur SCHEFFLER Ingo, professeur des universités de Postdam (ALLEMAGNE), spécialiste en entomologie**. Qui a contribué avec ses compétences au volet parasitisme de cette thèse.

J'exprime aussi toute ma reconnaissance à **monsieur BERKANE Emir (Poséidon), Docteur en Médecine et Spéléonaute, président du Spéléoclub de Ain Beida**. Qui en partie a financé les comagnes de prospections lors de cette thèse. Je vous témoigne monsieur tellement de reconnaissance et d'admiration et les mots me manquent pour vous exprimer ma gratitude.

Mes remerciements les plus vifs vont aussi à **UNEP/EUROBATS** (Agreement on the Conservation of Populations of European Bats) et **Pettersson Elektronik ®** pour avoir fourni le matériel nécessaire pour mener à bien cette étude.

Mon défunt Père **Ahmed BENDJEDDOU**, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu envers lui.

Mon défunt frère d'âme **Amine BACHA**, ce travail est le fruit des efforts qu'il a consentis durant mes années d'hiver ... je lui suis infiniment reconnaissant

A ma Mère **Fatiha REDJAIBIA,**

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A grand-mère **Berkahem AMROUSSI,**

Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.

A ma très chère sœur **Sabrina BENDJEDDOU,**

Pour toute l'ambiance dont tu m'as entouré, pour toute la spontanéité et ton élan chaleureux, Je te dédie ce travail. Puisse Dieu le tout puissant exhausser tous tes vœux.

A ma très chère sœur **Fatima BENDJEDDOU,**

En souvenir d'une enfance dont nous avons partagé les meilleurs et les plus agréables moments. Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour.

A mon frère **Adlène BENDJEDDOU,**

Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur et te protège de tout mal.

A ma grande famille, et plus spécialement ma tante **Yasmina BEDDIAR.**

A Monsieur **Wadil BOUSLAMA**,

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soient-elles ne sauraient exprimer ma gratitude, ma reconnaissance et mon respect.*

*Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

*Je vous remercie pour tout ce que vous avez fait. Je vous dédie ce modeste travail ...*

*À ma famille adoptive ... les frères d'âme*

**Wassim METALLAOUI**

*... & ...*

**Wakil DENIN**

*Je vous suis tellement reconnaissant*

*Vous êtes là, présents, à m'écouter et à m'épauler ... un petit geste pour vous, mais  
tellement pour moi,*

*Merci est un simple mot ... Ce que je souhaiterais exprimer est au-dessus de cela.  
Je suis à la fois touché et reconnaissant pour l'aide, bref pour tout ... Je ne pourrai  
jamais vous remercier assez.*

*Je vous dédie ce modeste travail et à toi plus spécialement **Wassim***

*Ce travail de recherche a été accompli au laboratoire « **Ecologie des systèmes terrestres et aquatiques** » dirigée par Madame Bouslama Zihad.*

*À toute l'équipe EcoSTaQ, j'ai été honoré de vivre ces années d'expérience professionnelle et humaine à vos côtés ; Kamila Baba Ahmed (merci pour les bons moments Kami, pour tous ce que tu es), Dounia Zeghouma, Amina Azzouz, Linda Saili.*

*A kenza Chiheb, merci pour ces longues années d'amitié et de complicité, pour les moments de joie et de rire ... ce sont mes seuls souvenirs.*

*A **Hana Soualah Alila**, Wafa Amoura, Badis Bakouche, Imed Djemadi, Ghoulem Tiar, Khalil Draïdi, Khalil Belayadi, Fatma Boumendjel, Akila Bouziane, Said Bourbia, Redha Abbaci, Dhia Khemis, Mohcen Allem, Tahar Tata, Sihem, Khaloula et Moufida Kara Ali.*

*À un membre du laboratoire très spécial, **Raouf Amara Korba**, pour son soutien moral, pour les moments de joie, de rire et pour « Singing like Mariah », tu m'es tombé du ciel, que dieu te préserve, j'ai gagné non pas un ami mais un frère ...*

*Aussi à **Mohammed Akrem Djendli** ... ces derniers mois ont été pleines d'émotions ... merci pour ta sagesse ... merci d'avoir été toujours à mes côtés ... je te promets à mon tour que le meilleur reste à venir.*

*À mes ami(e)s plutôt que mes étudiant(e)s ; Djalil Amoura, Majda Kamouche, Marwa Kechroud, Farouk Baziz, Sabrina Bouzid, Youcef Boubena, Hichem Achouri, Hadjer Ouchen et Samy Aymen Gahmous.*

*Aux anciens je ne vous oublie pas ; Karim Mebarek, Houdeifa Saidi, Mohamed Harbi, Sandra Benosman ...*

*Je n'oublie pas évidemment mes potes ; Larbi Bouras, Amir Chibani et Heithem Zeghouma ...*

*Je remercie l'ensemble des enseignants du master Monitoring des milieux naturels et gestion durable des ressources ; spécialement madame Dadci Rym et madame Toubal qui ont contribué à ma formation.*

*À l'issue du travail de terrain et de la rédaction de cette recherche, je suis convaincu que la thèse est loin d'être un travail solitaire. En effet, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail doctoral sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de ma recherche m'ont permis de progresser dans cette phase délicate de « l'apprenti-chercheur ».*

*Tous mes amis de Ain El Beida ; Mourad Bendada, Rehda Nadji, Hakim Kouadria, Kiki Azzouz ... et bien sur Naim Khammar (the best).*

*Également aux plus intimes, mes amis ; Sami Hammami, Zaki Abid, Youcef Boutabia, Azzou, Sofiane, Badi Boudjatit et Hamza Bernia.*

*J'exprime mes remerciements à tous ceux qui à titres divers m'ont apporté soutien et concours, sans eux, l'accomplissement de ce travail n'aurait pu être mené à bien, spécialement à **Farouk Khalfaoui** ...*

**Amrane FARFAR**

*Je te dédie ce modeste travail pour exprimer toute ma reconnaissance et te dire à quel point je suis fier de t'avoir non pas comme ami mais frère, Dieu m'en est témoin ... à tes côtés, aucune route ne semble trop longue ... que dieu te protège et préserve ...*

## Bats in Northeastern Algeria (The National Park of El Kala) and their associates ectoparasites.

Species richness, activity patterns and association of 10 bats species representing two families (*Rhinolophidae*, *Vespertilionidae*) from six different habitats at El Kala Biosphere Reserve, Northeastern Algeria were studied. Isabelline Serotine was the most abundant species (15.8%) while *Rhinolophus hipposideros* was rarest and the less abundant. Among these, two species are classified as Vulnerable and three are Near Threatened according to IUCN. In terms of specific richness, Soug Rguibette is mainly the richest habitat of El Kala with seven (07) species contacted.

*Rhinolophus ferrumequinum*, was netted during March until September with peaks in May and July. Activity pattern for *Rhinolophus hipposideros* continued from March until December, with a peak in July with no activity during January and February. For *Rhinolophus blasii*, a steady activity almost all year round, with exception of January with a peak noted in July. Maximum number of *Rhinolophus euryale* was observed during July, and then declined after August to appear again in good numbers in March. *Rhinolophus mehelyi* individuals was similar from April to September, and then declined with no records from December and January. *Myotis punicus* was captured all year round except in February, with highest number collected in July. *Myotis emarginatus* was absent from October to February, then appeared from March to September with a peak in July.

Eight species of ectoparasites were recovered from nine bat species in north-eastern Algeria. six species belong to class *Insecta* and two species belong to class *Arachnida*. *Insecta* is represented by three orders namely, *Diptera*, *Hemiptera* and *Siphonaptera*. Two species of dipteran ectoparasites identified as *Phthiridium biarticulata* and *Brachytarsina falvipinnis*, belongs to *Streblidae* and *Nycteribiidae*, respectively. Order *Hemiptera* was represented by two species (*Cimex pipistrellus* and *Cimex lectularius*). One species of *Siphonaptera* was identified as *Ischnopsyllus octactenus*. Two species of arachnids were identified as *Rhipicephalus sanguineus* and *Spinturnix myoti*.

We investigated the infestation of *Ixodes vespertilionis* Koch, 1844 on *Myotis punicus* Felten, 1977 from two sites (Trios Tunnel and Sidi Trad cave) in northeastern Algeria. By stage, a total of eight females, 70 nymphs, and 107 larvae were recovered from both populations. The number of females recovered per bat at Sidi Trad ranged from 0-1, for nymphs 0-2, and for larvae 0-2. While no female ticks were collected at Trios Tunnel. At Trios Tunnel, the number of nymphs was significantly higher during April and June but not for July and September. On the other hand, the number of larvae increased from July to November, while at Sidi Trad cave, female ticks were recovered during April and May and then disappeared until the end of the study period. Significant differences were noted during all the months when compared with all stages. Nymphs infested bats significantly during April and May, declined in June and July, and then became steady until October. Larvae peaked in July, with low frequency in April, and then fluctuated from August to November. No significant differences were observed for the factors influencing tick infestation in *Myotis punicus*.

**KEY WORDS:** *Bats, Richness, El Kala Biosphere reserve, Parasitism, Insects, Myotis punicus, Ixodes vespertilionis, north-eastern Algeria.*

## **Inventaire des chiroptères dans le nord-est Algérien et faune ectoparasite associée**

Dans cette étude, nous nous sommes intéressé aux chiroptères et aux parasites qu'ils hébergent, et ce, dans une approche descriptive :

Des séances de capture réalisées sur une période s'étalant sur 24 mois (Août 2012 et Septembre 2014) dans six principaux habitats du Parc national d'El Kala, nous ont permis de dénombrer 477 individus appartenant à deux (02) familles, quatre (04) genres et dix (10) espèces dont la Sérotine isabelle qui représente l'espèce la plus abondante, et ce, à raison de 15.8%. D'autre part, et ce, en terme de richesse spécifique, Soug Rguibette (Bocage) est principalement l'habitat le plus riche d'El Kala avec sept (07) espèces recensées. Ainsi, le Parc national d'El Kala abrite 40% du patrimoine national en Chiroptères, parmi ces derniers, deux (02) sont vulnérables et trois (03) menacés selon l'UICN.

Dans le but de documenter sur les parasites externes des chauves-souris dans la Région du Nord-est Algérien. Huit (08) sites d'études ont été sélectionnés et prospectés. Au total, 283 chiroptères (119 mâles et 164 femelles) appartenant à trois (03) familles, six (06) genres et neuf (09) espèces ont été capturés et identifiés. L'examen parasitaire des individus capturés a révélé que seuls 112 spécimens ont été parasités par quatre (04) groupes différents de parasite ; les mouches, les puces, les punaises et les acariens. Les parasites collectés appartiennent à six (06) familles et sont représentés par huit (08) espèces.

L'étude du système tique-chiroptère (*Ixodes vespertilionis* – *Myotis punicus*) a permis de dénombrer 474 individus répartis en deux populations distinctes : Grotte de Sidi Trad (El Tarf) 205 individus (84 mâles et 121 femelles) et le Tunnel du Trios (Annaba) 269 individus (112 mâles et 157 femelles). Le sex-ratio du Murin du Maghreb dans la région d'étude est de (0.618). Trois classes d'âge ont été dégagés à savoir ; adulte (81%), sub-adulte (15%) et finalement la classe jeune (04%). Une différence significative est notée entre les mâles et les femelles, et ce, pour les deux variables poids (Test t de Student :  $t = -3,188$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,005$ ) et avant-bras (Test t de Student :  $t = -3,668$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,0018$ ). Au total, 185 tiques ont été collectées à partir de 176 murins durant la période d'étude et sont représentées par trois stases (Larve : 58%, nymphe : 38% et adulte : 04%). Le calcul des indices parasitaires a révélé que le Tunnel du Trios est le gîte le plus prévalent avec un taux d'infestation de 51.707% contrairement à la grotte de Sidi Trad dont le taux est de 21.022%, il est notamment important chez les femelles (52.612%) comparativement aux mâles (36.094%). L'intensité moyenne de l'infestation, quant à elle, est plus imposante chez les mâles. Du point de vue âge des hôtes, les jeunes de l'année sont prévalent par la tique, et ce, à 100%, l'intensité moyenne d'infestation et l'abondance parasitaire chez les jeunes sont les plus élevés enregistrant une valeur de 9.733. L'analyse de variation mensuelle de l'infestation de *M. punicus* ne montre aucune différence significative durant les sept mois d'étude. En général, aucune différence significative n'a été observée pour les facteurs influençant l'infestation de la tique chez son hôte.

**MOT CLES : Chiroptères, Richesse, Parc National El Kala, Parasitisme, Insectes, Myotis punicus, Ixodes vespertilionis, Nord-est Algérie.**

## ملخص

تمت هذه الدراسة في اقصى الشمال الشرقي للجزائر وتحديدًا في الحاضرة الوطنية للقاله حيث الهدف الأساسي كان في دراسة التنوع البيولوجي للتجمعات الخفافيش ونضم تحركاتها وكذلك التنوع الطفيلي المرافق لها. بعد دراسة امتدت على مدة اربع و عشرين شهر وفي مناطق مختلفة تمكنا من إحصاء عشر أنواع من الخفافيش تنتمي إلى عائلتين *Vespertilionidae* و *Rhinolophidae*. اما بالنسبة الطفيليات التي وجدت فهي من ثمانية أنواع طفيلية لتسعة أنواع من الخفافيش. اين كانت عائلة الرينولوفيد الاكثر تطفلا.

الكلمات المفتاحية: الخفاش، الطفيليات، الجزائر

# LISTE

## Des Figures

Numéro de la Figure	TITRE DE LA FIGURE	Numéro de la page
(01).	Nombre d'articles scientifiques publiés sur les Chiroptères depuis 2004 sélectionnés par différentes requêtes dans le Web Of Science	04
(02).	Anatomie d'une chauve-souris, la Serotine commune ( <i>Eptesicus serotinus</i> )	11
(03).	Chauve-souris ( <i>Palaeochiropteryx sp</i> ) datant de l'Eocène	13
(04).	Arbre phylogénique des chauves-souris d'après les études les plus récentes	14
(05).	Biodiversité des Chiroptères en fonction de la latitude dans le monde	15
(06).	Comparaison entre ailes d'un ptérosaure, d'un oiseau et d'une chauve-souris	18
(07).	Charge alaire de quelques espèces européennes	19
(08).	Recaptures de bagues pour les populations de Pipistrelles de Nathusius du Nord-est de l'Europe en relation avec la densité des éoliennes en Allemagne	22
(09).	Cycle annuel des chauves-souris européennes	23
(10).	Différents gîtes utilisés par les chauves-souris européennes	24
(11).	Quelques modèles d'épuisettes utilisées pour la capture des Chiroptères	31
(12).	Exemple de placement du filet japonais	34
(13).	L'écholocation chez les chauves-souris insectivores : émission et rebondissement de l'ultrasons	35
(14).	Position du Parc National d'El Kala	40
(15).	Position de la région d'El Kala dans le climagramme d'Emberger	41
(16).	Carte illustrant les différents sites d'échantillonnage	44
(17).	Paramètres morphométriques mesurés	47
(18).	Nombre de genre et d'espèces dans chaque famille de Chiroptères recensées au Parc National d'El Kala	51
(19).	Distribution des effectifs du peuplement de chiroptères du Parc National d'El Kala en fonction des genres	52
(20).	Points de collecte et répartition des chauves-souris dans le Parc National d'El Kala	58
(21).	Points de collecte et répartition des chauves-souris dans le Parc National d'El Kala	64
(22).	Variation spatiale des indices de diversité des chiroptères dans Chiroptères dans les six habitats prospectés au niveau du Parc National d'El Kala	65
(23).	Similarité des habitats du Parc National d'El Kala selon l'indice de Bary-Curtis	67
(24).	Histogramme du rythme annuel d'activité de la famille des Rhinolophidés	71
(25).	Histogramme du rythme annuel d'activité de la famille des Vespertilionidés	74
(26).	Carte illustrant la région et les sites d'études	77
(27).	Fréquences des groupes de parasites externes associés aux Chiroptères dans la région du Nord-est Algérien	91
(28).	Typologie spécifique d'infestation parasitaire chez les Chiroptères du Nord-est Algérien	99
(29).	Carte de localisation et limites de la région d'étude	107
(30).	Interprétation des données météorologiques de la région de Annaba	108
(31).	Carte de localisation des deux gîtes d'étude	109
(32).	Photos des deux gîtes étudiés	110
(33).	Le Murin du Maghreb ( <i>Myotis punicus</i> , Felten 1977)	110
(34).	Aire de répartition du Murin du Maghreb	110
(35).	Morphologie externe d'un <i>Ixodina</i> mâle	114
(36).	La tique à longues pattes ( <i>Ixodes vespertilionis</i> , Koch 1844)	117
(37).a	Détermination du stade de maturité d'une chauve-souris	118
(37).b	Détermination du statut reproductif chez les femelles	119
(38).	Réparation de l'effort d'échantillonnage dans la région d'étude	121

(39).	Rapport générale mâles/femelles chez les deux populations du Murin du Maghreb dans la région d'étude	122
(40).	Structure de la population par âge dans les deux sites d'étude	123
(41).	Structure de la population par âge pour les deux sexes dans la région d'étude	124
(42).	Boite a moustaches illustrant les moyennes et écart types du poids, l'avant-bras, le 3ème et 5ème doigt de la population de Murin	125
(43).	Fréquence des stases d'Ixodes vespertilionis chez le Murin du Maghreb	128
(44).	Activité saisonnière de la tique chez le Murin du Maghreb dans le Tunnel du Trios	131
(45).	Activité saisonnière de la tique chez le Murin du Maghreb dans la Grotte de Sidi Trad	131
(46).	Variation des paramètres Hygothermométriques des deux gîtes (Gauche : Température en C°, Droite : Humidité en %).	132

# LISTE

## Des Tableaux

Numéro du Tableau	TITRE DU TABLEAU	Numéro de la page
(01).	Quelques critères permettant l'identification de deux Rhinolophes pendant le sommeil hivernal	29
(02).	Récapitulatif des sites d'échantillonnage et leurs caractéristiques	43
(03).	Composition globale du peuplement de Chiroptères du Parc National d'El Kala et abondances absolues et relatives de ses espèces	53
(04).	Mesures biométriques du Petit Rhinolophe dans le Parc National d'El Kala	53
(05).	Mesures biométriques du Grand Rhinolophe dans le Parc National d'El Kala	54
(06).	Mesures biométriques du Rhinolophe de Blasius dans le Parc National d'El Kala	55
(07).	Mesures biométriques du Rhinolophe euryale dans le Parc National d'El Kala	56
(08).	Mesures biométriques du Rhinolophe de Mehley dans le Parc National d'El Kala	56
(09).	Mesures biométriques du Murin du Maghreb dans le Parc National d'El Kala	59
(10).	Mesures biométriques du Murin à oreilles échancrées dans le Parc National d'El Kala	60
(11).	Mesures biométriques de la Pipistrelle commune dans le Parc National d'El Kala	61
(12).	Mesures biométriques de la Pipistrelle de Kuhl dans le Parc National d'El Kala	61
(13).	Mesures biométriques de la Sérotine isabelle dans le Parc National d'El Kala	62
(14).	Valeurs des indices de diversité du peuplement de Chiroptères dans les différents habitats	66
(15).	Tableau récapitulatif des missions et techniques d'échantillonnage employés durant l'étude	86
(16).	Liste et fréquences des espèces hôtes contactées dans la région d'étude	89
(17).	Espèces capturées par site d'étude	90
(18).	Composition spécifique des parasites externes associés aux chiroptères dans la région du Nord-est Algérien	92
(19).	Typologie d'infestation des principaux groupes de parasites dans la région d'étude	97
(20).	Epidémiologie globale des ectoparasites chez les Chiroptères récoltés dans la présente étude	101
(21).	Prévalence, abondance et intensité moyenne des ectoparasites pour chaque espèce hôte	102
(22).	Différents gîtes adoptés par les Murins du Maghreb	112
(23).	Classification des tiques	115
(24).	Sex-ratio de la population du Murin du Maghreb dans la région et site d'étude	122
(25).	Paramètres morphométriques mesurés chez la population de Murin dans la région d'étude	124
(26).	Paramètres biométriques inter-sex de la population de Murin	126
(27).	Quantification de la tique dans les deux sites d'études.	128
(28).	Infestation des mâles et femelles chez le Murin du Maghreb dans la région d'étude	129
(29).	Typologie parasitaire totale des chauves-souris	129
(30).	Prévalence, abondance et intensité moyenne des ectoparasites pour chaque espèce hôte.	130

# LISTE

## Des Planches

<b>Numéro de la Planche</b>	<b>TITRE DE LA PLANCHE</b>	<b>Numéro de la page</b>
(01).	Photos des principaux habitats échantillonnés au niveau du Parc National d'El Kala	45
(02).	Photos des chiroptères de la famille des Rhinolophidés contactés durant l'étude	57
(03).	Photos des chiroptères de la famille des Vespertilionidés contactés durant l'étude	63
(04).	Photos des sites prospectés dans la région d'étude	81
(05).	Schéma et cycle biologique des parasites externes des Chiroptères	85

# TABLE

## Des Matières

AVANT-PROPOS  
REMERCIEMENTS  
DEDICACES  
ABSTRACT  
RESUME  
LISTE DES FIGURES  
LISTE DES TABLEAUX  
LISTE DES PLANCHES

	<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	
1.	Biodiversité, une notion en quête de stabilité	01
2.	Les Chiroptères, biodiversité, particularités, pression, quel intérêt pour l'environnement	01
3.	Les Chiroptères d'Algérie, une connaissance disparate des espèces	04
4.	Un facteur régulateur des populations ; le Parasitisme	05
5.	Objectifs et Organisation de la thèse	07

### CHAPITRE I. PRESENTATION GENERALE DES CHIROPTERES

1.	La spécificité des Chiroptères	10
1.1.	Le vol actif	10
1.2.	Une grande longévité	10
1.3.	Une grande variabilité des spermatozoïdes	10
1.4.	Un sonar	10
1.5.	Une multiplicité des niches écologiques	11
2.	Anatomie	11
3.	Les organes de sens	11
3.1.	Yeux	12
3.2.	Oreilles	12
3.3.	Larynx	12
4.	Le corps	13
5.	Evolution	13
5.1.	Histoire des fossiles	13
6.	Diversité	15
7.	Le vol	17
8.	La léthargie et le sommeil hivernal	19
9.	La migration	20
9.1.	Les sédentaires	20
9.2.	Les migratrices partielles	20
9.3.	Les grandes migratrices	21
9.4.	Faculté de retour au gîte	22
10.	Cycle annuel	22

10.1.	Phase d'hibernation	23
10.2.	Phase de transit « 1 »	24
10.3.	Phase estivale	24
10.4.	Phase de transit « 2 »	25

## **CHAPITRE II. METHODES & TECHNIQUES D'ETUDES ET D'IDENTIFICATION DES CHIROPTERES**

1.	La prospection visuelle	26
1.1.	Identification à partir de la prospection visuelle d'individus en vol	26
1.2.	Identification à partir de la prospection visuelle d'individus dans le gîte	27
1.2.1.	Prospection dans un gîte souterrain	27
1.2.2.	Prospection en habitations	29
1.2.3.	Prospection visuelle en gîte arboricole	29
2.	Prospection par capture au filet	30
2.1.	Capture à l'aide d'une épuisette	31
2.1.1.	Capture à l'intérieur du gîte	32
2.1.2.	Capture en sortie de gîte	32
2.1.3.	Capture en vol libre	32
2.2.	Capture à l'aide d'un filet Japonais	32
3.	Prospection par analyse des cris d'écholocation	34
3.1.	Division de fréquence	35
3.2.	Hétérodyne	35
3.3.	Expansion de temps	36
4.	Clé d'identification des Chiroptères d'Europe et d'Afrique du nord	36
5.	Récapitulatif (Champs d'application, Avantages et inconvénients des méthodes de prospections)	38

## **CHAPITRE III. LES CHIROPTERES DU PARC NATIONAL D'EL KALA : INVENTAIRE ET RYTHME ANNUEL D'ACTIVITE**

1.	Contexte & Objectifs	39
2.	Matériel & Méthodes	40
2.1.	Présentation de la zone d'étude	40
2.1.1.	Caractéristiques bioclimatiques	41
2.1.2.	Les Principaux habitats	42
2.1.3.	Diversité faunistique et floristique	42
2.1.3.1.	Richesse faunistique	42
2.1.3.2.	Richesse floristique	43
2.1.4.	Description sommaire des sites d'étude	43
2.1.4.1.	Soug Rguibette	44
2.1.4.2.	El Kala	45
2.1.4.3.	Ain Khiar	45
2.1.4.4.	Oubeira	45
2.1.4.5.	Lac Tonga	46
2.1.4.6.	Djbel El Koursi	46
2.2.	Méthodologie de travail	46
2.2.1.	Calendrier d'échantillonnage	46
2.2.2.	Mensurations	46
2.3.	Méthodes d'exploitation des données	47
2.3.1.	Traitement des données morphométriques	47
2.3.2.	Richesse totale	47
2.3.3.	Fréquence centésimales (abondances relatives)	47

2.3.4.	Exploitation des données par indices écologiques de structure	48
2.3.4.1.	Indice de diversité de Shannon-Weaver	48
2.3.4.2.	Diversité maximale	48
2.3.4.3.	Indice d'Equirépartition	49
2.3.5.	Analyses statistiques	49
2.3.5.1.	Classement ascendant hiérarchique (CAH)	49
3.	Résultats & Discussion	50
3.1.	Composition du peuplement de chiroptères du Parc National d'El Kala (identification des espèces inventoriées)	50
3.2.	Description et caractéristiques des espèces inventoriées	53
3.3.	Analyse de la composition du peuplement par indices de diversité de structure	65
3.4.	Exploitation des résultats par classement ascendant hiérarchique	66
3.5.	Rythme annuel d'activité des chiroptères du Parc National d'El Kala	68

## CHAPITRE VI. IDENTIFICATION DES ECTOPARASITES DES CHIROPTERES DANS LE NORD-EST ALGERIEN.

1.	Contexte & Objectifs	75
2.	Matériel & Méthodes	77
2.1.	Présentation de la zone et des sites d'étude	77
2.1.1.	La Grotte Cavallo (El Tarf)	78
2.1.2.	Les Ruines du Chenal (El Tarf)	78
2.1.3.	Le lac souterrain de Bir Osman (Guelma)	78
2.1.4.	La Grotte de Ghar El Djemaa (Guelma)	79
2.1.5.	Complexe industriel d'El Hadjar (Annaba)	79
2.1.6.	Cimetière Chrétien (Annaba)	79
2.1.7.	Domaine de Burgas (Souk Ahras)	80
2.1.8.	Les gîtes du mont de Sidi Rghiss (Oum el Bouaghi)	80
2.2.	Présentation des modèles biologiques	82
2.2.1.	Présentation des modèles hôtes	82
2.2.2.	Présentation des modèles parasites	82
2.2.2.1.	Les mouches	82
2.2.2.1.1.	Les Nyctéribiidés	82
2.2.2.1.2.	Les Stréblidés	83
2.2.2.2.	Les Siphonaptères	83
2.2.2.3.	Les Hémiptères	83
2.2.2.4.	Les acariens	83
2.2.2.4.1.	Les Mites	84
2.2.2.4.2.	Les Tiques	84
2.3.	Méthodologie Générale	85
2.3.1.	Méthodologie de capture des hôtes	85
2.3.1.1.	Capture par épuisette	85
2.3.1.2.	Capture par main	86
2.3.1.3.	Capture par filet Japonais	86
2.3.2.	Manipulation du spécimen capturé	86
2.3.3.	Identification des hôtes	86
2.3.4.	Méthode de prélèvement des parasites	87
2.3.4.1.	Conservation des parasites	87
2.3.4.2.	Protocole parasitaire (identification de parasites collectés)	87
2.4.	Traitement de données	88
2.4.1.	Indices parasitologiques	88
2.4.1.1.	Prévalence parasitaire	88
2.4.1.2.	Intensité moyenne parasitaire	88
2.4.1.3.	Abondance parasitaire	88

3.	Résultats & Discussion	89
3.1.	Composition du peuplement hôte et répartition des espèces par (site/gîte) de capture	89
3.2.	Composition du peuplement parasite	90
3.2.1.	Description des espèces parasites identifiés	92
3.2.1.1.	Les mouches	92
3.2.1.2.	Les punaises	95
3.2.1.3.	Les puces	95
3.2.1.4.	Les acariens	96
3.2.2.	Typologie de répartition des groupes parasitaires	97
3.2.2.1.	Typologie spécifique d'infestation des parasites	98
3.2.3.	Analyse de la diversité parasitaire	100

**CHAPITRE V.  
ETUDE DU SYSTEME TIQUE-CHIROPTERE : MODELE TIQUE A LONGUE  
PATTES-MURIN DU MAGHREB**

1.	Contexte & Objectifs	104
2.	Matériel & Méthodes	107
2.1.	Présentation générale de la zone d'étude	107
2.1.1.	Présentation sommaire de Annaba	107
2.1.1.1.	Climat et paramètres climatiques	108
2.1.2.	Présentation sommaire d'El Tarf	109
2.1.3.	Présentation des sites d'étude	109
2.1.3.1.	Premier site d'étude (La Grotte de Sidi Trad – El Tarf)	109
2.1.3.2.	Deuxième site d'étude (le Tunnel du Trios – Annaba)	109
2.2.	Présentation des modèles biologiques	110
2.2.1.	Le modèle hôte (le Murin du Maghreb)	110
2.2.1.1.	Caractères distinctifs	110
2.2.1.2.	Répartition	111
2.2.1.3.	Habitat, gîte et comportement	111
2.2.1.4.	Reproduction	112
2.2.1.5.	Mode de chasse	112
2.2.1.6.	Migration	112
2.2.1.7.	Statut	112
2.2.2.	Le modèle parasite (La tique : généralités)	113
2.2.2.1.	Description des représentants des Ixodidae	113
2.2.2.2.	Description morphologique des tiques dures	113
2.2.2.3.	Systematique des tiques	114
2.2.2.4.	Cycle biologique des Ixodidae	115
2.2.2.5.	Cycle parasitaire	116
2.2.2.6.	La recherche de l'hôte	116
2.2.3.	Présentation de la tique à longues pattes ( <i>Ixodes vespertilionis</i> )	116
2.3.	Méthodologie	117
2.3.1.	Technique de capture	117
2.3.2.	Paramètres morphométriques	118
2.3.3.	Structure de la population (sexe-ratio)	118
2.3.3.1.	Détermination du sexe et estimation de l'âge	118
2.3.4.	Collecte et conservation des tiques	119
2.3.5.	Identification des tiques	119
2.4.	Traitement des données	119
2.4.1.	Indices parasitaires	119
2.4.2.	Analyses statistiques	120
3.	Résultats & Discussion	121
3.1.	Structure de la population du Murin du Maghreb dans la région d'étude	121

3.1.1.	Structure de la population par sexe (Sex-Ratio)	121
3.1.2.	Structure de la population par âge	123
3.1.3.	Caractéristiques morphométriques de la population	124
3.1.3.1.	Masse corporelle	124
3.1.3.2.	Avant-bras	125
3.1.3.3.	Mesure du 3 <sup>ème</sup> doigt	125
3.1.3.4.	Mesure du 5 <sup>ème</sup> doigt	126
3.1.4.	Paramètres morphométriques inter-sex	126
3.2.	Structure de la population parasite	127
3.2.1.	Quantification de la tique dans la région d'étude	127
3.2.1.1.	Quantification de la tique selon le sex de l'hôte	128
3.2.2.	Typologie d'infestation parasitaire	129
3.2.3.	Exploitation des données par indices parasitaires	129
3.2.4.	Activité saisonnière de la tique dans la région d'étude	130
3.2.5.	Variabilité de la température et de l'humidité des deux gîtes	132
3.2.6.	Facteurs influençant l'infestation de la tique chez l'hôte	132
	<b>CONCLUSION &amp; PERSPECTIVES</b>	135
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	138
	<b>ANNEXES</b>	
	<b>PUBLICATIONS &amp; NOTES</b>	

# INTRODUCTION GENERALE

---

*PROBLEMATIQUE, CONTEXTE ET OBJECTIFS*

---

## 1. La biodiversité, une notion en quête de stabilité

La biodiversité est un terme très employé depuis la fin du vingtième siècle et fut l'objet de nombreuses définitions pouvant être synthétisée comme la représentation de la variété qui existe entre les différentes catégories (ou même à l'intérieur des catégories) d'organismes vivants, de communautés, ou de processus biotiques présents sur une surface donnée (Aubertin, 2012).

C'est également une catégorie scientifique qui permet à la fois d'étudier le résultat (la richesse génétique, spécifique et écosystémique) et le moteur en décrivant la multiplicité des interactions dynamiques entre gènes et protéines, entre espèces et milieux, entre écosystèmes et biosphère. C'est alors une façon plus moderne d'aborder les questions de conservation de la nature en replaçant l'espèce, l'individu, au sein de sa population, dans son milieu, dans le développement socio-économique de nos sociétés (Aubertin, 2012).

La biodiversité joue un rôle majeur dans l'équilibre des écosystèmes et ceci se manifeste via les espèces qui y interagissent à plusieurs niveaux. L'exemple qui vient le plus souvent à l'esprit est celui de la chaîne alimentaire (producteurs primaires, consommateurs primaires, consommateurs secondaires et décomposeurs) mais il en existe d'autres : les relations de prédation, les relations de parasitisme ...ces multiples interactions influent sur l'état d'équilibre de la nature à travers des espèces considérées comme bioindicatrices (Blondel, 1982). Ces dernières sont des espèces dont la présence et la fluctuation de leurs effectifs est censée refléter les variations des conditions environnementales locales ou les variations des effectifs des autres espèces de la communauté. Les espèces bioindicatrices seront différentes en fonction des éléments que l'on souhaite suivre et de l'échelle considérée. Parmi les modèles bioindicateurs d'équilibre du milieu, les chiroptères présentent un intérêt scientifique important (Carravieri and Scheifler, 2012).

## 2. Les chiroptères, biodiversité, particularité, pression, quel intérêt pour l'environnement ?

L'apparition des Chiroptères remonte à la fin du Cretacé (il y'a soixante-dix millions d'années). Ses plus anciens fossiles datent du début de l'éocène, période qui correspond à l'évolution rapide qu'eut connues les mammifères de manière générale

ainsi formant des groupes correspondants aux familles connues actuellement ([Dietz et al., 2009](#)).

Ils représentent l'ordre de mammifères le plus diversifié et ce du point de vue des adaptations physiologiques et comportementales. Cette particularité leur a permis de conquérir tous les écosystèmes, à l'exception des régions polaires ([Kunz and Fenton, 2005](#)).

On y compte plus de 1200 espèces ([Bats Conservation International, 2011](#) ; [Courtois, 2011](#)) partagées en deux entités distinctes ; les Mégachiroptères et les Microchiroptères. Le premier groupe regroupe des chauves-souris de grande taille connu aussi sous le nom de Roussette ou bien renard volant représentent environ 20 % de la richesse totale. Elles sont généralement frugivores et localisées essentiellement dans les régions tropicales et subtropicales. Le second groupe, celui des Microchiroptères se distinguent essentiellement par leur aptitude à s'orienter par écholocation. Elles représentent près de 80 % du patrimoine mondial et sont pour la majorité insectivores.

Récemment, l'avancé en technologie notamment la génétique, a permis de redécouper cet ordre en deux nouveaux sous ordre : les Yinpterochiroptera et les Yangochiroptera ([Teeling et al., 2005](#)).

Les chiroptères présentent quelques adaptations exceptionnelles qui les différencient de tous les autres mammifères. Ce sont les seuls mammifères capables de voler activement et sont dotées d'une grande longévité. Ceci est dû en effet à la conquête d'une niche écologique où le risque de prédation est très faible et la mortalité peu élevée dues à leur activité nocturne ([Dietz et al., 2009](#)).

Un des caractères les plus fascinants des chauves-souris est sans doute leur aptitude à percevoir leur environnement nocturne grâce à l'écholocation, caractéristique chez les mammifères terrestres. Ce système très performant qu'elles ont développées les affranchit de la vue et donc de la lumière du jour. En effet, ce système d'orientation, leur permet de chasser en toute aisance. Ainsi, tout en volant la chauve-souris est capable non seulement d'éviter un obstacle, mais aussi de détecter, d'identifier et de localiser ses proies ([Dietz et al., 2009](#)).

D'un point de vue fonctionnel, cet ordre joue un rôle important dans les écosystèmes terrestres et peut être considéré, à ce titre, comme des espèces clés occupant des fonctions essentielles au maintien de leur stabilité (Kunz and Fenton, 2005).

En effet, beaucoup d'espèces de chiroptères à travers le monde sont reconnues pour fournir des services écosystémiques (Boyles et al., 2011 ; Kunz et al., 2011 ; Charbonnier, 2014). En effet, par leur position dans la chaîne alimentaire, elles représentent de bons indicateurs de l'état écologique des milieux naturels (Charbonnier, 2014).

Le rôle des chiroptères dans l'environnement n'est plus à démontrer. Les chauves-souris insectivores sont les principaux prédateurs d'insectes ravageurs et nuisibles causant à l'agriculture et la foresterie de considérables pertes annuelles. À mesure que leur nombre diminue, les demandes de pesticides augmentent, de même que le coût de cultures comme le riz ou le maïs peut atteindre des milliards de dollars. De plus, leur excréments (guano) est excellent pour les sols car il améliore la structure et l'oxygénation du substrat. Il augmente également la capacité du substrat à retenir l'eau et les nutriments liquides.

Les chauves-souris frugivores et nectarivores sont également importantes dans le maintien des écosystèmes. En effet, leur rôle de pollinisateur est crucial pour la régénération des forêts tropicales qui sont les poumons de notre planète (Jones, 2009 ; Tuttel, 2009).

Néanmoins, ces dernières décennies, leurs populations ont diminué de façon alarmante. En effet, de nombreuses espèces sont menacées d'extinction. La Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) identifie plus de 250 espèces en danger, vulnérables ou presque menacées (Voir Annexe. 01).

D'après Charbonnier (2014), depuis une dizaine d'années, l'intérêt porté par la communauté scientifique aux chiroptères est en constante augmentation. Une simple recherche bibliographique avec le mot clé « Chiroptera » dans le web of science illustre bien ce phénomène (Figure.01). Il a été publié quasiment autant d'articles sur le sujet entre 1950 et 2003, que de 2004 à aujourd'hui.

Les raisons de cet engouement récent sont probablement multiples : l'évolution technique du matériel de détection ultrasonore, les enjeux de conservation, les risques

sanitaires posés par les espèces vectrices de virus, la phylogénie complexe, la grande diversité fonctionnelle et la large répartition mondiale de ces mammifères, ainsi qu'une connaissance naturaliste accrue sur l'autécologie des espèces avec la parution de nombreux ouvrages de référence.

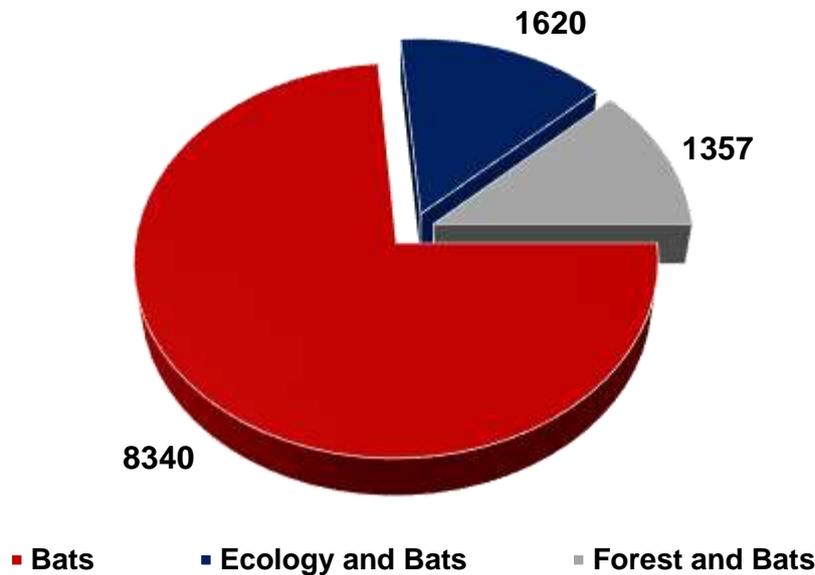


Figure (01). Nombre d'articles scientifiques publiés sur les chiroptères depuis 2004 sélectionnés par différentes requêtes dans le Web of Science (Charbonnier, 2014 modifié par Bendjeddou, 2017).

### 3. Les chiroptères d'Algérie, une connaissance disparate des espèces

L'Algérie tout comme le sud de la Méditerranée et les régions méridionales du Paléarctique occidental est réputé par sa biodiversité dans différentes échelles. Elle abrite une importante diversité de biotopes et d'habitats affichant un patrimoine très varié en faune et flore (De Bélair, 1990 in Belouahem-Abed et al., 2009).

En effet, d'une superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup> on y rencontre du nord au sud des zones côtières, montagneuses, forestières, steppiques et sahariennes (Laouar, 2012). La diversité floristique et faunistique y est suffisamment cernée. Certains résultats de la recherche scientifique, acquis depuis l'année 2000, sont très prometteurs, comme l'atteste la découverte de nouveaux taxons, y compris dans les régions arides (Centre d'échange d'information de l'Algérie, 2012). La richesse floristique naturelle et agricole compte environ 16 000 espèces (Laouar, 2012), la population faunistique connue quant à elle totalise 4 963 taxons dont un Millier de vertébrés. Cette dernière catégorie est représentée notamment par les classes suivantes : les poissons (300), les reptiles (70), les oiseaux (378) (Centre d'échange d'information de l'Algérie, 2012). La faune

mammalienne quant à elle est estimée à (108) espèces dont 13 éteintes depuis l'antiquité (Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991) on y compte 25 espèces de chiroptères (Ahmim, 2014). Ces derniers constituent sans aucun doute l'un des ordres de Mammifères terrestres les plus méconnus. Ceci semble lié en partie à l'absence de prospections récentes mais également à leur mode de vie nocturne, à la difficulté de les étudier et à la crainte superstitieuse qu'elles inspirent encore.

A travers le monde, la recherche s'est beaucoup intéressée aux peuplements de chauves-souris notamment à travers plusieurs sujets : la phylogénie et l'endoparasitisme, comportement, biologie et dynamique des peuplements (Beuneux, 2004 ; Spitzenberger, 2006 ; Bartonička, 2007 ; Duval, 2007 ; Betkowska-Davies, 2012).

En Algérie, c'est vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle qu'on s'est intéressé aux peuplements des chauves-souris. Les différents axes de recherche ce sont focalisés sur l'identification des espèces de chauves-souris et leur répartition. Parmi les travaux, on citera ceux de Loche (1867), Lataste (1885) puis Anaciaux De Faveaux (1976), ce dernier s'est consacré à la checklist des espèces de chauves-souris et leurs ainsi qu'à quelques parasites qu'elles hébergent. À l'échelle régionale nous citerons les études de Fekroune (1998) et Dziri (2002) qui ont contribué à l'étude de la biodiversité des chiroptères dans l'un des plus importants parcs nationaux du pays, le parc national d'el Kala. Le travail le plus récent reste celui de Bendjeddou et al., (2013) dans l'extrême nord-est du pays sur les parasites externes et celui Ahmim (2014) portant sur l'écologie et la biologie de la conservation, dans lequel il fournit à partir d'une compilation d'archives une liste actualisée des 25 espèces inventoriées en Algérie.

#### **4. Un facteur régulateur des populations : le parasitisme.**

Les associations du vivant, qu'elles relèvent du parasitisme ou au contraire du mutualisme, ont joué un rôle clé à certains moments de l'évolution en modifiant profondément la structure et le destin de l'arbre de la vie. Dans cette véritable course aux armements qu'est l'affrontement des parasites et de leurs hôtes, on chiffre le temps à l'échelle de millions d'années (Combes, 2001).

Le parasitisme est une interaction durable faisant intervenir une espèce dite parasite dont l'existence dépend étroitement de son association avec une autre espèce dite espèce hôte, dont elle réduit la viabilité (Combes, 2001). Cette réduction de viabilité

appelée virulence (Herre, 1995 ; Jaenike et al., 1995 ; Fitze et al., 2004) fait que les hôtes répondent à l'infection en mettant en place des résistances auxquelles le parasite se doit de faire face (Waklin, 1996). Ce sont entre autres les différents mécanismes de défenses immunitaires (Gillespie et al., 1997), d'évitement des périodes et des zones à fort risque d'infection, aussi que les stratégies de dilution de l'exposition aux parasites à travers la vie en groupe (Tain et al., 2000). Les parasites se procurent de nombreux avantages de leurs hôtes : l'hôte constitue un environnement stable et prédictible, il fournit des ressources trophiques à volonté (Bush et al., 2001 ; Combes, 2001). Ces bénéfices variés font que le parasitisme est certainement aujourd'hui le mode de vie le plus commun sur terre (Timm and Clauson, 1988), et certains groupes taxonomiques tels les Diptères, les Siphonaptère et les Cimicidés sont exclusivement parasites (De Meeus and Renaud, 2002). Cependant, le parasitisme est par définition coûteux pour l'hôte car les ressources prélevées par les parasites ne peuvent être allouées aux fonctions vitales de l'hôte (Stearns, 1992 ; Schmid-Hempel, 2003).

D'après Price (1980), il y a plus d'espèces parasites que d'espèces libres et qu'il n'est pas inhabituel pour les éléments de la faune, et particulièrement ceux qui fréquentent plusieurs habitats d'être infectés par plusieurs espèces parasitaires. Les chiroptères à titre d'exemple sont hautement nomades, ils fourragent en une variété de lieux et d'habitats, ce qui augmentera la possibilité d'être exposé à une vaste gamme de parasites (Arthur, 1956).

Étant donné que chaque organisme est confronté au parasitisme, soit en tant qu'hôte, soit en tant que parasite (Barbault, 1992), le parasitisme doit être pris en considération en écologie évolutive et en biologie des populations, au même titre que la compétition et la prédation, comme une force majeure intervenant dans la structuration des communautés (Minchella & Scott, 1991), la dynamique des populations (Anderson and May, 1978) et dans le façonnement des traits d'histoire de vie des individus (Minchella & Verde, 1981 ; Forbes, 1993 ; Richner & Heeb, 1995) in (Bousslama, 2003).

Vu leur mode de vie et les niches écologiques qu'ils occupent, les chiroptères subissent plusieurs contraintes ; parmi lesquels, le parasitisme. Au cours des dernières années, l'intérêt pour les travaux traitant les parasites des chiroptères a augmenté d'une façon considérable, surtout qu'ils sont actuellement considérés étant

la clé de la modélisation de l'émergence et de la propagation de plusieurs maladies (Dick and Petterson, 2006).

Les chiroptères hébergent une multitude d'ectoparasites représentant divers groupes d'arthropodes, dont les insectes, à la suite de l'isolement écologique des hôtes et des stratégies de vie des parasites associés (Dick et al., 2003). Cependant, la bibliographie sur cette problématique reste disparate pour le cas de l'Algérie.

## 5. Objectifs et Organisation de la thèse

Selon Primack (1993), la biologie de la conservation est un champ de recherches multidisciplinaires et intégrées qui s'est développé en réponse aux enjeux de préservation des espèces et des écosystèmes. Elle s'appuie sur certaines démarches : documenter la gamme complète de la diversité biologique et maintenir la diversité génétique au sein des espèces, protéger et restaurer les communautés et les fonctions écosystémiques associées et ce en développant des approches pratiques pour prévenir l'extinction des espèces.

Dans notre région, la biodiversité n'est pas épargnée, et si elle n'est pas menacée de disparition, plusieurs populations se trouvent souvent en situation défavorable, puisque les facteurs de risque qui les affectent sont multiples.

Pour développer un plan de conservation d'une espèce il est impératif d'acquérir des connaissances en termes d'écologie et de la biologie de cette dernière. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette thèse. Dans ce sens, l'objectif premier de cette étude est de connaître les espèces de chiroptères qui composent le peuplement du parc national d'El Kala, les habitats qu'exploitent ces mammifères et enfin répondre à une question qui a longtemps été un problème ; le cycle d'activité des chauves-souris d'Algérie.

L'écologie parasitaire est une discipline en plein développement, notamment en raison de la prise en considération, par les écologues, du rôle potentiel des parasites dans les processus de régulations des populations et l'impact sur la physiologie de leurs hôtes. Les travaux se multiplient, faisant de l'étude des relations hôtes-parasites l'un des champs les plus dynamiques de l'écologie et de la biologie évolutive (Bousslama, 2003). C'est dans cette vision que s'inscrit le deuxième objectif de cette thèse : décrire donc les espèces d'insectes et d'acariens qui sont parasites des chauves-souris.

Les chiroptères sont les hôtes de parasites hautement spécifiques. La tique à longues pattes (*Ixodes vespertilionis*, Koch 1844) en est un exemple. En Algérie, les études consacrées aux tiques et principalement celles qui vivent sur des animaux domestiques ont considérablement augmenté au cours de la dernière décennie (Meddour-Bouderda et al., 2006 ; Benchikh-Elfegoun et al., 2007 ; Bitam, 2012 ; Belabed et al., 2015) mais aussi quelques éléments de la faune sauvage tel que les reptiles (Tiar et al., 2014 ; Soualah Alila et al., 2015). Cependant, la tique *Ixodes vespertilionis* est peu étudiée, avec une seule référence qui remonte à plus de 70 ans.

Dans ce sens, la présente étude qui analyse deux populations de chauve-souris endémique, se propose également d'étudier le modèle parasite (*I. vespertilionis*) afin de contribuer à mieux comprendre la relation parasite-chauve-souris. Les informations quantitatives sur les tiques des chauves-souris telles que la prévalence, l'occurrence et l'intensité de l'infestation par *I. vespertilionis* sont en général peu étudiées. Ces informations nous semblent nécessaires, pour mieux appréhender les menaces qui peuvent être en relation avec la baisse actuelle des effectifs des chauves-souris. Les tiques peuvent avoir un impact important sur les populations (Tiar, 2014). Enfin l'objectif principal reste d'appréhender la façon dont ce parasite infeste ce chiroptère (le Murin du Maghreb) dans notre région, quel facteur abiotique influence l'infestation de ce parasite, la température, l'humidité ou bien la nature du gîte ? quelles sont les préférences de ce parasite au sein des populations hôte, les femelles, les mâles, ou bien les adultes ou les jeunes ?

Afin de faciliter la lecture de ce document de thèse nous allons décrire brièvement son organisation. En effet, le corps de la thèse est composé de cinq chapitres :

- Une introduction présente quelques notions utiles à la compréhension de la suite de la thèse.
- Le premier chapitre est consacré aux principales connaissances en termes de chiroptères qui sont tirées d'une partie majeure de l'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du nord de Dietz et al., (2009), un ouvrage recouvrant toutes les récentes avancées concernant ces modèles biologiques.

- Le second chapitre, regroupe une considération bibliographique relative aux méthodes d'étude et d'identification des chiroptères. Cette présentation est tirée de la compilation bibliographique de [Husson \(2006\)](#).
- Dans le troisième chapitre, sera présenté le matériel et méthodes utilisés pour l'inventaire de la Chiréptofaune et le cycle d'activité de chaque espèce faisant partie du peuplement du parc national d'El Kala.
- Le quatrième chapitre, comprend une étude descriptive des parasites externes associés aux chiroptères dans la région du nord-est Algérien.
- Un dernier chapitre est dédié à une approche « évolutive » qui porte sur l'infestation et le cycle d'activité d'une tique spécifiques aux chiroptères (Tique a longues pattes) chez une chauve-souris endémique au Maghreb (Murin du Maghreb).

Enfin une conclusion générale accompagnée de perspectives achève ce travail.

# CHAPITRE I

---

## *PRESENTATION GENERALE DES CHIROPTERES*

---

## **1. Les spécificités des chiroptères**

Les chauves-souris appartiennent à la classe des Mammifères et en présentent toutes les caractéristiques. En effet, elles sont homéothermes, vivipares, allaitent leurs petits et possèdent une denture et une articulation de la mâchoire semblable à celles des autres taxons. Cependant, elles présentent quelques adaptations exceptionnelles qui les distinguent des autres Mammifères : vol, grande longévité, viabilité des spermatozoïdes, sonar et multiplicité de la niche écologique (Dietz et al., 2009).

### **1.1. Le vol actif**

Les chauves-souris sont les seuls Mammifères capables de voler activement. Ceci leur est propre, leurs doigts sont inclus dans la membrane alaire (patagium) d'où l'appellation de l'ordre des chauves-souris « chiroptères » (Dietz et al., 2009 ; Courtois et al., 2011).

### **1.2. Une grande longévité**

Les chauves-souris peuvent atteindre un âge très avancé pour leur taille et vivre plus longtemps. Elles doivent cette importante longévité à la conquête d'une niche écologique où le risque de prédation est très faible et la mortalité peu élevée car leur activité nocturne et leur capacité de vol leur permettent d'échapper à la plupart de leurs prédateurs (Dietz et al., 2009).

### **1.3. Une grande viabilité des spermatozoïdes**

Alors que les spermatozoïdes des autres mammifères ne survivent que quelques jours, les chauves-souris ont développé des mécanismes qui permettent aux spermatozoïdes de garder leur fertilité plusieurs mois. Ainsi, bien avant la copulation les mâles peuvent stocker leur sperme dans l'utérus des femelles.

Pendant le sommeil hivernal les spermatozoïdes restent en vie dans l'utérus de la femelle et sont immédiatement disponibles pendant le réveil à l'arrivée de l'ovule. Dans ce sens, le développement de l'embryon peut commencer et la femelle ne perd pas de temps à chercher le partenaire (Dietz et al., 2009).

### **1.4. Un sonar**

Cette caractéristique leur est spécifique. En effet, ce système performant qu'ont développés les chiroptères les affranchis de la vue et donc de la lumière du jour. Elle

leur sert de système d'orientation et de chasse en toute aisance. Ainsi, tout en volant la chauve-souris est capable non seulement d'éviter un obstacle, mais aussi de détecter, d'identifier et de localiser ses proies (Kunz and Parsons, 2009).

### 1.5. Une multiplicité des niches écologiques

Ces Mammifères ont conquis toutes les niches écologiques à l'exception des contrées polaires. Dans les régions tropicales, on y retrouve des chauves-souris insectivores, des frugivores, des carnivores mais aussi des hématoiphages (chauves-souris vampires) et des nectarivores (colibris nocturnes ; chauve-souris qui effectue le vol stationnaire) (Holland et al., 2006 ; Dietz et al., 2009).

## 2. Anatomie

Il existe une grande diversité de taille, de forme et de couleur. La plus petite espèce pèse 5 grammes et la plus grande 40 grammes. Chez les Mégachiroptères, la roussette géante des îles Samoa, présente une envergure de 2 mètres et un poids d'1 kg 500 (Figure.02).

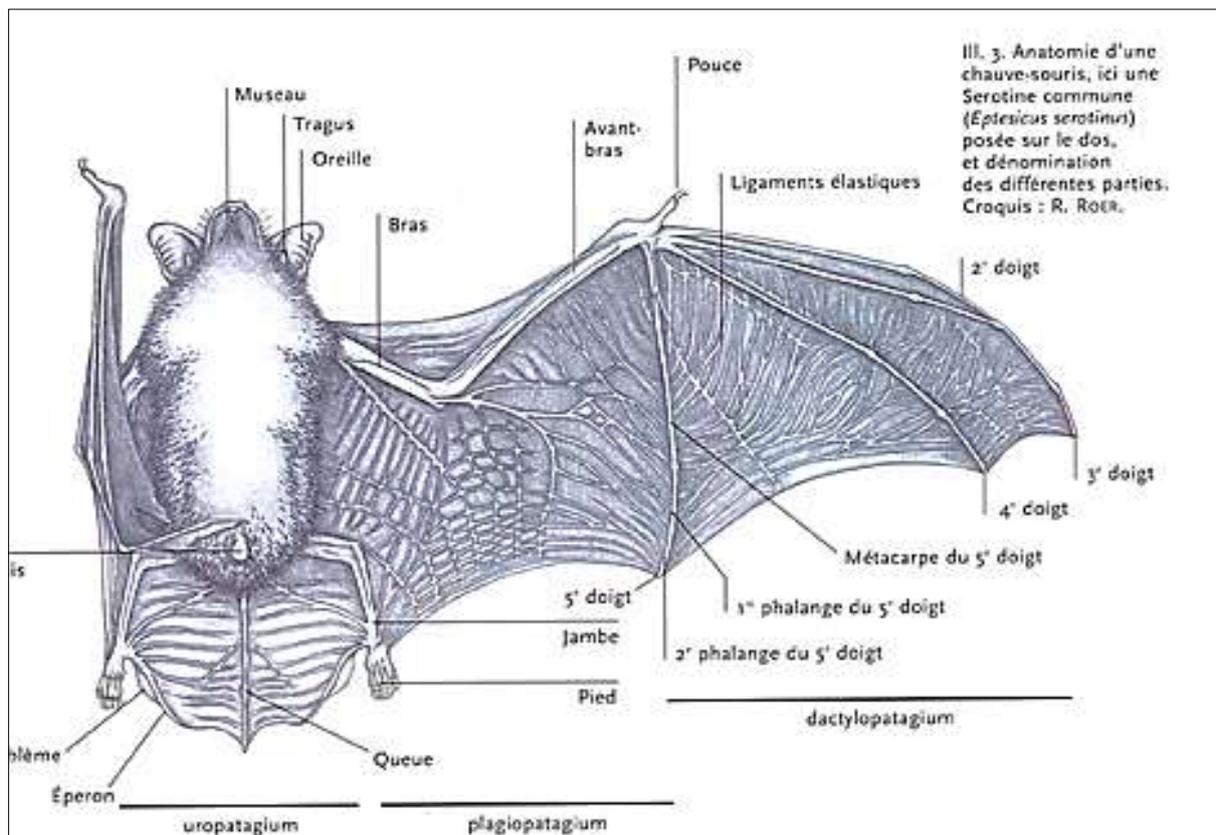


Figure (02). Anatomie d'une chauve-souris, la Serotine commune (*Eptesicus serotinus*) in Dietz et al., 2009.

### 3. Les organes de sens

Ce sont les yeux, les oreilles et le larynx. Ces organes sont importants du fait qu'ils permettent aux animaux de se repérer dans leur milieu :

#### 3.1. Yeux

Ils sont de petite taille et de piètre qualité chez les Microchiroptères mais de taille importante et bien adaptés à la vision nocturne chez les Mégachiroptères. Aucune chauve-souris n'est aveugle sauf accident. Le muscle ciliaire est réduit, la sclérotique est très mince. Quant à la rétine, elle est composée uniquement de bâtonnets sans vaisseaux sanguins. Les cellules photosensibles ne permettent pas la vision en couleurs mais facilitent la vue en faible luminosité ([Arthur and Lemaire, 1999](#)).

#### 3.2. Oreilles

Contrairement à l'œil, les oreilles sont élaborées. En effet, elles montrent une paire de muscles auriculaires et peuvent bouger indépendamment l'une de l'autre. La conque auriculaire atteint sa plus grande complexité chez les Chiroptères sans feuille nasale. Le tragus, pièce cartilagineuse du pavillon auriculaire qui joue un rôle important dans la réception de l'écho des ultrasons, ne se révèle pas important si la feuille nasale est présente. On peut dire également que la forme de cet organe renseigne sur le type de vol. Ainsi, les espèces au vol rapide comme le Minioptère, ont généralement les pavillons des oreilles plus courts que celles qui papillonnent comme les Oreillardes ([Maywald, 1989](#)).

#### 3.3. Larynx

C'est un émetteur d'ultrasons. Il sert à l'orientation lors des vols nocturnes. Il est ainsi très développé et très musculeux. La chauve-souris en vol émet en effet pratiquement sans arrêt des sons et des ultrasons. Ce sont les membranes situées sur les cordes vocales qui, en vibrant donnent aux chauves-souris ces voix très perçantes ([Delnatte, 1987](#)). Il existe un passage permanent vers l'œsophage qui permet à l'animal en vol de déglutir sans cesser d'émettre des ultrasons. Le larynx est donc un organe très important qui, avec l'oreille, permet l'orientation par écholocation chez les Microchiroptères et quelques Mégachiroptères du genre *Rousettus* ([Delnatte, 1987](#)).

#### 4. Le corps

Il est recouvert de poils et de glandes sébacées. La chauve-souris présente une à deux mues annuelles.

#### 5. Evolution

##### 5.1. Histoire des fossiles

L'apparition des chauves-souris remonte à la fin du Cretacé (il y'a soixante-dix millions d'années). Les plus anciens fossiles datent du début de l'éocène, période qui correspond à l'évolution rapide qu'eut connues les Mammifères de manière générale ainsi formant des groupes correspondants aux familles connues actuellement (**Figure.03**).

Les plus anciens restes de chauves-souris connus datent d'une cinquantaine de millions d'années, c'est-à-dire au début de l'ère tertiaire et plus précisément à l'Eocène. Les fossiles de cette époque montrent une anatomie pratiquement identique aux espèces d'aujourd'hui. Cela signifie qu'elles existaient déjà avant l'Eocène ([Dietz et al., 2009](#)).



Figure (03). Chauve-souris (*Palaeochiropteryx sp*) datant de l'Eocène (© Institut royal des sciences naturelles de Belgique 2016).

Les deux principaux gisements ayant fourni des chauves-souris fossiles sont les schistes bitumineux de Messel en Allemagne, près de Darmstadt et Francfort, et les argiles de la Green River, dans le Wyoming. Ces deux gisements remontent à l'Eocène et ont fourni plusieurs espèces de chauves-souris remarquablement conservées, et pour ceux de Messel on a même retrouvé des restes de papillons dans leurs estomacs, prouvant ainsi leur régime insectivore. Les analyses des squelettes montrent qu'elles utilisaient déjà les ultra-sons. Par contre pour le gisement américain, il semble que les espèces étaient plus primitives. En particulier, les structures crâniennes prouveraient qu'elles ne connaissaient pas encore les ultra-sons. Les méthodes modernes (la génétique moléculaire) ont rendu possible de chercher l'affiliation des espèces et d'étudier leur phylogénie et à quand remontent les différenciations. En Afrique les plus vieux fossiles remontent à l'Eocène inférieur qui ont été découvertes en Algérie aux environs de Brezina dans les alentours d'El Bayadh ([Ravel et al., 2011](#)).

La figure (04), représente un arbre phylogénique basé sur les résultats de la génétique moléculaire recensant toutes les familles actuelles. Cet arbre montre la différenciation rapide au début de l'Eocène dans les sous-ordres existant aujourd'hui ([Dietz et al., 2009](#)).

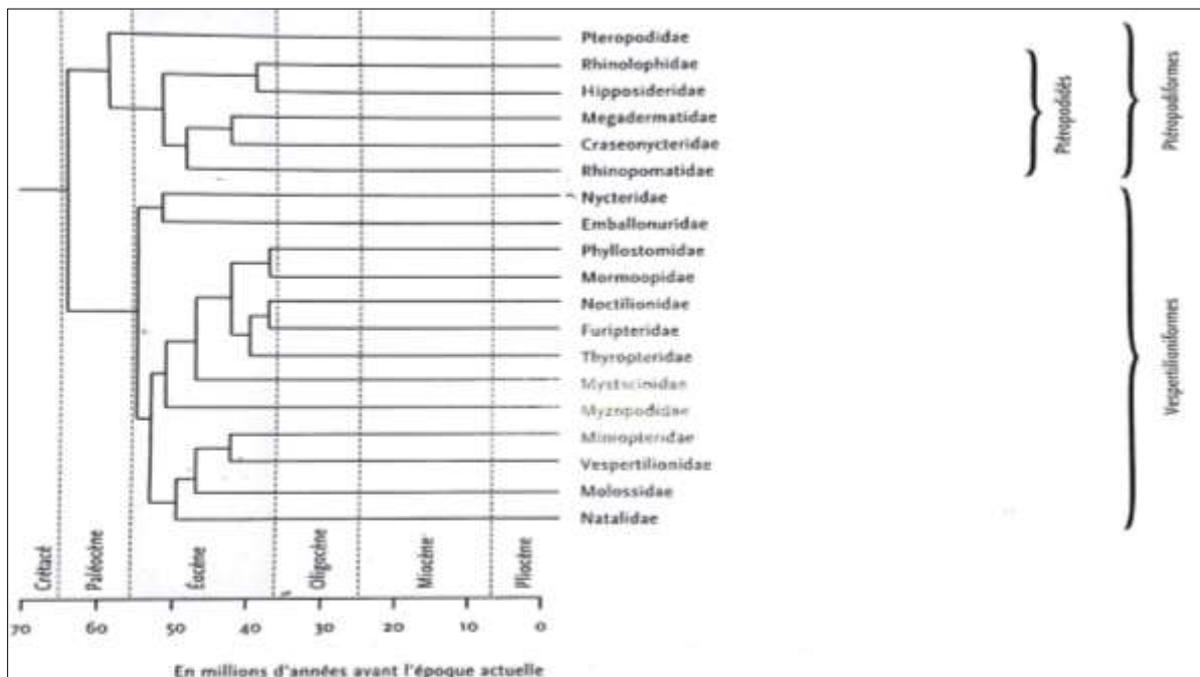


Figure (04). Arbre phylogénique des chauves-souris d'après les études les plus récentes ([Dietz et al., 2009](#)).

## 6. Diversité

Pour beaucoup de taxons, la diversité sous les tropiques est plus élevée que sous les latitudes tempérées. Cela se vérifie également pour nos modèles : leur principale aire de répartition se trouve très clairement dans les régions tropicales (**Figure.05**).

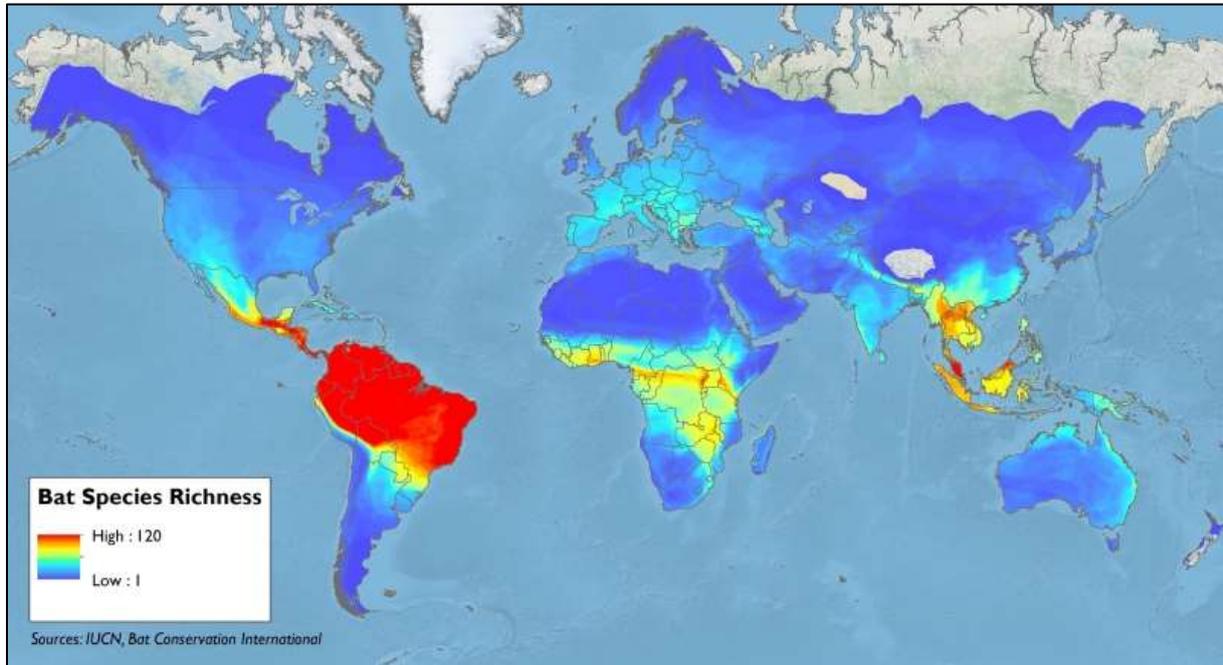


Figure (05). Biodiversité des chiroptères en fonction de la latitude dans le Monde (Bat Conservation International, 2015).

Dans les régions tropicales aussi, de nombreuses espèces se nourrissent essentiellement d'insectes, parmi lesquelles, les Emballonuridés, ce qui est en rapport avec leur sonar et leur morphologie de chauves-souris relativement archaïques. Plusieurs espèces appartenant à cette famille présentent de curieuses poches odorantes dans le patagium où elles stockent des parfums qui jouent un rôle important lors de la parade des mâles. Leur mode de chasse ressemble beaucoup à celui des chauves-souris insectivores (Dietz et al., 2009).

Les Hipposidéridés forment une famille d'insectivores hautement spécialisés. Grâce à leurs cris sonar ressemblant à ceux des Rhinolophidés, ils peuvent détecter des insectes en vol battu en vibrant seulement des ailes, même quand ceux-ci sont près de la végétation, voire à l'intérieur de celle-ci (Richards et al., 2016).

Chez d'autres familles, les insectes constituent la nourriture principale, notamment pour quelques espèces de Mégadermatidés de l'Ancien Monde qui comptent parmi les

proches parents des Rhinolophidés. Le Mégaderme lyre (*Megaderma lyra*), chasse des insectes mais complète aussi son régime alimentaire avec des amphibiens, des reptiles et de petits mammifères ; il n'est donc pas exclusivement insectivore (Audet et al., 2000).

Les frugivores forment le groupe numériquement le plus important, après celui des insectivores. On compte parmi elles presque tous les Ptéropodidés de l'Ancien Monde. Dans le Nouveau Monde, cette niche est principalement occupée par les Phyllostomidés. Les frugivores peuvent exploiter une grande variété de fruits comme alimentation de base et changent régulièrement de nourriture au cours de l'année en fonction des disponibilités. Par exemple, quand la production de fruits est plus faible, beaucoup d'espèces consomment alors également les jeunes feuilles de nombreux arbres (Dietz et al., 2009).

Ayant vraisemblablement évolué à partir de robustes chasseurs d'insectes, de nombreuses chauves-souris se sont spécialisées dans la chasse des reptiles, d'amphibiens et même partiellement d'oiseaux. Un exemple nous est fourni par le Trachope verruqueux (*Trachops cirrhosus*), un chasseur d'amphibiens très spécialisé. Cette espèce capture très souvent des grenouilles mâles trahies par leurs coassements. (Dietz et al., 2009).

La capture de poissons est une spécialisation encore plus étonnante que celle qui a permis de passer de la chasse d'insectes à la chasse de petits vertébrés. Le Noctilion pêcheur (*Noctilio leporinus*) d'Amérique du Sud s'est spécialisé dans la capture de poissons nageant près de la surface de l'eau et qu'il saisit avec l'aide de ses énormes pieds qu'il plonge dans l'eau. Il reconnaît vraisemblablement les bancs de poissons aux légères rides qui se dessinent sur l'eau car, la nuit, les poissons remontent en surface (Dietz et al., 2009 ; Feit et al., 2014).

La spécialisation des vrais vampires d'Amérique du Sud est tout aussi fascinante. L'espèce la plus fréquente est le Vampire commun (*Desmodus rotundus*). De ses dents tranchantes, il mord les grands animaux endormis, en général des chevaux ou des vaches, occasionnant une coupure superficielle de la peau, généralement au niveau du cou. Sa salive contenant des substances anticoagulantes, un filet de sang peut couler de la blessure et la chauve-souris le lèche prudemment, à l'insu de sa victime. Les dents du vrai vampire sont aussi coupantes que des lames de rasoir parce

qu'elles s'affûtent mutuellement comme sur une pierre à aiguiser. Ainsi très souvent la victime ne ressent pas la morsure. La perte de sang est si faible qu'elle passe complètement inaperçue. Le seul danger vient de la transmission de maladies aux proies, la rage notamment (Dietz et al., 2009 ; Mehlhorn, 2014).

Les petites chauves-souris nectarivores d'Amérique centrale et Amérique du Sud, qui bourdonnent devant les fleurs, sont particulièrement étonnantes. Certaines espèces hautement spécialisées se nourrissent exclusivement du nectar et du pollen de fleurs-elles sont donc adaptées dans tout leur mode de vie à visiter les fleurs (Dietz et al., 2009).

Les Colibris de nuit sont capables de voler sur place devant les fleurs, tout en se régaler de leur nectar. En visitant différentes plantes, elles transmettent le pollen, collé à leurs poils, des étamines d'une plante au stigmate d'autres fleurs. Au cours de leur évolution, beaucoup de plantes tropicales se sont de leur côté adaptées à la visite des Chiroptères et sont devenues en quelque sorte des « plantes à chauves-souris » qui dépendent maintenant de ce groupe faunistique pour leur pollinisation (Dietz et al., 2009).

## 7. Le vol

Leurs particularités dépendent de leur capacité à voler – soit parce que ce sont des adaptations au vol, soit parce qu'elles n'ont été possibles que grâce au vol- ou, à l'inverse, parce que le vol les rend impossibles ou les limite.

Les chauves-souris sont les seuls mammifères capables de voler activement, elles peuvent non seulement planer et glisser sur l'air, mais également gagner de l'altitude (Winter and Helversen, 1998 ; Voigt and Winter, 1999). Parmi les vertébrés, le vol actif a été inventé à trois reprises et indépendamment chez les Ptérosaures, les oiseaux et les chauves-souris. Tous utilisèrent les extrémités de leurs membres antérieurs comme ailes (**Figure.06**).

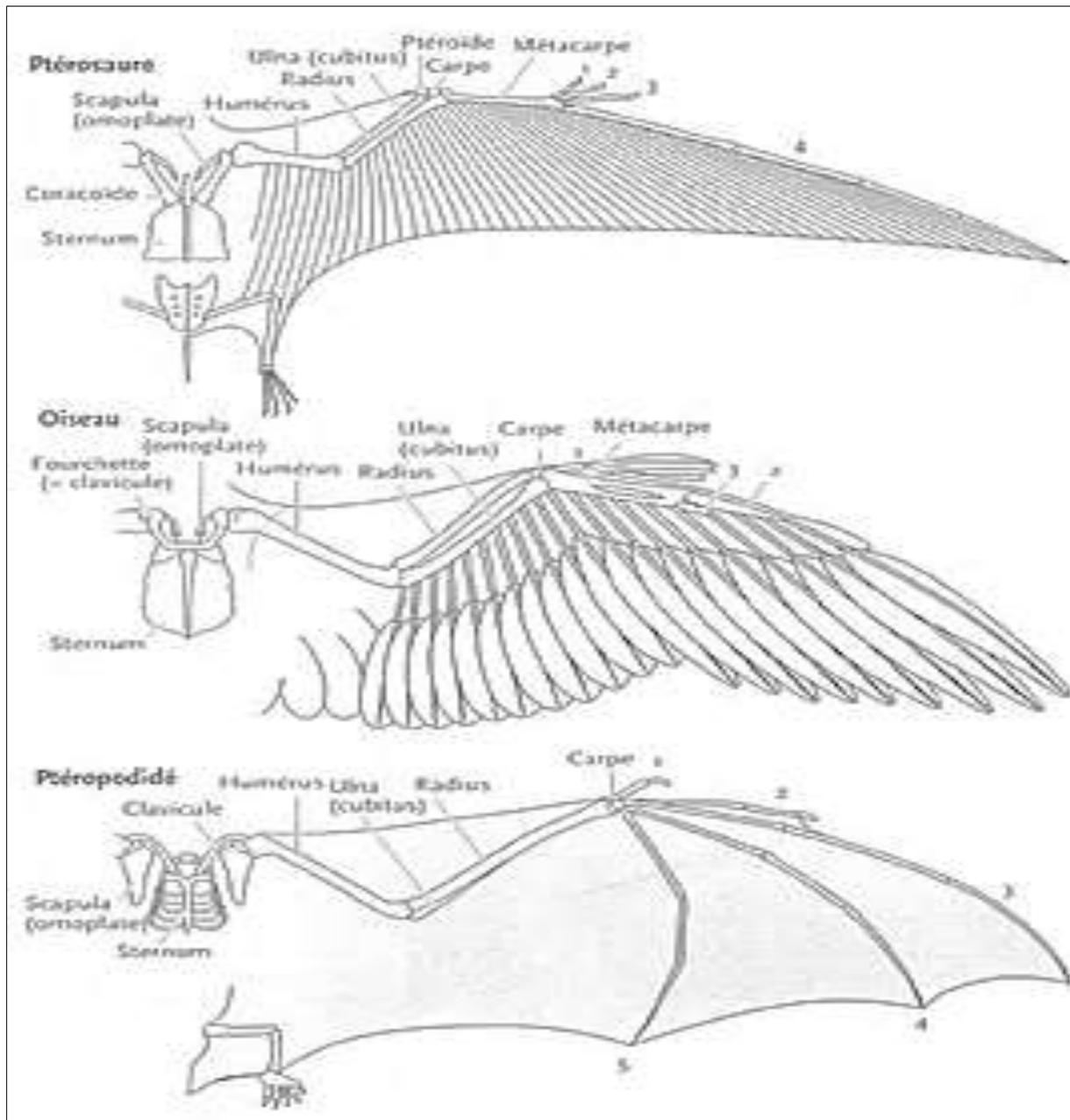


Figure (06). Comparaison entre les ailes d'un ptérosaure, d'un oiseau et d'une chauve-souris (Dietz et al., 2009).

Comparé à celui des oiseaux, le vol des chauves-souris semble parfois maladroit et moins élégant et de ce fait les chauves-souris ne sont ni capables de planer comme une buse ni d'atteindre la vitesse d'un faucon pèlerin. Mais grâce à la surface de leur patagium, le vol des chauves-souris est véritablement agile. En un temps extrêmement court, elles peuvent freiner ou changer de direction. En matière de manœuvrabilité, elles sont nettement supérieures aux oiseaux (**Figure.07**).

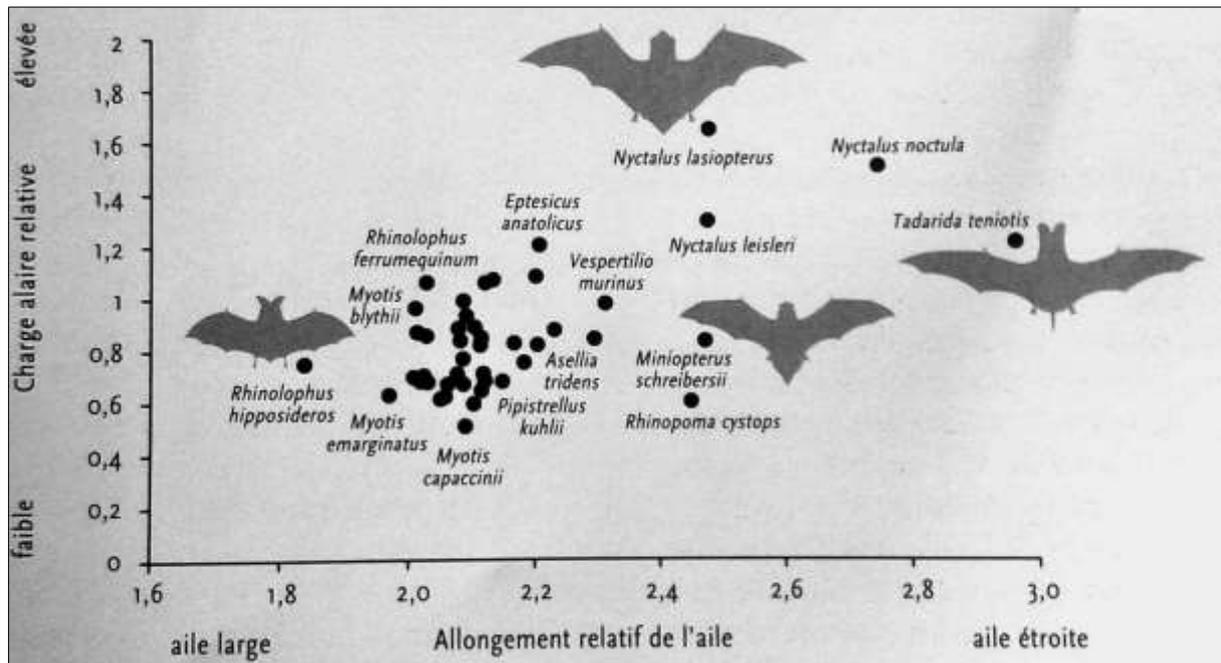


Figure (07). Charge alaire de quelques espèces européennes (Dietz et al., 2009).

## 8. La léthargie et le sommeil hivernal

Les chauves-souris ont une faculté qui chez les mammifères, a connu plusieurs développements indépendants. Elles peuvent abaisser leur température corporelle afin de réduire les dépenses énergétiques nécessaires à la production de chaleur. Leur homéothermie n'est pas pour autant déconnectée, mais le système régulateur de la température permet de décaler la valeur nominale assignée de la température du corps entre les 37° normaux et la température ambiante. C'est là un processus actif : la valeur nominale assignée peut être à tout moment relevée, notamment par des stimuli externes in [Willis and Brigham \(2005\)](#).

Quand, à la suite d'un dérangement, l'animal veut reproduire rapidement le maximum de chaleur possible pour se réveiller, il peut enclencher très efficacement la « chaudière ». Toute l'énergie brûlée n'est pas comme d'habitude dirigée vers la production de molécules énergétiques d'ATP, mais sert directement et exclusivement à la production de la chaleur. La réserve d'énergie est la graisse, car sa combustion fournit le maximum d'énergie par unité de masse utilisée.

La baisse de température présente toutefois un inconvénient : la diminution de réactivité du système nerveux central. La vitesse de réaction surtout est réduite et quand la température du corps descend fortement comme c'est le cas de l'hibernation,

le système nerveux central doit commencer par se réchauffer avant qu'une quelconque réaction motrice coordonnée soit possible. Dans la léthargie, la baisse de la température est donc toujours un compromis entre économiser de l'énergie et évaluer le risque de prédation ou encore entre la réactivité pour conflits intraspécifique tels que les parades ou la défense d'un territoire (Kulzer, 2005).

## 9. La Migration

Les oiseaux, mais aussi de nombreux mammifères, effectuent des migrations saisonnières sur de longues distances. C'est notamment le cas des rennes en régions polaires septentrionales ou des grands herbivores en Afrique. Mais chez les mammifères, seules les baleines et les chauves-souris migrent comme les oiseaux sur plus de 1000 km.

Comme chez les oiseaux, où l'on distingue des sédentaires, des migrateurs partiels (oiseaux de passage) et des migrateurs au long cours, il existe chez les chauves-souris des espèces plus ou moins sédentaires (se déplaçant en général à moins de 50 ou 100 km), des espèces qui changent régulièrement de lieu, parcourant cent à quelques centaines de kilomètres (erratiques), et de véritables migratrices à longue distance réalisant deux fois par an des déplacements de plus de 1000 km (Dietz et al., 2009).

### 9.1. Les Sédentaires

En Europe, les espèces typiquement sédentaires sont les rhinolophes (genre *Rhinolophus*), les oreillards (genre *Plecotus*), la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*) et sans doute aussi la plupart des autres petits *Myotis*. Pour ces espèces, les déplacements sont déterminés par la distance entre les habitats adaptés en été, où se trouvent les nurseries, et les gîtes d'hibernation potentiels (Dietz et al., 2009).

### 9.2. Les migratrices partielles

Ces mêmes raisons motivent aussi la plupart des espèces de ce groupe correspondant aux « oiseaux de passage ». Les déplacements sur quelques kilomètres concernent surtout les espèces qui pour l'hibernation ont besoin de gîtes souterrains, à l'abri du gel, mais qui trouvent davantage de nourriture en été dans des régions pauvres en grottes.

La disponibilité des gîtes d'hibernation souterrains les plus proches donne alors la direction de la migration. À l'inverse, certaines espèces sont relativement sédentaires, car ils disposent sur place de grottes calcaires convenant à l'hibernation et leurs courts déplacements n'indiquent aucune direction préférentielle (Lučan and Hanák, 2011).

Avant l'hibernation, beaucoup d'espèces effectuent des déplacements qui ne conduisent pas directement dans les gîtes d'hiver, mais passent d'abord par des gîtes regroupement automnal et d'accouplement. La raison de ces déplacements est sans doute, d'une part, de transmettre l'information sur les gîtes potentiels d'hibernation et, d'autre part, de permettre le brassage essentiel des gènes entre les populations (Schnetter, 1960 ; Sluiter et al., 1971 in Dietz et al., 2009)

### 9.3. Les grandes migratrices

Les performances des chauves-souris migrant sur une longue distance sont étonnantes. Comme pour les oiseaux, toutes les espèces de chiroptères effectuant de grands déplacements à certaines saisons vivent sous les latitudes tempérées d'Europe et d'Amérique du Nord. Apparemment, l'évolution des oiseaux migrateurs et celle des grandes migratrices parmi les chauves-souris coïncident avec la reconquête de l'Europe (et de l'Amérique du Nord) après les glaciations (Hutterer et al., 2005).

Pour de nombreuses espèces, l'expansion vers le nord n'était possible que si elles pouvaient passer l'hiver dans des régions plus chaudes et plus riches en nourriture. L'évolution vers un sommeil hibernant très particulier, permettant, à la saison froide, de survivre pendant plusieurs mois dans des lieux abrités, était une possibilité.

Les migrations saisonnières en étaient une autre. L'option consistant à passer les mois d'hiver en Europe septentrionale et centrale tout en restant actifs, comme le font beaucoup de nos oiseaux sédentaires, n'existe pas pour les chauves-souris insectivores. En Europe, ce sont surtout les noctules, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore qui, grandes migratrices, traversent de vastes régions d'Europe au printemps et à l'automne (Voigt et al., 2015) (Figure.08).

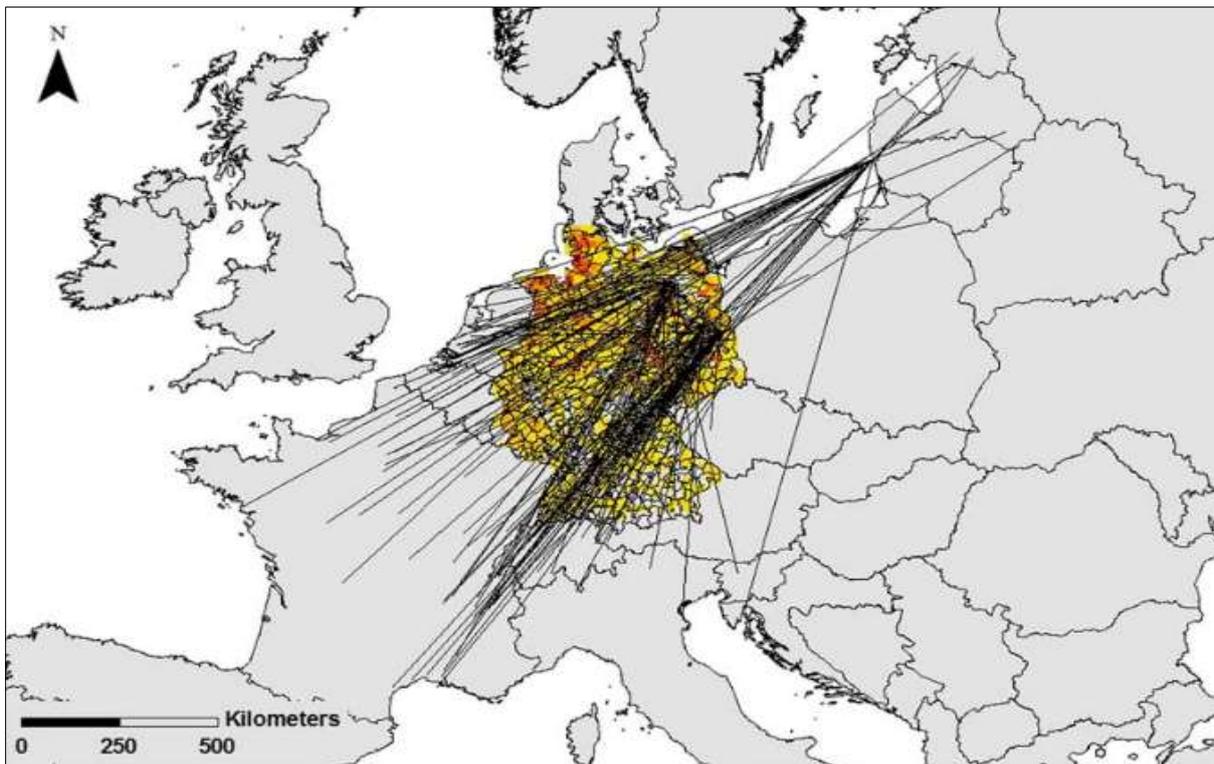


Figure (08). Recaptures de bagues pour les populations de *Pipistrelles* de *Nathusius* du Nord-est de l'Europe en relation avec la densité des éoliennes en Allemagne (Voigt et al., 2015).

#### 9.4. Faculté de retour au gîte

La faculté qu'ont les chauves-souris à retrouver leur gîte a été remarquablement démontrée par d'anciennes expériences où les animaux capturés étaient relâchés au loin. En France, un chercheur envoya des Grands murins bagués à différentes distances (jusqu'à 660 km), le retour réussi le plus lointain étant de 200km. C'est ainsi que des individus de la Sérotine brune d'Amérique du Nord, apparentée à la Sérotine commune, sont revenus sur leur lieu de capture situé à 720 km. Le Murin brun, parent du Murin de Daubenton, retrouvait son gîte jusqu'à 430 km de distance. En Allemagne, des retours de *Pipistrelles* commune ont été notés jusqu'à 143 km, les premiers individus étant revenus sur leur lieu de capture au bout de quelques jours seulement (Davis, 1966 ; Rudolph et al., 2005 ; Dietz et al., 2009).

#### 10. Cycle annuel

Caractérisé par quatre phases : phase de transit 1, phase d'hibernation, phase estivale et phase de transit 2.

La source de nourriture prédominante des chauves-souris est constituée d'insectes et autres arthropodes dont la disponibilité au cours de l'année est soumise à de fortes fluctuations. Pour tout animal il est prudent de se reproduire au moment où l'offre alimentaire est suffisante et de surmonter la période de disette en migrant ou réduisant radicalement sa dépense énergétique. On comprend donc pourquoi l'année des chauves-souris d'Europe centrale est relativement uniforme avec les naissances en été et l'hibernation en hiver. La figure (09) donne un aperçu du cycle annuel d'une chauve-souris d'Europe centrale.

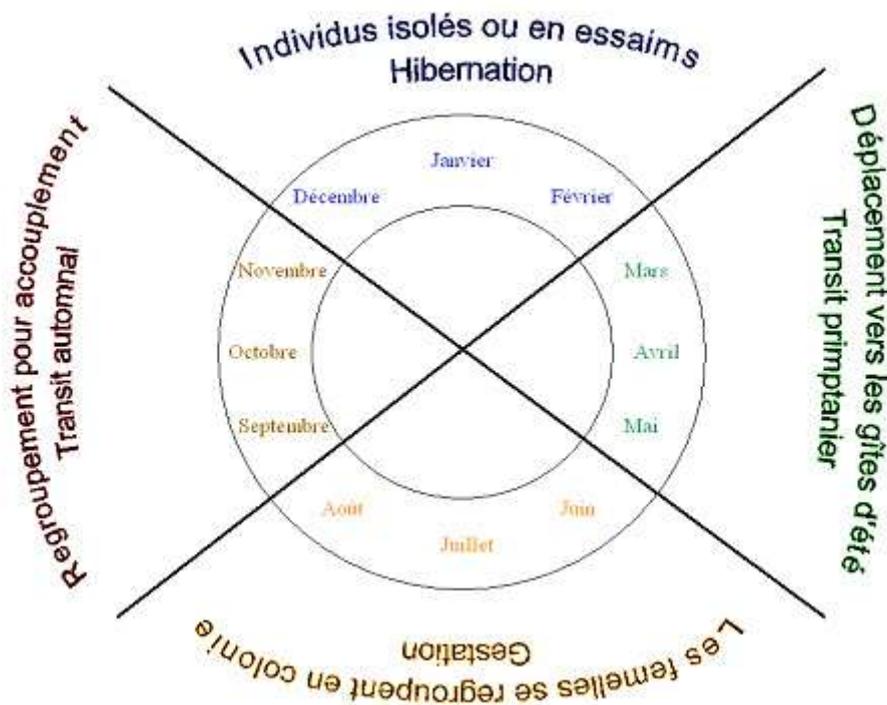


Figure (09). Cycle annuel des chauves-souris européenne (Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine, 2012).

### 10.1. Phase d'hibernation

Une grande partie des Chauves-souris européennes passent la mauvaise saison en hibernant. La plupart d'entre elles hibernent dans des lieux qui leur offrent calme, température constante et humidité (ce qui permet d'éviter le dessèchement de leurs membranes alaires). Leurs lieux d'hibernation privilégiés seront donc les arbres creux ou fissurés. Certaines espèces préfèrent les grottes, les anciennes mines et carrières

(Figure.10). Dès que la température ambiante passe en dessous de 10°C, elles commencent à ralentir leur activité (Dietz et al., 2009).

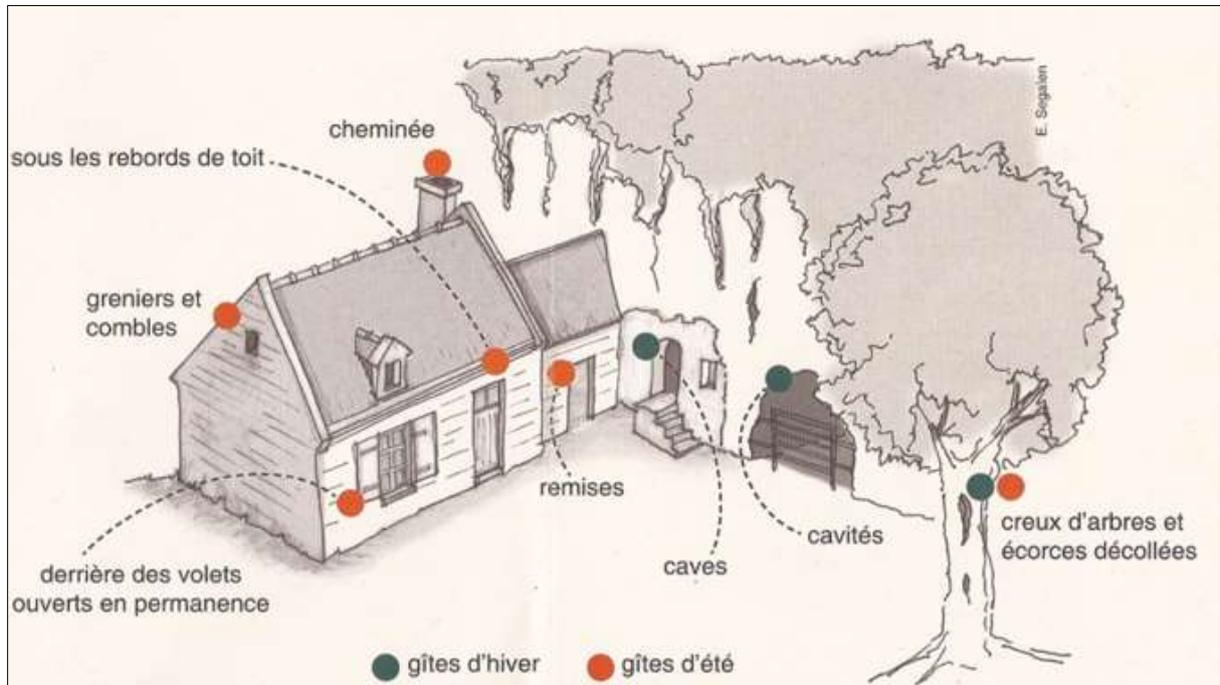


Figure (10). Différents types de gîtes utilisés par les chauves-souris européenne (Edgrad P, 2012).

## 10.2. Phase de transit « 1 »

Dès les premiers jours du printemps, et avec le retour des insectes, certaines Chauves-souris sortent de leur repos hivernal et quittent leurs quartiers d'hiver pour fréquenter des gîtes de transit (Dietz et al., 2009).

Ayant perdu près d'un tiers de leur poids, elles doivent ingurgiter de grandes quantités d'insectes. Leur principale activité est donc la chasse. Leurs terrains de chasse sont très divers et varient suivant les espèces. Ces territoires de chasse peuvent être des prairies, des lisières, des forêts, des prés et vergers, mais elles vont également chasser dans les villages, les parcs et jardins, ou au-dessus de l'eau. Pour la plupart d'entre elles, c'est durant cette phase qu'ont lieu l'ovulation et la gestation (55 à 75 jours).

## 10.3. Phase estivale

A cette période, elles retrouvent leurs gîtes d'été. Les femelles se regroupent en colonies de "mise bas" aussi appelées "crèches". Elles recherchent alors des endroits très chauds (40 à 45°C) et calmes pour élever leurs petits. On les retrouvera donc

préférentiellement dans des cavités chaudes comme les combles d'églises, sous les tuiles des maisons.

Elles ne donnent naissance qu'à un seul petit par an, parfois deux (pour les Pipistrelles), nu et aveugle, s'accrochant fortement à leur mère. Celle-ci n'hésite pas à s'envoler chercher de la nourriture avec son petit accroché à leur ventre, grâce à un tétou surnuméraire. En cas de mauvais temps, les chauves-souris peuvent reporter leur mise bas. Comme la gestation, la durée des soins maternels (3 à 6 semaines) varie selon les conditions climatiques.

L'émancipation, rapide, a lieu en général au mois de juillet-août, période riche en insectes, durant laquelle les chauves-souris commencent à faire leurs réserves en vue de l'hibernation ([Dietz et al., 2009](#)).

#### **10.4. Phase de transit « 2 »**

Les chauves-souris profitent de cette phase pour reconstituer leurs réserves énergétiques en vue de l'hibernation. A la fin de l'été, mâles et femelles se rejoignent pour l'accouplement, mais la fécondation est différée au début du printemps (6 mois après la phase hivernale), après une période de latence appelée diapause. A cette période de l'année, les proies sont extrêmement rares, c'est pourquoi les chauves-souris hibernent durant la mauvaise saison. Chez certaines espèces, la période d'accouplement peut durer jusqu'au début du printemps ([Dietz et al., 2009](#)).

# CHAPITRE II

---

*METHODES & TECHNIQUES D'ETUDE ET D'IDENTIFICATION  
DES CHIROPTERES*

---

A l'heure actuelle la science dispose de plusieurs techniques permettant l'observation, le suivi et l'identification des peuplements chiroptères dans leur milieu naturels, ces dernières sont en évolution permanente. Cependant, la prospection de ces mammifères nécessite des connaissances solides en matière de caractéristiques physiques, comportementales spécifiques, et même relatives à la biologie de ces espèces (Husson, 2006).

Les objectifs fixés lors d'une étude dépendent largement du choix de la méthode. Cette dernière doit à la fois aboutir à des résultats précis mais également le moins désavantageuse pour ces modèles.

Dans ce chapitre sont présentés les diverses approches de prospections des chiroptères :

## **1. La prospection visuelle**

### **1.1. Identification à partir de la prospection visuelle d'individus en vol**

L'identification visuelle directe de l'animal en vol est très difficile. Cependant, un observateur entraîné peut faire la distinction entre le vol de différentes espèces en fonction du milieu dans lequel elles évoluent ou du moins se prononcer sur le genre. A titre d'exemple, la Noctule peut être reconnue en raison de son vol caractéristique (les ailes se rejoignent ventralement à chaque battement).

Les pipistrelles peuvent être reconnues grâce à leur vol acrobatique au tour des lampadaires, le murin à oreilles échancrées aussi grâce à ses mouvements pendulaires pour chasser les insectes (Husson, 2006 ; Dietz et al., 2009). Cependant, bien que cela ait été décrit dans la littérature, il est relativement difficile de pouvoir distinguer sur un individu en vol forme et la taille des oreilles ainsi que la conformation de la queue par exemple. Même si l'observation visuelle peut apporter certains renseignements relatifs à l'identité de l'individu, une reconnaissance précise et complète ne pourra être menée qu'en utilisant en complément d'autres méthodes telles que la méthode acoustique qui semble être la plus adaptée dans ce cas. En prospection visuelle, le matériel nécessaire se compose en général d'une paire de jumelles, d'un phare puissant et d'une caméra infra-rouge.

La prospection visuelle de chauves-souris en vol peut donc s'avérer utile et constituer une première étape dans le cadre d'une localisation acoustique des animaux. Elle

permet en effet de repérer avant toute chose des sites de plus forte activité, de suspecter la présence de gîtes, et ainsi orienter la recherche acoustique. Malheureusement, parfois seule l'identification de Noctules en vol crépusculaire caractéristique est permise par cette méthode.

## 1.2. Identification à partir de la prospection visuelle d'individus dans le gîte

Les Chiroptères d'Europe et d'Afrique nord-ouest se répartissent en fonction des biotopes qu'ils occupent, en quatre grands groupes :

- Les espèces Troglaphiles : occupent les gîtes souterrains (Grotte naturelles, cavités artificielles : Les Rhinolophes).
- Les espèces Lithophiles : occupent les crevasses et les fissures des murs (Ex. les pipistrelles).
- Les espèces phytophiles ou arboricoles : occupent les feuillages, écorces, troncs et branches des arbres (Les noctules, les Pipistrelles, ...).
- Les espèces anthropophiles : occupent les toits et les murs internes des habitations humaines, sous les ponts des agglomérations (certaines espèces de la famille des *Vespertilionidae*).

### 1.2.1. Prospection dans un gîte souterrain

Les cavités souterraines sont en général habitées par les Chiroptères lors de leur repos hivernal et sont souvent désertées pendant le printemps. La recherche de nouveaux hibernaculums présente deux intérêts majeurs. En effet, elle permet l'amélioration des connaissances écologiques des espèces et contribue à la protection raisonnée des gîtes d'hibernation. Le niveau d'occupation d'une cavité souterraine par une colonie de Chiroptères en hiver dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont représentés par les conditions climatiques, la période de l'année considérée, la nature géologique du sol, l'intensité du bruit ambiant et la fréquence de passages humains.

La prospection visuelle d'une cavité susceptible d'héberger des chauves-souris doit se faire dans un calme absolu (à plus forte raison si on se trouve en période hivernale). Pour avoir une chance de détecter la présence de Chiroptères, il faut être muni d'une bonne lampe permettant de découvrir les individus les plus discrets. Les Rhinolophes

ont tendance à être facilement repérable dans le gîte, les Vespertiliens quant à eux se cachent souvent dans des fissures et anfractuosités soumises à de faibles variations de température.

Le comptage hivernal présente de nombreux intérêts, il permet :

- Une évaluation annuelle des effectifs et des études de populations long terme.
- De connaître les répercussions de la fréquentation du site et de l'impact d'aménagements du territoire sur le gîte.
- La réalisation d'études relatives à la biologie d'hibernation et phénomènes adaptatifs et enfin il offre des possibilités d'enrichissement du site (élaboration de projet d'aménagement du gîte).

Dans chaque cas et pour chaque objectif fixé lors de visite d'un hibernaculum, les fréquences de prospection conseillées sont différentes, mais deux règles restent de mise : minimiser le dérangement et respecter les règles de sécurité de progression en cavité souterraine. Le rythme des prospections peut être fixé en fonction des objectifs à atteindre (s'il s'agit d'un comptage annuel, une seule visite suffit alors que s'il s'agit d'un suivi de population au cours de l'hiver, plusieurs visites s'imposent), des dérangements occasionnés (le rythme des visites devra être restreint dans le cas de petites cavités peu profondes) et du nombre d'observateurs (plus le nombre d'observateurs présents est grand, plus les visites se feront rares).

Dans le cadre d'un suivi de population à long terme ou pour comptage annuel, deux à trois visites entre novembre et mars peuvent suffire mais quand il s'agit de prospection de nouveaux gîtes avec détermination d'espèces, quatre à cinq visites entre novembre et mars constituent une moyenne acceptable.

Chaque prospection effectuée doit être renseignée sur la date d'observation, les données climatiques et les résultats obtenus, afin de détenir des données pouvant être comparées entre elles (Stebbings et al., 1987 ; Husson, 2006).

Basé sur plusieurs critères convergents (Nyssen, 2015), le tableau (01) présente quelques critères permettant d'identifier un chiroptères pendant l'hibernation. En effet, il n'existe en réalité aucun critère « absolu ». (Voir Annexe.02a).

Tableau (01). Quelques Critères permettant l'identification de deux Rhinolophes pendant le sommeil hivernal (Nyssen, 2015).

Espèce	Critères
Petit rhinolophe	<p>La taille est le principal critère de différenciation des deux rhinolophes.</p> <p>Le petit rhinolophe est <u>vraiment petit : son corps n'est pas plus grand qu'un pouce ou qu'une boîte d'allumettes.</u></p> <p><u>Il est souvent (presque) complètement enroulé dans ses ailes - pas grand-chose ne dépasse (Annexe.02a).</u></p>
Grand rhinolophe	<p>Il n'est en général <u>pas complètement enroulé dans ses ailes - on voit toujours son museau (Annexe.02a).</u></p>

### 1.2.2. Prospection en habitations

Les habitations hébergent des espèces en saison de chasse, des colonies de reproduction, voire parfois dans certains greniers, des animaux en hibernation. La plupart des découvertes de gîtes occupés par des chauves-souris se font après déclaration spontanée des habitants.

L'approche visuelle constitue toujours la première méthode employée en prospection. Même si elle se révèle parfois insuffisante pour l'identification des espèces, elle permet souvent la localisation de différents emplacements élus comme gîtes par les chauves-souris. En effet, si l'identification des Rhinolophes ne semble poser que peu de problèmes, l'identification d'autres espèces nécessite un examen plus poussé. Cependant, la prospection visuelle peut fournir de précieux renseignements. En effet, lorsqu'on observe une chauvesouris blottie dans une faille, on peut supposer avec quasi-certitude qu'elle appartient au genre *Myotis*, ce qui oriente déjà beaucoup son identification (Stebbing et al., 1987 ; Husson, 2006).

### 1.2.3. Prospection visuelle en gîte arboricole

Des observations crépusculaires ou nocturnes menées en forêt peuvent conduire à localiser les cavités au sein d'arbres abritant les chiroptères. Il semblerait que la période idéale de prospection en sous-bois se situe entre décembre et avril, en raison du calme et de la luminosité y régnant (Penicaud and Boireau, 2002).

La prospection en milieu forestier est une activité en expansion, permettant au monde scientifique de disposer de plus de données relatives à l'occupation de Chiroptères,

dans un milieu où la végétation fait souvent obstacle à la progression des observateurs (Husson, 2006).

Lors de prospection en forêt, les chances de rencontrer des individus seront optimisées en se plaçant dans une rangée de très vieux arbres dans une zone bien dégagée ou en bordure de canal ou de rivière (Arthur and Lemaire, 1999). Il nous paraît utile de signaler ici qu'une espèce arboricole n'est pas nécessairement forestière (Arthur and Lemaire, 2002 ; Tupinier, 2001).

La prospection d'arbres nécessite souvent l'utilisation d'échelles, de cordes d'escalade, d'une lampe dichroïque puissante (lampe offrant des colorations diverses suivant la direction de l'observation), de jeux de petits miroirs articulés, d'une paire de jumelles et d'un phare puissant. Malgré tout, il est souvent impossible de prospecter des cavités ou fissures situées trop haut par rapport au sol. Cela constitue donc un biais d'observation puisque souvent seules sont inspectées les cavités les plus basses (Penicaud and Boireau, 2002).

## **2. Prospection par capture au filet**

La capture au filet, inspirée des techniques de capture en ornithologie (Husson, 2005), permet la prise puis la libération d'animaux vivants dans des buts d'identification, de marquage ou d'étude comportementale.

A ce titre, elle ne constitue donc pas une méthode de prospection anodine. En effet, cette technique dite "invasive" peut se révéler être une source de stress et conduit parfois à blesser les animaux qui se prendraient dans les mailles du filet (Kunz and Persons, 2009).

Qu'il permette d'attraper des individus en sortie de gîte ou en vol libre, le filet doit répondre à différentes normes établies (taille des mailles, matière, positionnement) et doit toujours être utilisé de la façon la moins traumatisante possible pour l'animal. Une fois le spécimen capturé, les observations à réaliser sur ce dernier devront être faites le plus rapidement mais aussi le plus délicatement possible, afin que l'animal soit libéré dès que possible. Enfin, cette méthode ne peut être pratiquée que par des personnes expérimentées, titulaires d'une dérogation autorisant la capture (dérogation annuelle ou ponctuelle) et vaccinées contre la rage (Stebbing et al., 1987).

## 2.1. Capture à l'aide d'une épuisette

La structure de l'épuisette peut convenir à la prise des chauves-souris dans des espaces réduits comme les pièces d'habitation, les petites cavités et failles ou les couloirs de végétation très étroits (Arthur and Lemaire, 1999). Elles sont aisément maniables et transportables, ce qui se traduit par un confort d'utilisation non négligeable (La Val and La Val, 1977 ; Kunz and Kurta, 1988 ; Anthony, 1988 ; Racey, 1988 ; Husson, 2006).

Ces filets sont constitués d'un manche et d'une surface maillée permettant la capture. Cette dernière peut être de type cylindrique et profonde (type filet à papillons ou époussette) ou présentant une surface triangulaire plane rappelant la forme des cerfs-volants. Bien que cette dernière soit plus adaptée à la capture d'individus dans les coins, la première structure reste la plus utilisée, car la plus pratique (la fermeture de l'orifice permettant aux animaux capturés de ne pas s'échapper). (**Figure.11**).



Figure (11). Quelques modèles d'épuisettes utilisées pour la capture des chiroptères (A : forme carrée, B : forme triangulaire, C : cylindrique) © Components of British Columbia Biodiversity Bats.

On distingue plusieurs types d'utilisation de ces filets et donc deux méthodologies différentes :

### **2.1.1. Capture à l'intérieur du gîte**

Le filet doit être positionné en regard de la chauve-souris de sorte qu'elle soit prise par ses mailles lors de son envol. La méthodologie à suivre dans le cas d'un individu inaccessible est de provoquer son réveil en la stimulant délicatement avec le manche du filet par exemple puis la capturer dès son envol.

Dans le cas de spécimens en essaim, il est également possible d'utiliser un récipient sans fond prolongé par un filet en tissu mis sous tension. Ainsi cela permet de capturer plusieurs individus en même temps. (Avril, 1997 in Husson, 2006).

### **2.1.2. Capture en sortie de gîte**

Le moment idéal d'une capture en sortie de gîte se situe en début de soirée, dès la tombée de la nuit. C'est à cet instant que les chauves-souris émergent de leur léthargie diurne et partent en quête de nourriture à l'extérieur.

### **2.1.3. Capture en vol libre**

Pour capturer les chauves-souris en vol, on utilisait des filets à maillage rectangulaire et plan. Mais la mise en œuvre de cette technique ayant induit un trop grand nombre de blessures et parfois de morts par traumatisme dans les populations de Chiroptères, elle a été abandonnée.

## **2.2. Capture à l'aide d'un filet japonais**

Le filet japonais est la méthode la plus utilisée pour capturer les chauves-souris (Kunz and Kurta, 1988). La capture des chauves-souris par filet japonais dépend du choix des filets et le choix des sites (c'est-à-dire où l'activité de la chauve est élevée : peuvent être déterminés par observation directe des chauves-souris ou par l'utilisation de détecteurs).

Les filets japonais présentent un maillage de fils de nylon monofilaments ou tressés (Avril, 1997) mis sous tension horizontalement et fixés latéralement par des points d'ancrage prenant appui sur des supports verticaux tels que des perches en métal ou en bois ou encore des drisses tendues solidement fixées au sol ou fermement maintenues (Arthur and Lemaire, 1999).

Il est également envisageable de disposer plusieurs de ces toiles arachnéennes synthétiques côte à côte afin d'augmenter la surface de capture. D'autre part, les normes établies relatives à la taille des mailles doivent être respectées. En effet, celles-ci doivent être carrées et de dimension 20 x 20 mm, échappant ainsi au sonar de la plupart des individus en déplacement.

Il existe de nombreux inconvénients (Kunz and Brock, 1975 ; Arthur and Lemaire, 1999) à l'utilisation de cette méthode :

- Exige une surveillance constante pour s'assurer que les chauves-souris ne meurent pas dans les mailles du filet.
- Son utilisation (installation) dans le même site (station d'échantillonnage) diminue les chances de capture, certaines espèces mémorisent et donc sont capables d'éviter le filet.
- Son utilisation diminue l'effort de capture en termes d'espèces, certaines espèces volent en hauteur, d'autres détectent les fines mailles du filet et donc évitent d'y être capturés.
- Son utilisation accroît la capture des juvéniles ce qui amène à une interprétation biaisée de la composition d'une population.
- Les facteurs environnementaux tel que le vent diminuent considérablement les chances de capture, ce dernier devient facilement détectable par les espèces de chauves-souris. La pluie quant à elle rend le filet visible.
- Son utilisation provoque un traumatisme aux individus capturés.

La capture au filet japonais est à éviter selon certains spécialistes (Husson, 2006) à tous prix en saison de reproduction. En effet, il serait très dommageable pour la survie des espèces de capturer et traumatiser des femelles gestantes, en lactation ou portant leur jeune. La capture doit avoir lieu lorsque les conditions météorologiques sont favorables, dès la sortie du gîte. Pour être efficace, le filet doit s'intégrer à l'environnement et surprendre les chauves-souris. Il peut être placé en sortie de gîte, en travers d'une allée forestière, au-dessus d'un pont et semble plus efficace lorsqu'il est placé dans un endroit particulièrement obscur (**Figure.12**).

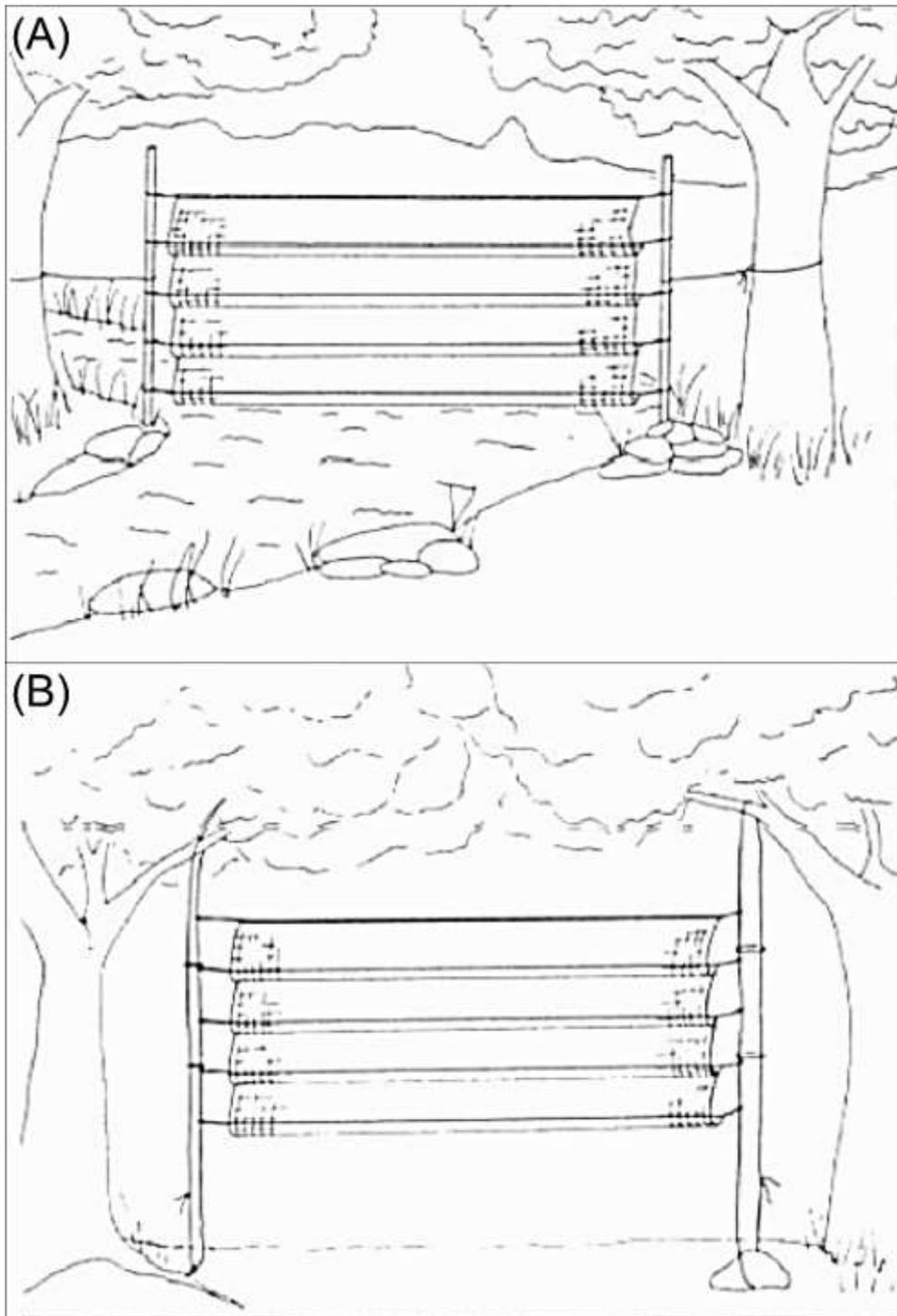


Figure (12). Exemple de placement du filet. Notez que ce dernier est placé dans la végétation de sorte qu'un couloir de vol potentiel soit couvert par le filet. (Kunz and Kurta, 1988).

### 3. Prospection par analyse des cris d'écholocation

Les chauves-souris utilisent l'écholocation (**Figure.13**), c'est-à-dire qu'elles émettent des signaux ultrasonores afin de visualiser leur environnement durant leurs déplacements nocturnes et les proies durant la chasse (Barataud, 1996).

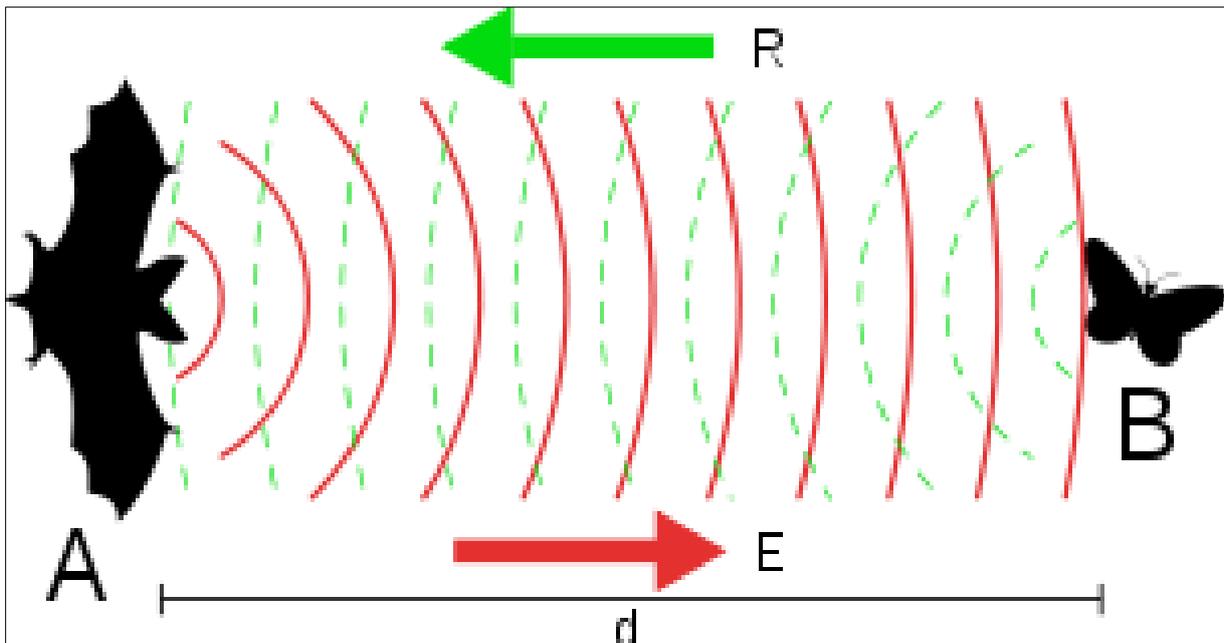


Figure (13). L'écholocation chez les chauves-souris (insectivores) : émission et rebondissement de l'ultrason vers la chauve-souris (Umr, 2012).

L'oreille humaine perçoit les ondes sonores entre 20 et 20 000 Hertz (20 KHz). Les chauves-souris émettent des signaux d'écholocation entre 18 et 115 KHz. Il est donc nécessaire d'utiliser un appareil permettant de retranscrire les ultrasons en sons audibles. Pour cela, trois techniques sont utilisées :

### 3.1. Division de fréquence

Cette technique permet de diviser par 10 ou 20 la fréquence d'un signal de manière à le rendre audible. Ce système fonctionne sur une large bande de fréquences, ce qui permet de ne manquer aucun contact acoustique. Cependant, les sons perçus dans ce cas sont atténués en intensité, et leur structure altérée, ce qui rend l'écoute inconfortable et inefficace pour l'identification. Cette méthode n'est utilisée que pour réaliser des enregistrements en continu ou lors de points d'écoute pour quantifier l'activité.

### 3.2. Hétérodyne

Le signal émis par l'animal (en fréquence modulée ou constante, notée  $f_1$ ) est confronté à un signal émis par le détecteur (fréquence constante, ajustable par l'observateur, notée  $f_2$ ). De cette confrontation est extrait un signal porté par une fréquence correspond au différentiel des deux précédentes ( $f_1$  et  $f_2$ ). Lorsque la résultante est

assez basse pour être perçue, elle permet la restitution d'un signal interprétable par l'observateur (Tupinier, 1996).

### 3.3. Expansion de temps

Cette transformation du signal initial consiste à enregistrer le signal perçu, à le conserver sous cette forme puis de le rejouer à une vitesse plus lente pour le rendre audible (Tupinier, 1996).

Les captures et les écoutes et identification en expansion de temps sont deux démarches indissociables pour une étude complète. L'utilisation de détecteurs d'ultrasons permettra d'une part de rechercher les gîtes mais également d'effectuer des études d'activité qualitatives et quantitatives ainsi que l'utilisation de l'espace (Barataud et al., 2016).

## 4. Clé d'identification des chiroptères d'Europe et d'Afrique du nord (voir Annexe.02b)

Selon Dietz et al., (2009), les principales mensurations sont les longueurs de l'avant-bras (AB), du cinquième doigt (D5) et du troisième doigt (D3). Les mensurations supplémentaires utiles sont les longueurs du pouce (D1), de la jambe (Tib), du pied (LP). Pour quelques groupes d'espèces, la longueur et la largeur de l'oreille et du tragus sont utilisées (longueur de l'oreille (LO), largeur de l'oreille (LaO), longueur du tragus (LT) et largeur du tragus (LaT). Chez d'autres groupes d'espèces, la longueur de quelques phalanges : la 1ère et la 2nde phalange du 4ème doigt et la 2nde et 3ème phalange du 3ème doigt sont nécessaires. Chez quelques groupes d'espèces difficiles la longueur de la rangée de dents supérieure (CM<sup>3</sup>) peut être de quelque secours.

Bien que les mensurations comme l'envergure, la longueur tête-corps et la longueur de la queue soient souvent mentionnées dans la littérature, elles ne sont pas réellement utiles et il y a trop de variation dans les différentes techniques de mesurage, c'est pourquoi elles devraient être évitées pour réduire le stress inutile des chauves-souris.

La masse corporelle est un bon indicateur pour l'identification de quelques espèces quand elle est prise au même moment de la journée. Cependant, elle n'est pas mentionnée ici puisqu'il y a des changements considérables en cours de journée et d'année.

Toutes les mensurations données dans cette clé ne sont valables que pour des individus adultes. Au moment de leur premier vol, les os des juvéniles ne sont pas complètement ossifiés. Chez les chauves-souris n'ayant pas achevé leur croissance, les épiphyses sont bien visibles dans les articulations des doigts avec un éclairage à contre-jour.

### 5. Tableau récapitulatif (Champs d'application, Avantages et inconvénients des méthodes de prospections)

Prospection (Méthode/Technique)	Champs d'application	Avantages	Inconvénients
<b>Visuelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche et suivi d'un gîte (détection de nouveaux gîte et recensement au sein du gîte).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu de matériel nécessaire.</li> <li>Méthode qui permet l'observation du spécimen en vol ou au repos dans son gîte.</li> <li>Méthode non traumatisante.</li> <li>Permet le comptage (comptage in situ ou en sortie de gîte).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode non efficace pendant la nuit.</li> <li>Identification spécifique non fiable.</li> </ul>
<b>Capture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les captures par filet sont utilisées en seconde intention dans le but d'affiner un recensement et préciser l'identification.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet de capturer en vol ou au repos.</li> <li>Identification certaine des prises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moyens matériels et humains importants.</li> <li>Méthode traumatisante.</li> <li>Méthode applicable que pendant la saison d'activité.</li> </ul>
<b>Hétérodyne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La méthode utilisée pour détecter la présence d'individus sur le site à prospector.</li> <li>L'observateur peut ainsi apprécier l'occupation du site par les Chiroptères (niveau d'activité et reconnaissance de certaines espèces).</li> <li>L'identification spécifique certaine ne pourra être établie qu'après analyse du signal expansé (voir plus loin).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode "de première approche" car permettant la détection des chauves-souris en temps réel (la transformation hétérodyne préserve la dimension temporelle du signal initial). Elle témoigne de la présence de Chiroptères sur le site prospecté.</li> <li>Identification spécifique pour certaines espèces chez qui on reconnaît des séquences hétérodynes caractéristiques.</li> <li>Appréciation du niveau et de la nature de l'activité des Chiroptères détectés (présence d'un grand/faible nombre d'individus, activité de chasse/transit).</li> <li>Permet d'identifier des individus évoluant très haut au-dessus de l'observateur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enregistrements du signal hétérodyne non disponible.</li> <li>Spectrogramme du signal hétérodyne ininterprétable (la transformation hétérodyne altère la dimension fréquentielle initiale du signal).</li> <li>Identification parfois impossible de certaines espèces à partir du signal hétérodyne.</li> <li>Connaissances nécessaires en matière de reconnaissance acoustique des espèces.</li> <li>Comptage individuel impossible par cette méthode</li> </ul>
<b>Expansion de temps</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La méthode la plus utilisée dans différentes objectifs (Bartaud et al., 2016).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode permettant un enregistrement de la séquence expansée dans le temps.</li> <li>Analyse graphique ultérieure possible à partir d'un logiciel informatique.</li> <li>Spectrogramme interprétable et reflet du cri initial émis. Analyse graphique permettant une appréciation de la structure du cri.</li> <li>Identification certaine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connaissances nécessaires en matière d'analyse graphique sonore et de reconnaissance acoustique des espèces.</li> </ul>

# CHAPITRE III

---

*LES CHIROPTERES DU PARC NATIONAL D'EL KALA :  
INVENTAIRE ET RYTHME ANNUEL D'ACTIVITE*

---

## 1. Contexte & Objectifs

En Algérie, c'est pendant le 19<sup>ème</sup> siècle que les collectes des données sur les peuplements de chiroptères ont débuté. Le premier, [Dobson \(1880\)](#) signala la présence de huit espèces, par la suite [Weber \(1912\)](#) rapporta trois autres espèces en provenance d'Alger. En 1936, [Laurent](#) signala la présence de deux espèces du genre *Plecotus*. En 1944, le même auteur réalisa un baguage des chauves-souris dans les environs d'Alger.

C'est [Anaciaux De Favaux \(1976\)](#), qui réalisa la première étude complète sur les Chiroptères d'Algérie en présentant une checklist de 23 espèces appartenant à cinq familles. En 1984, [Hanak and Gaisler](#) rapportèrent pour la première fois en Algérie et pour l'Afrique la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) aux alentours de Tizi Ouzou, et signalèrent par la suite pour la deuxième fois la présence du Murin de natterer (*Myotis nattereri*).

La liste fut complétée par [Gaisler \(1983 et 1984\)](#), [Gaisler et al., \(1986\)](#) et [Kowalski et al., \(1986\)](#). [Kowalski et Rzbick-Kowalska \(1991\)](#) ont fourni une autre liste et rapportent la présence pour l'Algérie de 26 espèces de chauves-souris.

Depuis lors, peu d'études exhaustives ont eu lieu. Toutefois il existe de nombreux travaux fragmentaires dans différents axes mais qui rapportent des données régionales dans le nord du pays ([Zeghouma, 2014](#) ; [Ahmim, 2014](#) ; [Metallaoui, 2015](#)).

En ce qui concerne l'extrême nord-est Algérien, les seules contributions à l'étude des chiroptères sont celle de [Fekroune \(1998\)](#) et [Dziri \(2002\)](#) au niveau du parc national d'el Kala présentant une checklist préliminaire de 13 espèces.

Les données dont on dispose actuellement ne permettent certes pas d'apporter des témoignages concrets quant à la richesse et l'activité des chiroptères dans notre région. C'est au vu de toutes les données précédentes et dans ce contexte que nous nous sommes proposés de documenter l'un des plus importants parcs nationaux d'Afrique du nord (le parc national d'El Kala) et ce en faisant :

- Un dénombrement des espèces qui compose son peuplement.
- Une détermination du rythme d'activité annuel des espèces qui compose ce peuplement.

## 2. Matériel & Méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans l'extrême Nord-Est de l'Algérie, au niveau du Parc National d'El Kala (P.N.E.K), ce dernier est l'un des plus grands parcs d'Algérie, du fait qu'il abrite le complexe de zone humide le plus important du pays. Le Parc National d'El Kala figure parmi les zones protégées les plus importantes et les plus riches de la méditerranée occidentale. Il recouvre une superficie d'environ 80 000 hectares. Localisé dans l'extrême nord-est du pays (**Figure.14**), il est limité au nord par la mer Méditerranée, au sud par les monts de la Medjerda, à l'est par la frontière algéro-tunisienne et à l'ouest par les plaines d'Annaba. Sa richesse biologique remarquable lui a valu d'être érigé en réserve de la biosphère par l'UNESCO en 1990. Par ailleurs, ce parc héberge de nombreux lacs tel que le Lac Tonga, Oubeira dont l'importance a été reconnue à l'échelle internationale ([Benyacoub and Chabi, 2000](#)).

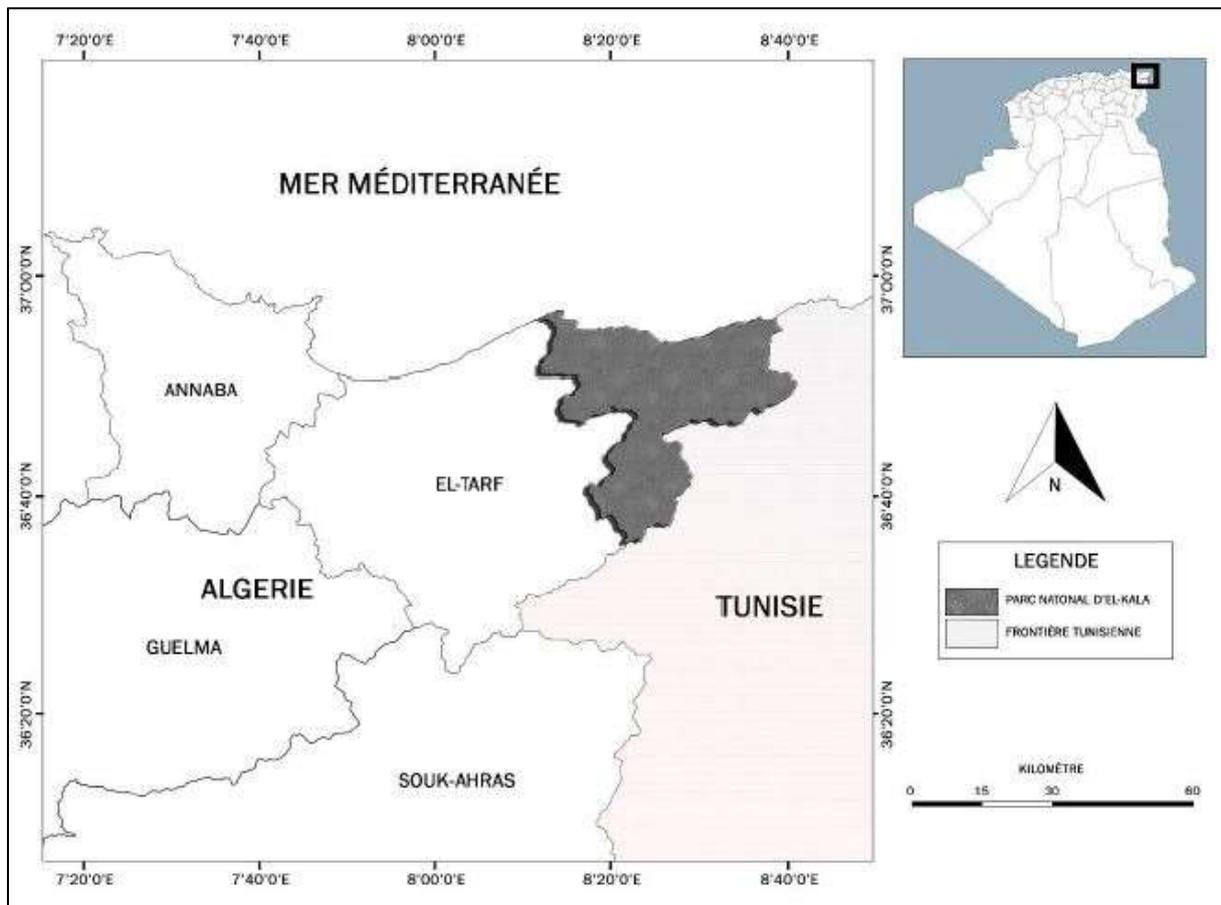


Figure (14). Position du Parc National d'El Kala (Amara Korba, 2016).

### 2.1.1. Caractéristiques bioclimatiques

Selon le climagramme d'Emberger (1955) in Brahmia (2002), la région d'El-Kala est localisée dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud, à la limite de l'étage humide. Cependant les reliefs vont largement déterminer l'existence de sous étages qui vont eux-mêmes influencer sur la diversité physiologique des habitats (**Figure.15**). En effet le PNEK va se révéler être une véritable mosaïque d'étages bioclimatiques de végétation. Ainsi, du littoral au massif forestier de la Medjerda, on distingue trois étages bioclimatiques :

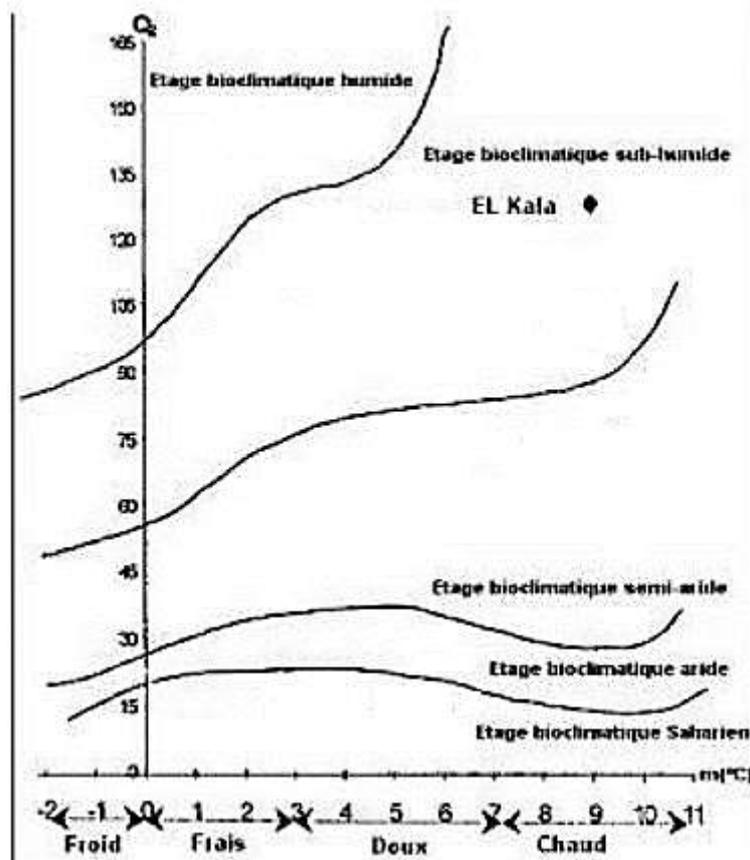


Figure (15). Position de la région d'El Kala dans climagramme d'Emberger (1955)

- L'étage subhumide à hiver chaud : il est situé au niveau des plaines alluviales et du cordon dunaire sublittoral. Il se caractérise par l'aire de l'Oléolentisque à caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléolentisque à Myrte à un niveau altitudinal supérieur (Toubal, 1986).
- L'étage humide à hiver chaud à tempéré : cet étage correspond à l'aire de Quercus suber. Le Chêne liège s'associe en deux groupements selon le jeu complexe des

conditions d'humidité et de sol. Ainsi nous pouvons distinguer au niveau le plus thermophile à basse altitude, au moins thermophile à haute altitude, deux groupements- principaux : le groupement à *Quercus suber* et *Pistacia lentiscus*, dans les niveaux les moins humides et les plus chauds. Ce groupement est infiltré par des espèces thermophiles telle que *Calycotome*, *Phillyrea*, *Erica*, *Cistus* ... et le groupement à *Quercus suber* et *Cytisus triflorus* que l'on observe à partir de 500 à 700 m d'altitude selon l'orientation du versant.

- L'étage humide à hiver tempéré à frais : il se manifeste au-delà de 800 à 900 m d'altitude dans le Djebel Ghorra. Il se caractérise par l'aire de *Quercus faginea mirbeckii*, où le *Quercus suber* est moins bien représenté. Essence caducifoliée, le Chêne zeen se développe lorsque la pluviométrie est supérieure ou égale à 900 mm/an. Il forme alors des peuplements denses dont les arbres peuvent atteindre 30 m de haut. Il est associé au groupement à *Cytisus triflorus*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*.

### 2.1.2. Les principaux habitats

La synthèse et la compilation de l'ensemble des variables mésologiques de [Benyacoub and Chabi \(2000\)](#), a permis de distinguer 20 types de faciès paysagers, assimilables à autant de biotopes. Ce nombre important de milieux traduit à lui seul le caractère physiographiquement diversifié de la région. Par ailleurs, leur répartition dans le territoire du parc national révèle clairement son caractère morcelé, dont les principaux habitats sont : les subéraies, les zones urbaines, les bocages, les zones urbaines, les ripisylves et aulnaies, les eucalyptaies et les pineraies ([Brahmia, 2002](#)).

### 2.1.3. Diversité faunistique et floristique

Le Parc National d'EL Kala, abrite une richesse faunistique et floristique remarquable :

#### 2.1.3.1. Richesse faunistique

La richesse ornithologique constitue la principale caractéristique des sites humides et forestiers du parc national d'El Kala

Parmi les oiseaux 191 espèces sont dénombrées, les reptiles sont représentés par 17 espèces. En ce qui concerne les invertébrés, le parc abrite environ 40 espèces d'Odonates ([Boulahbal, 1999](#)), 68 espèces de Syrphidés ([Djelab, 1993](#)), 60 espèces

de Carabidés (Ouchtati, 1993) et au moins 31 espèces de Lépidoptères diurnes (Beylagoun, 1998) et 44 espèces de Lépidoptères nocturnes (Bouzeriba, 2001).

Le groupe des mammifères est représenté au moins par 37 espèces dont une espèce marine ; le Phoque moine dont la présence reste incertaine. Si certaines espèces sont particulièrement abondantes, Sanglier – Chacal – Mangouste – Hérisson – Chat forestier..., d'autres, en revanche, sont représentées par de faibles effectifs, parfois à la limite de l'extinction locale, Cerf de Barbarie – Caracal – Hyène... (Dziri, 2002).

### 2.1.3.2. La richesse floristique

La région d'El Kala abrite au moins un tiers de l'ensemble de la flore d'Algérie. Elle est représentée par les deux grands groupes du règne végétal qui sont les Cryptogames et les phanérogames. Le premier groupe est représenté par une trentaine de fougères, 98 espèces de champignons et 114 espèces lichéniques ; le deuxième groupe est représenté par 780 espèces soit environs 30% des spermaphytes de l'Algérie. En évaluant cette flore par rapport à la flore nationale, elle représente 15% de la flore rare à l'échelle nationale selon (De Belair, 1990).

### 2.1.4. Description sommaire des sites d'étude

Pour la réalisation de ce travail de recherche, nous avons choisi 06 sites recouvrant ainsi les principaux habitats qui caractérisent le parc national d'El Kala. Le tableau (02) regroupe l'ensemble des sites d'échantillonnage en précisant l'altitude et la végétation dominante (Figure.16).

Tableau (02). Caractéristiques des sites d'échantillonnage.

N°	Site	Type d'habitat	Coordonnées	Caractère
01	Djbel el Koursi	Subéraie	36°50' 58.14" N/08°13' 19.37"E	Semi-Ouvert
02	Soug Rguibette	Bocage	36°54' 03.26"N/08° 17' 23.48"E	Ouvert
03	El Kala (Boulifa)	Zone urbaine	36°53' 12.70"N/08° 24' 48.90"E	Fermé
04	Ain Khiar	Ripisylve & aulnaie	36°48' 47.54"N/08° 19' 42.17"E	Semi-Ouvert
05	Oubeira	Eucalyptaie	36°52' 01.66"N/08° 22' 14.89"E	Semi-Ouvert
06	Lac Tonga	Pineraie	36°52' 43.21"N/08° 30' 53.38"E	Semi-Ouvert

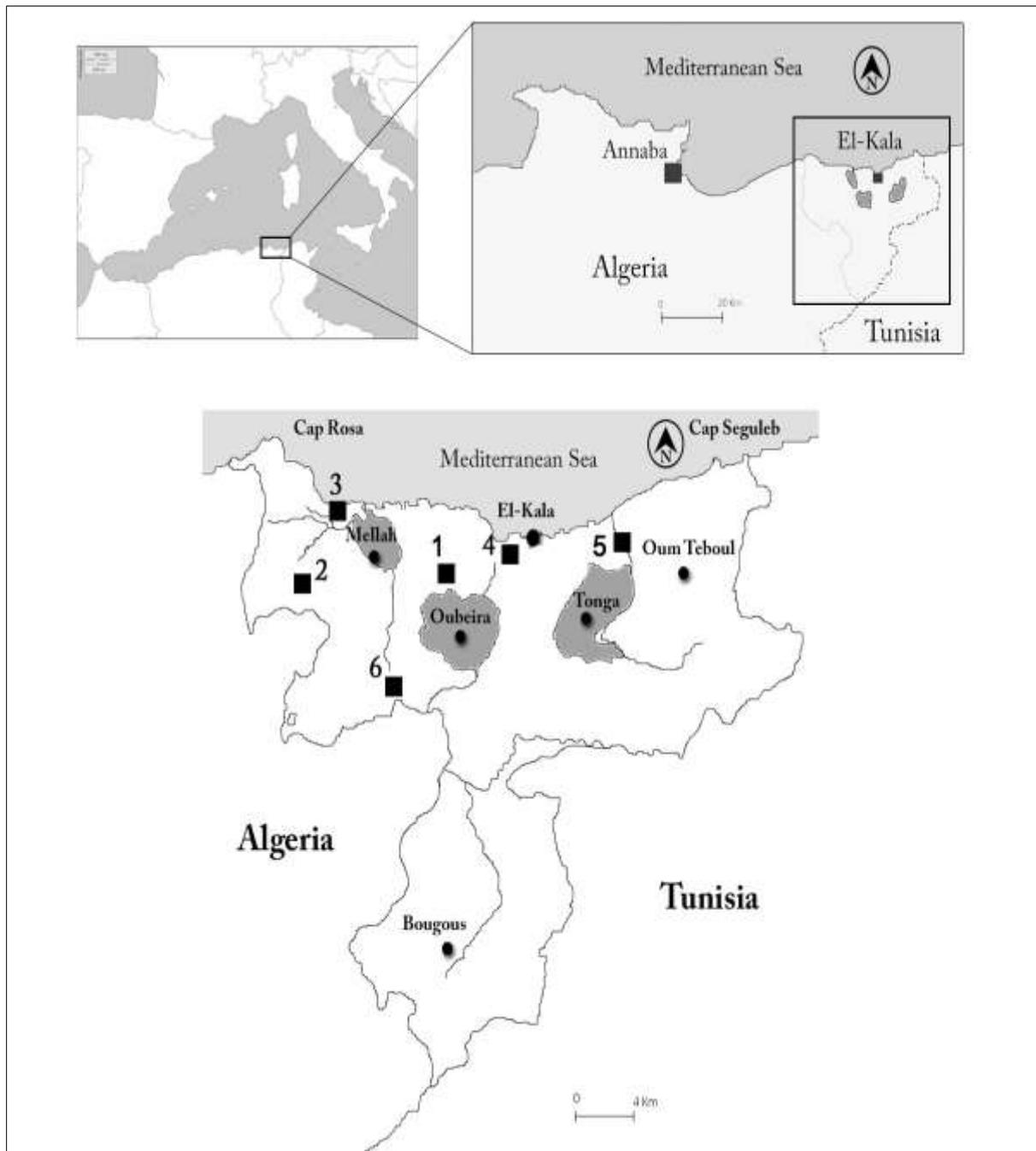


Figure (16). Carte illustrant les différents sites d'échantillonnage (1. Oubeira, 2. Djbel el Koursi, 3. Soug Rguibette, 4. El Kala, 5. Tonga, 6. Ain Khar). © Bendjeddou 2015.

La description des habitats qui ont fait l'objet de la présente étude est tirée du Diagnose écologique de l'avifaune du parc national d'El Kala de [Benyacoub and Chabi \(2000\)](#) :

#### 2.1.4.1. Soug Rguibette

Milieu ouvert et mixte qui est à l'origine un milieu agricole abandonné, caractérisé par l'existence d'un habitat rural dispersé dans lequel sont conservés quelques éléments de la végétation tel que les arbres et les bosquets (**Planche.01a**)



Planche (01). Photos des principaux habitats échantillonnés au niveau du parc national d'El Kala (a : Soug Rguibette, b : El Kala, : Ain Khia, d : Oubira, e : Tonga, f : Djbel El Koursi) © Bendjeddou

#### 2.1.4.2. El Kala

Milieu fermé entièrement artificiel, la station d'échantillonnage comporte plus ou moins quelques éléments de la strate arborée tel que le chêne liège (**Planche.01b**)

#### 2.1.4. 3. Ain Khia

Milieu semi ouvert dont la composition végétale est caractérisée par présence de *Alnus glutinosa* et *Fraxinus* sp. La strate arborée est composée essentiellement de caducifolié (**Planche.01c**)

#### 2.1.4.4. Oubeira

Milieu semi ouvert dont l'essence végétale principale est l'Eucalyptus, la strate buissonnante et herbacée n'y figure pas (**Planche.01d**)

#### 2.1.4.5. Lac Tonga

Milieu semi ouvert caractérisé par la présence *Quercus coccifera*, *Mirtus communis* et *Pisacia lentisucs* (**Planche.01e**).

#### 2.1.4.6. Djbel el Koursi

Milieu semi-ouvert, caractérisé par l'absence totale de sous-bois. Il se compose principalement de chêne-liège, *Quercus suber*, qui peut atteindre jusqu'à 18 m de haut (**Planche.01f**).

### 2.2. Méthodologie de travail

#### 2.2.1. Calendrier d'échantillonnage

La période d'échantillonnage a débuté au mois de juin 2012 et a duré jusqu'au mois de septembre 2014.

En premier lieu, une prospection diurne qui correspond à la période comprise entre juin et aout 2012 a été consacrée à la recherche et la localisation des sites d'échantillonnage. Ensuite, une deuxième prospection nocturne qui correspond à la pose de filets japonais (2.50x12m : placé au-dessus des cours ou plan d'eau) dans les sites d'échantillonnage a été entreprise d'Aout 2012 jusqu'à Septembre 2014.

Les séances de capture, une par mois pour chaque site, s'étalant sur une période de 24 mois (aout 2012 – septembre 2104) ont commencé après le coucher de soleil et ont continué pendant les 04 heures qui suivent. Ainsi, tout individu capturé est mesuré et identifié.

#### 2.2.2. Mensurations

Les individus capturés, en plus du sexage ont fait l'objet de plusieurs mesures morphométriques (**Figure.17**) : la longueur de l'avant-bras, du 3<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> doigt sont mesurés au millimètre à l'aide d'un pied à coulisse ( $\pm 0,1$  mm). Le poids est mesuré en gramme à l'aide d'un peson (Pesola : ®Ecotone).

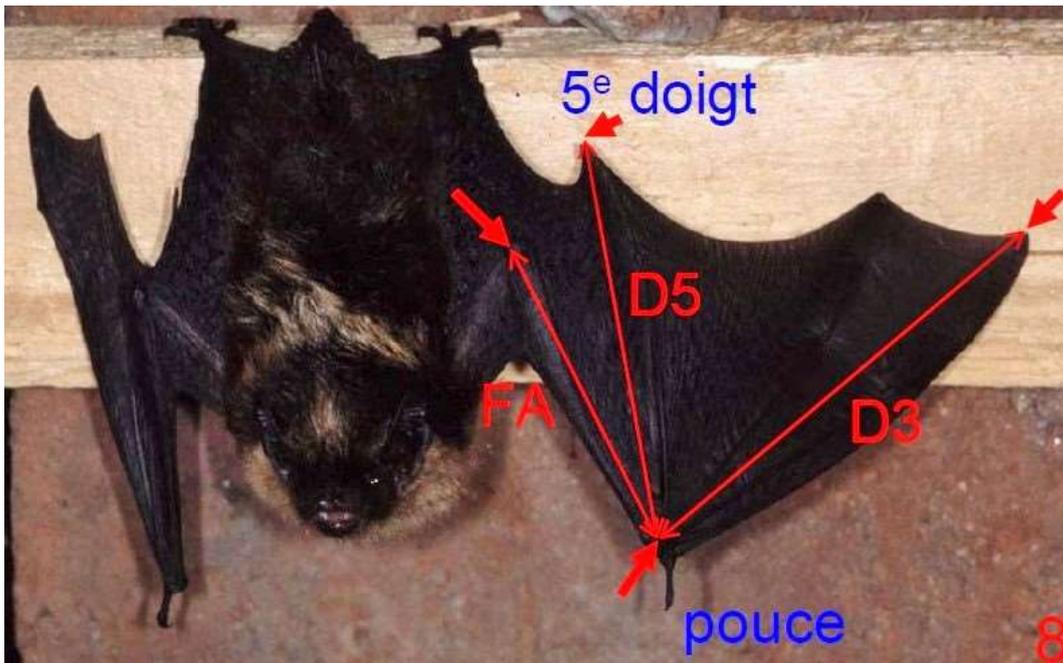


Figure (19). Paramètres morphométriques mesurés (Dietz and Von Helversen, 2004)

L'identification spécifique a été réalisée à l'aide des clés d'identification de [Dietz and Von Helversen \(2004\)](#), [Dietz et al., \(2009\)](#).

## 2.3. Méthode d'exploitation des données

### 2.3.1. Traitement des données morphométriques

La moyenne et l'écart type de chaque paramètre morphométrique mesuré chez les spécimens capturés ainsi que les l'iconographie (Histogramme ...) ont été réalisé grâce aux statistiques élémentaires en utilisant le Microsoft Excel 2016.

### 2.3.2. Richesse totale

La richesse est l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement ([Ramade, 1984](#)). D'après [Blondel \(1979\)](#) la richesse totale S est le nombre des espèces du peuplement pris en considération.

### 2.3.3. Fréquences centésimales ou abondances relatives

Une fréquence centésimale correspond au pourcentage des individus d'une espèce ( $n_i$ ) par rapport au nombre total de l'ensemble des individus de toutes espèces confondues ([Dajoz, 1971](#)). L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné :

$$F\% = n_i * 100/N$$

$n_i$  : Nombre des individus de l'espèce prise en considération

$N$  : Nombre total d'individus, toutes les espèces confondues

#### **2.3.4. Exploitation des données par indices écologiques de structure**

Pour l'exploitation des résultats obtenus sur les Chiroptères, les indices écologiques de structure retenus sont la diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale, l'indice d'équirépartition.

##### **2.3.4.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver**

Selon Blondel et al., (1973) in Amara Korba (2016), la diversité peut être définie comme le degré d'hétérogénéité d'un peuplement. Margalef (1958) cité par Legendre et al., (1984) in Amara Korba (2016), propose l'utilisation de l'indice de diversité  $H'$  de Shannon-Weaver comme mesure de diversité, calculé de la manière suivante :

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

$H'$  : Indice de diversité exprimé en unité bits

$q_i$  : Fréquence relative de l'espèce  $i$  par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement

$\log_2$  : Logarithme à base de 2

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité des espèces de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible, le milieu est pauvre en espèces, ou n'est pas favorable aux espèces de chauves-souris. Par contre, si cet indice est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces de chiroptères et qu'il leur est favorable.

##### **2.3.4.2. Diversité maximale**

Blondel (1979), exprime la diversité maximale par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \log_2 S$$

$H' \text{ max.}$  est la diversité maximale exprimée en unités bits

$S$  est la richesse totale des espèces

### 2.3.4.3. Indice d'Équirépartition

D'après [Blondel \(1979\)](#), l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = H' / H' \text{ max.}$$

La valeur de l'équirépartition E varie entre 0 et 1.

Lorsque E tend vers 0 cela signifie que les effectifs des espèces récoltées ne sont pas en équilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Quand E tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux. Leurs abondances sont donc très voisines.

### 2.3.5. Analyses statistiques

#### 2.3.5.1. Classement ascendant hiérarchique (CAH)

Le classement hiérarchique relie les observations les plus similaires, puis successivement connecte la prochaine observation la plus similaire à elles. D'abord une matrice de n x n similarité entre tous les paires d'observation est calculée. Ces paires ayant les similarités les plus élevées sont ensuite fusionnées, et la matrice est recalculée. Cela est fait par moyenniser les similarités entre les observations combinées et les autres observations. Le processus est répété pour obtenir une matrice réduite de 2 x 2. La progression des niveaux de similarité de chaque fusionnement des observations est affichée comme un dendrogramme ([Davis, 2002](#)).

Dans la présente étude nous avons utilisé CAH pour relier les habitats échantillonnés selon les abondances des espèces présentes dans chacun d'eux basés sur une matrice de proximité comprenant des valeurs de l'indice Bray – Curtis. La méthode d'agglomération utilisée est celle de "unweighting pair-group average" ([Legendre and Legendre, 1998](#)).

### 3. Résultats & Discussion

Le centre d'intérêt et le contexte écologique de cette étude portent sur la détermination des espèces de chiroptères dans l'un des plus importants parcs nationaux d'Afrique du nord.

L'étude menée durant la période s'échelonnant entre Aout 2012 et Septembre 2014, avait pour but l'identification de la chiroptofaune du parc national d'El Kala et la détermination du rythme annuel d'activité des chauves-souris présentes. Ainsi, nos résultats se présentent en trois volets :

- La liste exhaustive des chauves-souris inventoriées dans les principaux habitats ayant fait objet d'échantillonnage.
- L'exploitation des résultats par différents indices écologiques.
- Le rythme annuel des espèces contactées.

#### 3.1. Composition du peuplement de chiroptère du parc national d'El Kala (Identification des espèces inventoriées)

Les séances de capture réalisées sur une période s'étalant sur 24 mois, nous ont permis de dénombrer 477 individus appartenant à deux familles, quatre genres et sont réparties en dix espèces, formant ainsi le peuplement de chiroptères de la région.

L'examen de la structure du peuplement de chiroptère inventorié dans les six (06) stations représentant les principaux habitats a permis de mettre en relief l'existence de dix (10) espèces appartenant à deux familles : Les Rhinolophes (*Rhinolophidae*, Gray 1825) et les Vespertilionidés (*Vespertilionidae*, Gray 1821).

Dans le présent travail, les deux familles sont représentées par une part importante en termes d'espèces (05 espèces pour chaque famille).

La famille des *Rhinolophidae* est représentée par la grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*, Schreber 1774), le petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800), le Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*, Blasius 1853), Le Rhinolophe de Blasius (*Rhinolophus blasii*, Peters 1866) et le Rhinolophe de mehely (*Rhinolophus mehelyi*, Matschie 1901) voir tableau (03).

La famille des *Vespertilionidae* est notamment représentée par cinq (05) espèces ; Le murin du Maghreb (*Myotis punicus*, Felten 1977), le murin a oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*, Geoffroy 1806), la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*, Schreber 1774), la Pipistrelle de Khul (*Pipistrellus kuhlii*, Kuhl 1817) et la Serotine isabelle (*Eptesicus isabellinus*, Temminck 1839).

Le genre *Rhinolophus* (Lacépède 1799) est le plus diversifié en espèces (05) espèces et le plus abondant avec un taux de (43%). Le genre *Pipistrellus* (Kaup, 1829) représenté par deux espèces est le genre dont l'effectif est le plus important au sein de la famille des *Vespertilionidae* et ce avec un taux de (21.30%), par la suite le genre *Myotis* (Kaup, 1829) avec un taux de (19.90%) enfin le genre *Eptesicus* (Rafinesque, 1820) avec une seule espèce enregistrant une abondance faible avec un taux de (15.80%) (**Figure.18 et 19**).

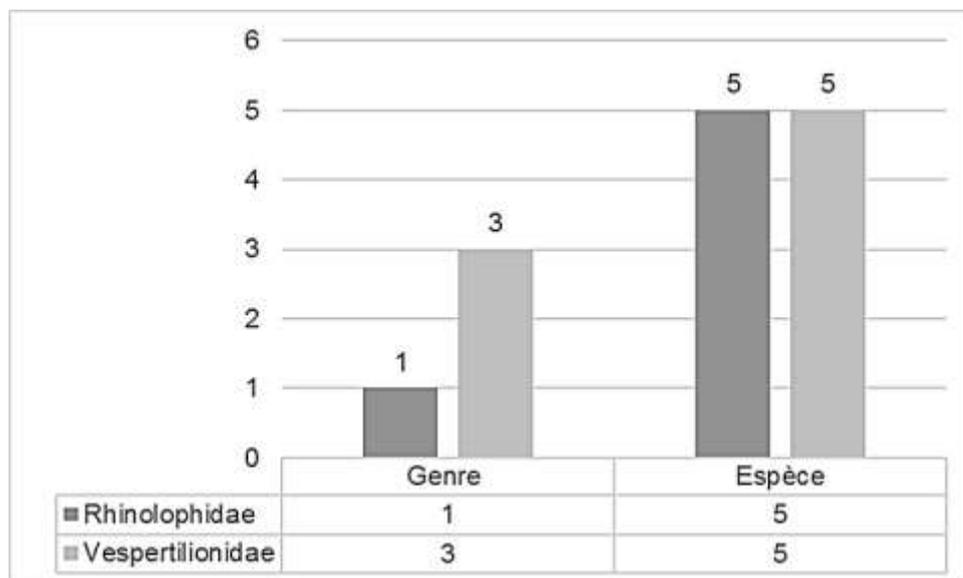


Figure (18). Nombre de genres et d'espèces dans chaque famille de chiroptères recensés au parc national d'El Kala (N=477).

Parmi les espèces recueillies au cours de cette étude, nous signalons que la Sérotine isabelle est la plus abondante et ce à raison de 15.8% (75 individus), le même taux est noté pour le Rhinolophe Euryale et le Grand rhinolophe et ce avec 12.7% (61 individus pour chacune des espèces).

Le Murin à oreille échancrés et la Pipistrelle commune sont enregistrées avec les mêmes effectifs (57 individus ; 12%). La Pipistrelle de Kuhl quant à elle est représentée par 46 individus (9.3%), viennent ensuite le Murin du Maghreb, le Rhinolophe de

Blasius avec des taux moins importants avec respectivement 38 individus (7.9%) et 27 individus (5.8%), notons enfin que le Petit rhinolophe est l'espèce la moins abondante avec 26 individus capturés durant 24 mois (**Tableau.03**).

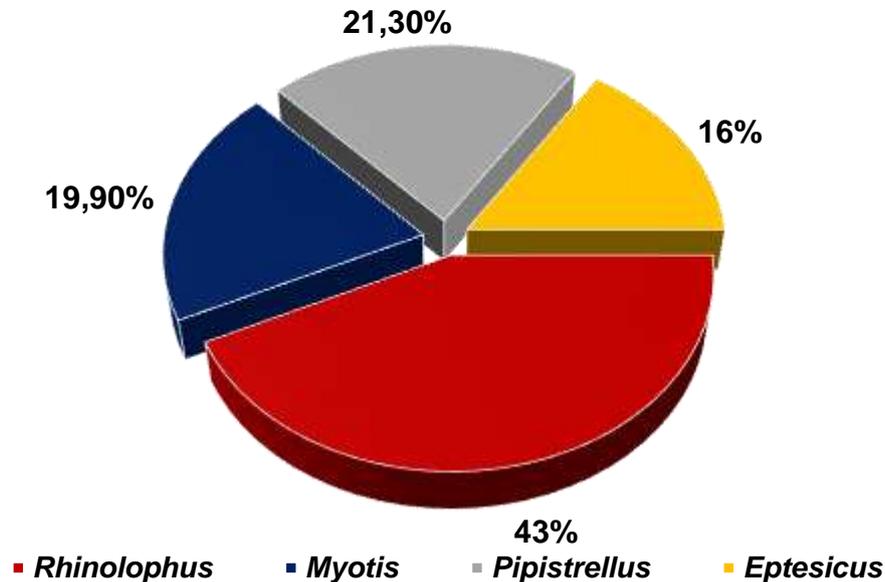


Figure (19). Distribution des effectifs du peuplement de chiroptères du parc national d'el kala en fonction des genres (N=477).

Le premier travail sur la chiroptofaune du parc national d'El Kala est celui de [Fekroune \(1998\)](#) dans lequel, il rapporta l'occurrence de 10 espèces. Par la suite c'est [Dziri \(2002\)](#) qui documenta cette faune totalisant 11 espèces.

A partir de la compilation des données recueillies dans les deux précédentes études, le parc abrite 12 espèces de chiroptères ([Dziri, 2002](#)). Dans la présente étude, 10 espèces seulement sont notées.

A ce stade nous ne pouvons pas nous prononcer. Toutefois, rappelons que les 2 espèces mentionnées par les auteurs suscités et qui n'ont pas été contactés dans la présente recherche sont : l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*), la Pipistrelle (Vesper) de savi (*Hypsugo savii*), espèces dont l'aire de répartition est limitée aux hauts plateaux et l'atlas saharien ([Benda, 2004](#) ; [Observations personnelles](#)).

D'un point de vu régional, le parc est supérieur en terme de richesse de chiroptères. Cette différence s'explique probablement par la diversité d'habitats qui caractérise notre région ainsi que les ressources trophiques qui leurs sont associées ([Farfar et al., in press](#)).

Tableau (03). Composition globale du peuplement de chiroptères du parc national d'El Kala et abondances absolues et relatives de ses espèces (N=477).

Famille	Genre	Espèce	Ni	F%
Rhinolophidae	Rhinolophus	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	61	12,70%
		<i>Rhinolophus hipposideros</i>	26	5,50%
		<i>Rhinolophus euryale</i>	61	12,70%
		<i>Rhinolophus blasii</i>	27	5,70%
		<i>Rhinolophus mehelyi</i>	29	6,40%
Vespertilionidae	Myotis	<i>Myotis punicus</i>	38	7,90%
		<i>Myotis emarginatus</i>	57	12%
	Pipistrellus	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	46	9,30%
		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	57	12%
	Eptesicus	<i>Eptesicus isabellinus</i>	75	15,80%
<b>02 Familles</b>	<b>04 Genres</b>	<b>10 espèces</b>	<b>477</b>	<b>100%</b>

### 3.2. Description et caractéristiques des espèces inventoriées

Dans cette partie, nous nous proposons de décrire les espèces récoltées au cours de cette étude. Nous joindrons aux descriptions faites par les principaux auteurs ayant traité de ces modèles nos observations personnelles.

#### Le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800)

##### ▪ Description (Planche.02A)

Le petit rhinolophe fer à cheval est la plus petite chauve-souris de son genre et peut donc être difficilement confondue avec d'autres Rhinolophes, elle présente un air de distribution similaire à celle du Grand rhinolophe (Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991).

##### ▪ Biométrie

Les mesures morphométriques effectuées révèlent les résultats suivant : l'avant-bras d'un petit rhinolophe varie entre 37.2 et 39.5mm, avec une moyenne de 38.4mm. Le 5ème doigt est d'une moyenne de 51.5 mm et varie de 47.5 et 53.4mm. Le 3ème doigt est d'une moyenne de 54.3mm et varie entre 51.2 et 57mm (Tableau.04).

Tableau (04). Paramètres morphométriques effectués sur la population du Petit Rhinolophe dans la zone d'étude (N=26).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
<b>Avant-Bras (mm)</b>	38.4	37.2 – 39.5
<b>3<sup>ème</sup> Doigt (mm)</b>	54.3	51.2 – 57.0
<b>5<sup>ème</sup> Doigt (mm)</b>	51.5	47.5 – 53.4

### ▪ Répartition

L'espèce est reportée avec un faible effectif seulement dans deux sites dans la zone d'étude ; Soug Rguibette et El Kala (**Figure.20**).

En Algérie, cette espèce est présente dans la partie nord du pays. Elle fut signalée à Annaba ([Lataste, 1880](#)) et à Ifri par [Falcoz \(1923\)](#).

D'autres observations sont par la suite reportées à Constantine ([Anciaux de Faveaux, 1976](#)), à Kherrata ([Gaisler, 1983](#)), Oran ainsi que Bejaia ([Kowalski and Gaisler, 1986](#)).

**Le Grand Rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumquinum*, Schreber 1774)

### ▪ Description (Planche.02B)

Le plus grand des Rhinolophes, de dos brun à brun-gris. La taille de l'avant-bras de cette chauve-souris mesure plus 54.0mm ([Dietz et al., 2009](#)) et l'appendice de la selle est court et largement arrondi exclue toute confusion.

### ▪ Biométrie

Avant-bras d'une moyenne de 56.5mm et varie entre 54 et 62.1 mm. Le 5ème doigt est d'une moyenne de 70.2mm avec un minimum de 64.3mm et un maximum de 78.2mm. Le 3ème doigt quant à lui est d'une moyenne de 86.5mm et varie de 80.1 mm à 94.2 mm (**Tableau.05**).

Tableau (05). Paramètres morphométriques effectués sur la population du Grand Rhinolophe dans la zone d'étude (N=61).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	56.5	54.0 – 62.1
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	86.5	80.1 – 94.2
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	70.2	64.3 – 78.2

### ▪ Répartition

Pour le cas du parc national d'el Kala, cette espèce est reportée dans deux sites ; Soug Rguibette et Ain Khlar (**Figure.20**).

L'espèce fut signalée la première fois aux environs d'Alger par [Loche](#) en 1858, par la suite [Lataste](#) la signala à Bejaïa en 1887. En 1976 elle fut signalée par [Anaciaux de Faveaux](#) plus à l'est (Constantine). Plus récemment, en 1983 [Gaisler](#) la décrit et signala à Kherrata et Béjaia.

### Le Rhinolophe de Blasius (*Rhinolophus blasii*, Peters 1866)

#### ▪ Description (Planche.02C)

Rhinolophe de taille moyenne à pelage peu épais, l'espèce est répartie du sud-ouest de l'Europe, l'Asie mineur jusqu'en Afrique du nord. Les deux autres espèces de rhinolophes de taille moyenne sont assez similaires au Rhinolophe de Blasius (Dietz et al., 2009).

#### ▪ Biométrie

Ces Rhinolophes ont en moyenne un avant-bras de 47.7mm qui varie de 42.8mm jusqu'à 49.8mm. Le 3<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> doigt sont respectivement d'une moyenne de 66.7mm et 55.4mm. Le 3<sup>ème</sup> doigt varie de 63.5 à 75.5mm, le 5<sup>ème</sup> doigt quant à lui varie entre 53.2 à 59.5mm (Tableau.06).

Tableau (06). Paramètres morphométriques effectués sur la population du Rhinolophe de Blasius dans la zone d'étude (N=27).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	47.7	42.8 – 49.8
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	66.7	63.5 – 75.5
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	55.4	53.2 – 59.5

#### ▪ Répartition

L'espèce est reportée avec un faible effectif seulement dans deux sites dans la zone d'étude ; Soug Rguibette et El Kala (Figure.20).

Ce rhinolophe fut reporté à Sig, à Bejaia (Gailsner, 1983) et dans l'ouest du pays à plusieurs reprises (Kowalski, 1986).

### Le Rhinolophe Euryale (*Rhinolophus euryale*, Blasius 1853)

#### ▪ Description (Planche.02D)

Chiroptère de taille moyenne de couleur relativement uniforme (brun-gris). Il se différencie des autres rhinolophes par la forme de la feuille nasale. Répartition en région méditerranéenne et toute la péninsule ibérique et le proche orient (Dietz et al., 2009).

#### ▪ Biométrie

Les mesures morphométriques réalisées nous renseignent les résultats suivants : L'avant-bras d'un Rhinolophe Euryale varie entre 45.2 et 50.8 mm, avec une moyenne

de 47.8 mm. La mesure du 3ème doigt est comprise entre 63.2 et 75.8 mm avec une moyenne de 70.3 mm. Pour le 5ème doigt, les mesures varient entre 53.1 et 62.2 mm avec une moyenne de 57.5 mm (**Tableau.07**).

Tableau (07). Mesures biométriques du *Rhinolophe Euryale* dans le Parc national d'El Kala (N=61).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	47.8	45.2 – 50.8
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	70.3	63.2 – 75.8
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	57.5	53.1 – 62.2

#### ▪ Répartition

Dans notre zone d'étude, cette espèce a été capturée dans deux sites ; Ouberia et Tonga (**Figure.20**). L'espèce fut signalée à Ain Fezza (Tlemcen), Kherrata et Bejaia ([Kowalski and Gaisler, 1984 ; 1986](#)).

**Le Rhinolophe de Mehely** (*Rhinolophus mehelyi*, Matschie 1901).

#### ▪ Description (Planche.02E)

Le rhinolophe de Mehely est le plus grand des rhinolophes de tailles moyenne. Il est de couleur très contrasté : face ventrale claire, souvent blanche. Marqué par des lunettes sombres autour des yeux ([Dietz et al., 2009](#)).

#### ▪ Biométrie

La taille de l'avant-bras chez ce Rhinolophe est comprise entre 48.5 et 53.9 mm avec une moyenne de 51.3 mm. Pour le 3ème doigt, on note une taille qui varie entre 71.3 et 82.8 mm avec une moyenne de 79.5 mm. Quant au 5ème doigt la différence est comprise entre 57.4 et 66.9 mm avec une moyenne de 62.5 mm (**Tableau.08**).

Tableau (08). Mesures biométriques du *Rhinolophe de Mehely* dans le Parc national d'El Kala (N=29).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	51.3	48.5 – 53.9
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	79.5	71.3 – 82.8
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	62.5	57.4 – 66.9

#### ▪ Répartition

Le Rhinolophe de Mehely a été prélevé depuis un seul site dans la zone d'étude ; Djbel El Koursi (**Figure.20E**). L'espèce fut signalée à Oran (Falcoz, 1923) et a Sig ([Kowalski and Gaisler, 1986](#)).

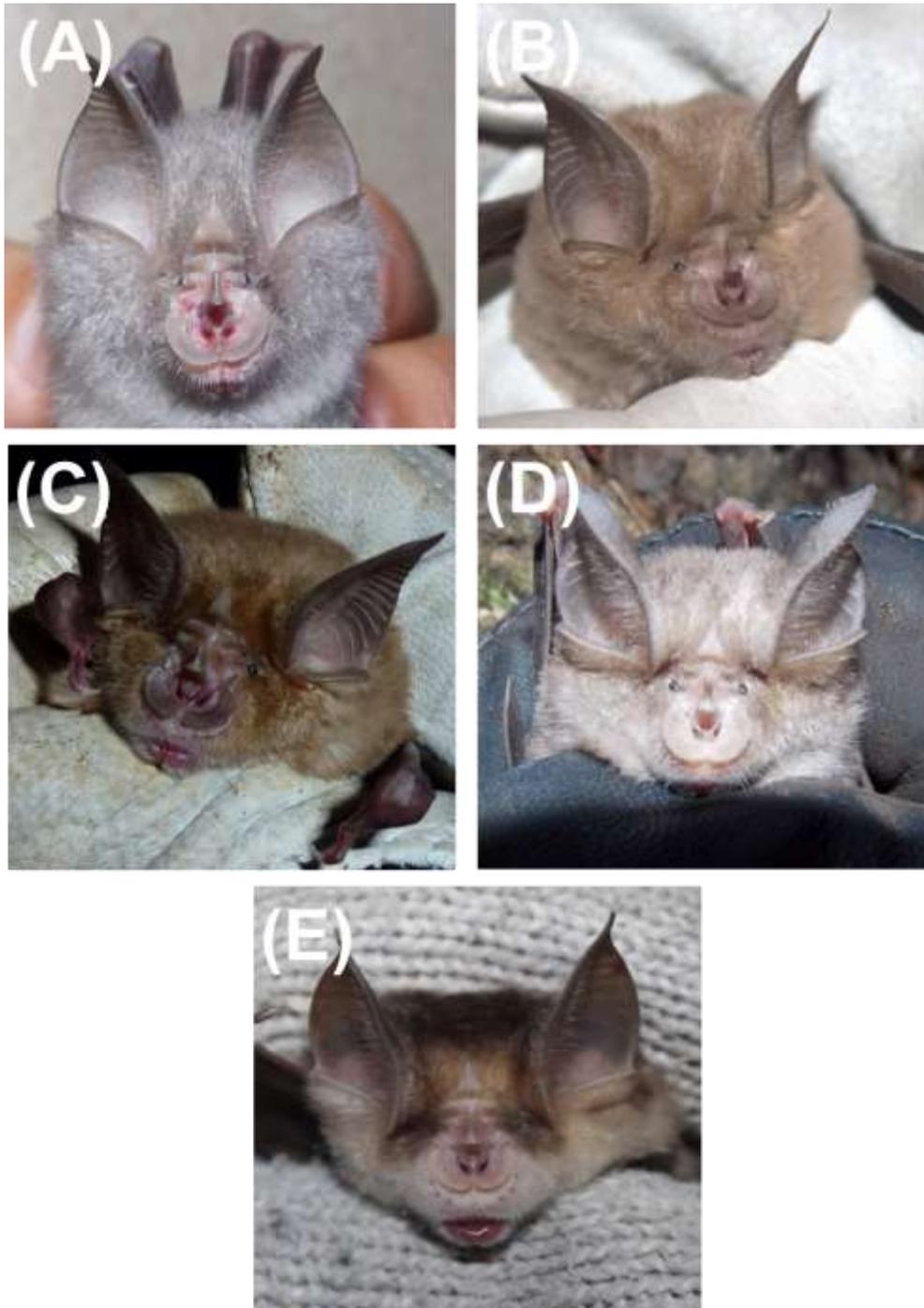
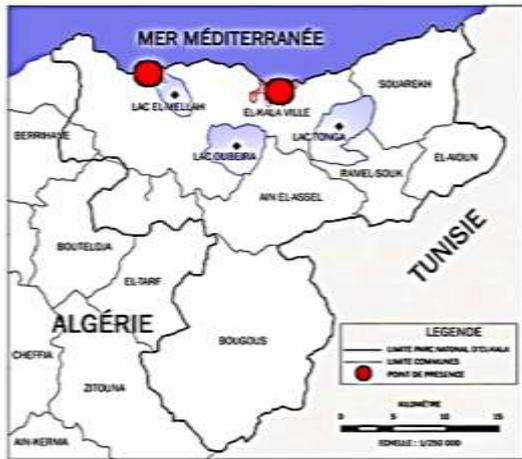


Planche (02). Photos des Chiroptères de la famille des Rhinolophidés contactés durant l'étude (A : Petit Rhinolophe, B : Grand Rhinolophe, C : Rhinolophe de Blasius, D : Rhinolophe Euryale, E : Rhinolophe de Mehely) © Bendjeddou and Farfar, 2016 ; 2017



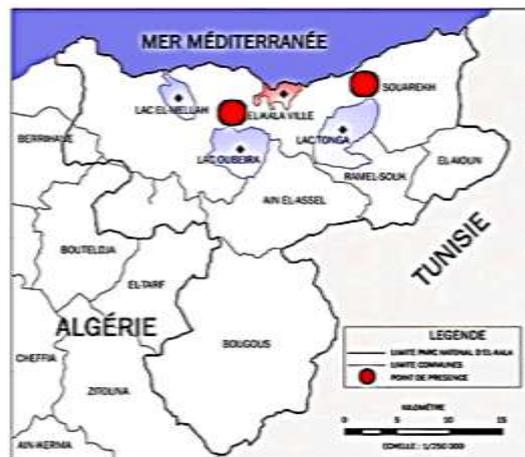
Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*)



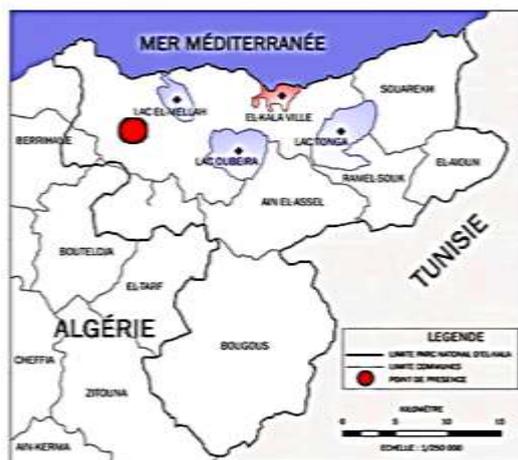
Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)



Rhinolophe de Blasius (*Rhinolophus blasii*)



Rhinolophe Euryale (*Rhinolophus euryale*)



Rhinolophe de Mehely (*Rhinolophus mehelyi*)

Figure (20). Points de collecte et répartition des chauves-souris dans le parc national d'El Kala (Petit Rhinolophe : Soug Rguibette, El Kala. Grand Rhinolophe : Soug Rguibette, Ain Khia. Rhinolophe de Blasius : Soug Rguibette, El Kala. Rhinolophe Euryale : Oubeira, Lac Tonga. Rhinolophe de Mehely: Djbel El Koursi).

### Le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*, Felten 1977).

#### ▪ Description (Planche.03A)

Le Murin du Maghreb est une grande chauve-souris au dos brun clair et au ventre gris-blanc très contrasté. Ses Oreilles sont remarquablement longues dont le bord antérieur est fortement convexe. Son tragus est caractérisé par un bord externe en arc régulier et sans point noir (Dietz et al., 2009).

#### ▪ Biométrie

La taille de l'avant-bras varie entre 56.1 et 65.1 mm avec une moyenne de 62.3 mm. Le 3<sup>ème</sup> doigt a une mesure moyenne de 99.1 mm avec respectivement une taille maximale de 103 mm et de 92.5 mm pour la taille minimale. On note aussi une marge entre 49.3 et 57.2 mm pour le 5<sup>ème</sup> doigt avec une moyenne de 76.5 mm (Tableau.09)

Tableau (09). Mesures biométriques du Murin du Maghreb dans le Parc national d'El Kala (N=38).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	62.3	56.1 – 65.1
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	99.1	92.5 – 103
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	76.5	49.3 – 57.2

#### ▪ Répartition

Les données les plus récentes concernant cette espèce sont de 1983 par Gaisler qui la signala à Aokas, Bessam (Oran), Souk El-Thenine et Timgad (Batna). Le même auteur la rapporta près de Sebdou (Tlemcen), Tikjda et Yakouren (Tizi Ouzou). En 1985 Vesmanis signala l'espèce à Laghouat, Kowalski, et Gaisler (1986) mentionnèrent sa présence à Aïn Nouissi (Mostaganem), Bouira, Bouyagoub (Oran), Messerghine (Oran), Sebdou, Sig, Tiddis (Constantine) et Yakouren.

Le murin du Maghreb est signalé dans notre étude depuis un seul site, Soug Rguibette (Figure. 21).

### Le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*, Geoffroy 1806).

#### ▪ Description (Planche.03B)

Appelé aussi le Vespertilion à oreille échancrées, c'est une chauve-souris de taille moyenne, à museau marron clair assez velu et dont le pelage est épais et laineux, de gris brin ou gris. Cette espèce est facile à identifier en raison de ses oreilles caractéristiques (Dietz et al., 2009).

### ▪ Biométrie

La taille de l'avant-bras de ce Murin est comprise entre 36.4 et 45.1mm avec une moyenne de 38.5 mm. Le 3ème doigt varie entre 60.1 et 70.5 mm avec une moyenne de 64.8 mm. Quant au 5ème doigt, l'intervalle se situe entre 49.3 et 57.2 mm avec une moyenne de 52.5 mm (**Tableau.10**).

Tableau (10). Mesures biométriques du Murin à oreilles échancrées dans le Parc national d'El Kala (N=57).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	38.5	36.4 – 45.1
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	64.8	60.1 – 70.5
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	52.5	49.3 – 57.2

### ▪ Répartition

Sa présence en Algérie a été notée par [Lataste \(1885\)](#). Un spécimen fut observé plus tard à Aokas et d'autres investigations mentionnèrent sa présence à Madagh et à Sig ([Gaisler, 1983](#)).

Dans notre zone d'étude, ce murin est la seule espèce qui occupe une large répartition et ce dans cinq sites ; El Kala, Soug Rguibette, Djbel el Koursi, Ain Khia et finalement Oubeira (**Figure.21**).

### La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*, Schreber 1774)

#### ▪ Description (Planche.03D)

La Pipistrelle commune a un pelage brun-roux de dos, brun-jaunâtre à gris-brun sur le ventre. Base des poils foncée à brun-noir. Ses oreilles, son museau et les patagiums sont brun-noir. Ses ailes sont étroites et petites, adaptées au vol papillonnant ([Dietz et al., 2009](#)).

#### ▪ Biométrie

La Pipistrelle commune a une taille d'avant-bras se situant entre 37.5 et 40 mm avec une moyenne de 38.5 mm. Le 3ème doigt a une taille qui varie entre 50.5 et 55.7 mm avec une moyenne de 51.93 mm. La moyenne de la taille du 5ème doigt est de 30.8 mm avec une variation comprise entre 29.7 et 31.5 mm (**Tableau.11**).

Tableau (11). Mesures biométriques de la Pipistrelle commune dans le Parc national d'El Kala (N=57).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	38.5	37.5 – 40.0
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	51.93	50.5 – 55.7
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	30.8	29.7 – 31.5

#### ▪ Répartition

La pipistrelle commune a été capturée dans deux sites de la zone d'étude, Soug Rguibette et El Kala (**Figure.21**). Elle a été signalée, de 1934 à 1936 à Djanet par Heim de Balsac. En 1985 Qumsiyeh la signala à Beni Abbès, In Salah, Hoggar, Tamanrasset et In Amguel. Fut signalée aussi à Djanet, à Abadla, Beni Abbès, Brezina, Messerghine, Oran, Sebdou, Taghit, Yakouren ([Kowalski and Gaisler, 1986](#)).

#### La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*, Kuhl 1817)

#### ▪ Description (Planche.03E)

Cette pipistrelle est une chauve-souris de petite taille, qui présente un large liseré blanc sur le bord libre des ailes. Les oreilles sont petites, triangulaires, arrondies au bout, avec un tragus incurvé vers l'intérieur. Le pelage est de couleur brun, alors que les oreilles et le patagium sont brun foncé à brun-noir ([Dietz et al., 2009](#)).

#### ▪ Biométrie

Les mesures morphométriques effectuées sur la Pipistrelle de Kuhl révèlent les résultats suivants : L'avant-bras varie entre 30 et 36.9 mm avec une moyenne de 34.5 mm. Le 5<sup>ème</sup> doigt a une moyenne de 43.8 mm et varie entre 40.2 et 44.8 mm, le 3<sup>ème</sup> doigt est d'une moyenne de 57.2 mm et qui varie entre 53.7 et 60.8 mm (**Tableau.12**).

Tableau (12). Mesures biométriques de la Pipistrelle de Kuhl dans le Parc national d'El Kala (N=46).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	34.5	30.0 – 36.9
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	57.2	53.7 – 60.8
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	43.8	40.2 – 44.8

#### ▪ Répartition

Cette espèce a été rencontrée seulement dans deux sites d'étude à savoir El Kala et Ain Khiaar (**Figure.21**).

Elle fut décrite la première fois en 1880 par Dobson. Kowalski et Gaisler ont retrouvé cette espèce de 1983 à 1986 dans plusieurs localités à Messerghine, Sebdou, Sétif, Yakouren.

### La Sérotine Isabelle (*Eptesicus isabellinus*, Temminck 1839)

#### ▪ Description (Planche.03C)

La Sérotine isabelle est une chauve-souris de taille moyenne, ses oreilles sont arrondies avec un tragus pointu. Son pelage est de couleur dépassant nettement le bord la membrane.

Cette espèce est connue pour sa fréquentation d'habitats variés et pour une prédiction des zones urbaines (Dietz et al., 2009).

#### ▪ Biométrie

La taille de l'avant-bras chez la Sérotine Isabelle est comprise entre 44.5 et 50.2 mm avec une moyenne de 47.2 mm. Pour le 3<sup>ème</sup> doigt, on note une taille qui varie entre 76.1 et 88.7 mm avec une moyenne de 80.8 mm. Quant au 5<sup>ème</sup> doigt la différence est comprise entre 53.7 et 63.2 mm avec une moyenne de 58.3 mm (Tableau.13).

Tableau (13). Mesures biométriques de la Sérotine Isabelle dans le Parc national d'El Kala (N=75).

Paramètres	Moyenne	Min-Max
Avant-Bras (mm)	47.2	44.5 – 50.2
3 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	80.8	76.1 – 88.7
5 <sup>ème</sup> Doigt (mm)	58.3	53.7 – 63.2

#### ▪ Répartition

Signalée pour la première fois à Chlef par Loche (1867), puis à Kharata et Constantine par Lataste (1885) qui la décrit.

Elle fut reportée par la suite en 1914 par Jannel et Racovitza à Bejaia, à Oran par Beaucournu et Clerc (1968). Kowalski et Gaisler (1985, 1986), signalèrent l'espèce dans différents endroits ; M'Sila, Tlemcen où ils ont pu voir des colonies dépassant les 40 individus et aussi à Aïn El-Hadjadj (Aïn Sefra) et Labiod Sidi-Cheikh. La Sérotine isabelle a été capturée dans 3 sites d'étude ; Soug Rguibette, El Kala et Ain Khiair (Figure.21).

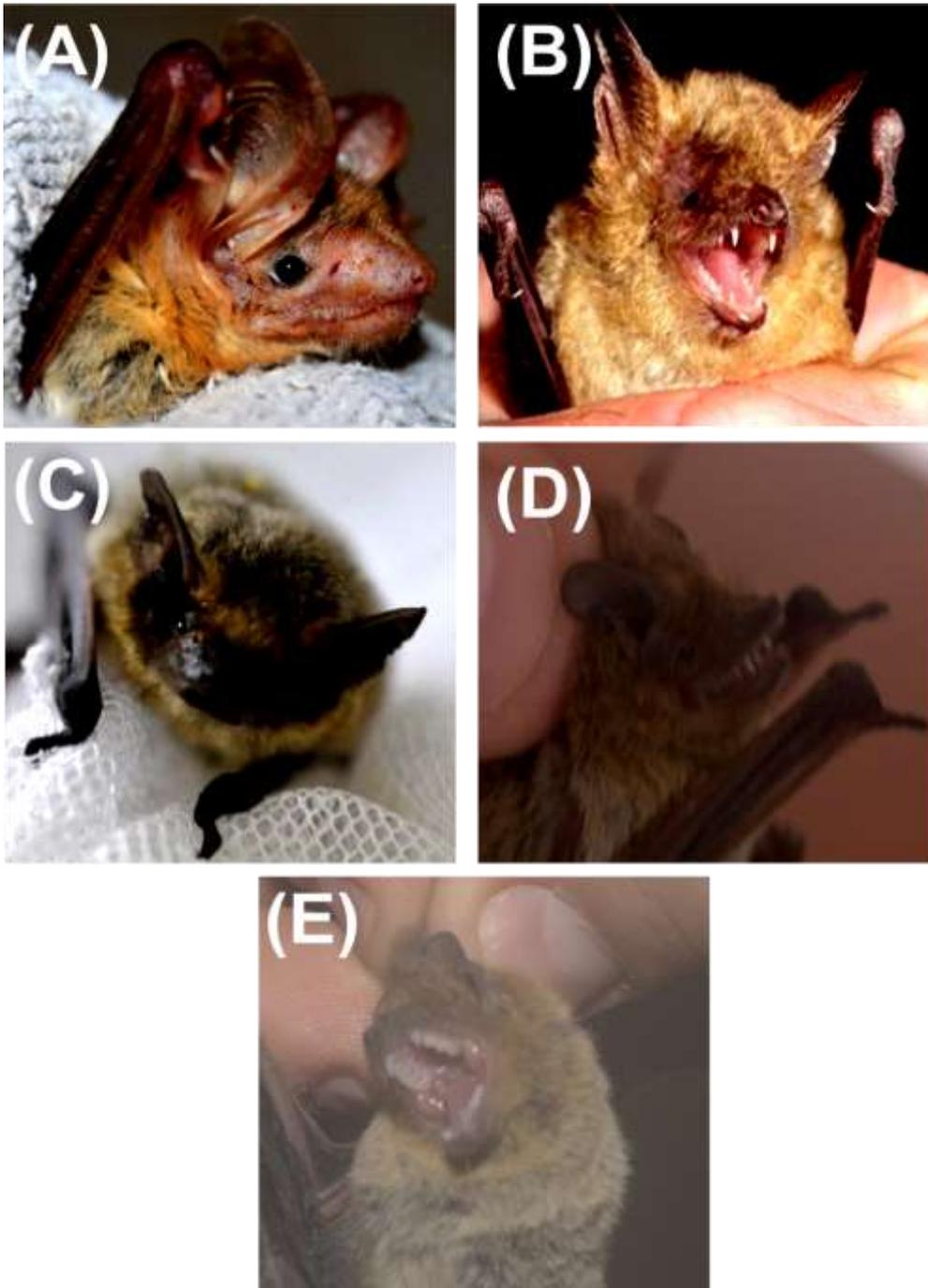
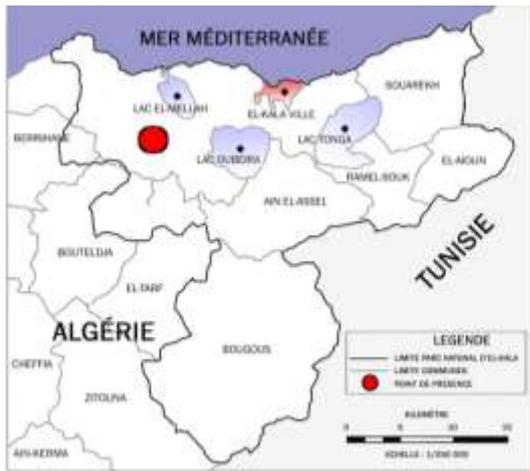
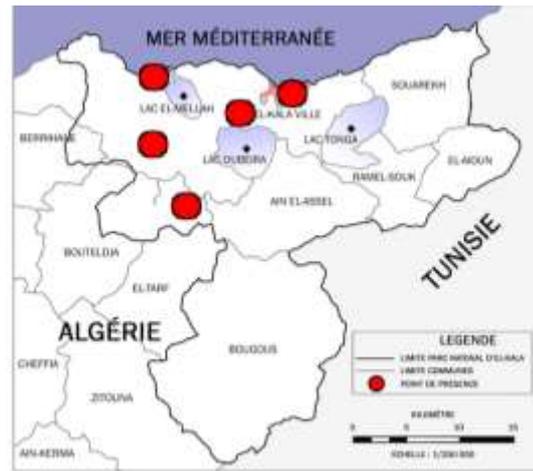


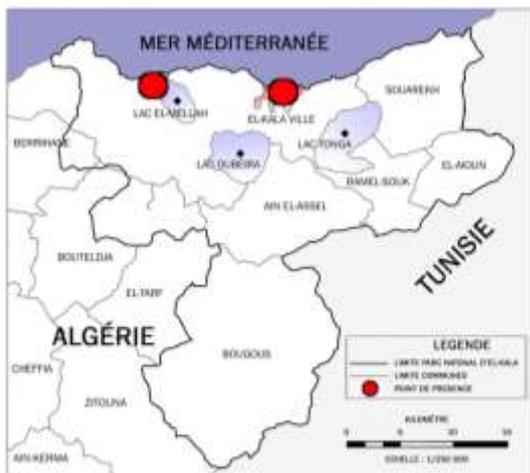
Planche (03). Photos des chiroptères de la famille des vespertilionidés contactés durant d'étude (A : Murin du Maghreb, B : Murin à oreilles échancrées, C : Serotine isabelle, D : Pipistrelle commune, E : Pipistrelle de Kuhl) © Bendjeddou and Metallaoui, 2014 ; 2015



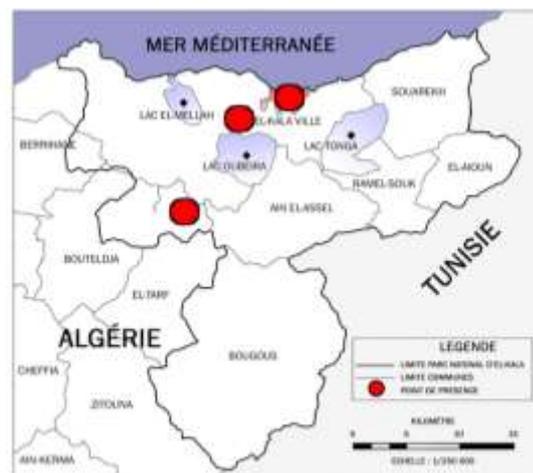
Murin du Maghreb (*Myotis punicus*)



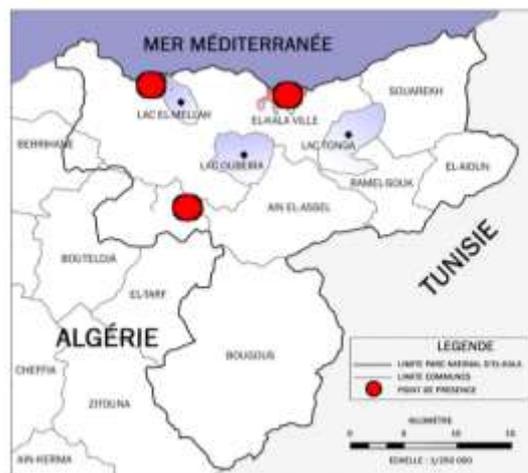
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)



Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)



Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)



Sérotine Isabelle (*Eptesicus isabellinus*)

Figure (21). Points de collecte et répartition des chauves-souris dans le parc national d'El Kala (Murin Du Maghreb : Djbel El Koursi. Murin à oreilles échancrées : Soug Rguibette, Djbel El Koursi, Ain Khia, El Kala, Oubeira. Pipistrelle commune : Soug Rguibette, El Kala. Pipistrelle de Kuhl : El Kala, Ain Khia et Oubeira. Sérotine Isabelle : Soug Rguibette, El Kala, Ain Khia).

### 3.3. Analyse de la composition du peuplement par indices de diversité.

La figure (22), illustre que la variabilité spatiale de la richesse spécifique au niveau du parc national d'El Kala et met en évidence que le plus grand nombre d'espèce est signalé principalement au niveau de Soug Rguibette et El Kala avec respectivement 7 et 6 espèces chacun. Les plus faibles richesses sont enregistrées pour Oubeira et Djbel el Koursi et une seule espèce pour le Lac Tonga.

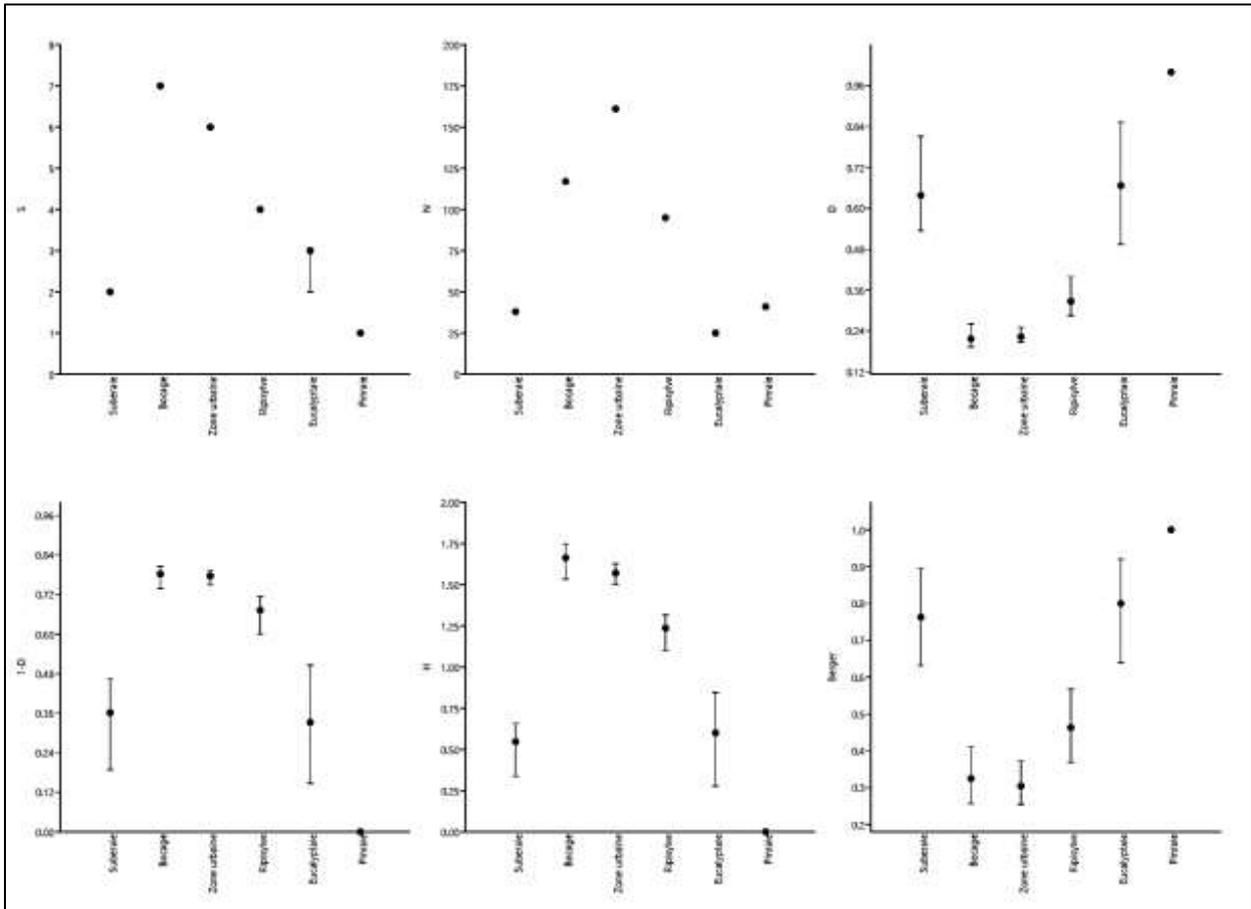


Figure (22). Variation spatiale des indices de diversité des chiroptères dans les 6 habitats prospectées au niveau du parc national d'El Kala (S : richesse totale, N : abondance, D : dominance, 1-D : Equitabilité, H : Shannon, F : Berger).

Les valeurs de l'indice de Shannon (H) et d'Equitabilité (J) pour les sites étudiés sont signalées sur le tableau (14). La valeur de l'indice de Shannon la plus élevée a été enregistrée pour le site de Soug Rguibette (Bocage)  $H=1.663$  bits, avec une équitabilité de 0.855. La zone urbaine (El Kala) a marqué un  $H=1.570$  bits avec une équitabilité  $J=0.855$ .

Pour les sites de Ain Khiair (Ripisylve), de Ouberia (Eucalyptaie) et de Djbel el Koursi (Subéraie), les valeurs de Shannon H et d'équitabilité J sont respectivement (H=1.237 bits, J=0.892), (H=0.600 bits, J=0.546) et finalement H=0.547, J=0.789)

Les indices de Shannon et d'équitabilité ont enregistrés des valeurs nulles pour le Lac Tonga (Pineraie).

Tableau (14). Valeurs des indices de diversité du peuplement de chiroptères dans les différents habitats.

	Subéraie	Bocage	Zone Urbaine	Ripisylve	Eucalyptaie	Pineraie
<b>Taxa_S</b>	2	7	6	4	3	1
<b>Individuals</b>	38	117	161	95	25	41
<b>Dominance_D</b>	0,638	0,217	0,223	0,327	0,667	1
<b>Shannon_H</b>	0,547	1,663	1,570	1,237	0,600	0
<b>Margalef</b>	0,274	1,260	0,984	0,658	0,621	0
<b>Equitability_J</b>	0,789	0,855	0,877	0,892	0,546	0
<b>Berger-Parker</b>	0,763	0,325	0,304	0,463	0,8	1
<b>Chao-1</b>	2	7	6	4	3	1

Les paramètres de structure du peuplement de chiroptères dans les six habitats étudiés ont montré une richesse spécifique qui varie d'un habitat à un autre. En effet, c'est Soug Rguibette (Bocage) qui représente le milieu le plus riche en espèce suivi d'El Kala (zone urbaine). Par contre les autres sites d'échantillonnage tel que l'eucalyptaie de Ouberia et la pinède du lac Tonga sont moins riches. Cette différence serait le résultat d'un ou plusieurs facteurs biologiques et écologiques.

La région d'el Kala est une zone ouverte sur mer offrant ainsi un littoral rocheux où l'on dénombre plusieurs grottes (Dziri, 2002 ; Farfar et al., in press) pouvant abriter des chauves-souris. Dziri (2002), reporta la cohabitation de plusieurs espèces de chauves-souris dans la grotte cavallo et les ruines du chenal non loin de Soug Rguibette (Farfar et al., in press)

### 3.4. Exploitation des résultats par classement ascendant hiérarchique

L'analyse de la figure (23), met en évidence l'existence de trois groupes différents d'habitats. En effet, selon l'indice de similarité de Bary-Curtis, l'Eucalyptaie (Ouberia) et la Pinède (Lac Tonga) sont regroupées ensemble pour une valeur de 0.6. Le second groupe est celui de la zone urbaine (El Kala), le Bocage de Soug Rguibette et la Ripisylve de Ain Khiair avec une valeur égale à 0.3. Enfin pour une valeur de 0.1, la subéraie de Djbel El Kousri constitue un groupe à part.

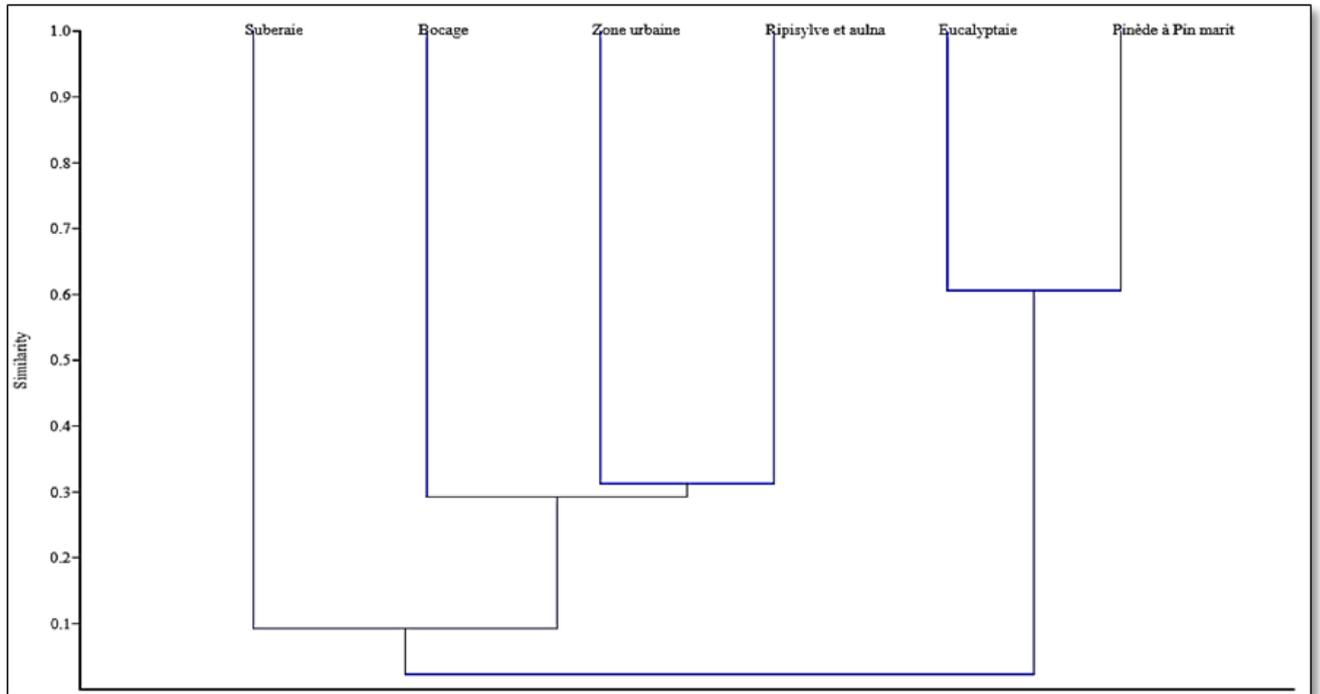


Figure (23). Similarité des habitats étudiés du parc national d'el Kala selon l'indice de Bary-Curtis.

### 3.5. Rythme annuel d'activité des chiroptères du parc national d'El Kala

Dans les régions tempérées l'hibernation permet aux chiroptères de survivre lors de périodes prolongées de froid et de réduction de nourriture disponible (Humphries et al., 2006). Selon les conditions climatiques l'hibernation peut durer des jours, des semaines ou des mois (Neuweiler, 2000) in Dalhoumi et al., (2015).

En Europe, le maximum d'activité s'observe en printemps et en automne (Georgiakakis et al., 2010). En Afrique du nord, il n'est pas de même, puisque Weber (1912) rapporta que des chauves-souris volent par les soirées très fraîches d'Alger en décembre, janvier ou février, tout en notant que certains individus hibernent lors de ses visites dans des sites souterrains en février alors que d'autres, de la même espèce, sont éveillés (Gaisler, 1984 ; Ahmim, 2014 ; Dalhoumi et al., 2015 ; Farfar et al., in press).

Dans cette partie nous nous attacherons à illustrer la dynamique saisonnière de chaque espèce et ce à partir du cumul des captures :

#### ▪ Le Petit Rhinolophe

Les fréquences de capture du petit rhinolophe révèlent que son activité est notée pour le parc national d'el Kala durant 9 mois et ce de Mars jusqu'à Novembre. Le pic est enregistré durant le mois de Juillet, par la suite l'activité diminue dans les mois qui suivent jusqu'à ce qu'elle devienne nulle en Décembre (**Figure.24**). L'absence de cette espèce durant les mois d'hiver correspond à l'hibernation. Kowalski et al., (1986) et Gailsler and Kowalski (1986) observèrent cette espèce pendant l'hiver dans des grottes à faible température dans des zones aride aux environs d'El Bayadh.

Le pic enregistré pendant le mois de juillet pourrait correspondre à la période de mise-bas chez cette espèce qui correspond à la période comprise entre mi-juin et mi-juillet, les femelles en effet, deviennent plus actives pour le sevrage des nouveaux nées (Dietz et al., 2009 ; Farfar et al., in press).

#### ▪ Le Grand Rhinolophe

Le Grand rhinolophe est en activité à partir du Mois de Mars jusqu'à Septembre avec deux pics enregistrés durant le mois de Mai et Juillet. Par la suite l'activité devient nulle et ce durant les mois d'hiver ceci correspondrait probablement à la période d'hibernation de l'espèce (**Figure.24**).

Plusieurs observations reportent la présence de cette espèce dans des grottes de la zone littorale du pays durant le printemps et l'été, par ailleurs cette espèce manifeste une préférence pour des gîtes frais durant son hibernation (Kowalski et al., 1986). Ces mêmes auteurs ont noté une fluctuation significative du nombre d'individus dans une grotte dans le nord de l'Algérie. Ils ont attribué ces fluctuations aux fréquents transites de gîtes que cette espèce aborde. La mise-bas quant à elle est enregistrée durant le mois de Juin.

Le pic d'activité enregistré pour le mois de Mai pourrait s'expliquer du fait de la constitution des colonies de mise bas, ainsi pour le Mois de juillet qui correspond à la mise-bas et au sevrage de nouveaux nées. En effet, en zone méditerranéen la naissance a lieu pendant la fin Juin (Boettger 1963 ; Benda, 2004 ; Dietz et al., 2009 Farfar et al., in press).

#### ▪ **Le Rhinolophe Euryale**

La Figure (25), révèle que dès le mois de Février, l'espèce manifeste son activité et ses fréquences de captures augmentent pour culminer en Juillet. Au-delà du mois de Juillet une baisse sensible est notée pour le reste de l'année pour aboutir à aucune capture durant le mois de Janvier. Dans notre zone d'étude, Dziri (2002), rapporta les mêmes observations. Les mêmes observations sont aussi notées pendant toute l'année dans le nord-ouest du pays (Kowalski et al., 1986 ; Farfar et al., in press).

En Europe, l'accouplement a lieu en début d'automne, la mise-bas quant à elle a lieu en générale en mi-juin (Dietz et al., 2009).

#### ▪ **Le Rhinolophe de Blasius**

L'activité de cette espèce est notée presque pendant toute l'année (Figure.24) à l'exception du mois de Janvier. Les fréquences de capture sont stables pendant le mois de Février et Mars, augment légèrement pendant avril et considérablement par la suite pour atteindre le pic durant le mois de Juillet. Au-delà du mois de Juillet, l'activité diminue brusquement durant les 3 mois qui suivent. Dziri (2002), rapportent les mêmes observations pour la zone d'étude. Kowalski et al., (1986), rapportent suite au suivi de la grotte d'Aokas que l'espèce reste en activité pendant toute l'année.

En Europe, cette espèce met bas vers la fin Juin. Des femelles allaitantes ont été observées en mi-septembre, preuve que la mise-bas est tardive pour certains individus (Dietz et al., 2009).

- **Le Rhinolophe de Mehely**

Le Rhinolophe de Mehely est une espèce qui a été capturée pendant toute l'année à l'exception de la saison hivernale. En effet, les fréquences de capture sont plus au moins stables d'Avril à Septembre, puis diminuent jusqu'à ce qu'elles deviennent nulles en Décembre (**Figure.24**). En Algérie, l'espèce fut observée en activité pendant toute l'année Kowalski et al., (1986).

En Europe, les naissances sont observées durant la fin mai jusqu'en début Juin (Dietz et al., 2009 ; Farfar et al., in press). Le pic de capture enregistré pendant le mois de juillet serait lié aux sevrages des nouveaux nés.

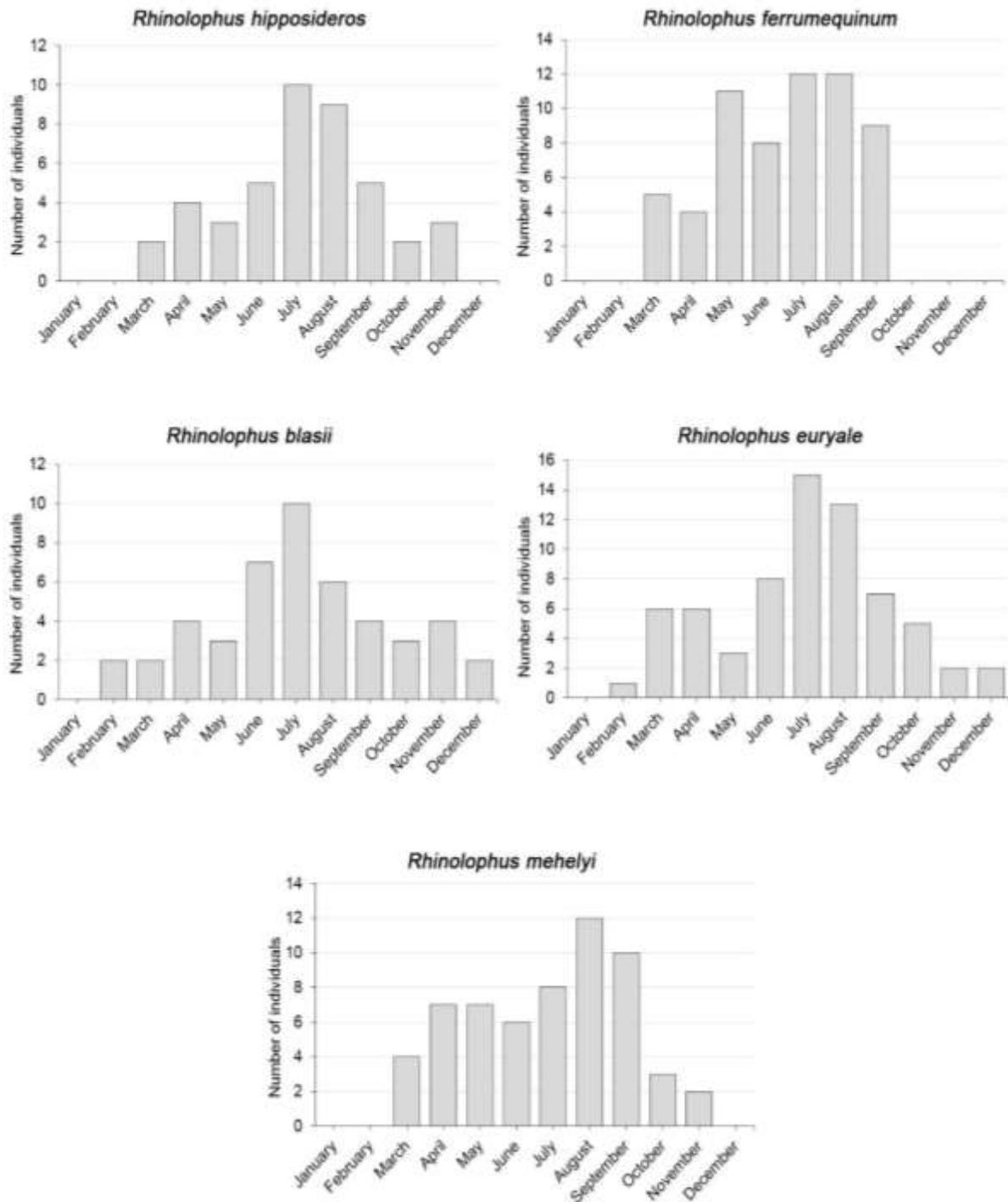


Figure (24). Histogramme du rythme d'activité de la famille des Rhinolophidés respectivement : le Petit Rhinolophe, le Grand Rhinolophe, le Rhinolophe de Blasius, le Rhinolophe euryale, le Rhinolophe de Mehely.

▪ **Le Murin du Maghreb**

La figure (25), illustre la dynamique d'apparition du Murin du Maghreb dans la zone d'étude. L'histogramme révèle l'activité de cette espèce durant toute l'année à l'exception du mois de Février. L'augmentation constante pendant les mois de mars et

avril correspondrait à la formation des colonies de mise bas. Le pic est noté pendant le mois de Juillet. Ceci s'expliquerait par le fait que ces chauves-souris servent les petits. La diminution brusque d'activité qui devient constante correspondrait à la préparation de la phase d'accouplement. Ces observations sont notamment reportées dans d'autres études ([Kowalski et al., 1986](#) ; [Dziri, 2002](#) ; [Farfar et al., in press](#)).

- **Le Murin à oreilles échancrées**

L'histogramme de la figure (25), illustre les variations de l'activité saisonnière du murin à oreilles échancrés dans la zone d'étude. Les captures réalisées montrent que cette espèce est présente de Mars à Septembre. Les fréquences de captures augmentent à partir d'Avril pour atteindre le maximum durant le Mois de Juillet et diminuent brusquement au-delà de ce dernier pour disparaître en Novembre pour réapparaître en Mars. Selon [Kowalski et al., \(1986\)](#) cette espèce est rare durant l'hiver.

- **La Pipistrelle de Kuhl**

La figure (25), révèle que l'espèce est active pendant l'année à l'exception du mois Décembre et Janvier. L'activité de la Pipistrelle de Kuhl est considérable pendant les premiers mois de l'année et devient mois précoce pendant le mois de Juin qui correspond à la mise-bas. L'activité reprend en Juillet pour atteindre le pic en Aout et Septembre période à laquelle correspond l'accouplement de cette espèce. Ceci est reporté dans d'autres travaux ([Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991](#) ; [Farfar et al., in press](#)).

- **La Pipistrelle commune**

Durant notre étude la Pipistrelle commune a été capturée de Mars à Décembre (**Figure.25**) avec des fluctuations des effectifs durant les premiers mois pour atteindre deux pics pendant le mois de Juillet et Aout. Au-delà de ces derniers une baisse des effectifs est enregistrée pour le mois de septembre qui par la suite reprennent en Octobre ce qui correspond à l'assemblage pour l'accouplement. Au-delà, les effectifs régressent pour aboutir à une activité nulle pour Janvier et Février. [Gaisler and Kowalski \(1986\)](#), observèrent cette espèce durant les mois d'hiver, en effet, ils ont capturé quelques individus à Sétif.

### ▪ La Sérotine Isabelle

La Figure ci-dessous (**Figure.25**) illustre l'histogramme d'activité de la Sérotine isabelle dans le parc national d'El Kala. L'espèce manifeste une activité durant 10 mois et ce de Février à Novembre. Cette espèce semble avoir deux cycles ; le premier juste à la fin de l'hiver et s'étend sur tout le printemps et le second en début de la saison chaude et s'étend sur toute la saison automnale. Deux pics sont enregistrés pour le cycle annuel de cette espèce, le premier est noté en Mois de Mars ce qui correspondrait aux formations de colonies de mise-bas, le second en Aout ce qui correspondrait au sevrage et nourrissage des petits.

Cette espèce a été reportée avec des effectifs élevé avec une activité nocturne bimodale dans les régions côtières d'Algérie ([Gailsler and Kowalski, 1986](#) ; [Farfar et al., in press](#)). Des détails sur le cycle de reproduction de cette espèce qui sont semblables à nos résultats ont été fourni par [Kowalski and Rzebik-Kowalska \(1991\)](#).

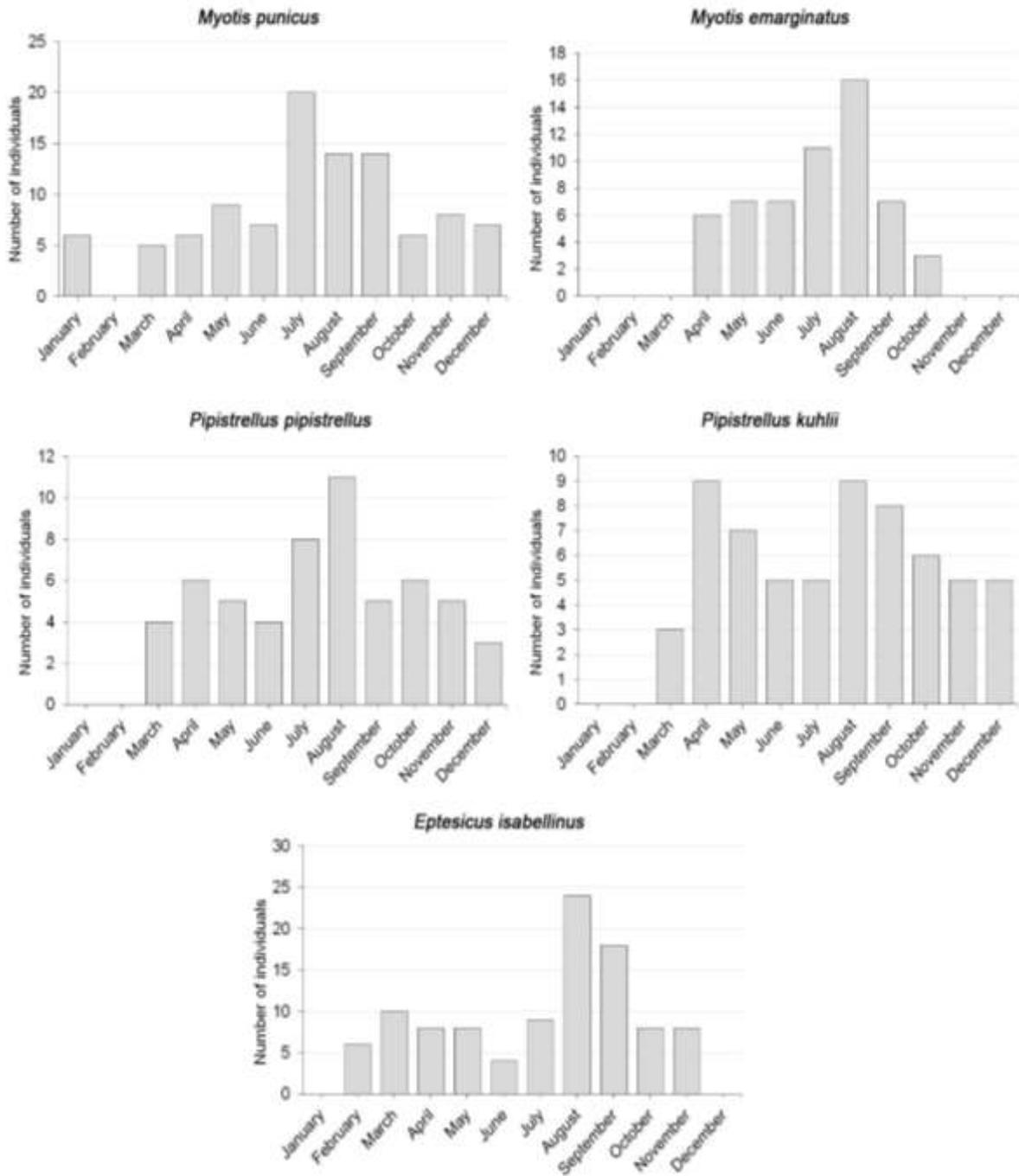


Figure (25). Histogramme du rythme d’activité des Vespertilionidés respectivement : Le Murin du Maghreb, le Murin à oreilles échancrées, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine isabelle.

# CHAPITRE IV

---

*IDENTIFICATION DES ECTOPARASITES DES CHIROPTERES  
DANS LE NORD-EST ALGERIEN*

---

## 1. Contexte & Objectifs

Les parasites représentent une part importante du monde vivant. En effet, plus de la moitié de tous les organismes sont des parasites (Poulin and Morand, 2004). De ce fait, étudier la biodiversité d'un milieu sans aborder le parasitisme reviendrait à n'étudier que moins de la moitié des espèces. Cependant, du fait de la complexité des interactions hôte-parasites, l'écologie et la biologie des populations de ces organismes restent peu connus.

Parmi ces organismes parasites, 10% sont des métazoaires (Morand, 2015) dont 6000 espèces d'insectes connues pour être des ectoparasites de plusieurs vertébrés à sang chaud (Marshall, 1982 ; Attia Hili, 2015).

L'étude du parasitisme est une discipline évoluant considérablement, notamment en raison de la prise en considération, par les écologues, du rôle potentiel des parasites dans les processus de régulations des populations hôtes ainsi que leur impact sur la physiologie de ces derniers. Les travaux se multiplient, faisant de l'étude des relations hôtes-parasites l'un des champs les plus dynamiques de l'écologie et de la biologie évolutive.

Basé sur leur localisation au sein de leur hôte, on distingue ainsi les ectoparasites qui sont confinés à l'extérieur du corps de leur hôte (téguments, phanères), les mésoparasites qui occupent les cavités reliées à l'extérieur (cavité pulmonaire, système digestif) et les endoparasites qui se développent dans le milieu intérieur (Bousslama, 2003).

Parmi les modèles hôtes étudiés, les chiroptères représentent un modèle de choix pour l'étude de la complexité et la spécificité des relations hôtes-parasites vu la particularité de leurs modes de vie. Au cours des dernières années, l'intérêt pour les travaux traitant les parasites des chiroptères, y compris les métazoaires ectoparasites et endoparasites, a augmenté vu qu'ils sont la clé de la modélisation de l'émergence et la propagation de plusieurs maladies (Dick and Patterson, 2006 ; Wibbelt et al., 2010 ; Attia Hili, 2015).

Les chiroptères abritent une riche faune d'ectoparasites représentant divers groupes d'arthropodes, dont les insectes qui sont traditionnellement considérés comme étant

spécifiques de leur hôte, à la suite de l'isolement écologique des chiroptères et des stratégies de vie des parasites associés (Dick et al., 2003 ; Dick and Patterson, 2006).

En Algérie, les connaissances sur la composition des ectoparasites associés aux chiroptères restent pauvres. En effet, les premières données fournies dont les *Nycteribiidae* sont celles de Falcoz (1923) puis Séguy (1933), par la suite Allen (1955) reporta la présence d'autres espèces de *Nycteribiidae*. Amr and Qumsiyeh (1993) ont fournis une liste définitive pour les mouches *Nycteribiidae* et *Streblidae* en Algérie enregistrant cinq espèces. D'autres signalements d'insectes parasites des chiroptères sont par la suite fournis, *Cimex lectularis* et *Cimex pipistrelli* furent reportés en Algérie par Usinger (1966). Les Acariens de la famille des Spinturnicidae qui sont représentés par une seule espèce *Spinturnix myoti* furent reporté par Denuff (1977) et Uchikawa et al., (1994). Cependant, l'essentiel de ces travaux ont concerné la région du nord-ouest et le centre du pays. Aucune étude n'a été réalisée dans la zone du nord-est Algérien à l'exception d'un signalement d'une tique du genre *Ixodes* à Ain Amara (Constantine) par Neumann (1916) et par Anaciaux de Faveaux (1976).

Dans ce chapitre, une approche descriptive de la faune parasite des chiroptères sera abordée. Nous présenterons dans un premier temps les sites d'étude, par la suite le matériel et méthodes utilisés, enfin nous exposerons les résultats obtenus.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de la zone et des sites d'étude

Notre étude a été réalisée dans le Nord-Est de l'Algérie, au niveau des wilayas d'El Tarf, Annaba, Guelma, Souk Ahras et Oum el Bouaghi.

Les infrastructures routières, les ruines et les grottes représentent des espaces favorables facilitant l'installation de quelques espèces de chiroptères. Ainsi, plusieurs sources indirectes d'informations (enquête auprès des spéléologues, randonneurs et riverains, la présence du guano dans les cavités ainsi qu'une synthèse bibliographique des observations déjà réalisées) ont été employés pour la localisation des gîtes. Dans ce sens, huit sites ont été sélectionnés (**Figure. 26**) à savoir : la grotte Cavallo et les Ruines du chenal (El Tarf), le Complexe industriel d'El Hadjar et le cimetière chrétien (Annaba), lac souterrain de Bir Osman et la Grotte de Ghar El Djemaa (Guelma), le Domaine de Burgas (Souk Ahras) et finalement les gîtes du mont de Sidi Rghiss (Oum el Bouaghi).

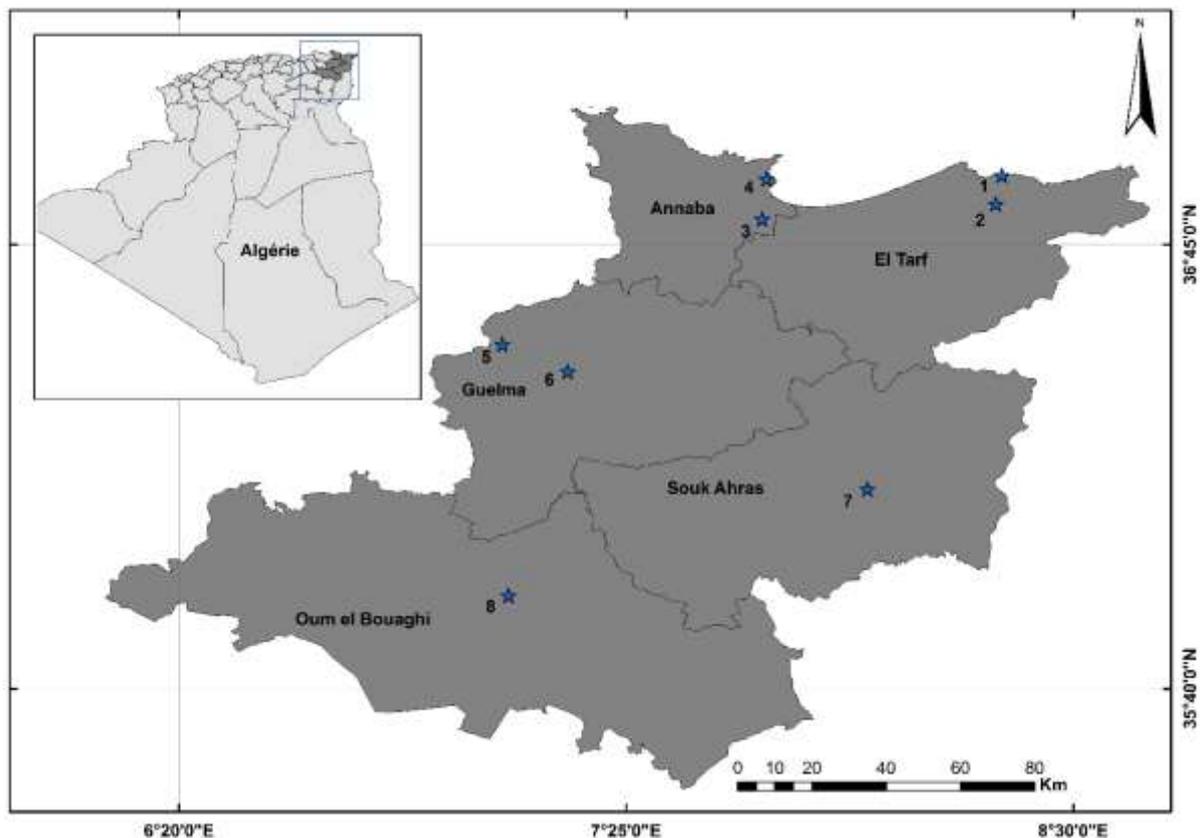


Figure (26). Carte illustrant la région et les sites d'études (1. Grotte Cavallo. 2. Ruines du chenal. 3. Complexe industriel d'El Hadjar. 4. Cimetière chrétien. 5. Grotte de Ghar El Djemaa. 6. lac souterrain de Bir Osman. 7. le Domaine de Burgas. 8. les gîtes du mont de Sidi Rghiss). © Bendjeddou (2017).

### 2.1.1. La grotte Cavallo (El Tarf)

Coordonnées : 36°55' N - 08°19' E  
 Altitude : 01 m

Grotte constituée de quatre chambres, une principale qui ouvre directement sur mer et dont les dimensions sont comme suite : plus de 10 m de hauteur, 10 m de largeur et plus de 20m de profondeur. Cette chambre ouvre sur deux autres chambres moins importantes, l'une sur la droite et l'autre sur la gauche où l'obscurité est totale ou presque. La deuxième chambre se localise au fond de la grotte et mesure plus de 10m de profondeur, 07m de de largeur et plus de 10 m de hauteur. Dans cette dernière est localisé le groupement de chiroptères (**Planche.04**).

### 2.1.2. Les Ruines du Chenal (El Tarf)

Coordonnées : 36°54' N - 08°18' E  
 Altitude : 42 m

Les ruines du chenal se situent sur une crête, à quelques dizaines de mètres à l'Est de l'embouchure du lac Mellah. Il s'agit d'une vieille construction, probablement contemporaine du Bastion de France (**Planche.04**). Le gîte est constitué par plusieurs chambres, presque entièrement enterrées et recouvertes par un maquis de lentisque (*Pistacia lentiscus*). On dénombre 04 chambres adjacentes qui s'ouvrent de part et d'autre sur deux longues pièces latérales, par des fenêtres ouvertes au bas des murs ([Dziri, 2002](#)). Deux des chambres sont totalement éclairées (chambre 2 et 4). La troisième l'est partiellement tandis que la dernière baigne dans une totale obscurité. C'est dans cette dernière pièce que se regroupent la plupart du temps les chauves-souris.

### 2.1.3. Lac souterrain de Bir Osman (Guelma)

Coordonnées : 36°32' N - 07°72' E  
 Altitude : 487 m

Distant de 4 km de Hammam Debagh, une région réputée pour ses sources thermales et ses cascades, non loin de la RN 20 (Guelma-Constantine), ce lac s'est constitué à la suite d'un affaissement de terrain survenu dans la région durant l'été 1878, donnant naissance à des poches souterraines que des infiltrations d'eau ont tôt fait de remplir ([Gasmi, 2012](#)). La débouchée du site est d'environ 5 m de long sur plus de 3 m

d'hauteur, une marche en descente de 5m permet d'accéder à la vaste cavité. Ce n'est qu'au fond de la cavité et plus précisément sous la coupole ou l'on localisé le groupement de chiroptères le plus important (**Planche.04**).

#### 2.1.4. La Grotte Ghar El Djemaa (Guelma)

Coordonnées : 36°26' N - 07°16' E  
Altitude : 1102 m

La grotte Ghar Djemaa se situe sur le mont Taya, dans la commune de Bouhamdane (wilaya de Guelma). Excavation parmi les plus vieilles au monde, cette grotte est parmi les plus vastes et importants sites archéologiques d'Afrique du nord où plus de 1.800 ossements fossiles dont certains appartiennent à une race d'ours remontant à 8.500 ans avant J.C ([Gasmi, 2012](#)). La grotte est constituée d'une immense chambre dont la coupole est de plus de 10m de hauteur et de 30m de largeur, cette dernière donne sur plusieurs couloirs de plus de 1000m de long ([observations personnelles](#)). La chambre principale est celle ou on localise les plus importantes colonies de chiroptères (**Planche.04**).

#### 2.1.5. Complexe industriel d'El Hadjar (Annaba)

Coordonnées : 36°48' N - 07°44' E  
Altitude : 23 m

D'une superficie de : 0,37 km<sup>2</sup>, le site est un complexe d'usines avec une activité humaine très importante, distant du centre de la commune de 1000 m (**Planche.04**). Ce site se caractérise par de grandes bâtisses et est entouré de champs de culture de blé, et d'une strate arborée assez importante prédominée par les essences suivantes : *Eucalyptus* (genre *Eucalyptus*), *Mimosa* (*Acacia dealbata*)

#### 2.1.6. Cimetière chrétien (Annaba)

Coordonnées : 36°90' N - 07°75' E  
Altitude : 19m

Le site est de plus de 6.5 ha et est caractérisé par la présence d'une strate arborée dense monospécifique composée essentiellement de cyprès, la strate buissonnante est quasi absente due au défrichage, enfin, la strate herbacée est bien développée et est composée essentiellement des graminées et des chénopodiacées ([Belabed,](#)

2006). Quelques cours et plans d'eau y sont développés pendant l'hiver et le printemps (observations personnelles) (**Planche.04**).

### 2.1.7. Domaine de Burgas (Souk Ahras)

Coordonnées : 36°09' N - 07°59' E  
Altitude : 854 m

Située sur la RN 82, à environ 20 km au sud-est de Souk Ahras, plus précisément dans la commune de Taoura, le domaine est localisé du côté droite de l'institut vétérinaire. Ce dernier renferme 07 lacs superficiels qui font partie du réseau national écologique NATURA réalisé conformément à la Directive concernant la conservation des oiseaux sauvages migrateurs.

Le domaine d'une superficie de plus de 2 ha renferme plusieurs bâtisses dont la principale qui servait de résidence au colon dont le domaine port le nom, la résidence principale est de 500m<sup>2</sup> de superficie et est constituée d'un étage supérieur et d'un sous-sol (**Planche.04**).

Les chauves-souris sont réparties dans les 3 compartiments de la résidence principale. Dans le sous-sol, sont localisés deux colonies importantes, le reste des compartiments héberge des chauves-souris isolées.

### 2.1.8. Les gîtes du mont de Sidi Rghiss (Oum el Bouaghi)

Coordonnées : 35°53' N, 7°80' E  
Altitude : 1138m

D'après les informations recueillies auprès des autochtones de cette zone, 7 gîtes artificiels et difficiles d'accès sont reportés. Vu cette situation et suite à l'interdiction des autorités (Base militaire dans le périmètre de la zone), seulement deux de ces gîtes ont pu être prospectés (**Planche.04**).

Les deux gîtes se présentent sous forme de grottes artificielles situées à l'est du mont de Sidi Rghiss et à environ 3km des habitations. Les deux gîtes sont disposés en front et sont recouverts par un maquis très dense. L'architecture des deux gîtes se présentent sous forme d'un étroit tunnel (moins de 01m de hauteur, 1.50m de largeur) de 17 m de long pour le premier et 20 m pour le second, ces derniers ouvrent sur des chambres vastes où sont localisés les chauves-souris.

Pour le premier gîte, la chambre est de 4m de hauteur, 10m de long et 5m de largeur. Le second gîte est moins important. En effet, les dimensions sont les suivantes : 2.5m de hauteur, 5m de long et de largeur. Les deux gîtes ont servi de cachette aux combattants Algérien durant la révolution (1955-1962).



Planche (04). Photos des sites prospectés dans la région d'étude. (a) : Grotte Cavallo, (b) : Ruines du Chenal, (c) : Grotte de Ghar el Djemaa, (d) : Cimetière chrétien, (e) : Domaine Burgas, (f) : Mont de sidi Rhgiss, (g) : Complexe induretiel d'el Hadjar, (h) : lac souterrain de Bir Osman (Photos by Amara Korba and Bendjeddou, 2017 ; (h) Koudri Houcin 2014).

## 2.2. Présentation des modèles biologiques

### 2.2.1. Présentation des modèles hôtes (Voir première partie, chapitre I)

### 2.2.2. Présentation des modèles parasites

Les ectoparasites des chauves-souris ont connu une évolution de plusieurs millions d'années concomitante à celle de leurs hôtes et se sont adaptés de façon à ne pas trop leur nuire, bien qu'ils se nourrissent de leur sang. La plupart sont inoffensifs pour les humains. Les parasites des chauves-souris ne sont pas que propres aux chiroptères, ils se sont spécialisés sur une espèce particulière. Lors de la différenciation des espèces hôtes au cours de l'évolution, ces parasites ont aussi développé de nouvelles espèces.

Presque tous les ectoparasites que l'on trouve sur les chauves-souris appartiennent à l'un des quatre groupes suivants : les Diptères (Mouches), les Siphonaptères (Puces), les Hémiptères (Punaises) et les Acariens (Mites et Tiques)

#### 2.2.2.1. Les Mouches

Elles sont exclusivement parasites des chiroptères, ou elles y vivent soit dans la forrure ou sur la membrane des ailes où elles sucent le sang. Elles appartiennent à deux familles différentes, les *Nycteribiidae* et les *Streblidae* (Allen, 1967 in Bertola et al., 2005 ; Dick and Patterson, 2006).

##### 2.2.2.1.1. Les Nyctéribiidés

Ce sont des diptères aptères, qui ressemblent moins à des mouches qu'à des araignées à six pattes avec une taille qui varie considérablement entre 1,5 et 5,0 mm (Dick and Patterson, 2006).

Ils sont composés de 275 espèces divisées en 3 sous-familles (Dick and Patterson, 2006 ; Gracioli and Dick, 2008) 5 genres, dont 14 espèces répertoriées en méditerranée (Hürka, 1964 ; Theodor, 1967). Seules les femelles quittent momentanément l'hôte afin de déposer une larve sur le mur du gîte où réside le chiroptère (**Planche.05**). Cette larve se transforme immédiatement en puparium et présente une courte période de vie libre pendant laquelle elle recherche un autre hôte potentiel qui se présente dans les environs (Séguy, 1950).

### 2.2.2.1.2. Les Stréblidés

Ce sont des diptères qui ont conservé leurs ailes. D'une taille plus petite variable entre 0.75 et 5.0mm (Peterson and Wenzel, 1987). Cette famille est composée de 227 espèces (Dick et Patterson 2006) dont seulement 4 appartenant à 3 genres sont présentes en méditerranée (Hürka and Soos, 1986b) (Planche.05).

### 2.2.2.2. Les Siphonaptères

Les 2237 espèces et sous espèces de puces décrites depuis 1979 appartiennent à l'ordre des Siphonaptères (anciennement Aphaniptères). Cet ordre, qui regroupe des insectes ectoparasites à l'état adulte, a une filiation phylogénique qui fut longtemps discutée (Madoui, 2014).

Seule la famille des *Ischnopsyllidae* est restreinte aux chauves-souris avec une séparation en deux sous-familles, dévolue chacune aux deux groupes de chauves-souris, Microchiroptères et Mégachiroptères (Lewis 1998). Ainsi, elles sont rarement enregistrées sur les chauves-souris (Planche.05), seuls les adultes vivent sur leur hôte. Les larves se développent dans le guano déposé au sol dans le gîte (Kunz et al., 2009).

### 2.2.2.3. Les Hémiptères

Les punaises du genre *Cimex* se posent occasionnellement sur l'hôte seulement pour sucer le sang, (elles se trouvent principalement dans les gîtes des chiroptères, dans les crevasses et les fissures. Près de 91 espèces sont décrites jusqu'à présent (Kunz et al., 2009).

Les punaises des lits chez l'homme, *Cimex lectularis* (Planche.05) se retrouvent également sur les chiroptères. Il a été suggéré que le passage a eu lieu des chauves-souris à nos ancêtres qui vivaient dans des grottes à proximité des Chiroptères (Dietz et al., 2009).

### 2.2.2.4. Les Acariens

Ce sont les parasites les plus élevés en abondance et en nombre d'espèces par rapport aux ectoparasites des chiroptères (Kunz et al., 2009). Les acariens parasites

des chauves-souris peuvent être divisés commodément en 2 groupes : les mites et les tiques.

#### 2.2.2.4.1. Les Mites

Les *Spinturnicidae* (**Planche.05**), sont les plus remarquables en effet, ce sont des acariens hautement spécialisés qui ne se trouvent que sur les chauves-souris. Ils vivent sur surface du patagium (la membrane allaire, la membrane de la queue) ou ils peuvent s'y maintenir en dépit de la force du vent créé par le battement des ailes ([Rudnick, 1960](#) ; [Dietz et al., 2009](#)).

Leur cycle de vie est complètement synchronisé avec le cycle de reproduction de leurs hôtes ([Estrada-Peña et al., 1991](#) ; [Lourenço and Palmeirim, 2007](#) in [Postawa et al., 2014](#)). Les taux d'infestation des *Spinturnicidae* dépendent de plusieurs facteurs. En effet, ils peuvent être d'ordre biotiques tel que l'espèce hôte, son âge et son sexe ([Zahn and Rupp, 2004](#) ; [Christe et al., 2007](#) ; [Lourenço and Palmeirim, 2007](#)) ou bien abiotiques, par ex. les conditions environnementales ([Pearce and O'Shea, 2007](#)) et le type de gîte ([Dusbábek, 1962](#) ; [Ševčík et al., 2010](#)).

#### 2.2.2.4.2. Les Tiques

Les tiques dures (*Ixodidae* Dugès, 1834) sont des ectoparasites hématophages obligatoires parasitant Temporairement ou périodiquement divers taxons de vertébrés terrestres ([Kolonin, 2008](#)). La Famille est répartie dans le monde entier, occupant diverses niches écologiques ([Camicas et al., 1998](#)). Chez les chiroptères, ce sont les tiques du genre *Ixodes* ([Latreille, 1795](#)) qui sont les plus remarquables ([Arthur, 1956](#)), en plus des tiques moles du genre *Argas* ([Latreille, 1795](#)). Ces tiques vivent sur le pelage et les oreilles des chiroptères (**Planche.05**).

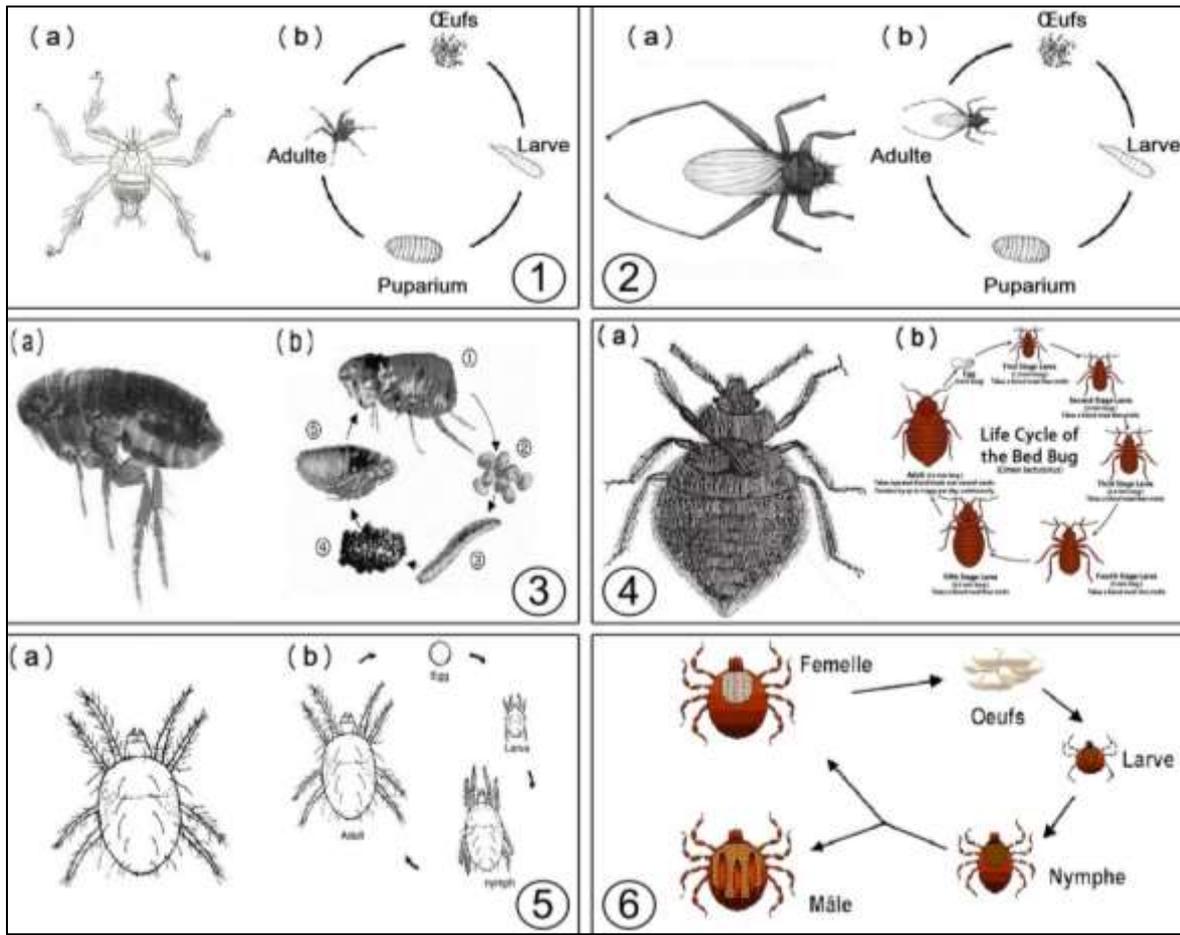


Planche (05). Schéma et cycle biologique des parasites (a ; stade adulte, b ; cycle biologique). (1 : Nycterbide in Theodor, 1967, 2 : Streblide in in Theodor, 1967, 3 : Puce in Madoui, 2014, 4 : Punaise in Fain, 1972, 5 : Mite in Rudnick, 1960, 6 : Tique in ENS Lyon, 2011).

### 2.3. Méthodologie générale

L'étude a été menée durant la saison printanière et estivale 2013 et 2014. 08 sites (y compris gîtes) ont été prospectés dans le but de l'étude des parasites associés aux chiroptères dans la région du nord-est Algérien.

#### 2.3.1. Méthodes de capture des hôtes

Selon le type de gîte, la capture des chauves-souris a été effectuée suivant trois méthodes (**Tableau.15**) :

##### 2.3.1.1. Capture par époussette

Cette technique est la plus employée lors de nos prospections et a été utilisée à l'intérieur du gîte en plaçant l'époussette à poche profonde autour des hôtes.

### 2.3.1.2. Capture par main

Cette deuxième technique consiste à capturer les individus directement par main durant les prospections diurnes, cette dernière est employée lorsque les chiroptères occupant le gîte sont isolés et quand leur position dans le gîte est accessible.

### 2.3.1.3. Capture par filet japonais

La première consiste à poser les filets tendus sur des piquets dans des couloirs de passage des chiroptères (cours d'eau) ou à l'entrée des gîtes (Kunz and Kurta, 1988). Un filet rectangulaire en polyester avec des mailles de 16 mm et de dimensions 15x2.5 mètres ® Ecoton.

Tableau (15). Tableau récapitulatif des Missions et techniques d'échantillonnages employées durant l'étude.

Gîte/Site	Technique employée
La grotte Cavallo	Capture par épuiette / main
Les Ruines du chenal	Capture par main
Le Complexe industriel d'El Hadjar	Capture par filet japonais
Le cimetière chrétien	Capture par filet japonais
Lac souterrain de Bir Osman	Capture par épuiette /main
La Grotte de Ghar El Djemaa	Capture par épuiette / filet japonais
Le Domaine de Burgas	Capture par épuiette
Les gîtes du mont de Sidi Rghiss	Capture par épuiette / main

### 2.3.2. Manipulation du spécimen capturé

Chaque spécimen capturé est mis dans un pochon en coton (® Ecoton) et manipulé avec le plus grand soin. Une fois pesé, l'individu est extrait du pochon, afin de collecter les ectoparasites. Toutes les informations seront notées sur une fiche de terrain avec d'autres critères comme le lieu, la date et le sexe. Ainsi de suite, les spécimens sont relâchés rapidement dans leur milieu ou dans leur gîte de capture pour éviter la dépense énergétique excessive.

### 2.3.3. Identification des hôtes

Les spécimens ont été identifiées grâce à la clé d'identification de Dietz and Von Helversen (2004) et Dietz et al., (2009), voir annexe (02b).

### 2.3.4. Méthode de prélèvement des parasites

Pour étudier ce volet, nous avons opté pour deux techniques de déparasitage, la première consiste à un examen et un déparasitage direct, la deuxième à vaporiser le corps (seulement le corps) du chiroptère le remettre par la suite dans le pochon pendant quelques minutes.

En ce qui concerne l'examen directe, le déparasitage et la collecte est effectué à l'aide d'une pince en utilisant une loupe frontale toute en soufflant sur la fourre du spécimen pour localiser et s'assurer de la collecte des parasites qui s'enfoncent dans la fourrure de l'animal (Les mouches spécialement) dans le cou et le dos plus particulièrement.

Le même principe est employé pour la collecte des parasites après vaporisation des spécimens avec l'insecticide antiparasites (® Ecotone). En effet, la chauve-souris est ensuite sortie à nouveau du pochon et les ectoparasites tombés au fond du pochon sont récupérés à l'aide d'une pince fine en utilisant la loupe frontale.

Pour bien s'assurer que tous les ectoparasites ont été collectés, on souffle à nouveau sur la fourrure de l'animal.

Une typologie de présence des parasites sur l'hôte est réalisée (ne sont pris en considération que les spécimens collectés après examen direct).

#### 2.3.4.1. Conservation des parasites

Les parasites prélevés sont conservés dans des flacons à fermeture hermétique en y ajoutant de l'éthanol à 70°. Sur chaque flacon une étiquette porte les mentions : Numéro d'ordre de l'échantillon, station, date de récolte, hôte et localisation du prélèvement sur l'hôte ([Whitaker, 1988](#) ; [Buch, 2009](#)).

#### 2.3.4.2. Protocol parasitaire (Identification des parasites collectés)

Des clés d'identifications dichotomiques ont été utilisées pour identifier les espèces d'ectoparasites. En effet, au laboratoire on procède d'abord à l'identification du genre puis de l'espèce, des observations sous loupe binoculaire et sous microscope optique après une monture temporaire sur une lame creuse est nécessaire pour l'identification.

**NB :** La distinction entre les deux familles *Nycteribiidae* et de *Streblidae* est facile. Les *Streblidae* possèdent des ailes alors que les *Nycteribiidae* en sont dépourvues.

Les parasites sont identifiés à l'aide des clés [Arthur \(1956\)](#), [Hopkins and Rothschild \(1956\)](#), [Rudnick \(1960\)](#), [Dusbabek \(1962\)](#), [Usinger \(1966\)](#), [Radovsky \(1967\)](#), [Theodor \(1967\)](#) et [Hůrka \(1982\)](#).

Une confirmation de l'identification fut rapportée par Dr. Ingo Schfeller (entomologiste, Université de Berlin, Laboratoire Entomstud)

## 2.4. Traitement des données

### 2.4.1. Indices parasitologiques

Les mesures les plus communes de l'ampleur de la population d'ectoparasites au niveau des hôtes sont la prévalence, l'abondance moyenne et l'intensité moyenne ([Bush et al., 1997](#)).

#### 2.4.1.1. Prévalence parasitaire

C'est le nombre des individus parasités (**nP**) sur le nombre des individus examinés (**N**) :

$$Pr = nP/N \times 100$$

- “Espèce dominante” (prévalence > 50%)
- “Espèce satellite” ( $10 \leq$  prévalence  $\leq 50\%$ )
- “Espèce rare” (prévalence < 10%) ont été définis selon [Valtonen et al., \(1997\)](#).

#### 2.4.1.2. Intensité moyenne parasitaire (I)

C'est le rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (**n**) sur le nombre des spécimens infestés (**Np**).

$$IM = n/Np$$

#### 2.4.1.3. Abondance parasitaire (A)

C'est le rapport de nombre total d'individus d'une espèce parasite (**n**) sur le nombre total des spécimens examinés (**N**).

$$A = n / N$$

### 3. Résultats & Discussion

#### 3.1. Composition du peuplement hôte et répartition des espèces par site/gîte de capture

Au total, 283 chiroptères (119 mâles et 164 femelles) appartenant à trois (03) familles, six (06) genres et neufs (09) espèces ont été capturés et identifiés durant notre période d'étude, l'effort d'échantillonnage est reparti comme suit :

- 83 individus de Pipistrelle commune ont été capturés et identifiés dont 33 mâles et 50 femelles, vient ensuite la Pipistrelle de Kuhl avec un total de 42 individus répartis en 18 mâles et 24 femelles.
- Pour le Murin du Maghreb, 32 individus ont été recensés dont 15 mâles et 17 femelles, quant aux Murins de capaccini : 05 mâles et 10 femelles ont été capturés, soit 15 individus au total.
- Chez les Rhinolophes, on a compté un total de 22 individus chez le Grand rhinolophe avec un nombre de 08 mâles et 14 femelles, tandis que pour le Petit rhinolophe on note un total de 18 individus, soit 07 mâles et 11 femelles.
- 28 Minioptère de Schreiber ont été capturés avec un nombre égal de 14 individus que ce soit pour les mâles ou pour les femelles.
- 26 Serotine isabelle ont été dénombrées avec un total de 10 mâles et 16 femelles.
- En ce qui concerne le Vesper de savi, 17 individus ont été capturés dont 09 mâles et 08 femelles.

Tableau (16). Liste et fréquences des espèces contactées dans la région d'étude (N=283).

Nom vernaculaire	Nom scientifique	M	F	P
Serotine isabelle	<i>E. isabellinus</i> (Schreber, 1774)	10	16	26
Vesper de savi	<i>H. savii</i> (Bonaparte, 1837)	09	08	17
Murin de capaccini	<i>M. capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	05	10	15
Murin du Maghreb	<i>M. punicus</i> Felten, 1977	15	17	32
Pipistrelle de kuhl	<i>P. kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	18	24	42
Pipistrelle commune	<i>P. pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	33	50	83
Grand rhinolophe	<i>Rh. ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	08	14	22
Petit rhinolophe	<i>Rh. hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	07	11	18
Minioptère de Schreiber	<i>M. schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	14	14	28
<b>Total</b>		<b>119</b>	<b>164</b>	<b>283</b>

Les espèces recensées sont réparties sur les 8 sites d'études comme suite :

- Le Grand rhinolophe est réparti sur 4 gîtes : Les ruines du chenal, lac souterrain de Bir Osman, la grotte de Ghar El Djemaa, et les gîtes du mont de Sidi Rghiss
- Le Murin du Maghreb se répand sur 3 sites : Les ruines du chenal, lac souterrain de Bir Osman, la grotte de Ghar El Djemaa.
- La Pipistrelle commune est signalée sur 3 sites : Le complexe industriel d'El Hadjar, le cimetière chrétien, le domaine de Burgas
- Le Petit rhinolophe est détecté sur 2 sites : La grotte Cavallo, le domaine de Burgas
- Le Murin de capaccini a été capturé dans 2 sites, à savoir la grotte de Ghar El Djemaa et les gîtes du mont de Sidi Rghiss.
- Le Minioptère de Schreber a été capturé dans 2 sites : La grotte Cavallo, Lac souterrain de Bir Osman.
- La Pipistrelle de kuhl a été signalée dans le complexe industriel d'El Hadjar
- Le Vesper de savi a été recensé au niveau des gîtes du mont de Sidi Rghiss
- La Serotine isabelle a été recensée au niveau du cimetière chrétien

Tableau (17). Espèces capturées par site d'étude.

Gîte/Site	Espèces contactées
La grotte Cavallo	<i>Rhinolophus hipposideros</i> et <i>Miniopterus schreibersii</i>
Les Ruines du chenal	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , <i>Myotis punicus</i>
Le Complexe industriel d'El Hadjar	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> et <i>Pipistrellus kuhlii</i>
Le cimetière chrétien	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> et <i>E. isabellinus</i>
Lac souterrain de Bir Osman	<i>Rh. ferrumequinum</i> , <i>M. punicus</i> et <i>Miniopterus schreibersii</i>
La Grotte de Ghar El Djemaa	<i>Rh. ferrumequinum</i> , <i>M. punicus</i> et <i>Myotis cappacinii</i>
Le Domaine de Burgas	<i>Rhinolophus hipposideros</i> et <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Les gîtes du mont de Sidi Rghiss	<i>Hypsugo savii</i> , <i>Rh. ferrumequinum</i> et <i>Myotis cappacinii</i>

### 3.2. Composition du peuplement parasite

Durant notre étude, 209 parasites ont été collectés et identifiés. Sur un total de 283 chauves-souris examinées, seulement 112 chiroptères ont été parasités. Les parasites identifiés sont représentés par quatre groupe ; les mouches, les puces, les punaises et les acariens.

La Figure (27) représente les fréquences des différents groupes de parasites collectés sur les chauves-souris dans la région d'étude, le taux le plus imposant est celui des mouches (44%), suivi des acariens avec un taux de 32%, les punaises et les puces quant à elles sont représentées respectivement par des taux moins importants avec 15% et 09%.

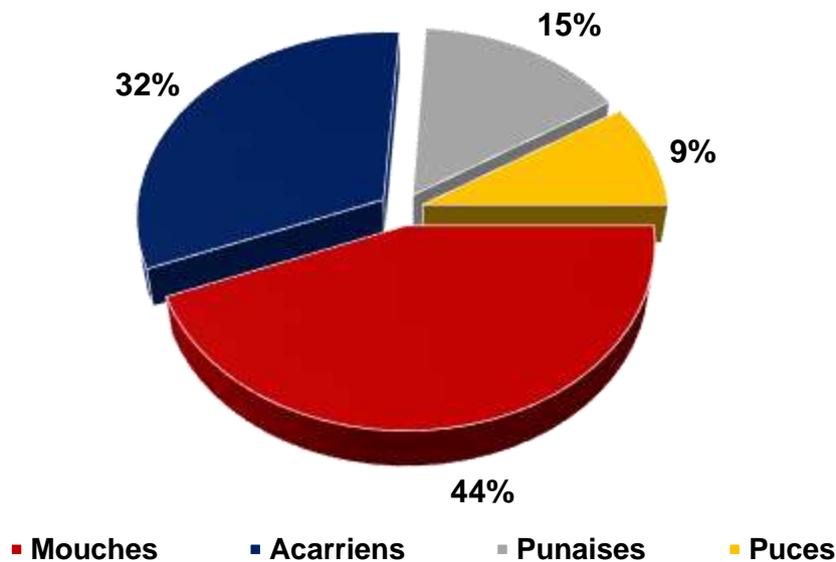


Figure (27). Fréquence des groupes de parasites externes associés aux chiroptères dans la région du Nord-est Algérien (N=209).

Les parasites collectés appartiennent à six (06) familles et sont représentés par huit (08) espèces. L'analyse de la composition de cette faune révèle que le groupe des mouches est représentés par deux (02) familles et (03) trois espèces : la famille des *Nycterbiidae* avec deux espèces, *Phthiridium biarticulatum* (Hermann, 1804) qui enregistre la plus importante fréquence (26.30%) et *Penicillidia dufouri* (Westwood, 1825) avec une fréquence de 12.48%.

La famille des *Striblidae* est représentée par une seule espèce *Brachytarsina flavipennis* (Macquart, 1851) qui enregistre une fréquence de 04.78%.

Les punaises quant à elles sont représentées par une seule famille, celle des *Cimicidae* qui à son tour est représentée par deux espèces ; la punaise spécifique aux chiroptères, et qui enregistre la fréquence la plus importante *Cimex pipistrelli* (Jenyns, 1839) avec 10.72% et la punaise des lits *Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758) avec un taux de 04.78%.

Le groupe des puces, représenté par la famille des *Ischnopsylidae* enregistre un taux 09,56% avec l'unique espèce identifiée *Ischnopsyllus octactenus* (Kolenati, 1856).

Le quatrième groupe celui des acariens est représenté par deux familles et deux espèces. Le premier sous-groupe, celui des tiques est représenté par la famille des Ixodidae et une seule espèce avec un taux de 05.10%, la tique *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). Le second sous-groupe celui des mites est représenté aussi par une seule famille et espèce avec un taux de 26.30% de la fréquence globale du groupe : *Spinturnicidae*, *Spinturnix myoti* (Kolenati, 1856) (**Tableau.18**).

Figure (18). Composition spécifique des parasites externes qui sont associées aux chiroptères dans la région du Nord-est Algérien (N=209).

Famille	Espèce	N	F%
<i>Striblidae</i>	<i>Brachytarsina flavipennis</i> (Macquart, 1851)	10	04,78%
<i>Nycterbiidae</i>	<i>Phthiridium biarticulatum</i> (Hermann, 1804)	55	26,30%
	<i>Penicillidia dufouri</i> (Westwood, 1825)	26	12,48%
<i>Cimicidae</i>	<i>Cimex lectularius</i> (Linnaeus, 1758)	10	04,78%
	<i>Cimex pipistrelli</i> (Jenyns, 1839)	22	10,72%
<i>Ischnopsylidae</i>	<i>Ischnopsyllus octactenus</i> (Kolenati, 1856)	20	09,56%
<i>Spinturnicidae</i>	<i>Spinturnix myoti</i> (Kolenati, 1856)	55	26,30%
<i>Ixodidae</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> (Latreille, 1806)	11	05,10%
<b>Total</b>	<b>8 espèces</b>	<b>209</b>	<b>100%</b>

### 3.2.1. Description des espèces parasites identifiés

#### 3.2.1.1. Les mouches

Trois espèces appartenant à deux familles ont été identifiés : *Phthiridium biarticulatum* (Hermann, 1804) est l'espèce dominante et ce a raison de 60% de la fréquence globale des mouches parasites des chiroptères, par la suite *Penicillidia dufouri* (Westwood, 1825) avec un taux de 28% et enfin *Brachytarsina flavipennis* (Macquart, 1851) avec une faible fréquence de 12% (**Figure. 27**).

**Famille** : *Nycterbiidae*

**Genre** : *Penicillidia*

Le genre auquel appartient cette espèce est principalement caractérisé par la présence de yeux non pigmentés et d'opercules sur la fosse des haltères et par l'absence de plaque poststigmatique. Durant notre étude, une seule espèce du genre *Penicillidia* a été récoltée chez deux espèces hôtes différentes.

- *Penicillidia dufouri* (Westwood, 1825)

L'espèce représente 28% de la fréquence globale des mouches, 20 femelles (77%) et 06 mâles ont été collectés. Chez le mâle l'espèce présente deux larges structures comme deux renflements sur les côtés du Sternite 5. Chez les femelles, ce sont deux structures sclérifiées dans les deux côtés de la moitié postérieure de la surface dorsale de l'abdomen qui les caractérisent. Ce parasite a été collecté majoritairement (93%) chez le Grand rhinolophe et seulement à raison de (07%) chez le Murin du Maghreb.

**Genre :** *Phthiridium*

Le genre *Phthiridium*, était auparavant en synonymie avec *Nycteribia* (Musgrave, 1925). Il est caractérisé par un segment anal mâle, conique et tronqué et une plaque génitale femelle dorsale formée d'une paire de longs processus styloïdes, hérissée à la fin.

- *Phthiridium biarticulatum* (Hermann, 1804)

Cet insecte diptère représenta une fréquence de 60% du taux globale des mouches répartie en 41 femelles (75%) et 14 mâles (25%). Le bord postérieur de la plaque génitale dorsale femelle est nettement bilobé. Le Sternite 5 sans spinules suivi d'une structure médiane concave armée de 18 spinules épais.

L'espèce a été collectée chez quatre espèces de chauves-souris principalement du genre *Rhinolophus* cependant la fréquence la plus élevée reste chez le Murin du Maghreb (34%) suivi du Minioptère de Schreiber (29%) et le Grand rhinolophe (24%). Le Petit rhinolophe quant à lui enregistre un taux faible de 13%.

Dans le présent travail deux espèces de Nycterbides ont été trouvées ; *Penicillidia dufouri* et *Phthiridium biarticulatum*, la première espèce a été collectée chez *Myotis punicus* et *Rhinolophus ferrumequinum* quant au second parasite, il a été trouvé chez 4 espèces de chiroptères ; *Myotis punicus*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposidderos* et *Miniopterus schreibersii*.

*Penicillidia dufouri* a été signalée chez *Myotis blythi* (*punicus*) et *Rhinolophus hipposidderos* (Theodor, 1967) et par Amr and Qumsiyeh (1993) chez *Myotis blythi*, *Miniopterus schreibersii* et *Rhinolophus euryale*.

En Tunisie cette espèce a été reportée chez *Myotis punicus* (Attia Hilli, 2015). *P. dufouri*, est un parasite avec une large distribution qui s'étend d'Europe et Afrique jusqu'à l'Asie (Krištofik and Danko, 2012). Il est généralement associé aux chiroptères du genre *Myotis*, cependant, il a été collecté à partir d'un large spectre d'hôte tel que *M. schreibersii* et *Rh. Euryale* (Hůrka, 1980). Dans la présente étude, *Rhinolophus ferrumequinum* est un nouvel hôte pour cette mouche.

*Phthiridium biarticulatum* fut reporté par Amr and Qumsiyeh (1993) en Jordanie chez *R. blasii*, en Libye chez *R. mehely* et en Algérie chez *Myotis blithy*, *R. mehely* et *Miniopterus schreibersii*. Ce parasite possède comme hôte principale les espèces du genre *Rhinolophus* et est généralement associé aux chiroptères troglodytes. Son aire de distribution dépend de celle de son hôte qui est la partie ouest du paléarctique (Ševčík et al., 2013 ; Petr et al., 2014).

**Famille :** *Streblidae*

**Genre :** *Brachytrasina*

Une seule espèce appartenant à la famille des *Streblidae* a été trouvée parmi tous les ectoparasites collectés.

Ce genre est caractérisé par un corps hérissé, une tête petite et arrondie, des yeux ronds, un thorax large assez court et arrondi, un abdomen assez étroit elliptique avec armure copulatrice relevée, pieds velus et assez court, les ailes bordées de soies au côté extérieur et de petits poils à l'intérieur et sans nervure médiastin (Attia Hili, 2015).

- *Brachytrasina flavipennis* (Macquart, 1851)

Avec un taux de 12% des mouches, *Brachytrasina flavipennis* cette espèce enregistre ainsi la fréquence la plus faible. Ce taux est reparti en 09 femelles (90%) et un mâle (10%). Cette espèce présente un thorax presque sphérique et des ailes qui sont deux fois plus longues que larges bordés de soies, avec cinq nervures longitudinales et deux nervures transversales. L'espèce a été collectée exclusivement chez le Grand rhinolophe (100%).

*Brachytarsina flavipennis* est le seul Streblide connu dans la Méditerranéenne associé à des chauves-souris comme *Rh. Blasi*, *Rh. Ferrumequinum*, *Rh. Hipposideros* et *Rh. Mehelyi* de Chypre, de Jordanie et de Syrie (Amr and Qumsiyeh, 1993 ; Walter and

Ebenau, 1997 ; Ševèík et al., 2013 ; Petr et al., 2014). En Libye, elle a été signalée chez *R. mehelyi* (Amr and Qumsiyeh, 1993 ; Petr et al., 2014) et en Algérie chez *M. Schreibersii*, *R. mehelyi* et *Rh. Hipposideros* (Anciaux de Faveaux, 1976) et *Myotis blythi* (Amr and Qumsiyeh, 1993). *Rhinolophus ferrumequinum* représente un nouvel hôte pour ce parasite en Algérie.

### 3.2.1.2. Les punaises

Représentée par une seule famille, *Cimicidae* dont la richesse totalise deux espèces, la première *Cimex pipistrelli* (Jenyns, 1839) punaise spécifique au chiroptère, représente plus de 68% du taux globale du groupe. La seconde espèce, la punaise des lits *Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758) représente 31.25% de la fréquence globale de la famille.

- *Cimex pipistrelli* (Jenyns, 1839)

*Cimex pipistrelli* (Jenyns, 1839) punaise spécifique aux chiroptères, représente plus de 68% du taux globale du groupe. 21 femelles et 01 mâle ont été recueillis. Cette espèce de punaise a été collecté chez deux espèce de chiroptères du genre *Pipistrellus*, principalement la Pipistrelle commune et ce à raison de 82% et la Pipistrelle de Kuhl avec une fréquence de 18%.

- *Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758)

La punaise des lits *Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758) représente 31.25% de la fréquence globale de la famille. Totalisé exclusivement par des femelles, l'espèce a été collecté principalement la Pipistrelle commune et ce à raison de 60% et chez la Pipistrelle de Kuhl à raison de 40%.

### 3.2.1.3. Les puces

**Famille :** *Ischnopsyllidae*

**Genre :** *Ischnopsyllus*

Parmi les Siphonaptera la famille des *Ischnopsyllidae* se distingue par la présence de deux plaques préorales dont le genre *Ischnopsyllus* caractérisé par la présence de 8 peines dans le thorax et l'abdomen ensemble. Une seule espèce de puce a été identifiée dans notre étude, *Ischnopsyllus octactenus*.

- *Ischnopsyllus octactenus* (Kolenati, 1856)

Représentée seulement par des femelles, cette espèce a été collectée principalement chez la Pipistrelle commune 80% et 20% seulement chez la Pipistrelle de Kuhl.

Pour ce qu'il en est de *Ischnopsyllus octactenus*, il s'agit d'une espèce Paléarctique dont la distribution s'étendant du Maroc, l'Espagne jusqu'à l'Asie centrale (Hûrka, 1997). Cette puce était reportée chez *P. kuhlii* en Tunisie (Beaucournu and Kock, 1996). Elle est essentiellement associée à des chauves-souris du genre *Pipistrellus* (Beaucournu and Launay, 1990). Dans la présente étude, cette espèce est reportée pour la première fois chez *Pipistrellus pipistrellus* et *Pipistrellus Kuhl*.

#### 3.2.1.4. Les acariens

Deux familles d'acariens ont été identifiées durant notre étude, la famille des *Spinturnicidae* et la famille des *Ixodidae*. La première famille est numériquement la plus imposante (d'un taux de 84%), la seconde quant à elle est d'une fréquence de 16%.

**Famille :** *Spintrunicidae*

**Genre :** *Spintrnix*

- *Spinturnix myoti* (Kolenati, 1856)

Cette espèce de mite a été collectée exclusivement chez le Murin du Maghreb (100%). L'acarien *Spinturnix myoti* est un parasite exclusif des chauves-souris et a une large gamme de distribution s'étendant de L'Europe, l'Afrique du Nord jusqu'à l'Asie (Krištofik and Danko, 2012).

Cette espèce est essentiellement associée aux chauves-souris du genre *Myotis* et est localisée exclusivement sur les membranes alaires de ses hôtes (Stanyukovich, 1997).

**Famille :** *Ixodidae*

**Genre :** *Ripicephalus*

- *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806)

Par des proportions relativement faibles et principalement des nymphes, cette tique a été collectée chez le Murin du Maghreb à raison de 36%, chez la Sérotine isabelle à

raison de 28% et le Minioptère de Schreiber à raison de 18%. Chez la Murin de capaccini et le Vesper de savi, les taux sont de 09%. D'autres tiques ixodides ont été signalées associés aux chiroptères telles que *Ixodes simplex* et *Ixodes vespertilionis* (Křištofík and Danko, 2012). Dans la présente étude *Rhipicephalus sanguineus* a été signalée chez 4 espèces de chiroptères (*Eptesicus isabellinus*, *Hypsugo savii*, *Myotis capaccini* et *Miniopterus schreibersii*) dans la région d'étude. Sa présence parmi ces chiroptères ne pourrait être qu'accidentelle.

### 3.2.2. Typologie de répartition des groupes parasitaires

Les parasites récoltés se trouvaient sur les individus à plusieurs endroits, de ce fait une typologie parasitaire s'est imposée pour avoir une idée plus claire sur la répartition de ces parasites sur nos hôtes. Plusieurs sites potentiels ont été vérifiés et déparasités, à savoir : le museau, le tragus, le dos, le ventre et le patagium (aile et queue). Les quantités de parasites trouvés sont mentionnées ci-dessous. L'analyse quantitative des sites de fixation adoptés par les groupes de parasites, montre que les mouches sont retrouvées dans la face dorsale à raison de 70% et seulement 20% dans la face ventrale. Le patagium quant à lui héberge seulement 10% de ces parasites.

Tableau (19). Typologie d'infestation des principaux groupes de parasites des chiroptères dans la région d'étude.

	Museau	Oreille	Ventre	Dos	Patagium	Totaux
<b>Mouches</b>	/	/	20%	70%	10%	100%
<b>Puces</b>	/	/	10%	90%	/	100%
<b>Punaises</b>	/	/	/	/	100%	100%
<b>Acariens</b>	/	10%	20%	/	70%	100%

Les puces quant à elles, sont collectées majoritairement de la face dorsale de leur hôte (90%), une proportion relativement faible est retrouvée sur la face ventrale des chiroptères (10%).

Les punaises sont exclusivement retrouvées sur le patagium (100%) des hôtes et plus spécialement la queue des hôtes).

Les acariens qui sont représentés par les mites et les tiques sont retrouvés chez leur hôte dans plusieurs parties du corps ; 70% sont retrouvés dans le patagium, 20% dans la face ventrale et seulement 10% sont retrouvés sur les oreilles des chiroptères.

### 3.2.2.1. Typologie spécifique d'infestation des parasites (Figure.28)

- *Brachytarsina flavipennis* (Macquart, 1851)

Ces parasites ont été retrouvés sur le patagium. En effet, c'est à raison de 90% que *Brachytarsina flavipennis* se localise sur les ailes de ses hôtes, seulement 10% de cette espèce est retrouvé sur la queue de la chauve-souris.

- *Phthiridium biarticulatum* (Hermann, 1804)

Ce Nycterbide se localise dans la face dorsale de son hôte et ce à raison de 75%. Le reste est localisé sur la face ventrale de l'hôte.

- *Penicillidia dufouri* (Westwood, 1825)

Cette mouche se localise à raison de 90% sur le ventre des hôtes. Une proportion relativement faible est retrouvée sur la face dorsale des hôtes (10%).

- *Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758)

La punaise des lits exploite deux sites du corps des hôtes, les ailes et la queue. Elle est localisée à 80% dans la queue seulement 20% sur les ailes des pipistrelles.

- *Cimex pipistrelli* (Jenyns, 1839)

Cette punaise se localise elle aussi seulement sur un seul site sur ses hôtes, les ailes (100%).

- *Ischnopsyllus octactenus* (Kolenati, 1856)

Cette puce a été retrouvée initialement au niveau de la queue (80%). Seulement 20% sont localisées au niveau des ailes.

- *Spinturnix myoti* (Kolenati, 1856)

Cet acarien se localise sur le patagium des ailes de ses hôtes à raison de 80% et seulement 20% sont localisés sur la queue des chiroptères.

- *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806)

Cette tique dure est retrouvée à raison de 70% sur les oreilles des chiroptères. Une proportion de 30% est localisée sur la face ventrale des hôtes.

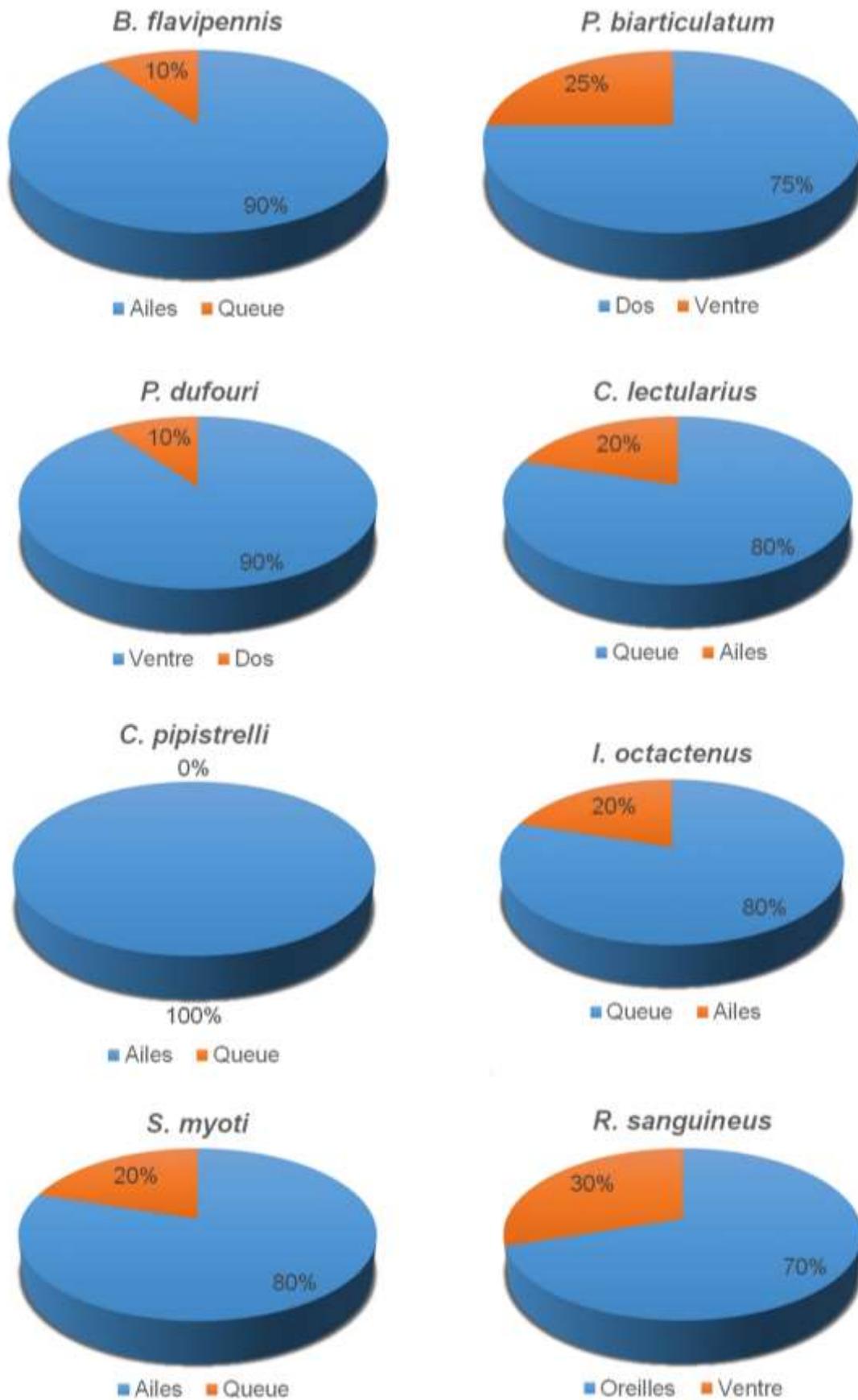


Figure (28). Typologie spécifique d'infestation parasitaire chez les chiroptères du nord-est Algérien.

### 3.2.3. Analyse de la diversité parasitaire

Parmi les chiroptères capturés durant cette étude, 39.58% ont été trouvés parasités. En effet, les prévalences chez ce peuplement varient de 5.88% jusqu'à 90.91%. La prévalence la plus élevée se manifeste chez le Grand rhinolophe (90.91%) avec une intensité moyenne de 2.05, vient le Petit rhinolophe avec 61.11% de prévalence pour une intensité moyenne de 1.18. Le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*), Le Minioptère de Schreiber (*Miniopterus schreibersii*), la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ainsi que la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) enregistrent des taux de prévalences qui varient de 46.88 à 33.33%.

Le Serotine isabelle (*Eptesicus isabellinus*), le Murin de capaccini (*Myotis capaccinii*) ainsi que le Vesper de Savi (*Hypsugo savii*) ont enregistrés respectivement les prévalences les plus faibles qui se situent autour de 7.69 et 5.88% (**Tableau.20**).

Les variations des taux d'infestations parasitaires enregistrés dans cette étude peuvent être expliqués par le mode de vie des hôtes, à savoir qu'au cours de l'évolution, la sélection naturelle a fait que les mouches à titre d'exemple infestent les chiroptères dans les gîtes sont principalement Trogliphiles tel que les Rhinolophes et les Murins. La fidélité du gîte que manifeste ces deux genres de chiroptères pourrait notamment expliquer les variations du taux de prévalence, l'intensité moyenne ainsi que l'abondance des parasites (Dick and Pattersons, 2007 ; Attia Hili, 2015). Ceci semblerait être le cas dans la présente étude puisque les deux espèces de Rhinolophes capturées dans la région d'étude manifestent les plus imposants taux de prévalence.

Il a aussi été démontré un effet significatif de la structure de l'habitat sur la charge parasitaire. En effet, les chiroptères qui colonisent les milieux fermés sont plus susceptibles d'être infestées et d'abriter plusieurs espèces parasites (Patterson et al., 2007 ; Dick and Dittmar, 2014).

À titre d'exemple, les mouches sont observées sur des chiroptères Trogliphiles. En revanche, chez de nombreux chiroptères arboricoles, il existe des colonies sans le moindre parasite. En effet, ces chauves-souris peuvent s'en débarrasser et ce en changeant fréquemment de gîte ce qui laisserai croire qu'il s'agit essentiellement d'une

stratégie adopté par ces chiroptères en réponse à cette pression (Lewis, 1995 in Dietz et al., 2009).

Tableau (20). Épidémiologie globale des ectoparasites chez les chiroptères récoltés dans la présente étude.

Espèce hôte	N	NP	P%	IM	A
<i>E. isabellinus</i> (Schreber, 1774)	26	2	7,69	1,5	8,03
<i>H. savii</i> (Bonaparte, 1837)	17	1	5,88	1	12,29
<i>M. capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	15	1	6,67	1	13,93
<i>M. punicus</i> (Felten, 1977)	32	15	46,88	5,33	6,53
<i>P. kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	42	14	33,33	0,85	4,97
<i>P. pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	83	35	42,17	1,42	2,51
<i>Rh. ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	22	20	90,91	2,05	9,5
<i>Rh. hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	18	11	61,11	1,18	11,6
<i>M. schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	28	13	46,43	1,38	7,46
<b>Total</b>	<b>283</b>	<b>112</b>	<b>39.58</b>	<b>1.86</b>	<b>0.73</b>

Dans notre étude les espèces qui perchent dans des grottes présentent des prévalences élevés comme le cas du Grand Rhinolophe. Des résultats similaires ont été également trouvés pour les espèces d'*Ischnopsyllidae* qui sont présentes seulement chez les hôtes qui vivaient dans les grottes. Cette préférence peut être expliquée par le fait que les larves des *Ischnopsyllidae* se développent sur le guano et sont donc généralement trouvées dans des milieux restreints (Dietz et al., 2009) et c'est aussi le cas pour les mouches pour lesquelles le développement de l'œuf à la puppe se déroule à l'intérieur du corps de la mère. Celle-ci colle ensuite une puppe à la paroi d'un gîte de chauve-souris pendant le transit d'un gîte. Ainsi, une fois les chiroptères de retour dans le gîte, la mouche aussitôt émerge et s'agrippe et vit alors dans le pelage de son hôte.

En Tunisie, il a été signalé un multiparasitisme chez certaines espèces de chiroptères notamment le Murin du Maghreb (Attia Hili, 2015). Ces résultats confortent les nôtres puisque quelques espèces hôtes ont manifesté un multiparasitisme ; le Murin du Maghreb est l'espèce dont on compte les plus d'espèces parasites (*Ph. biarticulatum*, *P. dufouri*, *S. myotis* et *R. sanguineus*). Le Grand rhinolophe notamment parasité par 3 espèces parasites (*B. flavipennis*, *Ph. Biarticulatum* et *P. dufouri*).

La présence simultanée des ectoparasites sur un même hôte peut être à l'origine d'une relation de mutualisme. En effet, la présence et l'abondance d'une espèce de parasite

peut faciliter la présence et l'abondance d'une autre, en redirigeant la pression de toilettage mutuellement l'une de l'autre (Dick and Patterson, 2007).

Parmi les Nycterbides, *P. dufouri* était présente chez le Grand rhinolophe avec une forte prévalence dominante et ce a raison de 51.21% ainsi cette espèce de parasite était dominante chez l'espèce hôte. En revanche, chez le Murin du Maghreb, elle a été rare enregistrant une prévalence de 3.12% (Tableau.21).

Tableau (21). Prévalence, abondance et intensité moyenne des ectoparasites pour chaque espèce hôte.

Espèce parasite	Espèce hôte	P (%)	IM	A	Statut
<i>Brachytarsina flavipennis</i> (Macquart, 1851)	<i>Rh. ferrumequinum</i>	18,18	2	0,45	Satellite
<i>Phthiridium biarticulatum</i> (Hermann, 1804)	<i>M. punicus</i>	21,87	3,43	1,71	Satellite
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	31,81	3,66	2,5	Satellite
	<i>Rh. hipposideros</i>	44,44	5,5	3,05	Satellite
	<i>M. schreibersii</i>	35,71	6,87	1,96	Satellite
<i>Penicillidia dufouri</i> (Westwood, 1825)	<i>M. punicus</i>	3,12	26	0,81	Rare
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	51,2	1,73	1,18	Dominante
<i>Cimex lectularius</i> (Linnaeus, 1758)	<i>P. kuhlii</i>	9,52	5	0,23	Rare
	<i>P. pipistrellus</i>	6,02	3,33	0,12	Rare
<i>Cimex pipistrelli</i> (Jenyns, 1839)	<i>P. kuhlii</i>	7,14	11	0,52	Rare
	<i>P. pipistrellus</i>	20,32	1,75	0,26	Satellite
<i>Ischnopsyllus octactenus</i> (Kolenati, 1856)	<i>P. kuhlii</i>	5,14	6,66	0,45	Rare
	<i>P. pipistrellus</i>	9,63	1,81	0,24	Rare
<i>Spinturnix myoti</i> (Kolenati, 1856)	<i>M. punicus</i>	43,75	4,23	1,71	Satellite
<i>Rhipicephalus sanguineus</i> (Latreille, 1806)	<i>E. isabellinus</i>	11,53	5,5	0,42	Satellite
	<i>H. savii</i>	5,88	11	0,64	Rare
	<i>M. capaccinii</i>	5,88	11	0,73	Rare
	<i>M. punicus</i>	12,5	3,66	0,34	Satellite

La différence dans les taux de prévalences pourrait être expliquée par le fait que ce parasite manifeste une préférence pour l'hôte ou que c'est dû à un isolement géographique des deux espèces hôtes (Dick, 2007) sachant que les Murins infestés par ce parasite partagent le même gîte que les rhinolophes parasités

Le Streblide *B. flavipennis* quant à lui a été présent seulement chez le Grand Rhinolophe avec une prévalence de 18.18%. En effet, ce parasite était chez l'un de ses principaux hôtes, *B. flavipennis* est hautement spécifique des *Rhinolophidae* (**Tableau.21**).

C'est aussi le cas pour le Nycterbide *Ph. Biarticulatum* qui a été trouvé chez le Murin du Maghreb, le Grand et petit Rhinolophe et le Minioptère de Schreiber avec des taux élevés de prévalence. En effet, ce parasite été collectés chez ses principaux hôtes, ce qui indique une spécificité du parasite envers ses hôtes à l'exception du Murin ou il s'agirait dans ce cas d'un transfert latéral puisque les principaux hôtes de ce parasite (les Rhinolophes) partagent le même gîte que le Murin.

Les mêmes observations sont reportées *Cimex pipistrelli* chez l'un de ses hôtes exclusifs avec une prévalence de 20.32% contrairement à la Pipistrelle de Kuhl qui enregistre une prévalence de 7.14%. Cette différence pourrait s'expliquer en effet par le faible effort d'échantillonnage et donc le faible effectif de la Pipistrelle de Kuhl.

La nature et la spécificité de l'association parasitaire sont donc fortement influencées par l'écologie et l'éthologie de l'hôte et du parasite ([Poulin, 1998](#) ; [Bousslama, 2003](#)). Toutefois, plusieurs caractéristiques individuelles de l'hôte tel que la taille, le sexe et le stade de développement peuvent aussi influencer la distribution, l'abondance et la prévalence des espèces d'insectes ectoparasites de chiroptères ([Patterson et al., 2008](#) ; [Presley and Willig, 2008](#) ; [Attia Hili, 2015](#)).

# CHAPITRE V

---

*ETUDE DU SYSTEME TIQUE-CHIROPTERE (MODELE : IXODES  
VESPERTILIONIS – MYOTIS PUNICUS)*

---

## 1. Contexte & Objectifs

L'origine de la vie terrestre remontrait à quatre milliards d'années dans le milieu liquide. Si la conquête du milieu terrestre a été très longue, il est en revanche probable que dès le tout début, des êtres vivants ont été capables de se développer au sein d'un autre milieu nouvellement créé : les êtres vivants eux-mêmes (Combes, 1995). Le mode de vie parasitaire venait ainsi d'apparaître. Son succès n'allait jamais se démentir. On estime aujourd'hui que la moitié des organismes vivants sont des parasites (Price, 1980).

D'après Morel (1974) in Bouslama (2003), le parasitisme est le plus commun des modes de vie sur cette planète, impliquant des représentants des principaux taxons, depuis les plus simples organismes unicellulaires à des vertébrés complexes. Chaque espèce est potentiellement victime de plusieurs parasites : en conséquence, le nombre d'espèces parasites excède grandement le nombre d'espèces « autonomes ». Le parasitisme est donc omniprésent dans le monde vivant et c'est l'individu non parasité qui est l'exception. Ainsi, le maintien d'individus exempts de pathogènes nécessite un effort considérable. Cette omniprésence des parasites justifie à elle seule l'étude de leurs effets sur les systèmes naturels.

Comme l'indique Combes (1995) dans l'avant-propos de son ouvrage (Interactions durables), les parasites ont été sous étudiés en écologie et en évolution, ce qui est dû essentiellement à leur discrétion. Aujourd'hui, les travaux se multiplient alors faisant de l'étude des relations hôtes-parasites l'un des champs les plus dynamique de l'écologie et de la biologie évolutive (Bouslama et al., 2009). Ces travaux ont rapidement rejoint les préoccupations médicales et vétérinaires et se sont enrichies les uns les autres au point que les frontières sont difficiles à établir (Fromont, 1997 in Bouslama, 2003). Ce rapprochement a initialement fait exploser les connaissances en mettant en évidence le rôle de la dynamique, la génétique, la structure spatiale et sociale des hôtes, les caractéristiques de transmission, de multiplications et de virulence parasitaire (Bouslama, 2003).

L'importance de la prise en compte des aspects évolutifs et écologiques dans l'étude des systèmes hôtes-parasites est aujourd'hui reconnue jusque dans l'opinion publique notamment à cause du rôle primordial des activités humaines sur l'émergence de nombreuses maladies.

Lorsque l'on emploie les termes de "Diversité Biologique, Crise de Biodiversité et de Biologie de la conservation" des groupes nous viennent d'ordinaire à l'esprit : l'Avifaune, l'Herpétofaune et la Chiroptérofaune et ce à cause du fait que de nombreuses espèces appartenant à ses divers groupes ont été diagnostiquées subissant des déclin alarmant, des réductions de leur étendue et même de disparitions.

Les facteurs pouvant être responsables des régressions de cette faune varient de la destruction et de la dégradation des habitats, de la pollution et finalement aux maladies infectieuses dont la cause est principalement des parasites (Bousslama et al., 2009).

En Chiroptérologie, les relations parasitaires ont été mises en évidence dans plusieurs domaines comme dans celui de l'écologie, la biologie évolutive et comportementale ce qui est due en effet à l'éventail d'habitats que les chiroptères exploitent et ainsi a permis aux évolutionnistes d'aborder plusieurs domaines controversant (Bartonicka, 2008 ; Balvin et al., 2013 ; Postawa and Furman, 2014 ; Lucan et al., 2016).

Certaines études des systèmes chiroptère-parasite touchent à l'évolution de la virulence et de la sélection naturelle par diffusion de parasite puisque la controverse qu'on a suggérée est que les parasites influencent les décisions liées aux choix d'un ou d'une partenaire et qu'ils sont des agents dans la sélection sexuelle par diffusion de parasite (Obame-Nkoghe et al., 2016 ; Zarazwa-Garbajal et al., 2016 ; Webber and Willis, 2016). D'autres recherches abordent l'hypothèse que les parasites peuvent contrôler l'abondance des populations de chiroptères par le biais de mortalités causées par les parasites chez des hôtes fortement infectés (Linhares and Komeno, 2000 ; Borner et al., 2016).

Beaucoup d'espèces parasites sont récoltées chez un hôte particulier et seulement chez lui ; il existe un couple, espèce hôte, espèce parasite qui est à l'origine du concept de spécificité. En effet, de nombreux parasites et plus spécialement ces parasites « spécifiques » peuvent servir d'étiquette biologique et fournir des renseignements précieux sur les habitudes alimentaires et les modèles d'utilisation de l'habitat de leurs hôtes (Dick and Patterson, 2009).

Les informations fournies grâce aux parasites spécifiques sont particulièrement utiles en ce qui concerne les vertébrés nocturnes tel que les chiroptères. Ainsi les parasites sont précieux comme moyen pour retracer les relations de réseaux trophique et la

structure des réseaux trophiques, de même que pour témoigner de la biodiversité de leur habitat (Senevirante et al., 2009 ; Dick and Dittmar, 2014).

Notre objectif essentiel dans ce chapitre est d'enrichir les connaissances sur l'infestation d'une tique spécifique (Tique à longue pattes, *Ixodes vespertilionis*) chez une espèce de chiroptères endémique (Murin du Maghreb). Les informations qui en ressortent peuvent être utilisées pour projeter des stratégies de gestion pour soutenir les espèces protégées notamment le murin du Maghreb et ses lieux de prédilections et/ou servir pour d'autres études plus approfondies sur des relations parasitaires (Parasite-Chiroptère).

La caractérisation de cette infestation se fera en déterminant la structuration de la population hôte (sexe, âge) et ses caractéristiques morphométriques ainsi que celle de la population parasite (stases), on peut croire aussi qu'il existe des contraintes sélectives différentes entre des habitats contrastés et que celles-ci peuvent modifier l'ensemble de cette relation hôte-parasite. En utilisant des données issues d'habitats naturelle et superficiel, nous allons explorer la variabilité des prévalences et intensités parasitaire.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation générale de la zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans l'extrême Nord-Est de l'Algérie, au niveau du golfe d'Annaba et la wilaya d'El Tarf, cette dernière abrite le Parc National d'El Kala qui est l'un des plus grands parcs d'Algérie, il abrite le complexe de zone humide le plus important du pays.

#### 2.1.1. Présentation sommaire de Annaba

Annaba se localise aux latitudes (36°30) Nord et (37°30) Nord et les longitudes (07°20) Est et (08°40) Est, s'étendant sur une superficie de l'ordre de 1393,20km<sup>2</sup>. Elle est limitée par la mer méditerranée au Nord, à l'Est par la wilaya d'El Tarf, à l'Ouest par la wilaya de Skikda et au Sud par la wilaya de Guelma.

La ville s'élève au fond d'une baie ouverte à l'est sur le golfe d'Annaba, elle est dominée à l'ouest par la chaîne de montagne de l'Edough (1008 d'altitude). Annaba est également une métropole littorale dont la population dépasse 600 000 habitants, elle est la quatrième ville d'Algérie en nombre d'habitants après la capitale Alger, Oran et Constantine (**Figure.29**).

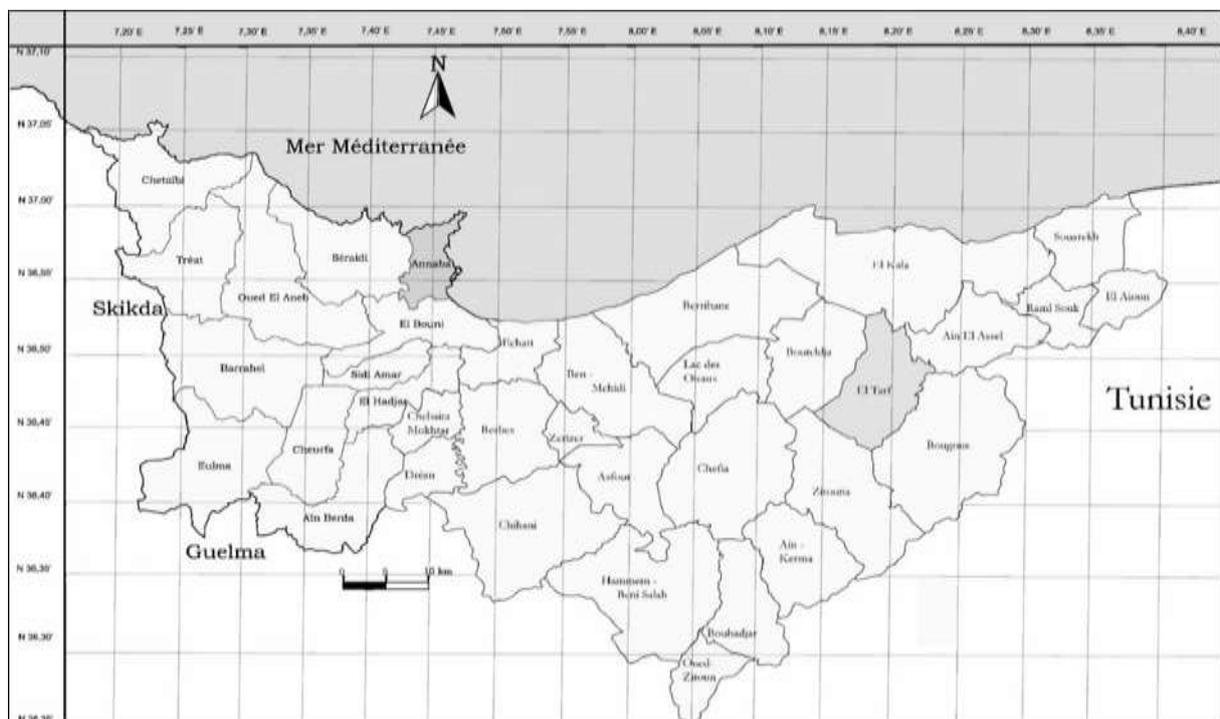


Figure (29). Carte représentatif de localisation et limites de la zone d'étude (Belabed, 2013).

### 2.1.1.1. Climat et Paramètres climatiques

Annaba bénéficie d'un climat méditerranéen. Elle est connue pour ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides, les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud de la mi-juillet à la mi-août. L'insolation est considérable en été avec un maximum de 356h en Juillet et un minimum de 98,9h en Décembre. Les précipitations sont rares en été et sont importantes en hiver avec un maximum de 136,16 mm en décembre et un minimum de 4,22 en juillet (Mejelekh and El Ganaoui, 2012 in Amoura 2014).

La ville d'Annaba présente dans son ensemble des traits de type méditerranéens avec des étages bioclimatiques subhumide et humide (**Figure.30**). Elle se caractérise par des températures douces en hiver, chaudes en été avec une température moyenne annuelle de 17,89°C, une température maximale moyenne annuelle de 23,78 °C et enfin une température minimale annuelle de 12,76°C et des précipitations abondantes, la pluviométrie annuelle est de 654,64mm. La rose des vents permet de mettre en évidence une direction dominante du vent de Nord-est-Sud-Ouest.

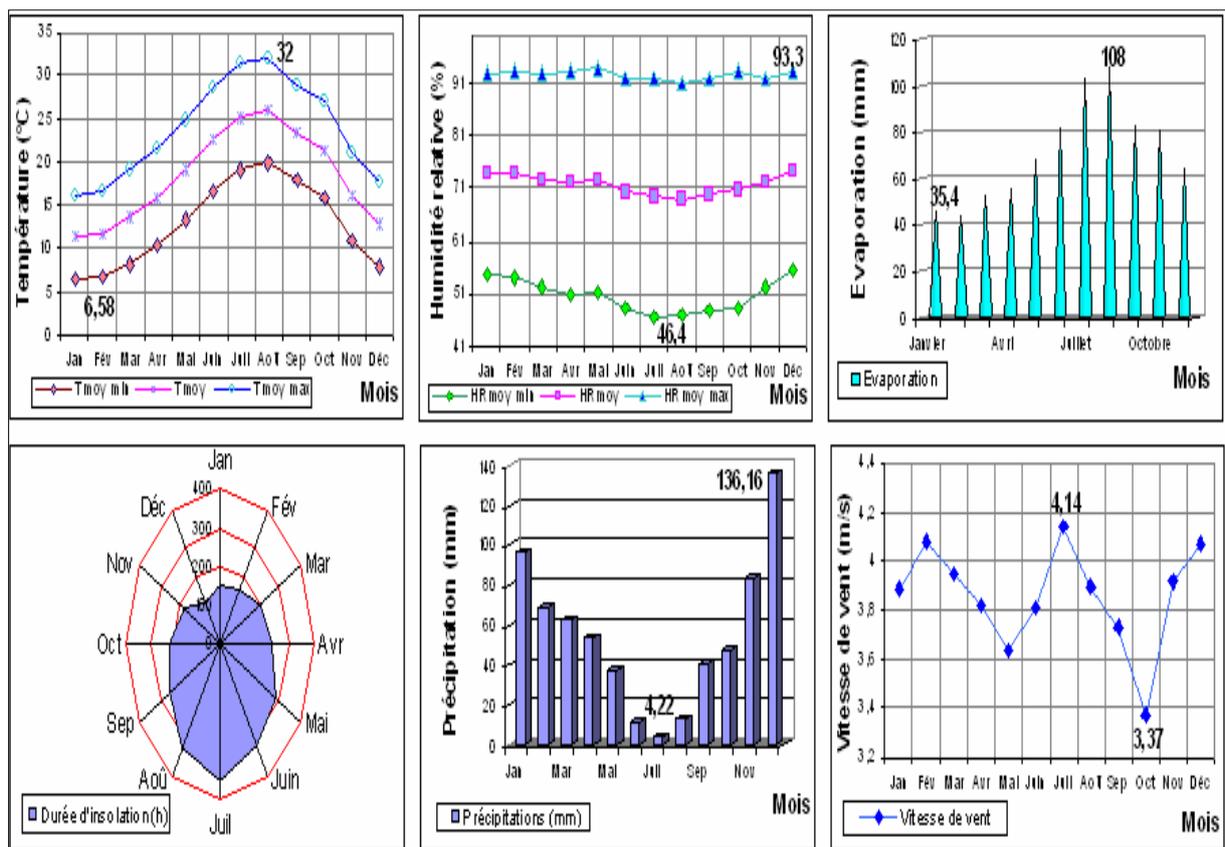


Figure (30). Interprétation des données météorologiques de la région de Annaba (Mejelekh and El Ganaoui, 2012).

## 2.1.2. Présentation sommaire d'El Tarf (Voir Partie II – Chapitre II)

### 2.1.3. Présentation des sites d'étude

Les infrastructures routières, les ruines et les grottes représentent des espaces favorables facilitant l'installation de quelques espèces de chiroptères dites chauves-souris Troglaphiles.

Le présent travail a été réalisé dans deux gîtes, le premier gîte est naturel (Grotte de Sidi Trad) et le second est artificiel ; Le tunnel du Trios (**Figure.31**).

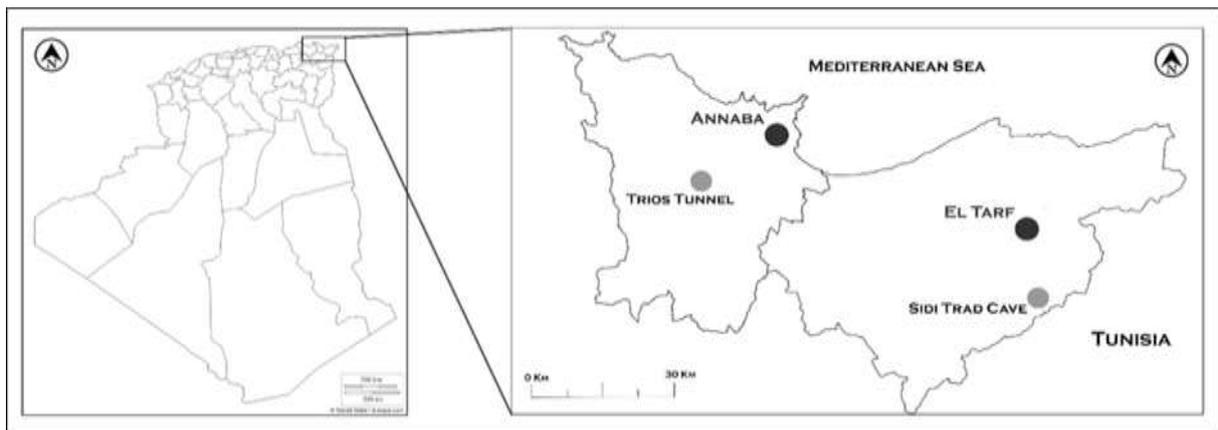


Figure (31). Carte représentant les sites d'étude (la grotte de sidi trad et le tunnel du Trios) (© Bendjedou, 2015).

#### 2.1.3.1. Premier site d'étude (La grotte de Sidi Tard - El Tarf)

Cette grotte se situe aux coordonnées suivantes :  $36^{\circ}18'7''54.38''N$   $7^{\circ}34'0.19''E$ . Elle est distante du centre de la commune de Bouahdjar de 10km et du complexe thermal de sidi Trad de 1200m, caractérisée par une strate arborée aux alentours constituée de chêne liège et recouvrement moyen qui ne dépasse pas 15 %. La strate buissonnante quant à elle, est constituée de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Genista ferox*, *Calycotome villosa* (**Figure.32a**).

#### 2.1.3.2. Deuxième site d'étude (Le Tunnel du Trios – Annaba)

Localisé selon les coordonnées suivantes :  $36^{\circ}50'682''N$  et  $7^{\circ}28.942''E$ . Selon les autochtones, ce tunnel date de la période coloniale (**Figure.32a**). Il se situe à 900 mètres en amont du village Ain Chouga (Commune de Berrahel). Il est entouré d'une formation forestière à oléastre (*Oléa* sp) et se caractérise par les dimensions suivantes : débouchée (50 cm de hauteur et 110cm de largeur), profondeur (90m).

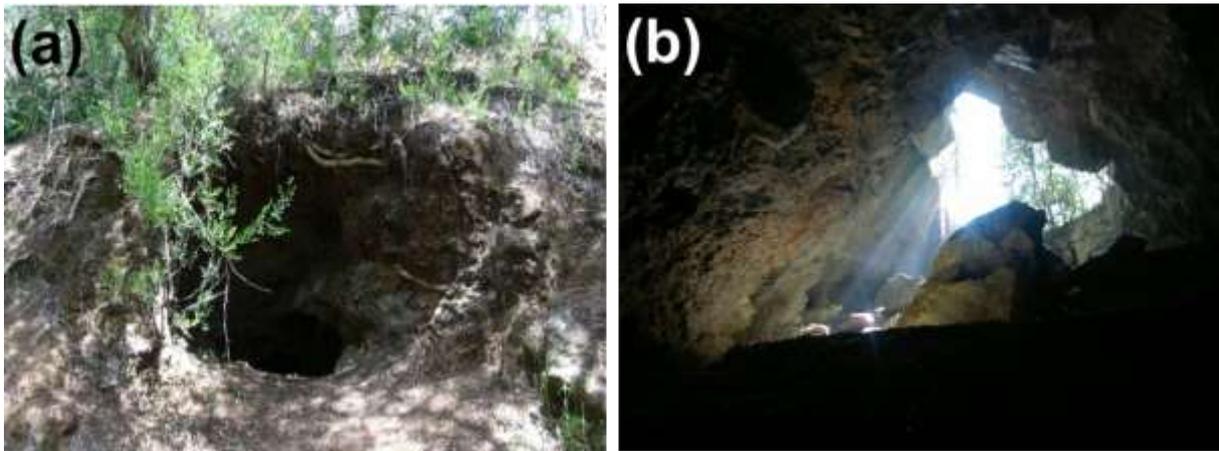


Figure (32). Photo des gîtes étudiés (a). Le tunnel du Trios (b). La grotte de Sidi Trad (© Bendjeddou and Metallaoui 2015).

## 2.2. Présentation des Modèles biologiques

### 2.2.1. Le modèle hôte (Le Murin du Maghreb)

#### 2.2.1.1. Caractères distinctifs

En 1977, Felten décrit une sous espèce du Petit murin qu'il appela *Myotis blythii punicus*. Seules des études sur le taux d'échange de gènes, par le détroit de Gibraltar, entre les populations de murins de grande taille ont montré que les murins d'Afrique du nord présentaient d'avantages de différences avec les deux espèces européennes. Depuis lors, le *punicus* de Felten a été reconnu comme étant une espèce (**Figure.33**).



Figure (33). Le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*, Felten 1977) (© Bendjeddou 2013).

Le Murin du Maghreb est grande chauve-souris au dos brun clair et au ventre gris-blanc très contrasté. Ses Oreilles sont remarquablement longues dont le bord antérieur

est fortement convexe. Le tragus quant à lui est caractérisé par un bord externe en arc régulier et sans point noir.

### 2.2.1.2. Répartition

La répartition de cette espèce est limitée aux îles de Sardaigne, Corse, Malte, Gozo et aux pays du Maghreb : Maroc, Algérie, Tunisie et Libye. Au Maroc, l'espèce est présente dans toute la région, du nord au nord Haut Atlas, en Algérie jusqu'à présent uniquement dans une bande de 100 à 200 km de large le long de la méditerranée et en Libye seulement dans le nord-ouest du pays (**Figure.34**).



Figure (34). Aire répartition du Murin du Maghreb (*Myotis punicus*, Felten 1977). (Javier Juste, Stéphane Aulagnier, Tony Hutson. 2007).

### 2.2.1.3. Habitat, gîte et comportement

Le Murin du Maghreb, chasse en terrain dégagé (pâturages, prairies) ou au-dessus de zones sans végétation, rarement en lisière de forêt. En Afrique du Nord, il chasse dans les semi-déserts. Les gîtes de mise bas actuellement connus sont exclusivement situés dans des grottes et peuvent comporter jusqu'à 1000 femelles, en général associées à d'autres espèces Troglaphiles : Rhinolophes, Minioptères et d'autres Murins. Les individus isolés fréquentent un grand nombre de gîtes : passages souterrains, ruines, toits, fissures de ponts et selon le rôle du gîte on peut distinguer plusieurs types d'abris (**Tableau.22**), utilisés comme quartier d'hiver, gîte diurnes réguliers (ou occasionnels), gîtes de maternités ou gîte d'accouplement.

Tableau (22). Différents gîtes adoptés par les Murins du Maghreb (Synthèse Bendjeddou et al. 2014).

Gîte artificiel	Gîte naturel
Tuiles Anciens, Bâtiments, Anciennes galeries des mines, Tunnel.	Grottes, Cavité, Parois des rochers.

#### 2.2.1.4. Reproduction

L'Accouplement commence principalement à partir du mois d'août, où les mâles s'isolent dans des crevas au plafond de la grotte, en y attirant jusqu'à 4 femelles constituant ainsi des Harems (Bueneux, 2004). Selon Dietz et al., (2009), au Maroc la première mise-bas est au plus tard Mi-Mai. Dans l'extrême nord-est Algérien, la mise-bas commence vers la fin avril (Observations personnelles).

#### 2.2.1.5. Mode de chasse

Explore à faible hauteur (<2m) les terrains fortement pâturés ou à maigre végétation. Proie ramassée au sol ou capturée en vol. Alimentation composée en majeure partie de sauterelles, criquets, grillons, coléoptères (Ténébrion géant, Scarabéidés) et papillons hétérocères (Sphinx, paons de nuit). Selon la saison, punaises, cigales et araignées peuvent aussi jouer un plus grand rôle.

#### 2.2.1.6. Migration

Le murin est sans doute une espèce sédentaire, un individu mâle bagué à Malte fut retrouvé dans un gîte à Gozo.

#### 2.2.1.7. Statut

Actuellement et selon la dernière classification de la liste rouge des espèces menacées, le Murin du Maghreb occupe le statut de données insuffisantes (Deficient Data) (UICN, 2012).

En Algérie, l'espèce est protégée par le décret présidentiel n° 213 du mois de Mai 2012, relative à la protection et la préservation des espèces de mammifères menacées de disparition.

## 2.2.2. Présentation du modèle parasite (La tique : Généralités)

### 2.2.2.1. Description des représentants des Ixodidae

Les tiques sont des arthropodes acariens, sous-classe (Acari), dont on connaît plus de 869 espèces et sous espèces dans le Monde, réparties en trois familles ([Camicas et al., 1998](#)). Les tiques dures possèdent des zones de tégument chitinisé dur. Ixodidae et Amblyommidae, sont les plus grandes des acariens (2-30 mm).

Les Argasidae, ont un tégument sans sclérisation qui leur vaut le nom de "tiques molles". Un seul représentant des *Nuttalliellidae* a été identifié, il appartient à une famille intermédiaire entre les deux précédentes ([Camicas et al., 1998](#)).

Leurs différences morphologiques avec les autres Acariens sont :

- La présence d'un rostre ou capitulum, dont la longueur varie selon les genres.
- Leur grande taille, par rapport aux acariens ; les adultes à jeun mesurent de 1,5-15 mm.
- L'existence d'une cuticule souple et extensible lors de la réplétion, en relation avec leur capacité alimentaire.

### 2.2.2.2. Description morphologique des tiques dures

D'après [Hoogstraal \(1956\)](#) in [Tiar \(2014\)](#), à l'avant le gnathosome ou capitulum : Il comprend la base du capitulum, pouvant prendre plusieurs formes, et un rostre, long ou large, qui regroupe les pièces buccales, lui-même composé de différents éléments. Les pièces buccales comprennent les pédipalpes qui ont une fonction sensitive, les chélicères, organes perforateurs, et un organe immobile médian et ventral, l'hypostome constitué de nombreuses dents incurvées qui permettent d'ancrer fermement la tique à la peau de son hôte (**Figure.35**).

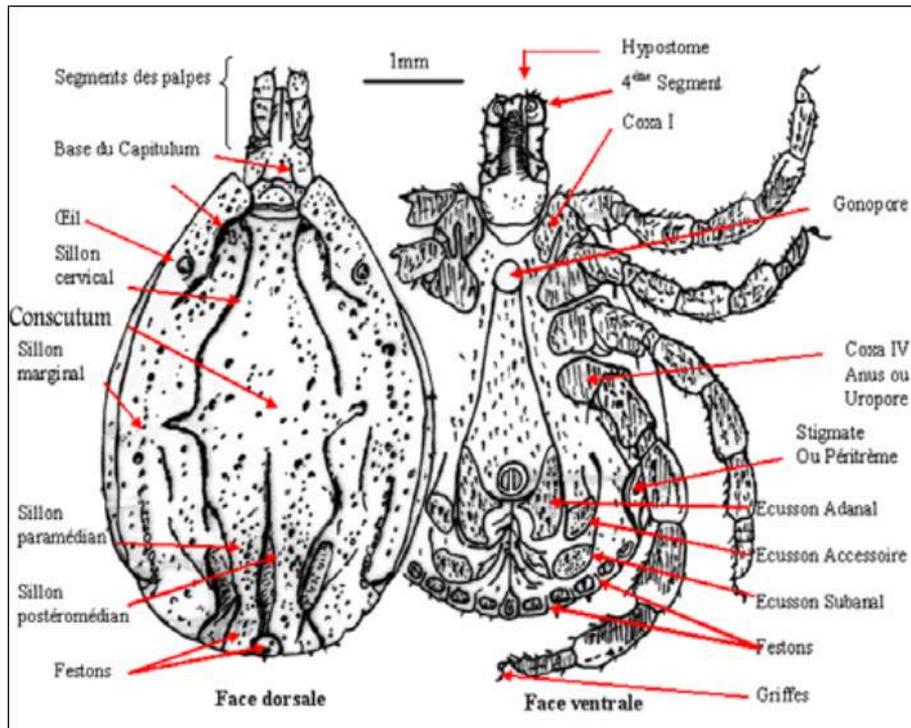


Figure (35). Morphologie externe d'un *Ixodina* mâle. (Meddour-Bouderda and Meddour, 2006 in Tiar, 2014).

### 2.2.2.3. Systématique des tiques

Les tiques appartiennent à la classe des Arachnides, à la sous-classe des Acariens et à l'ordre des Ixodida (**Tableau.21**).

Les considérations morphologiques et biologiques permettent de distinguer trois Familles (Hoogstral and Aeschlimann 1982 in Halos 2005) :

- Les *Argasidae* qui sont les tiques molles, caractérisée par un tégument mou. Elles prennent des repas courts mais fréquents. On en compte 177 espèces.
- Les *Ixodidae* qui sont les tiques dures, caractérisées par un tégument lisse avec de zones sclérifiées dures. Elles prennent des repas volumineux qui durent plusieurs jours, à raison d'un seul repas par stade. On en compte 694 espèces.
- Les *Nuttalliellidae*, présents seulement en Afrique, dont on a recensé un seul représentant.

Tableau (21). Classification des tiques selon Hoogstral and Aeschlimann (1982) in Halos (2005).

Embranchement	Sous-embanchement	Classe	Sous classe	Ordre	Familles	Sous familles	Genre
Arthropode	Chélicérate	Arachnide	Acarien	Ixodida	Argasidae	<i>Argasinae</i>	<i>Argas</i>
						<i>Ornithodorinae</i>	<i>Ornithodoros</i> <i>Otobius</i> <i>Antricola</i> <i>Nothoaspis</i>
						<i>Nuttalliellidae</i>	<i>Nuttalliellidae</i>
					Ixodidae	<i>Prostriata</i>	<i>Ixodes</i>
						<i>Metastriata</i>	<i>Amblyomma</i> <i>Aponomma</i>
							<i>Hyalomma</i>
							<i>Cosmiomma</i> <i>Dermacentor</i> <i>Rhipicentor</i> <i>Anomalhimalaya</i> <i>Nosomma</i> <i>Rhipicephalus</i> <i>Boophilus</i> <i>Margaropus</i> <i>Haemaphysalis</i>

#### 2.2.2.4. Cycle biologique des Ixodidae

Le cycle évolutif des Ixodidae se déroule en trois stases après l'éclosion, chacune d'elles présente des particularités morphologiques distinctives. De l'œuf naît une larve hexapode, éclos après une incubation d'environ un mois, et part en quête d'un hôte sur lequel elle se nourrira pendant quelques jours, avant de se détacher et de chercher une zone de mue pour se transformer en nymphe octopode. La nymphe, à son tour, s'alimentera sur un nouvel hôte, subira une mue et donnera un adulte mâle ou femelle. Ces derniers se rencontreront sur l'hôte pour s'alimenter et s'accoupler à la fois. La femelle, après copulation, devra se gorger pleinement de sang, ce qui lui permettra de pondre de 1000 à 20000 œufs, selon l'espèce et le sang ingéré, avant de se dessécher et de mourir (Halos, 2005 ; Richter et al., 2013 in Tiar, 2014).

Le cycle de vie d'un Ixodidae, se boucle entre 6 mois à 6 ans, avec une durée moyenne d'environ 2 à 3 ans (Halos, 2005). Cette variation de durée du cycle découle des conditions environnementales (la température, l'humidité relative, et la photopériode). Si les conditions climatiques ne sont pas favorables, la tique entre en diapause, un état caractérisé par une chute du métabolisme et un développement retardé (François, 2008 in Tiar, 2014).

### 2.2.2.5. Cycle parasitaire

Suivant le nombre d'hôtes nécessaires au cycle de développement, on distingue 3 types de cycles parasitaires (Halos, 2005) : les mono, di ou triphasiques. Dans les cycles monophasiques, tous les stades se succèdent sur un unique et même hôte vertébré. Dans les cycles diphasiques, les trois stades se déroulent sur deux hôtes : un premier hôte, où se développent la larve et la nymphe et un second, parasité par les adultes. Dans les cycles triphasiques, les trois stades évolutifs parasitent trois hôtes différents. Le type de cycle parasitaire est caractéristique de l'espèce de tique.

### 2.2.2.6. La recherche de l'hôte

Les tiques peuvent recevoir et identifier, par leur organe sensoriel «de Haller », des stimuli olfactifs (odeur de l'hôte, CO<sub>2</sub>, ammoniac, phénols, aromates), mécaniques (vibration, frottement), ou thermiques (chaleur dégagée), émis par leurs hôtes (Halos, 2005 ; François, 2008 in Tiar, 2014).

Pour les tiques exophiles, vivant dans des biotopes ouverts, il y a 2 stratégies de recherche d'hôtes (François, 2008 ; Socolovschi et al., 2008 in Tiar, 2014). La première est l'attente passive « ambush strategy » ; les tiques grimpent sur la végétation à une hauteur variable selon les espèces ou les stades ; elles y attendent le passage d'un hôte, leurs pattes antérieures relevées, pour s'y accrocher. La deuxième stratégie est l'attaque « hunter strategy » ; les tiques sortent de leur habitat et vont vers des hôtes qui sont à proximité et les attirent par les différents stimuli émis.

Par ailleurs, quelques espèces de tiques dures sont endophiles et présentent une troisième stratégie de recherche d'hôtes ; elles vivent dans des terriers ou des nids et attendent le retour de l'animal pour le piquer (Socolovschi et al., 2008).

### 2.2.3. Présentation de la tique à longues pattes (*Ixodes vespertilionis*)

*NB : les données concernant cette espèce sont rares et fragmentaires, nous nous limiterons pour ce modèle à une brève présentation suite à une compilation des tentatives de description des scientifiques ayant traité de ce parasite (Les critères morphologiques sont cités dans Arthur, 1956).*

La tique à longue pattes (*Ixodes vespertilionis*, Koch 1844) est une espèce dont les données sont rares et fragmentaires, elle fut décrite à plusieurs reprises (Nuttall et al. 1911 ; Pomerantzev, 1950 ; Hornok et al., 2016 in Bendjeddou et al., 2016).

Cette espèce vit sur les parois et coupoles des gîtes troglodytes et présente une large aire de distribution, d'Europe, Afrique jusqu'en Asie (Arthur, 1956 ; Hoogstraal, 1956, Kolonin, 2007 ; Ševčík et al., 2010). Ce parasite est troglophile et est hautement spécifique aux chiroptères du Genre *Rhinolophus* et *Myotis* (Arthur, 1956 ; Beaucournu, 1966 ; Dusbabeck, 1963) (Figure.36).



Figure (36). La tique a longue pattes (*Ixodes vespertilionis*, koch 1844) (© Université de Bristol. 2016).

## 2.3. Méthodologie

### 2.3.1. Technique de capture

La capture des chauves-souris a été effectuée suivant deux méthodes : la première à l'aide d'un filet à poisson pour capturer les spécimens en activité, dans leurs gîtes. La deuxième méthode quant à elle, consiste à capturer directement (par main) les individus et ce pendant la période de repos.

Ainsi tout individu capturé est mesuré puis relâché (Helman et al., 1986 ; Huston et al., 2004 ; Finnemore et al., 2004).

### 2.3.2. Paramètre morphométriques

- La pesé ; à l'aide d'un Pesola (en gramme (50g)).
- La longueur du 3<sup>em</sup>, 5<sup>em</sup> doigt et celle de l'avant-bras et ce à l'aide d'un pied à coulisse numérique.

### 2.3.3. Structure de la population hôte (sexe-ratio)

Est le rapport entre le nombre de mâles et le nombre de femelles dans une population.

Elle est calculée par la formule suivante :

$$S. R = \frac{\text{Nombre de Mâles}}{\text{Nombre de femelles}}$$

#### 2.3.3.1. Détermination du sexe et estimation de l'âge

Ce travail concerne les spécimens ayant atteint un stade de maturité (Jeune de l'année) et sur des femelles non gestantes et non allaitantes (Directives d'Eurobtas), dans ce sens la détermination du stade maturité et du statut reproductif des individus capturés est investigué avant toute manipulation et ce en se basant sur le principale critère qui est l'articulation du 4<sup>eme</sup> et 5<sup>eme</sup> doigt chez les deux sexes et la vérification des mamelles et la forme du ventre chez les femelles si la capture s'est faite pendant la période de reproduction ou mise bas. Ceci nécessite en effet, un bon éclairage de l'aile dépliée par le dessous tout en observant et vérifiant la présence d'un vide clair cartilagineux pour les juvéniles ou d'une articulation arrondit chez les adultes (Figure.37 a et b).

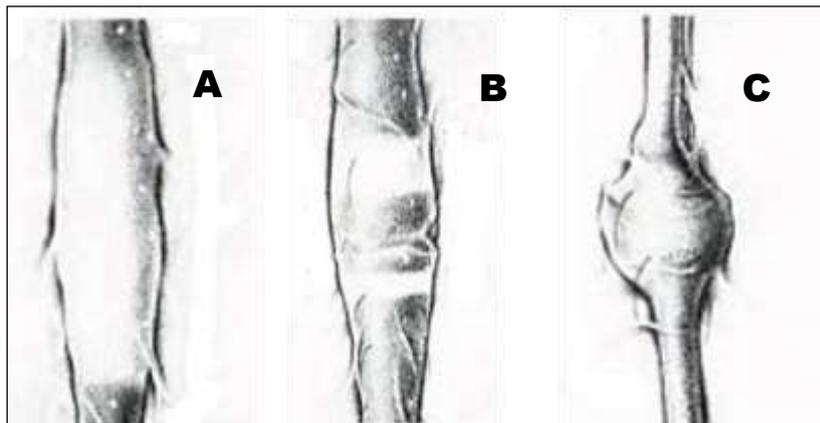


Figure (37a). Détermination du stade de maturité d'une chauve-souris (A : stade juvénile. B : stade sub-adulte. C : stade adulte.) D'après Rossini and Wilkinson (2009).

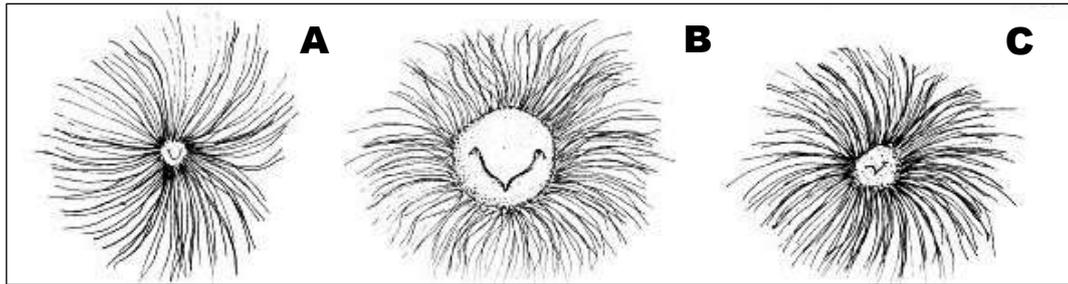


Figure (37b). Détermination du statut reproductif chez les femelles (A : stade juvénile. B : stade sub-adulte. C : stade adulte.) D'après Rossini and Wilkinson (2009).

#### 2.3.4. Collecte et conservation des tiques

L'examen individuel minutieux des spécimens capturés nous a permis de récolter la totalité des tiques qui étaient fixées sur leur corps. Les tiques ont été immédiatement conservées dans des tubes contenant de l'éthanol à 70%. Les tubes ont été étiquetés en mentionnant la date, le site et le code de la chauve-souris. Les spécimens déparasités ont été relâchés immédiatement sur le lieu de capture.

#### 2.3.5. Identification des tiques

Les tiques ont été spécifiquement déterminées au laboratoire sous stéréoscope, en se référant aux critères morphologiques cités dans [Arthur \(1956\)](#).

### 2.4. Traitement des données

Toutes les mesures prises sur terrain concernant les paramètres morphométriques des Murins ont fait l'objet de trois mesures distinctes et successives afin de minimiser l'erreur humaine, nous avons calculé la moyenne et l'écart-type pour chaque paramètre grâce aux statistiques élémentaires en utilisant le *Microsoft Excel 2016*.

Le test "t" de Fisher et Student a été utilisé pour comparer les moyennes des paramètres morphométriques des deux sexes chez la population de Murins.

#### 2.4.1. Indices parasitaires

Afin de quantifier les tiques, plusieurs indices parasitaires ont été calculés, à savoir :

- **La prévalence (Pr)** : C'est le nombre des individus parasités (nP) sur le nombre des individus examinés (N).  $Pr = nP / N \times 100$ .
- **Intensité parasitaire moyenne (I moy %)** : C'est le rapport de la somme d'une espèce parasite (n) sur le nombre des spécimens infestés (nP).  $I \% = \sum n / nP$ .

- **Abondance ou charge parasitaire (individuelle ou populationnelle)** : C'est la somme individuelle ou totale d'une espèce parasite.

#### 2.4.2. Analyse statistiques

Le Modèle Linéaire Général (GLM) Statistica V.08 a été utilisé pour mettre au claire les corrélations existantes entre le taux d'infestation et l'abondance du parasite et les facteurs influençant ces derniers.

### 3. Résultats & Discussion

#### 3.1. Structure de la population du Murin du Maghreb dans la région d'étude

Durant notre période d'étude, nous avons capturé 474 murins (N=474) répartis sur deux sites d'études formant ainsi deux populations distinctes : premier site représenté par la Grotte de Sidi Trad (wilaya d'El Tarf) avec 205 individus dont 84 mâles et 121 femelles ; et second site est le Tunnel du Trios (wilaya d'Annaba) avec 269 individus capturés dont 112 mâles et 157 femelles.

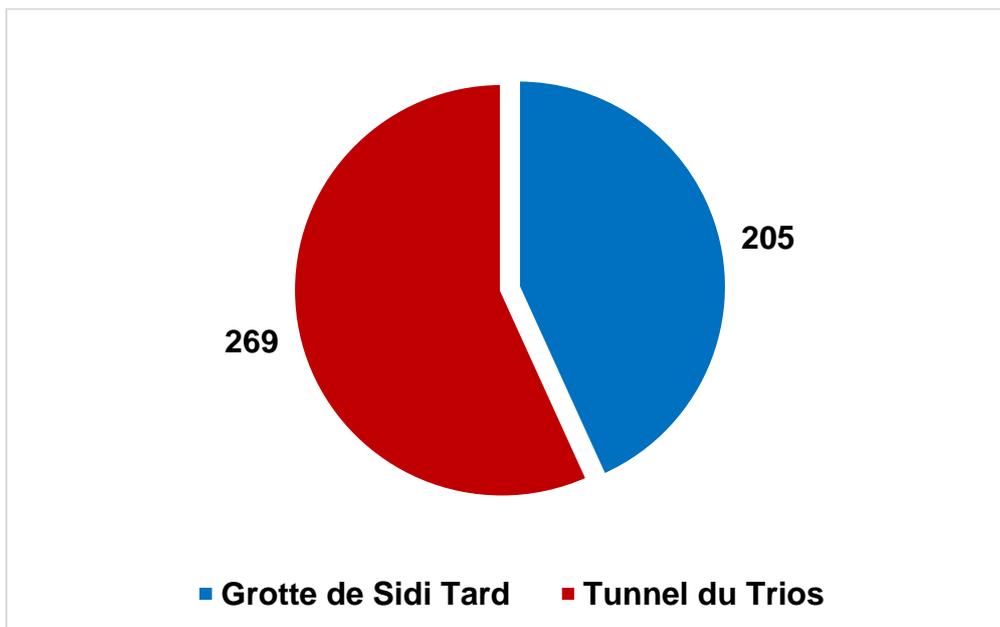


Figure (38). Répartition de l'effort d'échantillonnage dans la région d'étude (N=474).

##### 3.1.1. Structure de la population par sexe (Sex-Ratio)

Le sex-ratio du Murin du Maghreb dans la région d'étude est de l'ordre de 0.618. En effet, durant notre période d'étude au total 196 mâles et 278 femelles ont été capturés. Les deux populations de Murin sont constituées essentiellement d'adultes, chacune présente un pourcentage d'un minimum de 58% de l'échantillonnage global (Figure. 39).

Par ailleurs, on note que les pourcentages des juvéniles capturés de cette espèce est de l'ordre de 15%, 7%, 6% et 7%, respectivement à El Kala, Djelfa, Aflou et Laghouat. Sur l'ensemble des individus collectés les mâles ont représenté 40%, les femelles 50% et les juvéniles 10% des individus capturés.

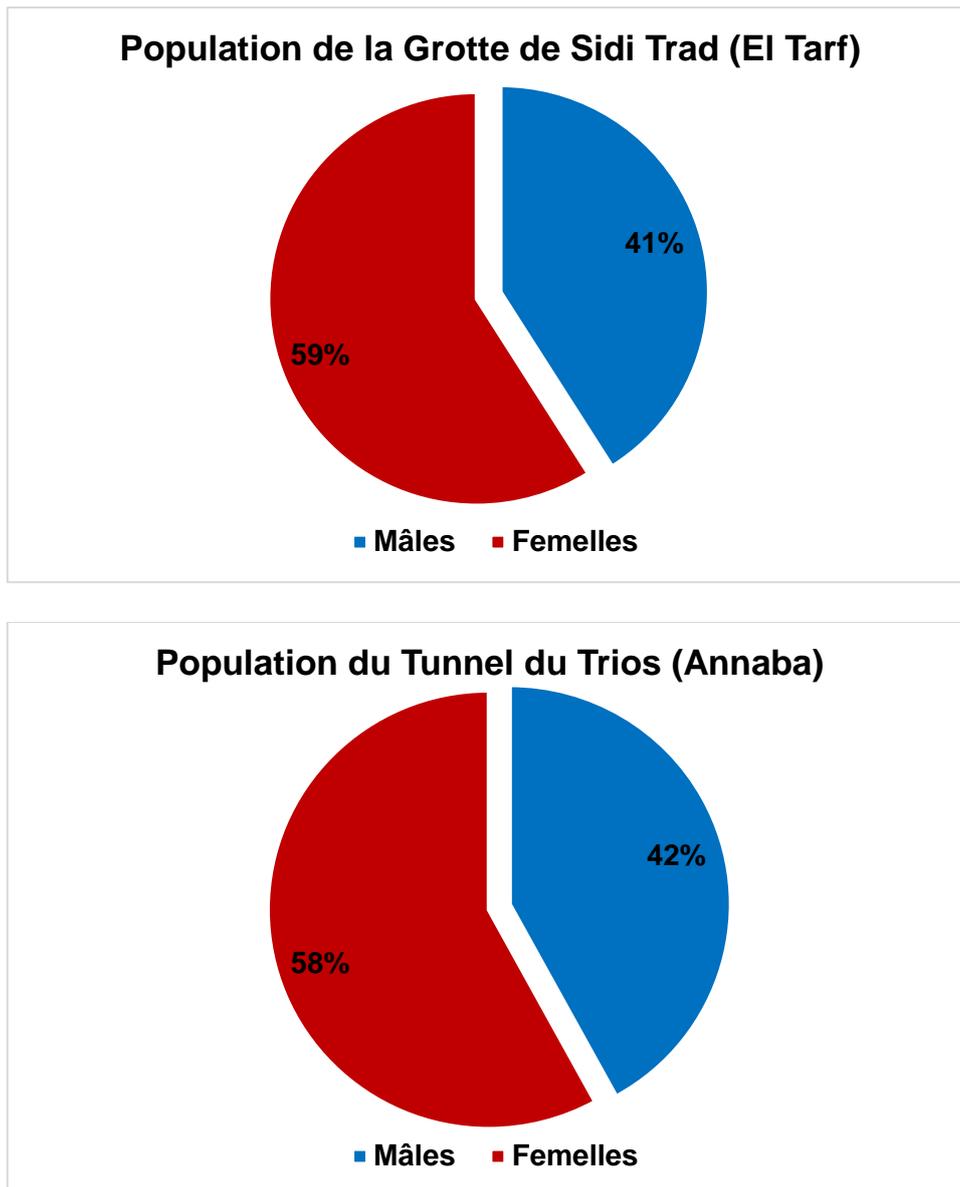


Figure (39). Rapport générale mâles/femelles chez les deux populations du Murin du Maghreb dans la région d'étude.

En ce qui concerne les sites d'étude respectivement pour la grotte de Sidi Trad et le Tunnel du Trios, le sex-ratio des deux populations sont de l'ordre de (0.693) et (0.714). Dans le premier site 121 femelles et seulement 84 mâles ont été capturés, dans le deuxième site 157 femelles et 112 mâles ont pu être capturés (**Tableau.24**).

Tableau (24). Sex-ratio de la population du Murin du Maghreb dans la région et site d'étude (N=474).

Site	Mâles	Femelles	Total	Sex-Ratio
<b>Grotte de Sidi Tard</b>	84	121	205	0.693
<b>Tunnel du Trios</b>	112	157	269	0.714
<b>Total</b>	196	278	474	0.618

### 3.1.2. Structure de la population par Age

Pour la région étudiée, trois classes d'âge sont identifiées : la classe d'âge des adultes représentée par les mâles et les femelles, les Sub-adultes et les juvéniles.

La Figure (40), illustre la pyramide des âges des deux populations dans les sites étudiés. Nous remarquons que la classe d'âge adulte est la plus importante avec une densité plus marquée pour le Tunnel du Trios. Les stades sub-adulte et juvénile sont représentés par de faibles effectifs.

L'analyse détaillée de la distribution d'âge selon les sites d'étude et le sexe fait apparaître les groupes suivants :

- Les individus de classe adulte constituent 81% des deux populations. Cette fréquence est répartie en 57% pour le Tunnel du Trios et 43% pour la Grotte de Sidi Trad. On note que la classe adulte est représentée ici par 59% de femelles et 41% de mâles (Figure.40 et 41).

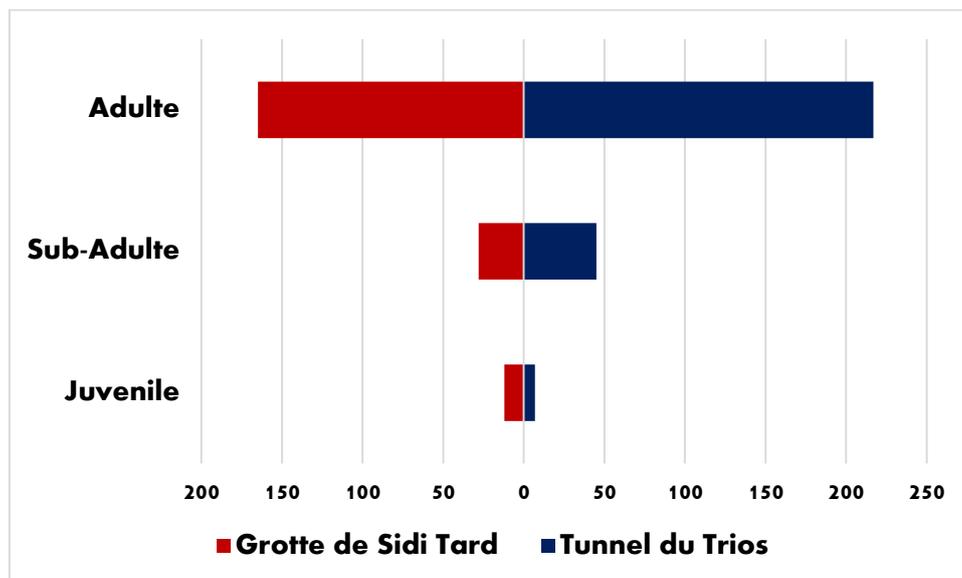


Figure (40). Structure de la population par âge dans les deux sites d'étude (N=474).

- Les individus de classe sub-adulte est représentée par une fréquence de 66% de femelles et 44% mâles recouvrant un totale de 15% (73 individus) par apport à la population de murin de la région d'étude. Cette dernière est constituée de 38 et 62% pour respectivement la grotte de Sidi Trad et le Tunnel du Trios.

- Les juvéniles de la population de murin sont représentés par une faible proportion (04%), majoritairement de femelles et sont repartis en 03% dans la population de la grotte de Sidi Trad et 01% pour le Tunnel du Trios (**Figure.41**)

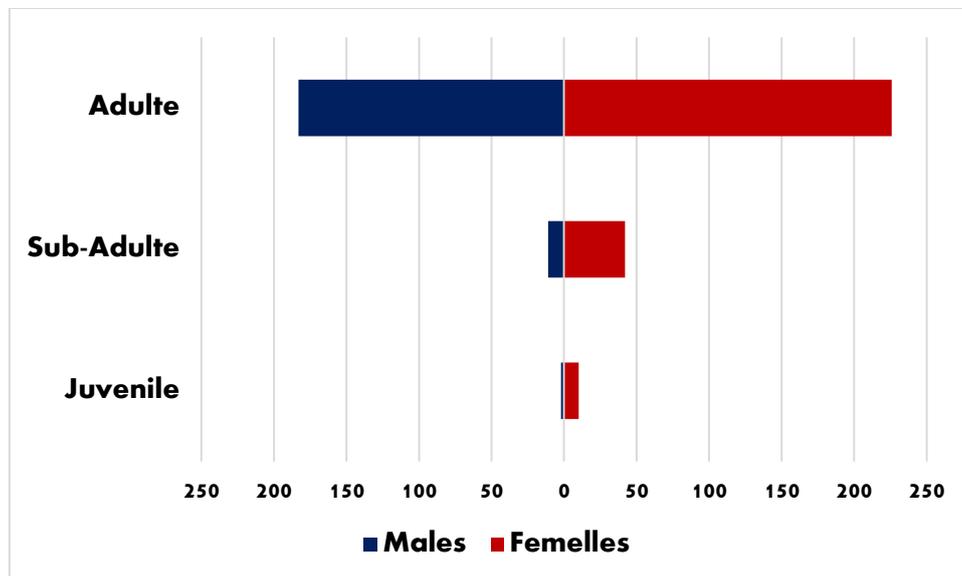


Figure (41). Structure de la population par âge pour les deux sexes dans la région d'étude (N=474).

### 3.1.3. Caractéristiques morphométriques de la population

L'analyse des données récoltées pendant la période d'étude nous a permis d'une part, de vérifier l'existence d'un dimorphisme sexuel chez l'espèce locale et d'autre part, de comparer les caractéristiques morphométriques de cette espèce avec celle d'autres régions méditerranéennes (Corse et Sardaigne).

Le Tableau (25) représente les moyennes des différents paramètres morphométriques (poids, avant-bras, longueur du 3<sup>ème</sup> doigt et la longueur du 5<sup>ème</sup> doigt) effectuées sur des individus de sexe confondus capturés sur les 02 sites d'études (N=120).

Tableau (25). Paramètres morphométriques mesurés chez la population de Murin dans la région d'étude (N=120).

Paramètres	Mâles (N=60)		Femelles (N=60)		Population (N=120)	
	Moyenne	Min-Max	Moyenne	Min-Max	Moyenne	Min-Max
Poids (g)	23.9	19.5-25.9	27.1	20.0-28.1	25.5	19.5-28.1
Avant-bras (mm)	60.7	56.6-63.9	63.9	59.3-65.1	62.3	56.6-65.1
L 3 <sup>èm</sup> D (mm)	98.2	92.5-102.4	100.2	95.5-103	99.1	92.6-103
L 5 <sup>èm</sup> D (mm)	75.3	70.1-80.2	77.2	70.1	76.2	70.1-80.5

### 3.1.3.1. Masse corporelle

Le poids des murins dans la région d'étude varie entre 19.5 et 28.1g avec une moyenne de 25.5g. Les femelles sont plus grandes que les mâles avec un poids moyen de 27.1g, ce dernier varie de 20.0 à 28.1g, alors que chez les mâles, il varie de 19.5 à 25.9 grammes avec une moyenne de 23.9 grammes (**Figure.41**).

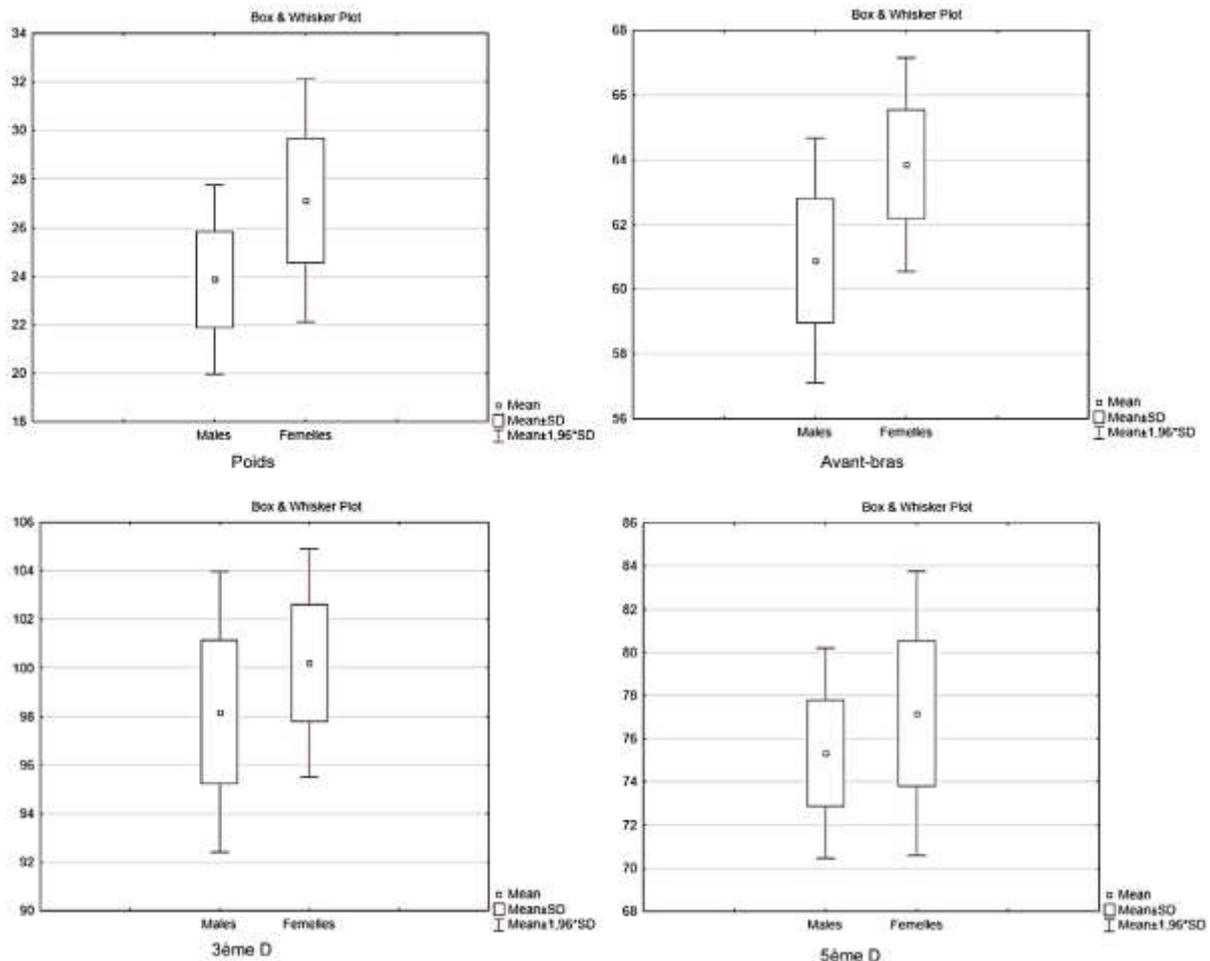


Figure (42). Boite a moustaches illustrant les moyennes et écart types du poids, l'avant-bras, le 3<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> doigt de la population de Murin (N=120).

### 3.1.3.2. Mesure de l'avant-bras

La longueur de l'avant-bras des Murins du Maghreb dans la région d'étude est d'une moyenne de 62.3mm, elle varie entre 56.6 à 65.1mm. Pour les mâles ce paramètre varie de 56.6 à 63.9mm avec une moyenne de 60.7mm alors que chez les femelles elle est d'une moyenne de 63.9mm pour un minimum enregistré de 59.3mm et 65.1mm de mesure maximale.

### 3.1.3.3. Mesure du 3<sup>ème</sup> doigt

La mesure du 3<sup>ème</sup> doigt des murins est plus imposant chez les femelles que chez les mâles comme démontré dans le Tableau (25). En effet, la longueur de ce doigt chez les femelles est de 100.2mm, il varie de 95.5 à 103.0mm. Chez les mâles par contre il est d'une moyenne de 98.2mm et varie de 92.5 à 102.4mm. Pour l'ensemble de la population de sexe confondues, le 3<sup>èm</sup> doigt est d'une moyenne de 99.1 mm et varie de 92.6 à 103.0mm.

### 3.1.3.4. Mesure du 5<sup>ème</sup> doigt

Le 5<sup>ème</sup> doigt des Murins du Maghreb mâles et femelles (N=120) est d'une moyenne de 76.2mm. Il varie de 70.1 à 80.5mm. Les femelles ont en moyenne 77.2mm de longueur, il varie de 70.1 à 80.5mm. Les mâles quant à eux sont moins imposants pour ce paramètre morphométrique, il est d'une moyenne de 75.3mm avec un respectivement un minimal et maximal de l'ordre de 70.1 et 80.2mm.

### 3.1.4. Paramètres morphométrique inter-sex

Chez le Murin du Maghreb, on a observé une différence significative entre les mâles et les femelles et ce pour les deux variables poids (Test t de Student :  $t = -3,188$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,005$ ) et avant-bras (Test t de Student :  $t = -3,668$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,0018$ ).

La longueur du 3<sup>ème</sup> et du 5<sup>ème</sup> doigt quant à eux n'ont manifesté aucune différence significative entre les mâles et les femelles (test t de Student :  $t = -1,673$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,112$ ) (test t de Student :  $t = -1,386$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,183$ ) respectivement (Tableau.26).

Tableau (26). Paramètres biométriques inter-sex de la population de Murin.

	♂ mean	♀ mean	t-value	df	P
<b>Poids</b>	23.9	27.1	-3,187	18	0,005
<b>Avant-bras</b>	60.7	63.9	-3,667	18	0,001
<b>3<sup>ème</sup> doigt</b>	98.2	100.2	-1,673	18	0.560
<b>5<sup>ème</sup> doigt</b>	75.3	77.2	-1,386	18	0,182

Le Murin du Maghreb, en tant qu'espèce, a été formellement identifié en 2000 (auparavant assimilé au Grand Murin ou au Petit Murin). Cette chauve-souris est présente essentiellement en Afrique du Nord, en Sardaigne, à Malte et en Corse (Dietz

et al., 2009). Nouvellement décrite, de nombreuses informations restent encore manquantes.

Faisant partie de la famille des Vespertilionidés, cette espèce est bien ré pondue dans son aire de répartition ; elle présente une affinité pour les habitats naturels bien qu'un grand nombre d'individus isolés fréquentent des gîtes artificiels en s'associant à d'autres espèces Troglaphiles (Gaisler, 1983 ; 1984 ; Gaisler & Kowalski, 1986 ; Bendjeddou et al., 2014).

Les deux gîtes étudiés ont été utilisés par les Murins durant toute l'année (Observations personnelles). La présence des sub-adultes et des juvéniles dans ces deux gîtes peut s'expliquer par le fait que ces derniers sont des gîtes de mise-bas et de sevrage des nouveaux nés. Des observations similaires ont été reportées en Corse et au Maroc (Kahman and Goerner, 1956 ; Brosset, 1960).

L'analyse des paramètres morphométriques des Murins a montré qu'il existe une différence chez les deux sexes. En effet, les femelles sont plus grandes que les mâles (Test t de Student :  $t = -3,188$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,005$ ) et ont un avant-bras plus important (Test t de Student :  $t = -3,668$  ;  $ddl = 18$  ;  $p = 0,0018$ ). L'interprétation de ces différences pourrait être assimilée aux contraintes liées à la mise bas et au sevrage, la femelle étant porteuse, des parties de son corps sont développées pour permettre une meilleure préhension du nouveau-né (Taak, 2004 ; Wermundsen, 2004). Un dimorphisme sexuel est aussi reporté chez les Murins de Corse, les femelles ont en effet, certaines parties des ailes plus développées que chez les mâles (Beuneux, 2004). Ces résultats coïncident avec celles trouvés dans la présente étude.

## **3.2. Structure de la population parasite**

### **3.2.1. Quantification de la tique dans la région d'étude**

L'ensemble des tiques collectées durant la période d'étude appartiennent à une seule espèce qui est *Ixodes vespertilionis*. Nos échantillons se composent de trois stases, à savoir ; larve, nymphe et adulte (mâle et femelle).

Au total, 185 tiques ont été collectées à partir de 176 murins durant la période d'étude. Les stases adultes ont représenté seulement 04% du nombre globale des stases, contre 98% des stases immatures, qui sont largement dominées par les larves (58%).

En effet, les nymphes enregistrent d'une fréquence de près de 38% du nombre global des stases pré-imaginale (Figure.43).

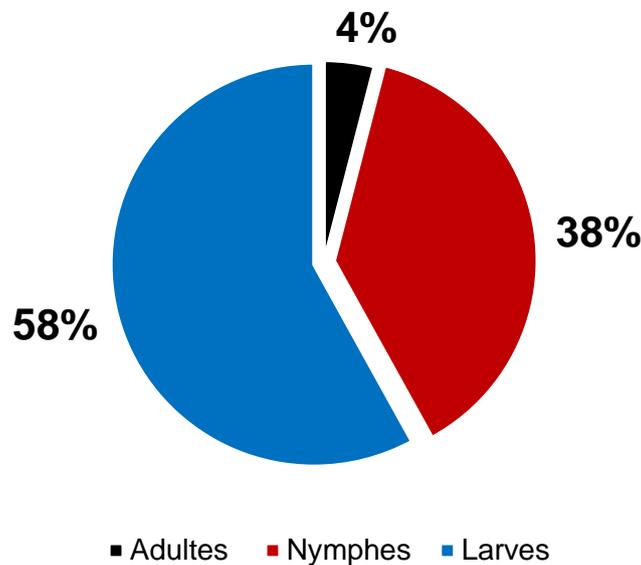


Figure (43). Fréquence des stases d'*Ixodes vespertilionis* chez le Murin du Maghreb (N=185).

Les trois stases sont enregistrées chez la population hôte de la Grotte de Sidi Trad. Le stade larvaire de la tique est le plus important du point de vue abondance et ce à raison de 62%, suivi de 35% pour le stade nymphal et seulement 03% d'adultes. Pour le second gîte, le Tunnel du Trios, aucune tique adulte n'est enregistrée. En effet, les stases pré-imaginale sont équitablement répartis avec 50% pour chaque stase (Tableau.27).

Tableau (27). Quantification de la tique dans les deux sites d'études.

Stases	Grotte de Sidi Tard N (F%)	Tunnel du Trios N (F%)
Larves	62%	50%
Nymphes	35%	50%
Adultes	03%	00%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### 3.2.1.1. Quantification de la tique selon le sexe de l'hôte

Chez le Murin du Maghreb, ce sont les femelles qui enregistrent un taux élevé d'infestation (25%) pour seulement (12%) chez les mâles. La Grotte de Sidi Trad comptabilise 22 mâles et 48 femelles infestées, le Tunnel du Trios quant à lui enregistre 39 mâles et 67 femelles infestés (Tableau.28).

Tableau (28). Infestation des mâles et femelles chez le Murin du Maghreb dans la région d'étude (N=474).

Site	N Population	N Mâles Infestés	N Femelles Infestées
Grotte de Sidi Tard	269	22	48
Tunnel du Trios	205	39	67
<b>Total</b>	<b>474</b>	<b>61</b>	<b>115</b>

### 3.2.2. Typologie d'infestation parasitaire

Les parasites récoltés se trouvaient sur les individus à plusieurs endroits, de ce fait une typologie parasitaire s'est imposée pour avoir une idée plus claire sur la répartition de cette tique sur nos hôtes. Plusieurs sites potentiels ont été vérifiés et déparasités, à savoir : le museau, le tragus, le dos et le ventre. Les fréquences obtenues sont mentionnées dans le Tableau (29).

Tableau (29). Typologie parasitaire totale des chauves-souris.

	Museau (F%)	Tragus (F%)	Dos (F%)	Ventre (F%)
<b>Males (N=61)</b>	05%	95%	00%	00%
<b>Femelles (N=115)</b>	03%	81%	16%	01%
<b>Population (N=176)</b>	27%	67%	05%	01%

Chez les mâles, la tique est retrouvée majoritairement sur le tragus et ce à raison de 95% contre 5% seulement sur le museau chez l'hôte. C'est aussi le cas chez les femelles avec un taux de 81% sur le tragus. La face dorsale quant à elle est infestée à raison de 16%. Le museau et le ventre des individus hôtes sont les moins infestés avec respectivement un taux de 03% et 01%.

Globalement chez la population hôte, le taux d'infestation a été calculé à raison de 67% pour le tragus. Le museau, le dos et la face ventrale enregistrent respectivement les taux suivants : 27%, 05% et 01%.

### 3.2.3. Exploitation des données par indices parasitaire

Les résultats de calcul des indices parasitaires montrent que le Tunnel du Trios est le gîte le plus prévalent avec un taux d'infestation de 51.71%, cependant, la grotte de Sidi Trad enregistre un taux de 21.02% avec une intensité moyenne plus élevée de l'ordre 2.64 par rapport au Tunnel du Trios (**Tableau.30**).

D'autre part, nous remarquons un taux d'infestation parasitaire important chez les femelles (52.61%) comparativement aux mâles dont le taux est de 36.094%. L'intensité moyenne de l'infestation quant à elle est plus imposante chez les mâles que les femelles (**Tableau.30**).

Du point de vu âge des hôtes, les jeunes de l'année sont prévalent par la tique et ce à 100%, l'intensité moyenne d'infestation et l'abondance parasitaire chez les jeunes sont les plus élevés enregistrant une valeur de 9.733. Viennent par la suite les sub-adultes de la population enregistrant un taux de prévalence de 93.150% avec une intensité moyenne de 2.720 et une abondance de 2.531. Les Murins adultes quant à eux sont le moins prévalent de la population avec une fréquence de 23.298% pour une abondance de 2.078 et une faible abondance de 0.484 (**Tabelau.30**).

Tableau (30). Prévalence, abondance et intensité moyenne des ectoparasites pour chaque espèce hôte.

	N	NP	P%	IM	A
<b>Grotte Sidi Tard</b>	269	70	26.022	2.642	0.687
<b>Tunnel du Trios</b>	205	106	51.707	1.745	0.902
<b>Mâles</b>	196	61	36.094	3.032	0.943
<b>Femelles</b>	278	151	52.612	1.225	0.665
<b>Juvénile</b>	19	19	100	9.733	9.733
<b>Sub-adulte</b>	73	68	93.150	2.720	2.531
<b>Adulte</b>	382	89	23.298	2.078	0.484

### 3.2.4. Activité saisonnière de la tique dans la région d'étude

La Figure (44) illustre l'activité saisonnière d'*Ixodes vespertilionis* chez les Murins du Tunnel du Trios. Nous remarquons qu'aucune tique adulte n'est détectée au sein de cette population. La stase larvaire enregistre de faibles effectifs durant les mois d'Avril, mai et Juin, à partir de ce dernier, une augmentation est notée durant les mois suivants jusqu'à ce qu'elle atteigne un pic durant le mois de Novembre.

Par ailleurs, les nymphes enregistrent leurs pics durant les premiers mois de cette étude et manifestent par la suite une régression (durant les mois de Juin et Juillet). Aucune nymphe n'est prélevée durant le mois d'Aout, l'activité reprend par la suite en enregistrant de faibles effectifs durant les trois (03) derniers mois (**Figure.44**).

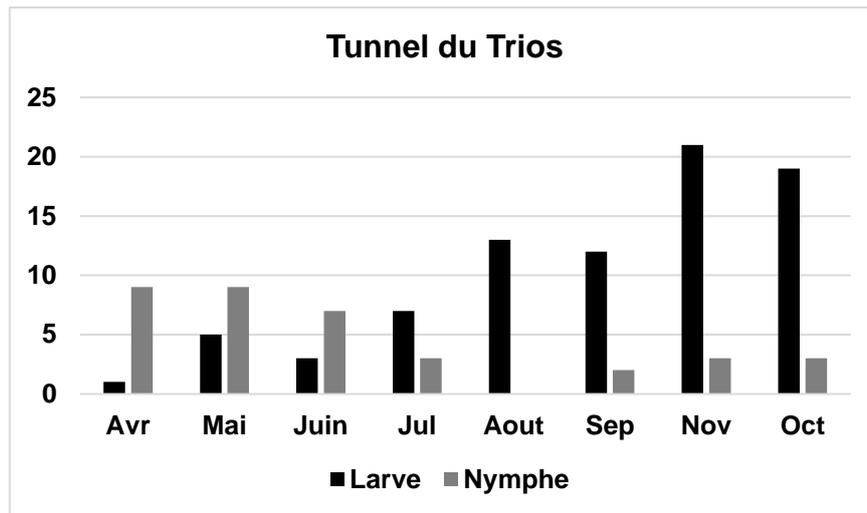


Figure (44). Activité saisonnière de la tique chez le Murin du Maghreb dans le Tunnel du Trios.

Au niveau de la Grotte de Sidi Trad, une activité des trois stases de la tique à longue patte est notée. En effet, une évolution des effectifs est enregistrée à partir d'Avril pour atteindre un pic durant le mois de Juillet et diminue pour le mois qui suit. Des fluctuations sont enregistrées durant les mois restant avec un second pic d'activité pour le mois d'Octobre. L'infestation des nymphes quant à elle manifeste un pic durant Avril et Mai et diminue progressivement pour reprendre et se stabilise durant le mois d'Aout, Septembre et Novembre (**Figure.45**).

Contrairement au Tunnel du Trios, la Grotte de Sidi Trad est le gîte où une activité de tique adultes se manifeste. En effet, ce stade est prélevé durant les trois premiers mois avec un taux élevé durant Avril (**Figure.45**).

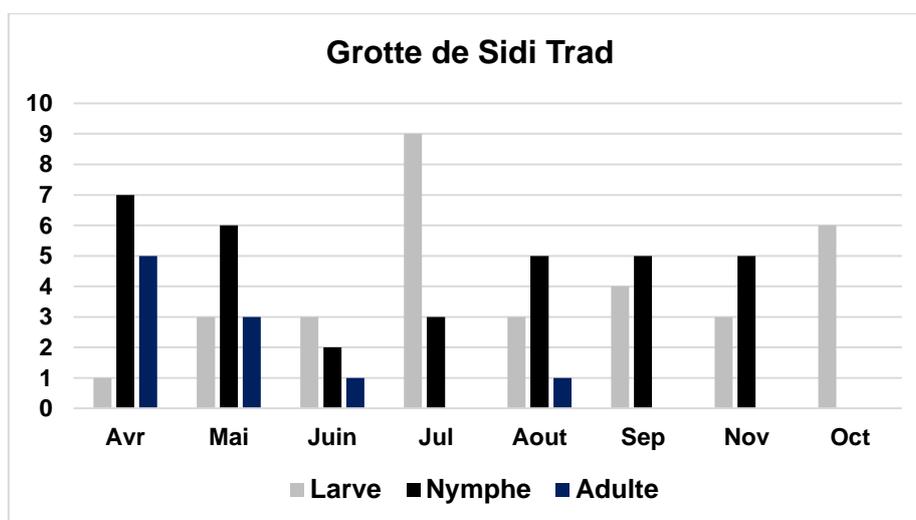


Figure (45). Activité saisonnière de la tique chez le Murin du Maghreb dans la Grotte de Sidi Trad.

### 3.2.5. Variabilité des Paramètres Hygro-thermométriques des deux gîtes.

La Figure (46) illustre l'évolution de la température et de l'humidité des deux gîtes étudiés. Nous remarquons qu'aucune différence significative des deux paramètres mesurés est variable dans les deux gîtes.

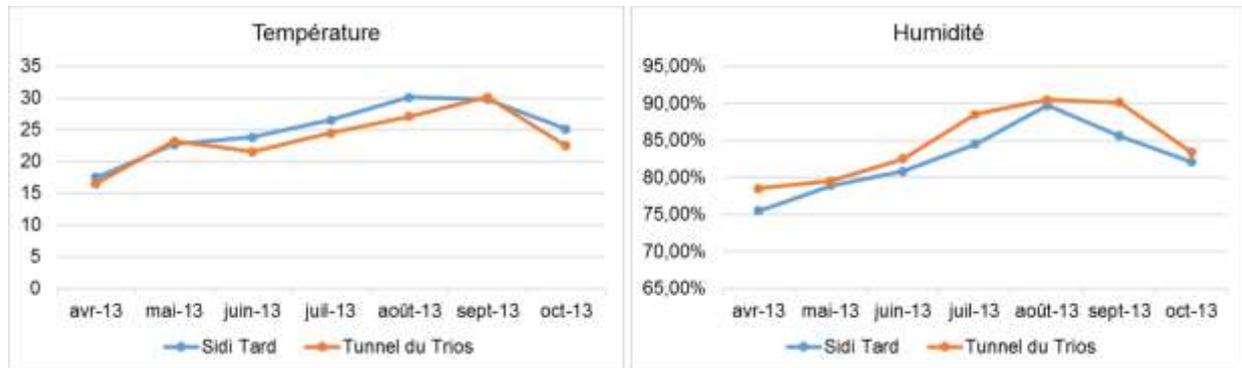


Figure (46). Variation des paramètres Hygrothermométriques des deux gîtes (Gauche : Température en C°, Droite : Humidité en %).

### 3.2.6. Facteurs influençant l'intensité de l'infestation

Les comparaisons multi variées basées sur le taux d'infestation de *M. punicus*, ne révèlent aucune variation générale entre les habitats (GLM, habitat  $F_{1,22} = 1,90$  ;  $P = 0,17$ ). En effet, il n'existe pas de différence entre les mâles et les femelles de *M. punicus* concernant l'exposition au parasitisme (GLM, habitat  $F_{1,22} = 0,24$  ;  $P = 0,62$ ).

L'analyse de variation mensuelle de l'infestation de *M. punicus*, ne montre aucune différence significative durant les sept mois d'étude. En général, aucune différence significative n'a été observée pour les facteurs ainsi que leurs interactions. ( $P > 0,05$ ) (Tableau.31).

Tableau (31). Résultats de l'analyse du Modèle Linéaire Général (GLM) des facteurs influençant l'infestation de la tique chez le population hôte.

	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Corrected Model</b>	22	.145	1.154	.300
<b>Intercept</b>	1	.238	1.896	.171
<b>Sexe</b>	1	.030	.241	.624
<b>Mois</b>	6	.079	.630	.706
<b>Habitat</b>	1	.239	1.906	.170
<b>Sexe * Mois</b>	5	.176	1.403	.227
<b>Mois * Habitat</b>	4	.261	2.074	.088

La tique à longue pattes (*Ixodes vespertilionis*, Koch 1844) est une espèce de parasite spécifique aux Chiroptères du Genre *Rhinolophus* et *Myotis* et elle est souvent dominante dans des habitats considérés comme très contraignants à la survie de la majorité des autres groupes de tiques (Ex. *Argas vespertilionis*). Parmi les espèces du genre *Ixodes*, cette tique est facilement reconnaissable, puisqu'elle possède un ensemble de structures morphologiques très caractéristiques, notamment ses longues pattes.

Arthur (1956) et Kolonin (2007) ont fourni des détails à l'échelle mondiale sur les hôtes de la tique à longue pattes *I. vespertilionis*, comprenant *Hipposideros caffer* (Sundevall, 1846), *M. schreibersi* (Kuhl, 1817), *M. daubentoni* (Kuhl, 1817), *M. myotis* (Borkhausen, 1797), *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), *Rh. hipposideros*, et *Plecotus auritus*.

En Slovaquie, Krištofík and Danko (2012) ont prélevé cette tique sur le Rhinolophe euryale (*Rh. euryale*), le Grand Rhinolophe (*Rh. ferrumequinum*), le petit rhinolophe (*Rh. hipposideros*), et enfin le Minioptère de Schreiber (*M. schreibersi*), Ševčík et al., (2010). Quant à (Tovornik, 1990), il préleva la tique en Slovénie sur le Grand Rhinolophe (*Rh. ferrumequinum*), le Petit rhinolophe (*Rh. hipposideros*), le Grand murin (*M. myotis*) et sur le Minioptère de Schreiber (*M. schreibersi*). Dans notre cas le Murin du Maghreb est une nouvelle espèce hôte pour ce parasite.

Dans notre étude, aucune tique mâle n'a été collecté du Murin du Maghreb. En effet, ce dernier s'accroche sur les parois des murs des gîtes et se trouve rarement sur un hôte (Arthur, 1956 ; Hoogstraal, 1956 ; Ševčík et al., 2010 ; Piksa et al., 2014). En Slovaquie, Ševčík et al., (2010) ont rapporté que durant la période Mars-Mai, les tiques femelles parasitent les Petits rhinolophes (*Rh. hipposideros*), en mars, juin, et juillet les Rhinolophe euryale (*Rh. euryale*), les Grands rhinolophes (*Rh. ferrumequinum*) entre le mois d'Avril et le mois de Mai et les Grands Murins (*M. myotis*) en juin principalement.

Notre étude est une première tentative dans le but d'étudier l'activité saisonnière de la tique à longue pattes (*Ixodes vespertilionis*) en relation avec le Murin du Maghreb (*M. punicus*). La seule étude détaillée sur l'activité saisonnière de la tique à longue pattes sur les chiroptères a été publiée par Piksa et al., (2014), qui signala que 26.8% des Petits rhinolophes sont infestés comparé à 31.1% dans la présente étude.

Pour les fluctuations saisonnières, [Piksa et al., \(2014\)](#) ont prélevé des femelles seulement durant la période Avril-Mai, tandis qu'en Septembre et Octobre les larves ont été abondantes. Ceci correspond avec nos résultats, nous avons noté une augmentation des larves en Juillet dans le site de Sidi Trad et en Octobre et Novembre dans le Tunnel du Trios. Par ailleurs, dans notre étude, les changements saisonniers et la prévalence de l'infestation des chauves-souris varient d'un site à l'autre. On note que [Piksa et al., \(2013 ; 2014\)](#) ont pu montrer des différences dans la prévalence, l'abondance des tiques, et l'intensité des infestations parmi deux populations de Petits rhinolophes (*Rh. hipposideros*) au sud de la Pologne. En Slovénie, [Tovornik \(1990\)](#) signale une prévalence de 11% parmi 4 espèces de chiroptères et a déclaré que la tique à longue pattes (*Ixodes vespertilionis*) était active tout au long de l'année.

# CONCLUSION & PERSPECTIVES

---

*SYNTHESE DES RESULTATS*

---

En conclusion, ce travail a tenté dans les grandes lignes d'enrichir le fond documentaire et actualiser les connaissances sur un taxa qui reste encore assez méconnu en Algérie : les Chiroptères ; considéré comme étant le plus grand ordre après celui des rongeurs dont le rôle dans le fonctionnement et le maintien de l'équilibre des systèmes naturels n'est plus à démontrer.

Les résultats obtenus dans cette recherche démontrent que la zone qui a fait objet de notre étude abrite 40% de la biodiversité Chirépterologique algérienne. En effet, dix espèces appartenant à quatre genres et à deux familles sont reportées au sein du parc. Parmi elles, deux espèces sont classés Vulnérables et trois sont quasi menacées selon l'UICN.

Cette richesse en Chiroptères est étroitement liée à l'importante diversité physiologique des milieux naturels et la mosaïque d'habitat qui caractérise la zone d'étude. La présence de forêts, de littorale rocheux, des zones humides sont à l'origine d'une remarquable diversité avifaunistique et entomologique, il serait donc fort probable que la richesse trouvée dans cette étude soit sous-estimée et ce en raison du grand patrimoine naturel existant dans la région.

Parmi les habitats étudiés, Soug Rguibette (Bocage) et El Kala (Zone urbaine) sont les deux habitats les plus riches comptabilisant sept et six espèces respectivement, alors que le Lac Tonga (Pinède) enregistre la plus faible richesse (une seule espèce contactée).

Durant la période hivernale, presque toutes les espèces sont inactives ce qui pourrait être dû à un biais lié à la méthode de prospection employée. En effet, l'activité des Chiroptères d'Algérie durant cette saison a bien été confirmée dans la littérature.

Si certains aspects abordés dans cette thématique permettent une comparaison avec des études antérieures, elle reste néanmoins toujours perfectible. C'est pour quoi des programmes de suivis et de surveillances sont toujours suggérés à la suite de cette étude, en tenant compte évidemment du statut qui caractérise nos chiroptères ainsi que la mosaïque d'habitats qu'ils exploitent.

Dans une seconde approche, notre étude a porté sur la détermination des insectes parasites de Chiroptères appartenant à neuf espèces capturées dans huit sites différents dans la région du Nord-est Algérien.

Cette étude est une actualisation des connaissances sachant que la seule étude remonte à plus de 50 ans. Au cours de cette recherche, nous avons identifié trois espèces de mouches (*Nycteribiidae* : *P. dufouri*, *Ph. Biarticulatum* et *Strebilidae* : *B. flavipennis*), deux espèces de punaises (*Cimicidae* : *C. lecturaris* et *C. pipistrelli*), deux espèces d'acariens (*S. myoti* et *R. sanguineus*) et seulement une espèce de puce (*Ischnopsyllidae* : *I. octactenus*).

De nouvelles associations parasite-hôte sont enregistrées dans cette recherche, notamment celle de la mouche *P. dufouri* et le Grand Rhinolophe. La tique *Rh. sanguineus* est reportée dans la présente étude pour la première fois parasite de Chiroptères.

En perspective à cette approche, il est envisageable d'une part d'élargir l'étude sur d'autres espèces hôte et dans d'autres régions. D'identifier ces parasites en ayant recours à d'autres approches, notamment moléculaires surtout que les critères morpho-anatomiques sont peu discriminants au niveau spécifique. Enfin, étudier le pouvoir zoonotique potentiel et leur rôle en tant que vecteurs de maladies transmissibles.

Les données préliminaires obtenues à l'issue de ce travail qui viennent à la suite de quelques contributions dans le but d'étudier le système Tique à longues pattes-Chiroptère fournissent des informations sur la structure de la population hôte et parasite tout en abordant les facteurs qui peuvent influencer l'infestation de ce dernier.

Par ailleurs, ce travail a permis de contribuer à la compréhension de la structure de la population du Murin du Maghreb pour la première fois en Algérie. Les résultats obtenus ont mis en évidence d'une part l'existence d'un sex-ratio et un dimorphisme en faveur des femelles et une population dont les groupes sont constitués de jeunes, de sub-adultes et d'adultes.

D'autre part, l'étude du système tique à longues pattes-murin du Maghreb a montré l'infestation de l'hôte par des larves, des nymphes et des adultes. Dans cette recherche, l'un des éléments les plus marquants est le taux d'infestation parasitaire qui est important chez les femelles ce qui explique le taux et l'intensité maximale d'infestation des jeunes de l'année.

Actuellement, on ignore encore l'impact de l'infestation de cette tique sur les paramètres individuels et la dynamique de la population des hôtes puisque très peu d'études ont été réalisées sur le développement de ce parasite au sein des populations de Chiroptères et nous n'avons pas trouvé un lien statistique entre l'intensité d'infestation de la tique et l'âge, le sexe ou les paramètres physiques individuels des Murins infestés. D'autre part, l'intensité et le taux d'infestation de cette tique ne sont pas reliées statistiquement à des facteurs tel que la nature du gîte, le sexe ou l'âge.

***Les données préliminaires obtenues à l'issue de ce travail, peuvent constituer une base pour des études ultérieures et aider à proposer des éléments de conservation pour les populations de ces espèces.***

***Nous espérons que cette étude contribuera quelque peu à amplifier l'intérêt pour la Chirépterofaune et ainsi réduire une volée de préjugés, mieux encore, à prendre en considération leurs exigences écologiques dans un futur plan de gestion de l'espèce et l'espace.***

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen, V. (1955). *Rhinolophus blasii* Peters (1866), chauve-souris nouvelle pour l'Afrique du Nord. *Mammalia*, 19(3), 361-366.
- Ahmim, M. (2014). *Ecologie et Biologie de la conservation des Chiroptères de la région de la Kabylie des Babors (Algérie)*. Thèse de Doctorat. Université A- Mira. Bejaia.
- Allen GM 1967. The parasites of bats. *Bats. Museum of Comparative Zoology*, 368 pp.
- Amr, Z. S., & Qumsiyeh, M. B. (1993). Records of bat flies from Jordan, Libya and Algeria. *Entomological News*, 104(1), 43-46.
- Anciaux De Favaux, M. (1976). Distribution des Chiroptères en Algérie, avec notes écologiques et parasitologiques. *Le Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*, 67 :69-80.
- Anderson, R. M., & May, R. M. (1978). Regulation and stability of host-parasite population interactions: I. Regulatory processes. *The Journal of Animal Ecology*, 219-247.
- Anthony, E. L. P. (1988). Age determination in bats.
- Arthur, L., Lemaire, M., (2002). Recherche de Noctules communes dans les arbres situés en milieu urbain. *Symbioses, bulletin des muséums d'histoire naturelle de la région Centre*, 6 : 3-4
- Attia Hili. R. (2015). Les ectoparasites des Chiroptères : Taxinomie et Relations Hôte-Parasite. *Mémoire de Magister. Université de Sfax*. Page : 1-77.
- Aubertin, C. (2012). Repenser le développement du monde: le Brésil se met en scène à Rio+ 20. *Mouvements*, (2), 43-58.
- Audet, D., Krull, D., Marimuthu, G., Sumithran, S., & Singh, J. B. (1991). Foraging behavior of the Indian false vampire bat, *Megaderma lyra* (Chiroptera: Megadermatidae). *Biotropica*, 63-67.
- Avril, B., (1997). *Le Minioptère de schreibers: Analyse des résultats de baguage de 1936 à 1970*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 128 p.
- Balvín, O., Vilímová, J., & Kratochvíl, L. (2013). Batbugs (*Cimex pipistrelli* group, Heteroptera: Cimicidae) are morphologically, but not genetically differentiated among bat hosts. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 51(4), 287-295.
- Barataud et al. (2016). Suivi temporel acoustique des chiroptères forestiers du Limousin ; Elaboration du Protocol et validation des sites. *Symbiose, nouvelle série n°34* : 19-27.
- Barataud, M., (1996). *Ballades dans l'in audible. Méthode d'identification*

acoustique des chauves-souris de France. Ed. Sittelle, Mens, 2 CD et 1 livret, 49 p.

Barbault R. (1992). Ecologie des peuplements, structure et dynamique de la biodiversité. Paris, Masson. 288 p.

Bartonička, T., & Gaisler, J. (2007). Seasonal dynamics in the numbers of parasitic bugs (Heteroptera, Cimicidae): a possible cause of roost switching in bats (Chiroptera, Vespertilionidae). *Parasitology research*, 100(6), 1323.

Bartonička, T., Bielik, A., & Řehák, Z. (2008). Roost switching and activity patterns in the soprano pipistrelle, *Pipistrellus pygmaeus*, during lactation. In *Annales Zoologici Fennici* (Vol. 45, No. 6, pp. 503-512).

Beaucournu, J. C., & Clerc, B. (1968). *Argas* (secretargas) *transgaripepinus* white, 1846, new tick for France and Algeria. *vie et milieu serie c-biologie terrestre*, 19(1), 233-+.

Beaucournu, J. C., & Kock, D. (1996). Notes sur les Ischnopsyllinae du Continent Africain, III. Compléments à la répartition des espèces (Insecta: Siphonaptera: Ischnopsyllidae). *Senckenbergiana biologica*, 75, 163-170.

Beaucournu, J. C., & Launay, H. (1990). Les puces (siphonaptera) de France et du Bassin méditerranéen occidental : par Jean-Claude Beaucournu et Henri Launay. Lechevalier.

Belabed, A. (2006). Contribution à l'étude de la reproduction du régime alimentaire des poussins : caractérisation protéique et taxonomique et investissement parental du Merle noir (*Turdus merula mauritanicus*) nichant en milieu urbain dans le Nord-est Algérien. Mémoire d'Ingénieur d'état, Université d'Annaba.

Belabed, A., I, Zediri, H., Shehab, A., and Bouzlama, Z. (2015). The Effect of

Altitude on Seasonal Dynamics of Ticks (Acari: Ixodida) in Northeastern Algeria. *Advances in Environmental Biology* 9(14):169-184.

Belouahem-Abed, D., Belouahem, F., & Bélair, G. (2009). Biodiversité floristique et vulnérabilité des aulnaies glutineuses de la Numidie algérienne (NE Algérien). *European Journal of Scientific Research*, 32(3), 329-361.

Benchikh-Elfegoun, M. C., Benakhla, A., Bentounsi, B., Bouattour, A., & Piarroux, R. (2007). Identification et cinétique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la région de Taher (Jijel) Algérie. *Ann. Méd. Vét*, 151, 209-214.

Benda, P., Kiefer, A., Hanák, V., & Veith, M. (2004). Systematic status of African populations of long-eared bats, genus *Plecotus* (Mammalia: Chiroptera). *Folia Zoologica*, 53, 1.

- Bendjeddou, M. L., Bitam, I., Abiadh, A., Bouslama, Z., & Amr, Z. S. (2013). New Records of Arthropod Ectoparasites of Bats from North-Eastern Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 6(4), 324-327.
- Bendjeddou, M., Berkane E., Abiadh A., Scaravalli D., & Bouslama, Z. (2014). Roost characteristics of maghrebian mouse-eared bats *Myotis punicus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in northeastern Algeria, *Hystrix*, It. J. Mamm. 25 P 173..
- Benyacoub S. et Chabi Y. (2000). Diagnose écologique de l'avifaune du parc national d'El Kala. Synthèse. 7: 1- 98.
- Bertola, P. B., Aires, C. C., Favorito, S. E., Gracioli, G., Amaku, M., & Pinto-da-Rocha, R. (2005). Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 100(1), 25-32.
- Betkowska-Davies, K. (2012). A Comparative Study of the Evolution of Mammalian High-Frequency Hearing and Echolocation (Doctoral dissertation, Queen Mary University of London).
- Beuneux, G. (2004). Morphometrics and ecology of *Myotis cf. punicus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in Corsica. *Mammalia*, 68(4), 269-273.
- Beylagoun I., (1998). Contribution à l'inventaire des Lépidoptères dans le Parc National d'El Kala. Mémoire. Ingénieur. Univ. Annaba. 36 p.
- Bitam, I. (2012). Vectors of rickettsiae in Africa. *Ticks and tick-borne diseases*, 3(5), 382-386.
- Blondel, J. (1979). *Biogéographie et écologie*. Masson.
- Blondel, J. (1982). Caractérisation et mise en place des avifaunes dans le bassin méditerranéen. *Ecologia mediterranea*, 8(1/2), 253-272.
- Blondel, J., Ferry, C., & Frochot, B. (1973). Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41(1-2), 63-84.
- Boettger, C. R. (1963). Die als Schalen juveniler Wurmschnecken (Fam. Vermetidae) angesprochenen Funde aus einer Höhle der Insel Kreta. *Archiv für Molluskenkunde*, 92(1-2), 77-78.
- Borner, J., Pick, C., Thiede, J., Kolawole, O. M., Kingsley, M. T., Schulze, J., ... & Burmester, T. (2016). Phylogeny of haemosporidian blood parasites revealed by a multi-gene approach. *Molecular phylogenetics and evolution*, 94, 221-231.
- Bouhabel R., (1999). Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux

d'eau nicheurs. Cas du lac Oubeira et du marais du lac Mellah (Parc National d'El-Kala). Thèse. Magistère. Univ. Annaba. 80 p.

Bousslama, Z., Soualah-Alila, H., Belabed, A., & Ouali, K. (2009). Etude du système Tiques-Lézard dans le parc national d'El Kala (Nord-Est algérie). *Mésogée*, 65, 73-83.

Bousslama-Maamcha, Z. (2003). Bioécologie d'une population de Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* (L. 1758) dans les subéraies de plaine du Nord-Est algérien : Ecologie alimentaire et impact de la charge parasitaire sur les conditions morphologiques et physiologiques des poussins Thèse Doct, Univ Annaba. 103 pp.

Bouzeriba L., (2001). Contribution à la caractérisation du peuplement de Lépidoptères (Hétérocères) dans le Parc National d'El-kala (Nord-Est Algérien). Mémoire.

Ingénieur. Univ. Annaba. 41p.

Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F., & Kunz, T. H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332(6025), 41-42.

Brahmia Z., (2002). Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins. Mémoire. Ingénieur. Univ. Annaba. 81p.

Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 575-583.

Bush, A.O., Ferná'ndez, J.C., Esch, G.W., Seed, R., (2001). *Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites*. Cambridge University Press, Cambridge.

Bush, M. (2009). *Field Guide to Collecting bats Parasites* Natural History Museum &

Biodiversity Research Center Univ. Kansas, Lawrence.

Camicas J.L., Hervy J.P., Adam F. and Morel P.C. (1998). Les tiques du monde (Acarida, Ixodida). Nomenclature, stades décrits, hôtes, répartition. Éditions de l'Orstom. Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. Paris. 236 p.

Camicas, J. L. (1998). *Les Tiques du monde: acarida, ixodida*. Éditions de l'Orstom.

Carravieri, A., & Scheifler, R. (2012). Effets des substances chimiques sur les Chiroptères: état des connaissances. Université de Franche-Comté.

Centre d'échange d'information de l'Algérie., (2012). Qu'est-ce que la diversité biologique ? faune et flore ; aires protégées.

Charbonnier, Y. (2014). Relations entre diversité des habitats forestiers et communautés de chiroptères

à différentes échelles spatiales en Europe. Implications pour leur conservation et le maintien de leur fonction de prédation. Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux. Page : 1-213.

Christe, P., Glaizot, O., Evanno, G., Bruyndonckx, N., Devevey, G., Yannic, G., ... & Arlettaz, R. (2007). Host sex and ectoparasites choice: preference for, and higher survival on female hosts. *Journal of Animal Ecology*, 76(4), 703-710.

Combes C. (1995). Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Paris. Masson. 380 p.

Combes, C. (2001). Parasitism: the ecology and evolution of intimate interactions. University of Chicago Press.

Courtois, J. Y., Rist, D., & Beuneux, G. (2011). Les chauves-souris de Corse. Albiana.

Courtois, J.Y., Beneux, G., (2002). Les Chiroptères en milieu forestier en Corse. *Symbioses, bulletin des muséums d'histoire naturelle de la région Centre*, 6: 7-10

Dajoz, R. (1971). Précis d'Ecologie, 434 pp. Dunod, Paris.

Dalhouni, R., Aissa, P., & Aulagnier, S. (2015). Cycle annuel d'activité des chiroptères du Parc National de Bou-Hedma (Tunisie).

Davis, R. (1966). Homing performance and homing ability in bats. *Ecological Monographs*, 36(3), 201-237.

De Belair G., (1990). Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est algérien). Thèse. Doct. Univ. Montpellier II, 193 p + Annexes.

De Meeûs, T., & Renaud, F. (2002). Parasites within the new phylogeny of eukaryotes. *Trends in parasitology*, 18(6), 247-251.

Delnatte, E. (1987). Contribution à l'étude des chauves-souris de France et analyse de leur guano (Doctoral dissertation).

Deunff, J. (1977). Observations sur les Spinturnicidae de la region palearctique occidentale (Acarina, Mesostigmata) spécifité, répartition et morphologie. *Acarologia* 8: 602-617.

Dick, C. W., & Patterson, B. D. (2007). Against all odds: explaining high host specificity in dispersal-prone parasites. *International journal for parasitology*, 37(8), 871-876.

Dick, C.W. (2007). High host specificity of obligate ectoparasites. *Ecological Entomology*.32.

Dick, C.W., & Dittmar, K. (2014). Parasitic Bat Flies (Diptera : Streblidae and Nycteribiidae ): Host Specificity and Potential as Vectors. Pp. 131-155, in S. Klimpel and H. Mehlhorn (eds.). *Bats (Chiroptera) as*

Vectors of Diseases and Parasites, Parasitology Research Monographs. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Dick, C.W., & Patterson, B.D. (2006). Bat flies : obligate ectoparasites of bats. Pp. 179–194, in Morand, S., Krasnov, B. R. & Poulin, R. (eds.). Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management. Springer-Verlag, Tokyo. 647 pp.

Dick, C.W., Gannon, M.R., Little, W.E., Patrick, M. J. (2003). Ectoparasite associations of bats from central Pennsylvania. J. Med. Entomol. 813–819.

Dietz, C. (2005). Illustrated identification key to the bats of Egypt. Version 1.

Dietz, C., & von Helversen, O. (2004). Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe

Dietz, C., von Helversen, O., & Nill, D. (2009). L'encyclopédie des chauves-

souris d'Europe et d'Afrique du Nord: biologie, caractéristiques, protection. Delachaux et Niestlé.

Djellab S., (1993). Inventaire et écologie des Syrphidés (Ordre : Diptera) dans le parc national d'El- Kala. Thèse. Magistère. Univ. Annaba, 184 p.

Dobson, G. E. (1880). On some new or rare Species of Chiroptera in the Collection of the Göttingen Museum. In Proceedings of the Zoological Society of London (Vol. 48, No. 3, pp. 461-465). Blackwell Publishing Ltd.

Dusbábek, F. (1962). Parasitische Fledermausmilben der Tschechoslowakei I. Fam. Spinturnicidae Oudms., 1901 (Acarina, Gamasides). Acta Societatis Entomologicae Czechoslovanicae, 59(4), 357-379.

Duval, L., Robert, V., Csorba, G., Hassanin, A., Randrianarivelosia, M., Walston, J., & Arieu, F. (2007). Multiple host-

switching of Haemosporidia parasites in bats. Malaria Journal, 6(1), 157.

Dziri, H (2003). Les Chiroptères de la region d'el Kala : Biologie des peuplements et sélection de l'habitat. Mémoire de Magistère. Univ Badji Mokhtar Annaba. P: 114.

Estrada-Peña, A., & Jongejan, F. (1999). Ticks feeding on humans: a review of records on human-biting Ixodoidea with special reference to pathogen transmission. Experimental & applied acarology, 23(9), 685-715.

Fakroun, K. (1998). Caractérisation des populations des chiroptères dans le parc national d'El Kala (Nord-est Algérie). Mémoire. Ingénieur. Univ. Annaba.

Falcoz L. (1923). Biospeologica numéro 49. Diptera pupipara (1ère Série). Arch. Zool. Expér. Gén., 61: 521-552.

- Farfar A., Bouslama Z., Bendjeddou M.L., Metallaoui W., Amara Korba R., Abu Baker M and Amr Z (in press). Diversity and activity patterns of bats (Mammalia: Chiroptera) in El Kala Biosphere Reserve, Northeastern Algeria. Checklist Journal of Biodiversity.
- Feit, B., Übernickel, K., Tschapka, M., & Kalko, E. K. (2013). The potential function of individual signal frequency for masking avoidance in the greater bulldog bat *Noctilio leporinus*. *Chiroptera Neotropical*, 19(3), 71-79.
- Finnemore M. & Richardson W. (2004). *Catching bats. The bat worker manual.* Nature Conservancy council. UK. 41-47.
- Gaisler J. (1983). Nouvelles données sur les Chiroptères du nord algérien. *Mammalia* 47: 359-369
- Gaisler, J. (1984). Bats of northern Algerians their winter activity. *Rev. Myotis* 21-22: 89-95.
- Gaisler, J., Kowalski, (1986). Results of the netting of bats in Algeria (Mammalia: Chiroptera). *Vestník Československé společnosti zoologické*, 50: 161-173
- Gasmi A., (2004). Propriétés chimiques des eaux du lac souterrain de Bir Osman - Geulma. *Mémoire. Univ.08 Mai* 45. 89p.
- Georgiakakis, P., Vasilakopoulos, P., Mylonas, M., & Russo, D. (2010). Bat species richness and activity over an elevation gradient in Mediterranean shrublands of Crete. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 21(1).
- Gillespie and, J. P., Kanost, M. R., & Trenchek, T. (1997). Biological mediators of insect immunity. *Annual review of entomology*, 42(1), 611-643.
- Gracioli, G., & Dick, C. W. (2008). Checklist of World Nycteribiidae (Diptera: Hippoboscoidea).
- Halos, L. (2005). Détection de bactéries pathogènes dans leur vecteur, les tiques dures (Acarien: Ixodidae). Thèse de doctorat. Institut National Agronomique Paris-Grignon. 175 p.
- Hanák, V., & Gaisler, J. (1983). *Nyctalus leisleri* (Kühl, 1818), une espèce nouvelle pour le continent africain. *Mammalia*, 47(4), 585-587.
- Helman P. & Churchill S. (1986). Bat capture techniques and their use in survey. *Macroderma* 2: 32-35.
- Herre, E. A. (1995). Factors affecting the evolution of virulence: nematode parasites of fig wasps as a case study. *Parasitology*, 111(S1), S179-S191.
- Holland, R. A., Thorup, K., Vonhof, M. J., Cochran, W. W., & Wikelski, M. (2006). Navigation: Bat orientation using Earth's magnetic field. *Nature*, 444(7120), 702-702.

Hoogstraal H. (1956). African Ixodoidea. I. Ticks of the Sudan. Research. Department of Medical Zoology U.S. Naval Medical Research Unit No. 3. Cairo, Egypt. 87 p.

Hoogstraal, H. (1956). African Ixodoidea. I. Ticks of the Sudan. Research. Department of Medical Zoology U.S. Naval Medical Research Unit No. 3. Cairo, Egypt. 87 p.

Hopkins, G. H. (1956). An illustrated catalogue of Rothschild collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (NH). Volume II. Cotopsyllidae, Vermipsyllidae, Stephanocircidae, Ischnopsyllidae, Hypsophthalmidae, and Xiphiopsyllidae. British Museum (Natural History), London.

Hůrka, K. (1980) Čeled' Nycteribiidae – Muchulovití [Family Nycteribiidae – bat flies]. Pp.: 479–509. In: Chvála, M., Hůrka, K.,

Chalupský, J., Knoz, J., Minář, J. and Országh, I. (eds.): Krevsající mouchy a střečci–Diptera. Fauna ČSSR svazek 22 [Hematophagous Flies and Bot Flies – Diptera. Fauna of Czechoslovakia. Volume 22]. Academia, Praha, 538pp.

Hůrka, K. (1982). On the insect bat ectoparasites of coastal Libya (Cimicidae, Nycteribiidae, Streblidae, Ischnopsyllidae). Věstník Československé Společnosti Zoologické 46: 85–91.

Hůrka, K. (1997). New data on taxonomy and distribution of Palaearctic, Oriental and Neotropical Ischnopsyllidae (Siphonaptera), Nycteribiidae and Streblidae (Diptera). Acta Soc. Zool. Bohem. 61:23–33.

Hůrka, K., & Soós, Á. (1986). Nycteribiidae. Catalogue of Palaearctic Diptera, 11, 226-234.

Husson, A. M. (2006). Recensement d'une population de chiroptères dans le cadre d'une étude d'impact. Méthodes et

résultats. Thèse de Doctorat. Ecole nationale vétérinaire de Lyon. Page : 1-216.

Huston A. & Racey P. (2004). Examining bats. The Bat works manual Nature Conservancy council. UK. 49-58.

Hutson, A.M. (1971). Ectoparasites of British bats. Mammal Review, 1, 143-150.

Hutterer, R. (2005). Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature (Vol. 28). Federal Agency for Nature Conservation.

Hutterer, R. (2005). Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature (Vol. 28). Federal Agency for Nature Conservation.

Jones, K. E., Mickleburgh, S. P., Sechrest, W., & Walsh, A. L. (2009). Global overview of the conservation of island bats: importance, challenges and opportunities. Island Bats: Evolution, Ecology, and Conservation., 496-530.

- Kolonin, G. V. (2008). Birds as hosts of ixodid ticks (Acarina, Ixodidae). *Entomological review*, 88(8), 1012-1015.
- Kolonin, G.V. (2007). Mammals as hosts of Ixodid ticks (Acarina, Ixodidae). *Entomol. Rev.* 87: 401-412.
- Kowalski K., Gaisler J., Bessam H., Issaad C., Ksantini H. (1986). Annual life cycle of cave bats in northern Algeria. *Acta Theriologica* 31 (15): 185-206.
- Kowalski K, Rzebick-Kowalska B. (1991). *Mammals of Algeria – Polish academy of sciences*: 353.
- Kowalski, K and Rzebik-Kowalska, B. (1991). *Mammals of Algeria – Polish academy of sciences – 370 pp.*
- Kowalski, K. (1979). Note on bats from North-West Algeria. *African Small Mammals Newsletter*, 3: 19-21.
- Kowalski, K. (1984). Les chauves-souris cavernicoles de l'Algérie . *spéléologie algérienne* , 1982-1983: 43-56.
- Kowalski, K., J. Gaisler, H. Bessam, Ch. Issaad, and H. Ksantini. (1986). Annual life cycle of cave bats in northern Algeria. *Acta Theriol.* 13 : 185-206.
- Krištofík, J. and S. Danko. (2012). Arthropod ectoparasites (Acarina, Heteroptera, Diptera, Siphonaptera) of bats in Slovakia. *Vespertilio* 16: 167-189.
- Kulzer, E. (2005). *Chiroptera, vol. 3: biologie. handbuch der zoologie VIII (mammalia)* , 250p., de gruyter , Berlin.
- Kunz T., Hodgkison R., & Weise C. (2009). *Methods of capturing & handling bats. Ecological & behavioral methods for the study of bats.* 2nd Edition: 03-35.
- Kunz, T. H., & Brock, C. E. (1975). A comparison of mist nets and ultrasonic detectors for monitoring flight activity of bats. *Journal of Mammalogy*, 56(4), 907-911.
- Kunz, T. H., & Fenton, M. B. (2005). *Bat ecology.* University of Chicago Press.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobo, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38.
- Kunz, T. H., M. Betke, N.I.Hristov, And M. Vonhof. (2009). Methods for assessing colony size, population size, and relative abundance of bats. Pp. 133–157 in *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (T. H. Kunz and S. Parsons, eds.). 2nd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland
- Kunz, T.H. and Kurta, A. (1988). Capture methods and holding devices. In: *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats* (Ed. T.H. Kunz). Smithsonian Institution Press, Washington. pp. 1–29.

Kunz, T.H. et Parsons, S. (2009). Ecological and behavioural methods for the study of bats, 2e édition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 901 p.

Laouar, M., (2012). Etat de la biodiversité Algérienne : la préservation de la biodiversité au cœur du développement durable. Radio Algérienne internationale.

Lataste, F. (1885). Etude de la faune des Vertébrés de Barbarie (Algérie, Tunisie et Maroc). Catalogue provisoire des Mammifères apélagiques sauvages. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux 39: 129-289.

Lataste, F. (1885). Etude de la faune des vertébrés de Barbarie (Algérie, Tunisie et Maroc): Catalogue provisoire des Mammifères apélagiques sauvages.... Publisher Unknown.

Laurent, A. (1944). Premiers bagages des chauves-souris en Afrique du Nord. Bulletin Trimesteriel de la

Société de Géographie et d'Archéologie d'Oran 65 : 49-51.

Laurent, P. (1936). Une forme nouvelle du genre « *Asellia* : *a. tridens pallida* » subsp. NOV. *Mammalia*, 1(3), 111-116.

LaVal, R. K., Clawson, R. L., LaVal, M. L., & Caire, W. (1977). Foraging behavior and nocturnal activity patterns of Missouri bats, with emphasis on the endangered species *Myotis grisescens* and *Myotis sodalis*. *Journal of Mammalogy*, 58(4), 592-599.

Legendre, L., & Legendre, P. (1984). Ecologie numérique: 2. La structure des données écologiques. Masson,

Legendre, P., & Legendre, L. (1998). Numerical ecology: second English edition. *Developments in environmental modelling*, 20.

Lemaire, M., & Arthur, L. (1999). Relations entre les ponts et les Chiroptères en dehors de la période d'hibernation dans le

département du Cher. *Arvicola*, 11(1), 13-19.

Linhares, A. X., & Komeno, C. A. (2000). *Trichobius joblingi*, *Aspidoptera falcata*, and *Megistopoda proxima* (Diptera: Streblidae) parasitic on *Carollia perspicillata* and *Sturnira lillium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in southeastern Brazil: sex ratios, seasonality, host site preference, and effect of parasitism on the host. *Journal of Parasitology*, 86(1), 167-170.

Loche J. (1867). Histoire naturelle des mammifères. In « Exploration scientifiques de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. Sciences physiques, zoologi ». Alger : 1-123pp.

Loche, C. (1867). Histoire naturelle des mammifères... A. Bertrand.

Lourenço, S. I., & Palmeirim, J. M. (2007). Can mite parasitism affect the condition of bat hosts? Implications for the social structure of colonial bats.

- Journal of Zoology, 273(2), 161-168.
- Lučan, R. K., & Hanák, V. (2011). Population ecology of *Myotis daubentonii* (Mammalia: Chiroptera) in South Bohemia: summary of two long-term studies: 1968–1984 and 1999–2009. *Acta Soc. Zool. Bohem*, 75, 67-85.
- Lučan, R. K., Bandouchova, H., Bartonička, T., Pikula, J., Zahradníková, A., Zukal, J., & Martínková, N. (2016). Ectoparasites may serve as vectors for the white-nose syndrome fungus. *Parasites & vectors*, 9(1), 16.
- Madoui, B., M. (2014). Caractérisation et dynamique des peuplements de puces de la faune sauvage et domestique : impact sur la santé. Thèse de Doctorat en Ecologie animale. P167.
- Margalef, R. (1958). Trophic Typology Versus Biotic Typology, As Exemplified In The Regional Limnology Of Northern Spain.
- Marshall, A.G. (1982). Ecology on insects ectoparasitic insects. *Ecology of Bats*. New York: Plenum. 450p.
- Maywald, A., & Pott, B. (1989). Les chauves-souris : les connaître, les protéger. Ulisse éd..
- Meddour-Bouderda K. et Meddour A. (2006). Clés d'identification des Ixodina (acarina) d'Algérie. *Sciences et Technologie C – N°24*, Décembre, 32-42.
- Mehlhorn, H. (2014). Introduction: The World of Bats. In *Bats (Chiroptera) as Vectors of Diseases and Parasites* (pp. 1-5). Springer Berlin Heidelberg.
- Metallaoui, W. (2015). Contribution à l'étude des parasites externes associés au Murin du Maghreb. Mémoire de fin d'étude. P39.
- Michalakis, Y., & Hochberg, M. E. (1994). Parasitic effects on host life-history traits: a review of recent studies. *Parasite*, 1(4), 291-294.
- Minchella, D. J. (1985). Host life-history variation in response to parasitism. *Parasitology*, 90(01), 205-216.
- Minchella, D. J., & Scott, M. E. (1991). Parasitism: a cryptic determinant of animal community structure. *Trends in Ecology & Evolution*, 6(8), 250-254.
- Morand, S. (2015). (macro-) Evolutionary ecology of parasite diversity: From determinants of parasite species richness to host diversification. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 1–8.
- Neumann, L.G. (1916). Ixodides (acarins). Première Série Arch. Zool. Expér. et Gen. Paris 55: 517-527.
- Nuttall, G.H.F. (1911). Notes on ticks 4. Relating to the genus *Ixodes* and including a description of three new species and two new

varieties. *Parasitology* 8: 294-337.

Obame-Nkoghe, J., Rahola, N., Bourgarel, M., Yangari, P., Prugnotte, F., Maganga, G. D., ... & Paupy, C. (2016). Bat flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) infesting cave-dwelling bats in Gabon: diversity, dynamics and potential role in *Polychromophilus melanipherus* transmission. *Parasites & vectors*, 9(1), 333.

Patterson, B. D., Dick, C. W., & Dittmar, K. (2007). Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology*, 23(02), 177-189.

Patterson, B. D., Dick, C. W., Dittmar, K. (2008). Sex biases in parasitism of neotropical bats by bat flies (Diptera: Streblidae). *J Trop Ecol.* 387–396.

Pearce, R. D., & O'Shea, T. J. (2007). Ectoparasites in an urban population of big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in

Colorado. *Journal of Parasitology*, 93(3), 518-530.

Penicaud, P., Boireau, J., (2002). Les fissures étroites, des gîtes attractifs pour les chauves-souris arboricoles : résultats de sept années de prospection en Bretagne. *Symbioses, bulletin des muséums d'histoire naturelle de la région Centre*, 6: 17-22

Peterson, B.V., Wenzel, R.L. (1987). Nycteribiidae. In: McAlpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM (eds.). *Manual of Nearctic Diptera*, vol 2. Research Branch, Agriculture Canada. pp 1283–1291.

Petr, B., Friederike, S., Vladimír, H., Michal, A., Antonín, R., Martin, Š., Jiří, Š., Marcel, U. (2014). Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean and Middle East. Part 11. On the bat fauna of Libya II. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. 78: 1–162.

Piksa, K., A. Górze, M. Nowak-Chmura, and K.

Siuda. (2013). Mass occurrence of *Ixodes vespertilionis* (Acari: Ixodidae) in caves, on bats roosting in caves and in a nursery colony. *Int. J. Acarol.* 39: 257-262.

Piksa, K., A. Górze, m. Nowak-Chmura, and K. Siuda. (2014). The patterns of seasonal activity of *Ixodes vespertilionis* (Acari: Ixodidae) on *Rhinolophus hipposideros* in nursery colonies. *Ticks Tick Borne Dis.* 5: 69-74.

Postawa, T., & Furman, A. (2014). Abundance patterns of ectoparasites infesting different populations of *Miniopterus* species in their contact zone in Asia Minor. *Acta Chiropterologica*, 16(2), 387-395.

Postawa, T., Szubert-Kruszyńska, A., & Ferenc, H. (2014). Differences between populations of *Spinturnix myotis* (Acari: Mesostigmata) in breeding and non-breeding colonies of *Myotis myotis* (Chiroptera) in central

- Europe: the effect of roost type. *Folia parasitologica*, 61(6), 581-588.
- Poulin R. (1998). *Evolutionary ecology of parasites: From individuals to communities*. Chapman and Hall, London.
- Poulin, R., Morand, S. (2004). *The Parasite Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Presley, S.J., Willig, M.R. (2008). Intraspecific patterns of ectoparasite abundances on Paraguayan bats: effects of host sex and body size. *J Trop Ecol.* 75–83
- Price, P. W. (1980). *Evolutionary biology of parasites* (Vol. 15). Princeton University Press.
- Price, P. W. (1980). *Evolutionary biology of parasites* (Vol. 15). Princeton University Press.
- Primack, R. B. (1993). *Essentials of conservation biology* (Vol. 23). Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Puechmaille S. J., Hizem W. M., Allegrini B. & Abiadh A., (2012). Bat fauna of Tunisia: Review of records and new records, morphometrics and echolocation data. *Vespertilio*, 16: 211–239.
- Puechmaille, S. J., Allegrini, B., Benda, P., & Gürün, K. (2014). A new species of the *Miniopterus schreibersii* species complex (Chiroptera: Miniopteridae) from the Maghreb Region, North Africa. *Zootaxa*. 108–124.
- Quetglas, J., J. Nogueras, C. Ibáñez. and J-C. Beaucournu. (2014). Presencia en la Península Ibérica de una pulga africana de murciélagos : *Rhinolophopsylla unipunctata* arabs (Siphonaptera : Ischnopsyllidae) y otras nuevas citas de pulgas de murciélagos para España y Marruecos. *Galemys* 26:41-47.
- Quetglas, J., O. Balvín, R.K. Lučan. and P. Benda. (2012). First records of the bat bug *Cacodmus vicinus* (Heteroptera: Cimicidae) from Europe and further data on its distribution. *Vespertilio* 16: 243–248.
- Racey, P. A. (1988). Reproductive assessment in bats.
- Radovsky, F.J. (1967). The *Macronyssidae* and *Laelapidae* (Acaria: Mesostigmata) parasitic in bats. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 46:1-288.
- Ramade F., (1984). *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris , 397p.
- Ravel, A., Marivaux, L., Tabuce, R., Adaci, M., Mahboubi, M., Mebrouk, F., & Bensalah, M. (2011). The oldest African bat from the early Eocene of El Kohol (Algeria). *Naturwissenschaften*, 98(5), 397.

- Richards, L. R., Rambau, R. V., Goodman, S. M., Taylor, P. J., Schoeman, M. C., Yang, F., & Lamb, J. M. (2016). Karyotypic Evolution in Malagasy Flying Foxes (Pteropodidae, Chiroptera) and Their Hipposiderid Relatives as Determined by Comparative Chromosome Painting. *Cytogenetic and genome research*, 148(2-3), 185-198.
- Rudnick, A. (1960). A revision of the mites of the family Spinturnicidae (Acarina). *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 17: 157–283.
- Rudolph, B. U., Liegl, A., & Karataş, A. (2005). The bat fauna of the caves near Havran in Western Turkey and their importance for bat conservation. *Zoology in the Middle East*, 36(1), 11-20.
- Schmid-Hempel, P. (2003). Variation in immune defence as a question of evolutionary ecology. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270(1513), 357-366.
- Schmetter, W. (1960). Beringungsergebnisse an der Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersi* Kuhl) im Kaiserstuhl. *Bonn Zool Beitr*, 11, 150-165.
- Séguy, E. (1933). Mission saharienne Augieras-Draper, 1927-1928. *Insectes Dipteres. Bull. Mus. Hist. nat Paris 2* :122-127.
- Séguy, E. (1950). La biologie des diptères. *Encyclopédie entomologique.*, sér. A, 26. Paul Lechevalier, Paris. p. 147-151.
- Sendor T. & Simon M. (2003). Population dynamics of Pipistrellus Bat: effect of sex, age and winter weather, seasonal survival. *JZool. Ecol.* 72: 308-320
- Senevirante, S (2009). Host specificity in bat ectoparasites: A natural experiment. *International journal of parasite.* Elsevier 39: 995-1002.
- Seneviratne, S. S., Fernando, H. C., & Udagama-Randeniya, P. V. (2009). Host specificity in bat ectoparasites: a natural experiment. *International journal for parasitology*, 39(9), 995-1002.
- Ševčík, M., Benda, P., & Lučan, R. K. (2013). Diptera Pupipara from bats of two large eastern Mediterranean islands, Crete and Cyprus. *Turkish Journal of Zoology.* 31–37.
- Ševčík, M., J. Krištofík, M. Uhrin, and P. Benda. (2010). New records of ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing on bats in Slovakia. *Vespertilio* 13-14: 139-147.
- Ševčík, M., Krištofík, J., Uhrin, M., & Benda, P. (2010). New records of ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing on bats in Slovakia. *Vespertilio*, 13(1), 139-147.
- Simmons N. B., (2005). Order Chiroptera. In *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (D. E. Wilson and

- D. M Reeder, eds.). 3rd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. Pp. 312–529.
- Sluiter, J. W., Van Heerdt, P. F., & Voûte, A. M. (1971). Contribution to the population biology of the pond bat, *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). *Decheniana*, 18, 1-44.
- Smit, F.G.A.M. (1957). An illustrated catalogue of the Rothschild collections of fleas (Siphonaptera). the British Museum (Natural History).
- Soualah-Alila, H., Bouslama, Z., Amr, Z., & Hani, R. B. (2015). Tick infestations (Acari: Ixodidae) on three lizard species from Seraidi (Annaba District), northeastern Algeria. *Experimental and Applied Acarology*, 67(1), 159-163.
- Spitzenberger, F., Strelkov, P. P., Winkler, H., & Haring, E. (2006). A preliminary revision of the genus *Plecotus* (Chiroptera, Vespertilionidae) based on genetic and morphological results. *Zoologica Scripta*, 35(3), 187-230.
- Stanyukovich, M. K. (1997). Keys to the gamasid mites (Acari: Parasitiformes, Mesostigmata, Macronyssidae et Laelaptoidea) parasiting bats (Mammalia, Chiroptera) from Russia and adjacent countries. *Rydolst. natur. histor. Schriften*, 7, 13-46.
- Stearns, S. C. (1992). The evolution of life histories (Vol. 249). Oxford: Oxford University Press.
- Stebbing, R.E., Robertson, C.J., Richardson, P.W., Racey, P.A., Mitchelljones, A.J., Hutson, A.M., Finnemore, M., (1987). The Bat worker's manual. The nature Conservancy Council, 108 p.
- Tain, L., Perrot-Minnot, M. J., & Cézilly, F. (2006). Altered host behaviour and brain serotonergic activity caused by acanthocephalans: evidence for specificity. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 273(1605), 3039-3045.
- Teeling, E. C., Springer, M. S., Madsen, O., Bates, P., O'brien, S. J., & Murphy, W. J. (2005). A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. *Science*, 307(5709), 580-584.
- Theodor O. (1967). An illustrated catalogue of the Rothschild Collection of Nycteribiidae (Diptera) in the British Museum (Natural History), with keys and short descriptions for the identification of subfamilies, genera, species and subspecies with an Introduction by Miriam Rothschild. British Museum (Natural History), London, VIII+506 pp.
- Tiar G. (2014). Ecologie et parasitisme de la tortue mauresque *Testudo graeca* en Algérie. Thèse de doctorat en sciences. Université Badji Mokhtar-Annaba. P: 23-31.

- Timm, R.M. & Clauson B.L. (1988). Coevolution: Mammalia. In McGraw-Hill Yearbook of science & Technology. Mc Graw-Hill Book Co. New York, 212-214.
- Toubal B.O., (1986). Phyto-écologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. Thèse. Doct. 3ème cycle. Univ. Grenoble. 109 p.
- Tovornik, D. (1990). Ixodes (Eschatocephalus) vesperilionis Koch, 1844 (Arachn., Ixodidae) regarding its specific hosts and natural habitats (Slovenia, Yugoslavia). Acta Entomol. Jugosl. 23: 15-28
- Tupinier, Y., (1996). L'univers acoustique des chiroptères d'Europe. Ed Sittelle, 133 p.
- Tupinier, Y., (2001). Historique de la description des espèces européennes de Chiroptères. Le Rhinolophe (Genève) 15 : 1-140
- Tuttel, M., (2012). A Lifetime of Bats and Science. Mary Smith, Senior Editor (retired) The National Geographic Society Volume 27, No. 2.
- Uchikawa, K., M.-Y. Zhang, B.M. O'Connor. and H. Klompen. (1994). Contribution to the taxonomy of the genus Spinturnix (Acari: Spinturnicidae), with the erection of a new genus, Emballonuria. Folia Parasitol. 41: 287-304.
- Uicn., (2012). Rapport annuel de l'union internationale pour la conservation de la nature. Consultable sur site.
- Usinger R. L. (1966). Monograph of Cimicidae. Entomological Society of America. Washington, D.C. xi+585 pp.
- Valtonen E.T, Holmes J.C & Koskivaara M, (1997). Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in the Central Finland. Can. J. Aquat.Sci. 54: 572-585.
- Voigt, C.; Lehnert, L. S.; Petersons, G.; Adorf, F.; Bach, L. (2015). Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. European Journal of Wildlife Research.
- Wakelin, D. (1996). Immunity to parasites: how parasitic infections are controlled. Cambridge University Press.
- Webber, Q. M., & Willis, C. K. (2016). Sociality, Parasites, and Pathogens in Bats. In Sociality in Bats (pp. 105-139). Springer International Publishing.
- Weber, A. (1912). Observations sur l'hibernation des Chéiroptères en Algérie. Bull. d'Hist. Nat. d'Afr. du Nord-Alger. 4eme Année, (7), 152-153.
- Weber, A. (1912). Observations sur l'hibernation des Chéiroptères en Algérie. Bull. d'Hist. Nat. d'Afr. du Nord-

Alger. 4eme Année, (7), 152-153.

Whitaker, Jr. (1988). Collecting and preserving ectoparasites for ecological study. In Kunz, T. H. (eds.) *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Washington, D.C. & London, Smithsonian Institution Press. pp. 459-474.

Wibbelt, G., Moore, M. S., Schountz, T., & Voigt, C. C. (2010). Emerging diseases in Chiroptera: why bats ?.

Willis, C. K., & Brigham, R. M. (2005). Physiological and ecological aspects of roost selection by reproductive female hoary bats (*Lasiurus cinereus*). *Journal of Mammalogy*, 86(1), 85-94.

Winter, Y., & Von Helversen, O. (1998). The energy cost of flight: do small bats fly more cheaply than birds?. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 168(2), 105-111.

Zahn, A., & D. Rupp. (2004). Ectoparasites load in European vespertilionids bats. *Journal of Zoology*, London 262 : 383–391.

Zarazúa-Carbajal, M., Saldaña-Vázquez, R. A., Sandoval-Ruiz, C. A., Stoner, K. E., & Benitez-Malvido, J. (2016). The specificity of host-bat fly interaction networks across vegetation and seasonal variation. *Parasitology research*, 115(10), 4037-4044.

Zeghouma, D. (2014). Régime alimentaire du Murin du Maghreb dans l'extrême nord-est Algérien. Mémoire de fin d'étude. P37.