

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 en science  
Option : Biologie Animale

### **Bio-écologie des Chiroptères en Numidie Orientale**

---

Présentée par :

Mr. **KHELFAOUI Farouk**

Soutenue publiquement le 17-12-2019  
Devant le Jury composé de :

---

Mme. <b>BOUSLAMA Zihad</b>	<b>Présidente</b>	Professeur. Université Badji Mokhtar – Annaba
Mr. <b>BENYACOUB Slim</b>	<b>Directeur</b>	Professeur. Université Badji Mokhtar – Annaba
Mr. <b>SIBACHIR Abdelkrim</b>	<b>Examineur</b>	Professeur. Université Mustapha Benboulaïd – Batna
Mr. <b>CHAFAA Smail</b>	<b>Examineur</b>	MCA. Université Mustapha Benboulaïd – Batna
Mme. <b>ZIANE Nadia</b>	<b>Examinatrice</b>	MCA. Université Badji Mokhtar – Annaba
Mr. <b>ROUAG Rachid</b>	<b>Examineur</b>	MCA. Université Chadli Bendjdid- Tarf

---

2018-2019

# Remerciements



Ces cinq années de travail n'auraient pu aboutir sans le soutien scientifique, technique ou affectif de mes collègues, de mes amis et de ma famille. Je remercie ici tous ceux qui, directement ou indirectement, ont contribué à la réalisation de la présente thèse.

Je tiens tout d'abord à remercier très chaleureusement mon directeur de thèse, Dr. BENYACOUB Slim, Professeur à l'université d'Annaba, ses conseils avisés. Le mérite d'une thèse appartient certes à l'auteur, mais également à son directeur qui l'encadre. Dans mon cas, mon directeur a été d'un soutien et d'une attention exceptionnels. La confiance qu'il m'a accordée ainsi que le soutien moral qu'il a manifesté à mon égard m'ont permis d'accumuler des expériences professionnelles et personnelles marquantes qui font de moi une personne grandie.

Je remercie Dr BOUSLAMA Zihad, Professeur à l'université d'Annaba, qui m'a fait l'honneur de présider le jury et également pour son orientation et ses conseils.

Je remercie les membres de mon jury pour avoir accepté de juger et expertiser mon travail, Dr. SIBACHIR Abdelkrim (Professeur à l'université Batna 2) Dr. Smail CHAFAA (Maitre de conférences à l'université Batna 2), Dr. ZIANE Nadia (Maitre de conférences à l'université d'Annaba) et Dr. ROUAG Rachid (Maitre de conférences à l'université d'El Tarf). Vous m'avez fait un honneur de prendre de votre temps pour évaluer ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde et sincère reconnaissance.

Merci de tout cœur à toutes personnes qui ont partagé des bouts de thèse avec moi que ce soit de près ou de loin. Je ne serai pas en train de remplir ces pages sans vous ; à vous : Idriss, Lamine, Tabet, Aicha Beya, Messaoud, Mohamed, Djihane, Amine, Ramzi...etc. Une pensée chaleureuse à mes amies de Batna et de Tlemcen.

Enfin, et surtout, un immense et chaleureux merci à ma famille, mon père, ma mère, ma sœur, mes frères et sans oublier mes neveux et mes nièces adorés.

# RESUME



## Titre : bio-écologie des chiroptères en Numidie orientale

### Résumé

La présente étude, portant sur la chiroptérologie dans le nord-est algérien, a été effectuée dans le contexte biogéographique bien contrasté de la Numidie Orientale. L'échantillonnage effectué de 2011 à 2016 nous a permis de capturer 645 individus. Le travail d'identification a permis de recenser 3 familles de chiroptères : les *Vespertilionidae*, les *Rhinolophidae* et les *Miniopteridae* ; avec 13 espèces identifiées : *Eptesicus isabellinus*, *Myotis capaccinii*, *Myotis emarginatus*, *Myotis punicus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus gaisleri*, *Rhinolophus blasii*, *Rhinolophus Euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus mehleyi*, *Rhinolophus hipposideros* et *Miniopterus schreibersii*. Ce qui représente 50 % de la richesse spécifique des chiroptères connue en Algérie.

Le Murin du Maghreb est l'espèce la plus fréquente dans nos relevés et marque une régularité dans nos inventaires tandis que le Oreillard du Maghreb se révèle une espèce rare dans la présente étude. Dans la zone la richesse spécifique moyenne est de  $1,27 \pm 0,64$  espèces par relevé réalisé ; la valeur indiquée par l'indice de diversité de Shannon est de 2,25 bits, et celle enregistrée par l'indice d'équitabilité est de 0,60.

Par ailleurs, un travail sur les ectoparasites nous à permis de collecter et identifier 236 ectoparasites appartenant à 5 espèces de mouches de chiroptères ; *Brachytarsina flavipennis*, *Nycteribia schmidlii*, *Nycteribia latreillii*, *Nycteribia pedicularia* et *Phthiridium biarticulatum* ; de puce représentée par *Ichnopsyllus octactenus*. Les tiques recensés sont représentés par *Ixodes vespertilionis* et les mites par (*Spinturnix myoti*, *Eyndhovenia euryalis* et *Steatonyssus occidentalis*) Cette dernière espèce est une première mention en Algérie.

Pour ce qui est des fréquences parasitaires, le taux le plus imposant est celui des acariens (62,71%), suivi des mouches avec un taux de 30,94%, quand puces elles enregistrent le taux le plus faible 6,35%. Concernant les espèces hôtes examinés, 110 hébergent des parasites, soit 47,83% du peuplement. Les prévalences chez ce peuplement varient de 24% jusqu'à 77%. Le Rhinolophe de Mehely et le Murin du Maghreb se révèlent les deux espèces les plus parasités avec un taux de (77%) et l'intensité parasitaire moyenne de l'ordre de 33,71 et 11,23 respectivement.

**Mots clés : Chiroptère, Diversité, Ectoparasitisme, Numidie, Algérie**

# ABSTRACT



**Title: bioecology of bats in Eastern Numidia**

## **Abstract**

This study, on chiropterology in northeastern Algeria, was carried out in the well-contrasted biogeographical context of Eastern Numidia. The sampling from 2011 to 2016 allowed us to capture 645 individuals. The identification work identified 3 chiropractic families : Vespertilionidae, Rhinolophidae and Miniopteridae ; with 13 species : *Eptesicus isabellinus*, *Myotis capaccinii*, *Myotis emarginatus*, *Myotis punicus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus gaisleri*, *Rhinolophus blasii*, *Rhinolophus Euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus mehleyi*, *Rhinolophus hipposideros* et *Miniopterus schreibersii*. This represents 50% of the specific wealth of bats known in Algeria.

*Myotis punicus* marks regularity in our inventories while *Plecotus gaisleri* is most rare species in this study. In the area, the average species richness is  $1.27 \pm 0.64$  species; the value indicated by the Shannon diversity index is 2.25 bits, and that recorded by the equitability index is 0.60.

In addition, a work on ectoparasites enabled us to collect and identify 236 ectoparasites belonging to 5 species of bats flies : *Brachytarsina flavipennis*, *Nycteribia schmidlii*, *Nycteribia latreillii*, *Nycteribia pedicularia* and *Phthiridium biarticulatum* ; the flea represented by *Ischnopsyllus octactenus*. The ticks identified are represented by *Ixodes vespertilionis*, and moths by (*Spinturnix myoti*, *Eyndhovenia euryalis* and *Steatonyssus occidentalis*). This last species is a first record in Algeria.

As for parasite frequencies, the highest rate is that of mites (62.71%), followed by flies with a rate of 30.94%, fleas record the lowest rate of 6.35%. On the host species examined, 110 harbor parasites, or 47.83% of the community. prevalence's in this community range from 24% to 77%. Mehely's Horseshoe Bat and Maghreb's Murine are the two most parasitized species with a rate of (77%) and mean parasite intensity of 33.71 and 11.23, respectively.

**Key words : Bats , Diversity , Ectoparasitic , Numidia , Algeria .**

# ملخص



## العنوان الإيكولوجيا الأحيائية للخفافيش في نوميديا الشرقية

### ملخص

أجريت هذه الدراسة، التي شملت دراسة الخفافيش في شمال شرق الجزائر، في السياق الجغرافي المتناقض لشرق النوميديا. سمحت لنا العينات التي أجريت من عام 2011 إلى عام 2016 بالتقاط 645 خفاش. حددت عملية تحديد الهوية 3 عائلات Vespertilionidae, Rhinolophidae و ; Miniopteridae مع وجود 13 نوع : *Eptesicus isabellinus*, *Myotis capaccinii*, *Myotis emarginatus*, *Myotis punicus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus gaisleri*, *Rhinolophus blasii*, *Rhinolophus Euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus mehleyi*, *Rhinolophus hipposideros* et *Miniopterus schreibersii*.

هذا يمثل 50 ٪ من ثروة الخفافيش المعروفة في الجزائر.

بالإضافة إلى ذلك، سمح لنا عمل بشأن الطفيليات الخارجية بجمع وتحديد 236 طفيل خارجي ينتمي إلى 5 أنواع من ذبابة *Nycteribia latreillii*, *Nycteribia schmidlii*, *Brachytarsina flavipennis* ; .  
*pedicularia* et *Phthiridium biarticulatum* ;

البراغيث من نوع *Ixodes vespertilionis*. القراد من نوع *Ischnopsyllus octactenus*. العث من نوع *(Spinturnix myoti, Eynhovenia euryalis et Steatonyssus occidentalis)* هته الاخيرة تعتبر اول احصاء في الجزائر.

كلمات دالة . الخفافيش . التنوع البيئي . الطفيليات الخارجية . نوميديا . الجزائر

# Liste des Figures

Numéro de la Figure	TITRE DE LA FIGURE	Numéro de la Page
01	Délimitation géographique du hots-spots et positionnement au sein de l'ensemble des hots pots du bassin méditerranéen	04
02	Nombre d'articles scientifiques publiés sur les chiroptères depuis 2004 sélectionnés par différentes requêtes dans le Web of Science	11
03	localisation de la zone d'étude	17
04	Oro-hydrographie de l'Est algérien vue à travers le Modèle Numérique de Terrain	19
05	La répartition des précipitations annuelles à travers l'est algérien	21
06	Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien	22
07	Couverture végétale de l'Est algérien (d'après carte internationale du tapis végétal au 1/1000 000 feuilles Tunis-Sfax et Alger	23
08	Anatomie d'une chauve-souris, la Serotine commune ( <i>Eptesicus serotinus</i> )	26
09	Biodiversité des chiroptères en fonction de la latitude dans le Monde	29
10	pose des filets japonais sur un couloir de chasse.	32
11	Paramètres morphométriques mesurés	33
12	Carte illustrant la région et les sites d'études pour l'étude des parasites externes	33
13	Sites de capture du Grand Rhinolophe dans la zone d'étude.	44
14	Sites de capture du petit Rhinolophe dans la zone d'étude	46
15	Sites de capture du Rhinolophe de Blasius dans la zone d'étude	47
16	Sites de capture du Rhinolophe Euryale dans la zone d'étude	49
17	Sites de capture du Rhinolophe de Meheley dans la zone d'étude	50
18	Sites de capture du Murin de Capaccini dans la zone d'étude.	52
19	Sites de capture du Murin du Maghreb dans la zone d'étude	54
20	Sites de capture du Murin à oreille échanquée dans la zone d'étude	56
21	Sites de capture de pipistrelle commune dans la zone d'étude.	58
22	Sites de capture de pipistrelle de Kuhl dans la zone d'étude	59
23	Sites de capture de Serotine Isabelle dans la zone d'étude	61
24	Sites de capture d'Oreillard du Maghreb dans la zone d'étude	62
25	Sites de capture de Minioptère de Schreibers dans la zone d'étude	64
26	La courbe de raréfaction et d'extrapolation de complétude d'échantillonnage	65
27	Taux de couverture d'échantillonnage	65

28	La courbe de raréfaction et d'extrapolation de la richesse spécifique	67
29	ACE de la richesse spécifique basée sur l'abondance	67
30	Chao1 de la richesse spécifique basée sur l'abondance	67
31	Droite de régression entre richesse spécifique et altitude	70
32	Droite de régression entre abondance et altitude	70
33	Droite de régression entre abondance de murin du Maghreb et altitude	70
34	Les espèces de mites identifiées	74
35	Photo de l'espèce <i>Ischnopsyllus octactenus</i>	76
36	Les espèces de mouches identifiées	79
37	Fréquences des groupes de parasites externes collectés	80

## Liste des tableaux

Numéro du Tableau	TITRE DU TABLEAU	Numéro de la page
01	Caractéristiques des sites d'échantillonnage	31
02	Collection des chauves-souris capturées et identifiées	42
03	Morphométrie du Grand Rhinolophe	43
04	Morphométrie du Petit Rhinolophe	45
05	Morphométrie du Rhinolophe de Blasius	47
06	Morphométrie du Rhinolophe Euryale	48
07	Morphométrie du Rhinolophe de Mehely	50
08	Morphométrie du Murin de Capaccini	51
09	Morphométrie du Murin du Maghreb	53
10	Morphométrie du Murin à oreilles échancrées	55
11	Morphométrie de la Pipistrelle commune	57
12	Morphométrie de la Pipistrelle de Kuhl	59
13	Morphométrie de la Sérotine Isabelle	60
14	Morphométrie du Minioptère de Schreibers	63
15	Liste systématique, la fréquence, constance et échelle de constance de la faune chiroptérologique recensée dans la Numidie.	66
16	Paramètres, estimateurs et indices de diversité de la chiroptérofaune échantillonnée dans la Numidie Orientale	68
17	Distribution altitudinale des espèces	69
18	Résultats des régressions linéaires entre l'abondance totale, la richesse spécifique, l'abondance de <i>Myotis punicus</i> et l'altitude.	71
18	Individus de Chiroptères capturés et examinés pour les parasites externes	71
19	Ensemble des ectoparasites collectés sur les douze espèces de chauve-souris examinées en Numidie	72
20	Composition spécifique des parasites externes collectés durant cette étude	81
21	Épidémiologie globale chez le peuplement étudié	82
22	Prévalence, abondance et intensité moyenne des ectoparasites pour chaque espèce hôte.	83

# Liste des Annexes

Numéro de l'Annexe	TITRE DE L'ANNEXE
01	Photos des sites et gîtes d'étude
02	Photos des spécimens capturés dans la zone d'étude
03	Catégorie Liste rouge mondiale (UICN) des espèces de chiroptères en Algérie
04	Champs d'application, Avantages et inconvénients des méthodes de prospections des chauves-souris
05	Diffusion de la connaissance (production scientifique)

# SOMMAIRE



Remerciements

RESUME

ABSTRACT

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

## I INTRODUCTION GENERALE

1. Biodiversité : concept, notion et contexte régional	01
2. Les chiroptères : élément clé de la biodiversité	06
3. Les chiroptères et la contrainte parasitaire	11
4. La Chiroptérologie en Algérie : état des connaissances	14
5. Les chiroptères en Numidie orientale : problématique et objectifs	16

## II MATERIEL ET METHODES

<b>II.1.Présentation de la zone d'étude</b>	17
2.1.1. Aperçu géomorphologique et hydrique	17
2.1.1.1. L'organisation orographique Nord-sud	18
2.1.1.2. Le contexte oro-hydrographique	19
2.1.2. Aperçu climatique et bioclimatique	19
2.1.2.1. Les précipitations	20
2.1.2.2. Le bioclimat	21
2.1.3. Les formations végétales de la Numidie	23
<b>II.2.Présentation du modèle biologique 'les chiroptères'</b>	25
2.2.1. Phylogénie et systématique	25
2.2.2. Anatomie	26
2.2.3. Zoogéographie des chiroptères d'Algérie	26
2.2.4. Habitat et gîtes des chiroptères	27
2.2.5. La biodiversité et rôle écologique	28
2.2.6. Ectoparasitisme	29
<b>II.3.Méthodologie générale</b>	30
2.3.1. Etude de la diversité des chiroptères en Numidie orientale	30
2.3.1.1. Les sites de capture	30
2.3.1.2. Techniques de capture	32
2.3.1.3. Mensurations et Identification spécifique	32
2.3.2. Identification et spécificité des ectoparasites	33
2.3.2.1. Description sommaire des sites étudiés	34
2.3.2.2. Méthodes de capture des hôtes	34
2.3.2.3. Manipulation du spécimen capturé	35
2.3.2.4. Méthode de prélèvement des parasites	35

2.3.2.5. Conservation des parasites	36
2.3.2.6. Protocol parasitaire (Identification des parasites collectés)	36
II.4. Traitement des données	36
2.4.1. Traitement des données morphométriques	39
2.4.1. Calcul des paramètres, estimateurs et indices écologiques des chiroptères	39
2.4.2. Traitement des données parasitaires	39
2.4.3. Calcul des indices parasitaires	41
<b>III RESULTATS</b>	<b>42</b>
III.1 Diversité des chiroptères en Numidie orientale	42
3.1.1. Inventaire spécifique des chiroptères de la zone d'étude	42
3.1.2. Descriptif des taxons inventoriés	42
III.2. Qualité de l'échantillonnage	65
III.3. Paramètres structurant les chiroptères en Numidie	66
3.3.1. Structure et organisation des espèces chiroptérologiques	66
3.3.2. Étude de la richesse spécifique	66
3.3.3. Étude de la diversité chiroptérologique de la zone d'étude	68
3.3.4. Diversité et paramètres d'Habitats (Altitude)	68
3.3.5. Le cas de <i>Myotis punicus</i>	70
III.4. Etude de la faune ectoparasitaire des chiroptères en Numidie	71
3.4.1. Identification des ectoparasites	71
3.4.2. Présentation des espèces parasites collectées	73
3.4.3. Caractérisation du pool ectoparasitaire chez les chiroptères	80
3.4.4. Analyse de la diversité parasitaire	81
<b>IV DISCUSSION ET CONCLUSION</b>	<b>84</b>
<b>V REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>104</b>
<b>ANNEXES</b>	

# Introduction

---

*BIOECOLOGIE DES CHIROPTERES EN NUMIDIE ORIENTALE*



## 1. biodiversité : concept, notion et contexte régional

La biodiversité fait aujourd'hui l'objet d'intenses préoccupations, qu'il s'agisse de diversité en milieu terrestre ou aquatique. La préserver, en raison de sa valeur intrinsèque ou bien des services qu'elle rend aux sociétés humaines est un enjeu capital de notre époque.

La biodiversité se définit comme étant la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (Article 2 de la Convention sur la diversité biologique, Rio, 1992).

D'autre part, Barbault (2008), définit la biodiversité comme « le tissu vivant de la planète » une définition simpliste, mais qui présente l'avantage de désigner, au-delà de la constatation de la diversité des formes de vie, la multiplicité quasi inépuisable des interactions entre les organismes qui occupent la biosphère.

Différentes disciplines se sont appropriées cette notion, chacune en ayant donné une définition scientifique à différents niveaux d'organisation du vivant. On distingue ainsi la diversité génétique des populations (et des espèces à plus large échelle), la diversité spécifique (nombre et distribution relative des espèces) des groupes fonctionnels, la diversité fonctionnelle des écosystèmes (nombre et structure des interactions entre groupes fonctionnels). On peut aussi associer la diversité des habitats à leur assemblage pour étudier le fonctionnement d'une mosaïque paysagère (Margules et al., 2000).

Si la notion de biodiversité est floue, elle se décline en différentes définitions scientifiques précises, selon que l'on s'intéresse à la dynamique de populations, au fonctionnement d'écosystèmes ou de complexes d'écosystèmes. Elle doit d'une part être considérée en tant que processus dynamique, dans sa dimension temporelle. Elle est un système en évolution constante, du point de vue de l'espèce autant que celui de l'individu. Elle peut aussi être considérée dans sa composante spatiale : la biodiversité n'est pas distribuée de façon régulière sur terre. La flore et la faune

diffèrent selon de nombreux critères comme le climat, l'altitude, les sols ou les autres espèces (critères que l'homme modifie de plus en plus fortement et rapidement) (Myers, 1993).

La biodiversité se décline aussi en diverses approches descriptives ; les études débutent le plus souvent par un inventaire ; ce dernier correspond à l'énumération et à la description des taxons présents dans une zone géographique ou un milieu déterminé. Un inventaire est souvent bien plus qu'un simple listing d'espèces. Il apporte une vision d'ensemble d'un groupe sur un territoire et permet d'évaluer quantitativement et qualitativement le nombre de taxons qui s'y trouvent.

Il peut constituer un référentiel et permettre de suivre l'évolution de la biodiversité, de mesurer sa fragilité, d'estimer l'étendue des disparitions et d'en analyser les causes, de mesurer la pertinence des listes actuelles de taxons protégés, de définir l'urgence des actions à mener pour une meilleure planification des politiques de conservation. Il peut aussi contenir des éléments sur l'évolution des populations des espèces citées, ou constituer une synthèse d'études antérieures (Charbonnier, 2014).

En étudiant la biodiversité, Les naturalistes ont essayé de mettre en évidence des grandes tendances ou «patterns» dans la distribution spatiale de la diversité biologique. Si l'on recherche des unités écologiques, on peut mettre en relation les caractéristiques du climat et celles de la végétation, ce qui conduit à reconnaître de grands biomes (Léveque et Mounolou, 2008).

Ainsi, l'évaluation du degré de ressemblance entre les flores et les faunes nous permet de diviser la planète en régions biogéographiques. Dans l'un comme dans l'autre cas, cette démarche typologique s'inscrit dans un système hiérarchique, avec des subdivisions qui sont fonction du degré de précision recherché. À l'opposé on peut également chercher à identifier des aires originales, particulièrement riches en espèces endémiques (Léveque et Mounolou, 2008).

Les données sur la répartition des taxons révèlent une inégalité d'autant plus que certaines régions montrent des spécificités. La biodiversité n'est pas répartie de façon homogène sur la planète ; les facteurs géographiques (rivages, montagnes, fleuves, latitude, longitude) et climatique (chaleur, précipitation, température) en modulent la distribution (Léveque et Mounolou, 2008).

Trois principaux niveaux d'approches peuvent être envisagés qui sont par ordre décroissant de surface : la région, l'état, le site (Mac Neely et al., 1990). En effet, certaines régions sont considérées comme les plus riches en espèces mais aussi comme les plus menacées de la planète. Elles sont appelées Hots spots (selon l'ONG Conservation International) ou Ecorégions prioritaires (selon le WWF). Les scientifiques ont défini 34 hots spots ou « points chaud » de biodiversité. Cela correspond à des zones qui présentent à la fois une forte richesse en espèces et un taux d'endémisme élevé, et pour lesquelles cette biodiversité semble menacée à court terme.

Parmi les 34 points chauds reconnus aujourd'hui, Le bassin méditerranéen a été décrit comme l'une des régions les plus riches et les plus complexes sur les plans géologique, biologique et culturel (Blondel et al., 2010). Par sa diversité biologique et son degré d'endémicité élevés, il constitue l'un des 34 "points chauds" de la planète (Myers et al., 2000). Cette richesse floristique estimée à 25000 espèces connues, ce qui correspond à 9.2 % de la flore mondiale, sur un territoire représentant seulement 1.5% de la surface terrestre. La moitié de ces espèces sont endémiques du pourtour et qui sont bien adaptés aux périodes sèches (Vela et Benhouhou, 2007).

Toutefois, nulle part ailleurs, les milieux naturels n'ont été aussi modifiés qu'en région méditerranéenne ; la perte et la dégradation des habitats y figurent parmi les menaces les plus sérieuses d'érosion de la biodiversité (Chomitz et al., 2005). Cette pression anthropique est nettement plus intense en Afrique du Nord (Garcia et al., 2010).

Une caractéristique du bassin méditerranéen est de ne pas être un point chaud homogène mais composé d'une douzaine de points chauds régionaux, tous différents les uns des autres (**fig.01**). Malheureusement, le bassin méditerranéen est le plus dégradé des 34 points chauds et conserve moins de 5 % de son couvert végétal initial. Il est très menacé par l'urbanisation, et par son attrait touristique.



**Figure 1** : Délimitation géographique du hot spot et positionnement au sein de l'ensemble des hot spots du bassin méditerranéen [1. Madère et Canaries ; 2. Haut et Moyen Atlas ; 3. Complexe Bético-rifain ; 4. Alpes maritimes et Ligures ; 5. Iles tyrrhéniennes ; 6. Sud et Centre Grèce ; 7. Crête ; 8. Sud Anatolie et Chypre ; 9. Syrie-Liban-Palestine-Israël ; 10. Cyrénaïque méditerranéenne ; 11. Kabylie-Numidie-Kroumirie ; 12. Littoral et archipels dalmates.] ... (Médail et Quézel, 1997, modifié par Vela et Benhouhou, 2007).

Parmi les pays de la rive sud méditerranéenne, l'Algérie est caractérisée par l'étendue de l'aire géographique qui est à l'origine de l'existence d'une diversité importante. Ce pays présente une grande diversité physiologique constituée des éléments naturels suivants : une zone littorale (véritable façade maritime) sur plus de 1 622 km, une zone côtière riche en plaines, des zones montagneuses de l'Atlas Tellien, des hautes plaines steppiques, des montagnes de l'Atlas saharien, de grandes formations sableuses (dunes et ergs), de grands plateaux sahariens, des massifs montagneux au cœur du Sahara central (Morsli, 2007).

A ces ensembles géographiques naturels correspondent des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques.

De par sa situation géographique, l'Algérie chevauche entre deux empires floraux : l'Holarctis et le Paéotropis. Cette position lui confère une flore et une faune très

diversifiée par des espèces appartenant à différents éléments géographiques (Morsli, 2007). La richesse en taxons est le reflet d'une richesse écosystémique (zones humides, massifs montagneux, écosystèmes steppiques, sahariens et marins), mais aussi climatiques et géographiques.

D'après les données disponibles dans la bibliographie, les secteurs les plus remarquables pour l'endémisme sont la côte oranaise, suivie par la Petite Kabylie et la Grande Kabylie. En ce qui concerne les espèces rares, la Numidie littorale arrive en tête, suivie par la Mitidja d'Alger (Vela et Benhouhou, 2007).

Situé à l'extrême-est algérien, La Numidie orientale a comme limite septentrionale la Méditerranée et pour limite méridionale et orientale les collines de l'Atlas tellien, coïncidant à l'Est avec la frontière algéro-tunisienne. La limite occidentale est marquée par l'oued Seybouse. Cette région appartient à deux étages bioclimatiques distincts : le subhumide et l'humide ce qui lui confère une humidité atmosphérique importante permettant le développement d'une flore spécifiquement riche et une faune diversifiée au sein d'un certain nombre d'écosystèmes. Cette région fait partie d'une zone à important patrimoine naturel connu sous l'appellation de complexe Kabylie-Numidie-Kroumirie (Yahi et al., 2012).

Le complexe Kabylie-Numidie-Kroumirie a été récemment reconnu comme un centre d'endémisme et de zone de refuge. Ces sites, sont d'une importance extrême pour la conservation. Certains d'entre eux bénéficient déjà de statuts de protection lorsqu'ils sont inclus dans les parcs nationaux, les réserves ou les sites Ramsar pour les zones humides (Yahi et al., 2012).

L'ensemble « Kabylies–Numidie–Kroumirie » forme un point chaud régional méconnu, constitué de forêts, de montagnes, de hauts plateaux et d'écosystèmes littoraux, menacés par l'anthropisation. Face à ces menaces croissantes, il est urgent d'appuyer les politiques nationales et internationales de conservation et de coopérer à une meilleure connaissance floristique et faunistique de l'ensemble des territoires concernés (Véla et Benhouhou, 2007). Parmi les espèces faunistiques les plus menacés, les mammifères et plus spécialement les chiroptères jouent un rôle très important étant une des clés de voute de l'équilibre et de la santé des écosystèmes.

## 2. Les chiroptères : élément clé de la biodiversité

Trouvant leur origine il y a plus de 70 millions d'années (dos Reis et al., 2012), les chiroptères (Chiroptera), constituent un ordre de la classe des mammifères (Mammalia). Ubiquiste, l'ordre des chiroptères est remarquable pour sa grande diversité et ses capacités d'adaptation. Il représente près d'un quart des espèces vivantes de mammifères connues à ce jour, soit le deuxième ordre le plus important, après celui des rongeurs (Fenton et Simmons, 2015). Cet ordre suscite, tant par sa richesse spécifique que par la diversité des caractéristiques biologiques et écologiques de ses membres, ces dernières années, un fort intérêt de la part de la communauté scientifique.

D'un point de vue fonctionnel, les chiroptères jouent un rôle important dans les écosystèmes terrestres et peuvent être considérés, à ce titre, comme des espèces clés occupant des fonctions essentielles au maintien de leur stabilité (Stevens et al., 2003 in Bendjedou, 2017).

Les chiroptères présentent toutes les caractéristiques des mammifères. Elles sont homéothermes, couvertes de poils, vivipares et allaitent leurs petits. Elles possèdent une denture et une articulation de la mâchoire semblables à celles des autres mammifères. Cependant, cet ordre présente quelques adaptations exceptionnelles qui les différencient de tous les autres mammifères (Ahmim, 2014). Parmi ces adaptations exceptionnelles, on peut citer :

- Le vol actif : Seul mammifère capable de vol actif, grâce à leurs membres antérieurs modifiés en ailes (patagium) ;
- Une multiplicité de niches écologiques : Les chiroptères jouent un rôle primordial dans le maintien de la diversité des écosystèmes dans lesquels elles évoluent, du fait, entre autres, de leur capacité à disperser graines et pollens par le vol et à réguler les populations d'arthropodes (Voigt et al., 2016). Aucun autre ordre de mammifère n'a conquis autant de niches écologiques différentes ; les chiroptères des tropiques comptent des insectivores mais également des carnivores, des frugivores, et d'autres se nourrissant de feuilles, de nectar des fleurs, et même quelques espèces piscivores (Dietz, 2009) ;

- Une grande longévité : Espèces longévives, capables de vivre plus d'une trentaine d'années (Wilkinson et South, 2002) et connaissant peu de prédateurs au cours de leur existence ;
- Une longue viabilité des spermatozoïdes ;
- Un sonar et l'écholocation ultrasonore : Le sonar des chiroptères est une caractéristique unique chez les mammifères terrestres, ce système d'orientation basé sur l'écholocation sonore a permis aux chauves-souris de se déplacer, de s'orienter et de chasser en pleine nuit (Dietz, 2009).

D'autre part, les chiroptères présentent également des systèmes sociaux très variés dans l'espace et le temps (Kunz et Fenton, 2006). En effet, bien que l'on dénombre quelques espèces solitaires, la plupart des espèces sont grégaires, vivant en groupes ou en communautés mono ou multi spécifiques. Celles-ci induisent ainsi une grande variabilité d'interactions, qu'elles soient interspécifiques ou intraspécifiques.

Les chiroptères possèdent des caractéristiques biologiques très diverses et ont développé, au cours de leur évolution, des habitudes comportementales, alimentaires et écologiques très variées (Agnarsson et al., 2011; dos Reis et al., 2012; Fenton et Simmons, 2015). Ils peuvent parcourir de longues distances que ce soit lors de migrations des colonies ou pour trouver nourriture et gîte (Fleming et al., 2003). Cette particularité leur a permis, entre autres, de coloniser l'ensemble des écosystèmes terrestres répertoriés, exception faite des zones polaires et de certaines îles océaniques difficiles d'accès.

La systématique des chiroptères fut longtemps basée sur des caractéristiques morphologiques ainsi que sur l'absence/présence d'écholocation. Deux groupes étaient ainsi distingués :

- Les chauves-souris de petite taille (22-135 cm d'envergure), de faibles masses corporelles (2-160 grammes), capables d'écholocation sophistiquée (laryngée) nécessaire à leur orientation, appelées microchiroptères ;
- Les chauves-souris de grandes tailles (40 cm-2,20 m d'envergure), de masse corporelle plus importante (15-1500 grammes), appelées mégachiroptères. Cette classification impliquait alors une origine unique du vol et de l'écholocation chez les chauves-souris (Jones et Teeling, 2006).

Depuis, les données moléculaires ont révélé l'existence de relations phylogénétiques étroites entre les microchiroptères appartenant à la superfamille des Rhinolophoidea et à la famille des Pteropodidae avec les mégachiroptères, formant ainsi le nouveau clade des Yinpterochiroptera (Teeling et al., 2005).

Selon cette classification, les superfamilles des Emballonuroidea, Noctillionoidea et Vespertillionoidea, ayant toutes pour particularité d'utiliser l'écholocation laryngée, forment le clade des Yangochiroptera (Teeling et al., 2005). Ces nouvelles données suggèrent ainsi une possible évolution convergente de l'écholocation ou une origine unique de cette caractéristique, avec une perte subséquente chez les mégachiroptères (Jones et Teeling, 2006).

De ce fait, l'ordre des chiroptères comprend à ce jour près de 200 genres connus répartis en vingt familles. Les familles de Vespertilionidae, Phyllostomidae, Pteropodidae et Molossidae comprennent les plus grandes richesses spécifiques, avec pas moins de 110 espèces répertoriées dans chacune de ces familles (Fenton et Simmons, 2015).

Sur les 1232 espèces de chiroptères recensées à travers la presque totalité des biomes de la planète (Patten, 2004), près de la moitié sont inscrites sur la liste des espèces menacées ou vulnérables par l'IUCN (Prescott et Richard, 2004). Selon les données de Bats Conservation International (2011), les chiroptères représentent 22,44 % du patrimoine mammalogique de la planète. L'année 2012 a été déclarée, Année Internationale des Chauves-souris par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et ce, pour rappeler les nombreux services rendus par les chauves-souris (Ahmim, 2014).

La dernière décennie a vu bon nombre de nouvelles espèces de Chiroptères décrites, y compris dans l'ouest du Paléarctique. Parmi ces espèces nouvellement décrites, une large majorité constitue ce que l'on appelle des espèces cryptiques, c'est-à-dire des espèces qui sont morphologiquement très proches d'une ou plusieurs autres espèces. Ces fortes similarités morphologiques sont les raisons pour lesquelles ces espèces ont échappées aux taxonomistes traditionnels utilisant très souvent uniquement des caractères morphologiques pour identifier et différencier les espèces (Puechmaille et al., 2014).

Si de nombreux travaux ont été réalisés sur la faune mammalogique, très peu concernent les Chiroptères, malgré leur rôle écologique majeur dans le maintien des écosystèmes (Reis et Guillaumet, 1983). En effet, les précieux services écologiques rendus par les Chiroptères restent encore ignorés par la majorité des populations et même par les autorités en charge de la gestion de la faune et de la flore (Backwo, 2009).

La valeur écologique des chiroptères justifie que toutes leurs espèces soient considérées comme « espèces de faune strictement protégées » par la convention de Berne (1979), relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel. Les chiroptères figurent également dans l'annexe II de la convention de Bonn en 1979, relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Ahmim, 2014).

Parmi les principales menaces qui guettent les chiroptères, on peut citer : les conséquences de l'urbanisation, la destruction des habitats naturels et la fragmentation de ce qui en reste en îlots relativement isolés et de tailles variées (Dickman, 1987; Wibbelt et al., 2010), le degré d'artificialisation des espaces verts induisant un manque de végétation spontanée porteuse de la faune d'insectes associée (Gerell et Lundberg, 1993; Ekman et van Zyll de Jong, 1996; Gaisler et al., 1998; Avila- Flores et Fenton, 2005).

Ainsi, les chiroptères sont, de par la destruction et la dégradation de leurs habitats, de plus en plus menacées à travers le monde (Mickelburg et al., 2002 ; Russo et Jones, 2003). La modification de l'utilisation du territoire (Mickelburg et al., 2002), en particulier les changements de pratiques agricoles (Wickramasinghe et al., 2004) et l'urbanisation toujours croissante (Mc Kinney, 2008 ; Stone et al., 2012) expliquent une part considérable de ce déclin.

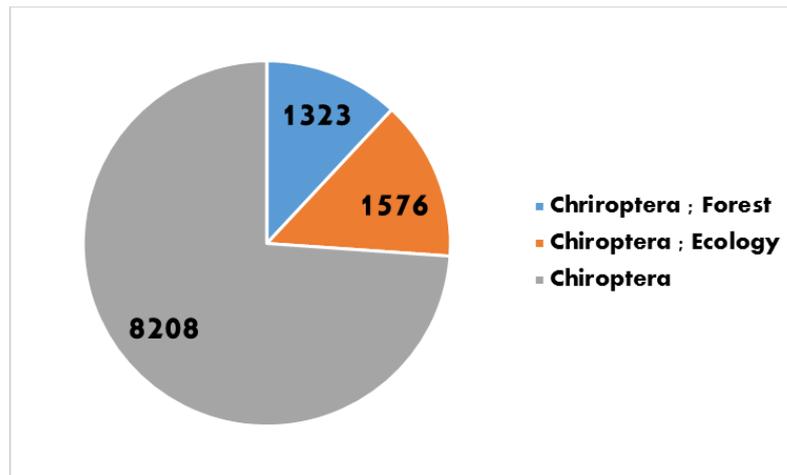
Un déclin des chiroptères peut induire des demandes plus importantes de pesticides, faisant augmenter le coût de beaucoup de cultures. Les forestiers ont d'ailleurs compris qu'ils disposaient ainsi d'une précieuse alliée de l'écosystème forestier et s'impliquent de plus en plus dans des démarches protectrices, avec une gestion de plus en plus écologique (Tillon et al., 2016).

La conservation de ces espèces passe avant tout par la préservation de leur habitat, et en particulier de leurs gîtes et habitats de chasse. Il faut donc mettre en évidence quels habitats favorisent la présence des différentes espèces de chauves-souris et quels facteurs environnementaux influencent la position et la taille de leurs domaines vitaux sur le territoire disponible (Vaughan et al., 1997).

De nombreuses études se sont penchées sur les techniques et la méthodologie à adopter pour répondre à ces questions (Rainho et Palmeirim, 2011) et plus particulièrement sur la caractérisation des habitats de chasse. Elles ont démontré l'importance de certaines distances, et en particulier celles entre zone de chasse et gîte, entre zone de chasse et point d'eau ou encore entre zone de chasse et zone urbanisée. Ces distances sont importantes en termes d'économie d'énergie et d'accessibilité à l'eau durant la nuit (en zone méditerranéenne, les chauves-souris perdent environ 30% de leur eau corporelle en 12 heures (Adams et Thiblout, 2006).

Les zones urbaines, quant à elles, peuvent constituer des pôles attractifs pour certaines espèces de chauves-souris de par la présence de lampadaires concentrant les insectes (Rydell, 2006 ; Vincent et al., 2011) ou au contraire perturber leur activité (Stone et al., 2012). La prédiction de zones favorables aux chiroptères doit prendre en compte leur biologie (Russo et al., 2007 ; Bader et al., 2015). La variabilité saisonnière de la nourriture et l'état physiologique (avant, pendant et après la période de reproduction) jouent un rôle sur les distances parcourues par les femelles jusqu'aux zones de chasse (Marques et al., 2004).

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 (**fig.02**). Il a été publié quasiment autant d'articles sur le sujet entre 1950 et 2003 que de 2004 à 2014 (Bendjeddou, 2017).



**Figure 02** : Nombre d'articles scientifiques publiés sur les chiroptères depuis 2004 sélectionnés par différentes requêtes dans le Web of Science (Charbonnier, 2014 modifiée par Bendjeddou, 2017).

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.

### 3. Les chiroptères et la contrainte parasitaire

Les chiroptères subissent plusieurs contraintes ; parmi lesquels, le parasitisme. Au cours des dernières années, l'intérêt pour les travaux traitant des parasites des chiroptères a augmenté d'une façon considérable ; surtout qu'ils sont actuellement considérés comme étant la clé de la modélisation de l'émergence et de la propagation de plusieurs maladies (Dick et Petterson, 2007).

À l'heure actuelle, on estime que près de 50% de la biodiversité totale de la planète est à porter au crédit d'espèces parasites, comme l'ont décrit Windsor (1998) où Smith et al., (2003). Cependant, leur faible contribution en termes de biomasse a fait que leur rôle dans le fonctionnement des écosystèmes a longtemps été considéré comme trivial.

Les espèces hôte ne vont pas « payer » le parasitisme au même prix pas plus qu'elles ne vont se répartir équitablement la charge parasitaire. Depuis, la théorie des filtres définie par Euzet et Combes (1980), puis la théorie des interactions durables de Combes (1995) ont disposé d'un cadre formel pour l'analyse des associations au sein du monde vivant, en permettant d'évaluer les conditions pour

que l'infestation d'un hôte par un parasite donné soit achevée avec succès ; autant que pour qualifier les effets réciproques de l'interaction au niveau des organismes.

Le rôle des parasites dans leur écosystème dépend de leur spectre d'hôte. Par des processus différents, les parasites généralistes tendent à désorganiser la structure des populations hôtes, et risquent de diminuer la biodiversité ; alors qu'à l'inverse, les spécialistes jouent un rôle très important dans la structuration des populations et le maintien de la biodiversité. A l'heure actuelle, de nombreuses études établissent l'importance du parasitisme dans le fonctionnement de l'écosystème, mais aussi dans les actions de biologie de la conservation (Minchella, 1985 ; Poullin et Moran, 2004).

Le rôle joué par les parasites spécialistes dans la régulation de la biodiversité a été avancé pour la première fois par Janzen (1970) et Dick (2007) dans l'étude de la biodiversité de la forêt tropicale. Le maintien de la biodiversité spécifique par les parasites spécialistes est expliqué par des considérations de densité des espèces hôte. L'espacement des individus permet de minimiser le potentiel du parasite à se répandre. De fait, il va diminuer l'abondance des espèces les plus communes, et diversifier le peuplement au sein de l'écosystème d'une manière similaire à la stratégie du « Kill the Winner » proposée par Thingstad et Lignell (1997) pour les virus bactériophages dans les écosystèmes océaniques.

D'après Poullin (1999), les parasites peuvent influencer de trois manières différentes sur les communautés. Les parasites d'hôtes, à travers leur action directe sur les hôtes. On sait d'après Crofton (1971) que le parasite diminue la fitness de son hôte. Cet effet « debilitating » du parasite peut être responsable de la perte d'importance fonctionnelle d'une espèce hôte au profit d'une autre, modifiant ainsi la structure de la communauté.

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 (Buch et al., 1997).

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 méso parasites qui occupent les cavités reliées à l'extérieur (cavité pulmonaire, tube digestif) et les endoparasites qui se développent dans le milieu intérieur.

Parmi les modèles de choix pour l'étude des relations hôtes-parasites et surtout le phénomène de spécificité de ces interactions, les chauves-souris présentent un modèle d'intérêt scientifique considérable. 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).

Les ectoparasites des chiroptères ont connu une évolution de plusieurs millions d'années concomitante à celle de leurs hôtes. Lors de la différenciation des espèces hôtes au cours de l'évolution, ces parasites ont aussi développé de nouvelles espèces. C'est pourquoi, dans bien des cas, la coévolution de l'hôte et du parasite fait qu'aujourd'hui on peut aussi déduire les liens de parenté des hôtes à partir de la parenté des parasites (Dietz, 2009). Néanmoins, d'autres cas d'études infirment cette hypothèse ; le cas des diptères forment une lignée évolutive monophylétique dénommée Hippoboscoidea. Apparemment il n'y aurait pas eu de coévolution entre espèces de Streblidae et de chauves-souris, d'après une étude du genre Trichobius infestant divers Phyllostomidae (Gracioli et de Carvalho, 2012).

Des parasites adaptés depuis si longtemps à un hôte déterminé ne lui nuisent normalement pas. Cependant, des études approfondies sur le métabolisme des chiroptères ont montré que les individus infestés de parasites présentent un taux de métabolisme plus élevé ; donc plus de consommation d'énergie que leurs congénères non parasité (Dietz, 2009).

Presque tous les ectoparasites que l'on trouve sur les chiroptères appartiennent à l'un des quatre groupes : les mouches des chiroptères, les punaises, les puces et les acariens (Dietz, 2009).

Les chiroptères sont décrits aussi comme réservoirs d'une importante diversité de microorganismes dont certains sont pathogènes pour l'homme ou d'autres animaux (Calisher et al., 2006; Wang et al., 2011; Brook et Dobson, 2015; Moratelli et Calisher, 2015).

Elles joueraient ainsi un rôle majeur dans l'émergence de pathogènes du fait de :

- leur longue histoire évolutive avec les microorganismes qu'elles hébergent ;
- leur capacité de dispersion des agents biologiques par le vol ;
- leur longévité permettant une production/excrétion sur de longues périodes ;
- leur structure sociale complexe et leur densité de population pouvant être importante. Ces caractères, qui font des chiroptères des hôtes privilégiés, engendreraient une diversité importante des microorganismes et influeraient leur transmission et leur maintien dans l'environnement. Ces caractéristiques influeraient aussi sur la capacité d'adaptation des chiroptères et leurs aptitudes immunitaires (Brook et Dobson, 2015).

#### 4. La Chiroptérologie en Algérie : état des connaissances

L'Algérie par sa position géographique présente une grande diversité de biotope occupée par une importante richesse floristique et faunistique. Ce pays s'étend sur une superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup>, longe d'Est en Ouest la Méditerranée sur 1622 km et s'étire du Nord vers le Sud sur près de 2 000 km (Mate, 2009). La richesse en taxons en Algérie est le reflet d'une richesse écosystémique (zones humides, massifs montagneux, écosystèmes steppiques, sahariens et marins), mais aussi climatiques et géographiques.

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) in Bendjeddou (2017). La faune mammalienne quant à elle est estimée à (108) espèces dont 13 éteintes depuis l'antiquité (Kowalski et RzebiK-Kowalska, 1991). Parmi les mammifères de l'Algérie, les chiroptères comptent plusieurs taxa jusqu'à 25 espèces mentionnés (Ahmim,

2014). Ces derniers constituent encore l'un des taxons les plus méconnus et les moins étudiés.

En Algérie, c'est vers la fin du 19ème siècle qu'on s'est intéressé aux peuplements des chiroptères. La recherche s'est focalisée sur l'identification des espèces de chauves-souris et leur répartition. Parmi les travaux, on citera ceux de [Loche \(1867\)](#), [Lataste \(1885\)](#). [Anciaux de Faveaux \(1976\)](#), consacre son étude à l'inventaire des espèces de chauves-souris et la première mention de parasites qu'elles hébergent. Cependant, Les plus importantes contributions sur les Chiroptères ont été rapportées par [Gaisler \(1983 ; 1984\)](#), [Gaisler et Kowalski \(1986\)](#), [Kowalski et al., \(1986\)](#) et [Gaisler et al., \(1998\)](#).

Les Chiroptères signalés pour l'Algérie appartiennent à la région paléarctique. Selon les travaux de [Gaisler \(1983\)](#), [Hanak et Gaisler \(1983\)](#), [Gaisler \(1984\)](#), [Gaisler et Kowalski \(1986\)](#) et [Kowalski et Rzebick-Kowalska \(1991\)](#), un taux de 64 % du patrimoine de chiroptères algérien vit dans la zone Tellienne. Cette zone est suivie par les deux Atlas, qui sont des chaînes montagneuses, où l'on retrouve respectivement 56 % et 52 % des espèces dans l'Atlas saharien et l'Atlas Tellien. Les zones les moins peuplées en chiroptères sont le Sahara et ses massifs montagneux ainsi que les hauts plateaux et hautes plaines avec respectivement 48 % et 40 % ([Ahmim, 2014](#)).

Au niveau régional, les études en Numidie orientale ont débuté au niveau du parc national d'El Kala. Citons les travaux de [Fekroune \(1998\)](#) et [Dziri \(2002\)](#) sur la diversité des chiroptères au niveau du parc. [Bendjeddou et al., \(2013\)](#) a présenté un premier travail sur les ectoparasites des chiroptères au niveau du parc national d'El Kala. Plus récemment, [Bendjeddou \(2017\)](#) a abordé l'inventaire des chiroptères dans le nord-est Algérien y compris le parc national d'El Kala et faune ectoparasite associée. Les premiers résultats au niveau national sur l'écholocation des chiroptères et l'enregistrement sonore furent rapporté par [Farfar \(2017\)](#) réalisé dans la même zone d'étude.

Par ailleurs on cite les travaux d'[Ahmim \(2014\)](#) en Kabylie qui présenta une étude 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.

## 5. Les chiroptères en Numidie orientale : problématique et objectifs

Le centre d'intérêt et le contexte écologique de cette étude portent sur la détermination des espèces de chiroptères dans le nord-est algérien. C'est dans le contexte d'étude de la faune de la Numidie mammalienne et de la protection de ces petits mammifères volants que notre travail de thèse a été entrepris avec pour objectifs principaux de contribuer efficacement à la connaissance des chauves-souris algériennes et d'apporter des réponses aux problématiques suivantes :

- ❖ Dans la Numidie orientale, quelles espèces de chauves-souris peuvent être recensées ?
- ❖ Dans cette zone de transition et de contraste écologique que constitue le nord est algérien entre une faune méditerranéenne et une faune saharienne, quelle est la liste exhaustive des chauves-souris inventoriées ?
- ❖ Quelles sont les informations fournies par la capture au filet ?
- ❖ Quels sont les espèces qui parasitent les chiroptères dans la zone d'étude ?

Nous avons essayé par la présente contribution de mettre en évidence la nécessité d'une étude approfondie de cet Ordre, en abordant une approche descriptive de la bio-écologie des Chiroptères dans le nord est algérien.

La présente étude se propose de répondre à ces questions. De ce fait, ce manuscrit sera organisé et présenté sous la forme **IMRaD** ; le chapitre matériels et méthodes présentera de manière assez succincte la zone d'études et de manière plus approfondie les chauves-souris aux plans taxinomique, biologique et écologique. Ensuite, nous développerons toutes les méthodes utilisées pour atteindre nos objectifs. Un chapitre livrera les résultats de l'inventaire des chiroptères dans la zone d'étude ainsi que l'ectoparasite associé aux espèces hôtes, suivi par une discussion générale. Enfin, ce document se terminera par une conclusion générale, des perspectives de recherche et des actions à mener pour améliorer l'étude des chiroptères en Algérie.

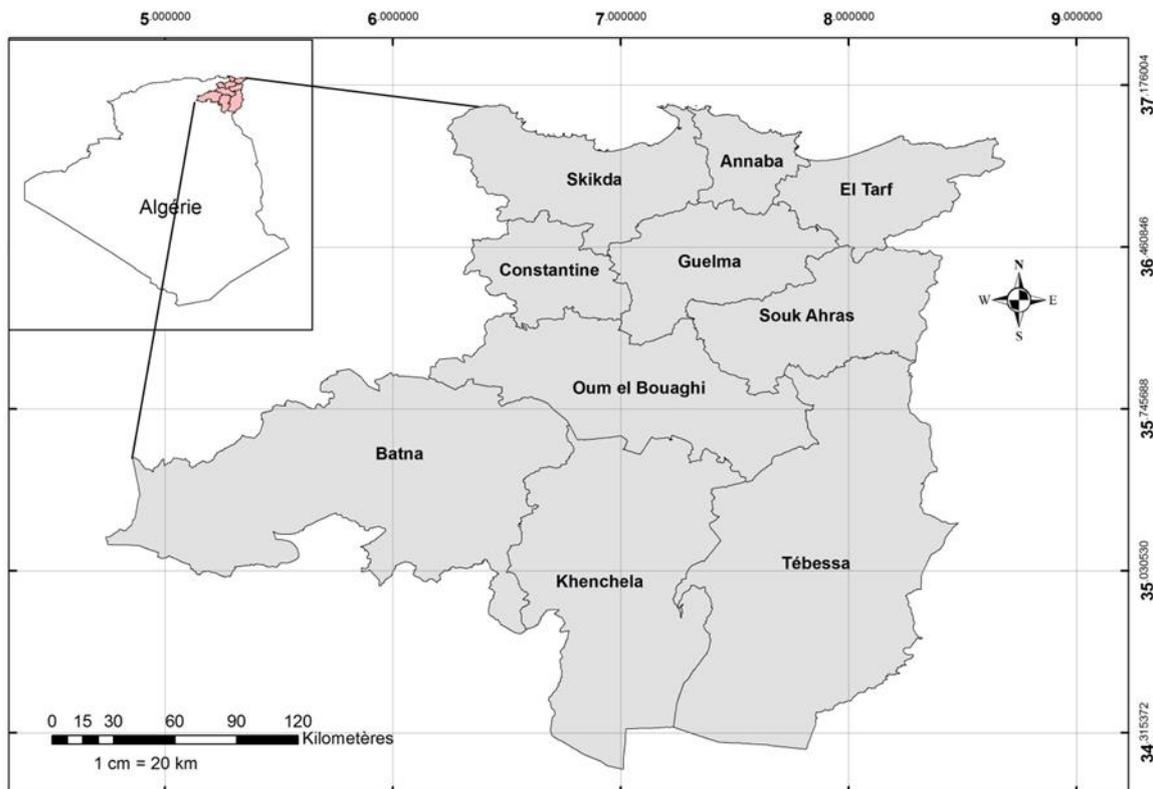
# Matériel et Méthodes

*BIOECOLOGIE DES CHIROPTERES EN NUMIDIE ORIENTALE*



## II.1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude correspond au territoire de la Numidie, limitée au nord par le littoral méditerranéen, à l'est par les frontières algéro-tunisiennes, au sud par les piémonts sud des Aurès et à l'ouest par la dorsale kabyle et les hauts plateaux sétifiens. On s'est basé essentiellement sur les travaux de [Mebarki \(2005\)](#) et [Bazri \(2015\)](#) pour décrire la zone d'étude :



*Figure 03 : localisation de la zone d'étude © Khelfaoui, 2018.*

### 2.1.1. Aperçu géomorphologique et hydrique

L'Algérie est un pays de contrastes. L'organisation orographique de l'Algérie orientale est affectée d'un fort gradient latitudinal qui concerne aussi bien la topographie que les étages bioclimatiques ([Côte, 1983](#)). Cet édifice est complété sur le plan géologique et géomorphologique, par une variété d'unités structurales où le climat fort contrasté y imprime sa plus grande marque.

### 2.1.1.1. L'organisation orographique Nord-sud

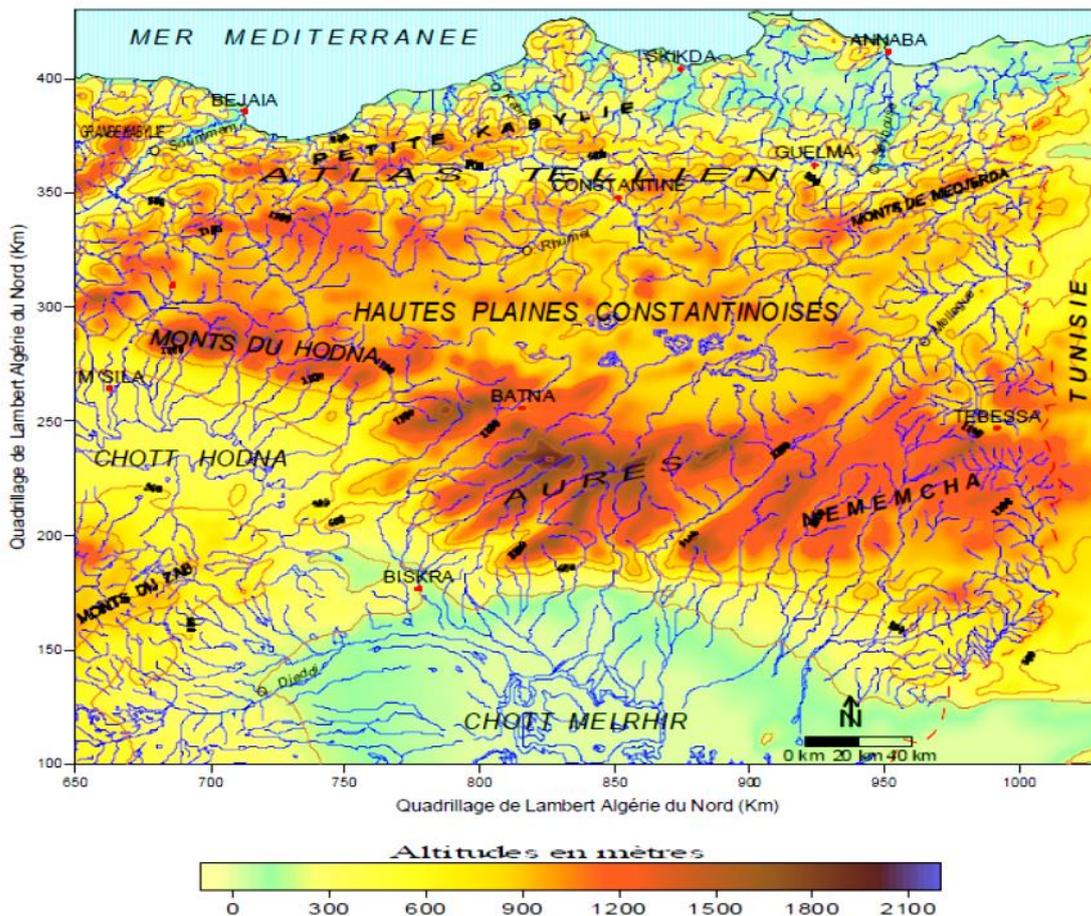
S'étendant de la méditerranée au désert ; donc du domaine méditerranéen au domaine aride, l'Algérie présente nécessairement une gamme étendue de milieux naturels. Ils peuvent être rapportés à trois grands types principaux, tellien, steppique, saharien, constitués des ensembles suivants (Bazri, 2015) :

- Des plaines côtières : Elles se succèdent d'Est en Ouest, en unités isolées les unes des autres, par les massifs maritimes. Les trois massifs d'El Aouana, de Bougaroun et de l'Edough ont des positions en saillant dans la mer Méditerranée qu'ils dominent par des versants raides (Marre, 1992). Les plaines de Guerbès, de Fetzara et d'Annaba, en forme de croissant autour du djebel Edough, sont jalonnées respectivement par la basse vallée du Kébir-Ouest, le Lac Fetzara, la basse Seybouse et la Mafragh. Il s'agit partout ailleurs de petites plaines côtières correspondant aux basses vallées des oueds : Skikda (Oued Safsaf), Collo (Oued Guebli).
- Un bourrelet montagneux tellien : Il longe depuis Béjaia jusqu'à la frontière tunisienne, sur 300 km environ, la mer Méditerranée, qu'il surplombe par endroits à la faveur de grandes falaises. Une série de petits cours d'eau parallèles et courts qui descendent du flanc nord des djebels bien arrosés et se précipitent en pentes raides vers la Méditerranée. Des cours d'eau telliens plus importants, avant d'atteindre la mer, entaillent vigoureusement le relief.
- Des Hautes Plainnes étendues : ce sont de vastes étendues planes, compartimentées en une série de bassins individualisés, plus ou moins délimités par des horsts calcaires. Elles sont topographiquement perchées par rapport aux plaines littorales ou sahariennes, mais toujours dominées par les chaînes montagneuses nord et sud. Dans ces milieux, la marque de l'endoréisme est nette. Ici, la topographie de cuvette et la semi-aridité du climat favorisent l'installation d'un chapelet de chotts, sebkhas et Garaet, où viennent se jeter les oueds dévalant du piémont nord de l'Atlas Saharien.

A l'instar de toute l'Algérie, le milieu physique de l'est a pour principale caractéristique l'ordonnement du relief en éléments longitudinaux quasiment parallèles. L'organisation orographique de l'Algérie orientale est, plus qu'ailleurs, affectée d'un fort gradient latitudinal qui concerne aussi bien la topographie que les étages bioclimatiques (Côte, 1996a).

### 2.1.1.2. Le contexte oro-hydrographique

Les fortes disparités confèrent à la région deux systèmes hydrologiques opposés : des oueds à écoulement exoréique et relativement abondant, au nord (bassins subhumides à humides du Tell et des plaines côtières), et des oueds à écoulement endoréique, manifestement modeste au sud (bassins semi-arides à arides des Hautes Plaines et des piémonts de l'Atlas saharien).



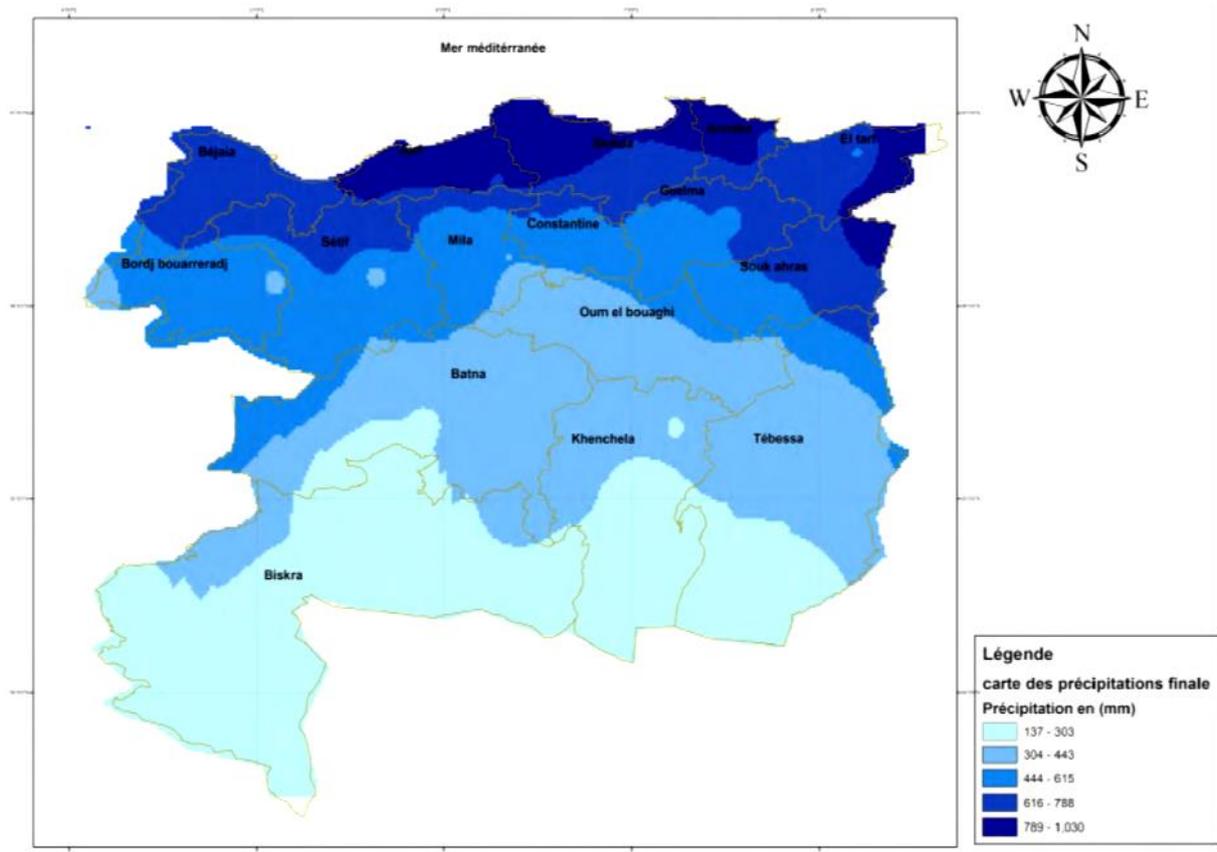
**Figure 04** : Oro-hydrographie de l'Est algérien vue à travers le Modèle Numérique de Terrain (Mebarki, 2005).

### **2.1.2. Aperçu climatique et bioclimatique**

L'Est algérien est la région la plus variée du pays sur le plan climatique. L'année est rythmée par l'alternance d'une saison sèche et chaude, et d'une saison humide, fraîche ou froide. D'après les données de l'O.N.M, la sécheresse de l'été est de 3 à 4 mois sur le littoral (Bejaïa, Jijel, Skikda), elle passe rapidement à 5 et même 6 mois à l'approche de l'Atlas saharien (Batna, Tebessa), elle s'accroît vers le sud jusqu'à couvrir les douze mois de l'année en zone aride (station de Biskra). Elle s'accompagne de moyennes mensuelles, pour le mois le plus chaud, de l'ordre de 25.82 °C (Bejaïa) à 40.17 °C (Biskra) mais les vents d'est et sud (Guebli et Sirocco) peuvent faire passer ces températures très largement au-dessus de 40 °C pendant plusieurs jours.

#### **2.1.2.1. Les précipitations**

Schématiquement, les précipitations décroissent du littoral vers l'intérieur suivant un fort gradient latitudinal, altéré néanmoins par l'effet orographique de l'Atlas saharien, avant de s'accroître à nouveau dans le Piémont saharien où les pluies se raréfient. Cette diminution du total pluviométrique vers le Sud s'accompagne d'une transformation de la répartition saisonnière (**fig.05**).

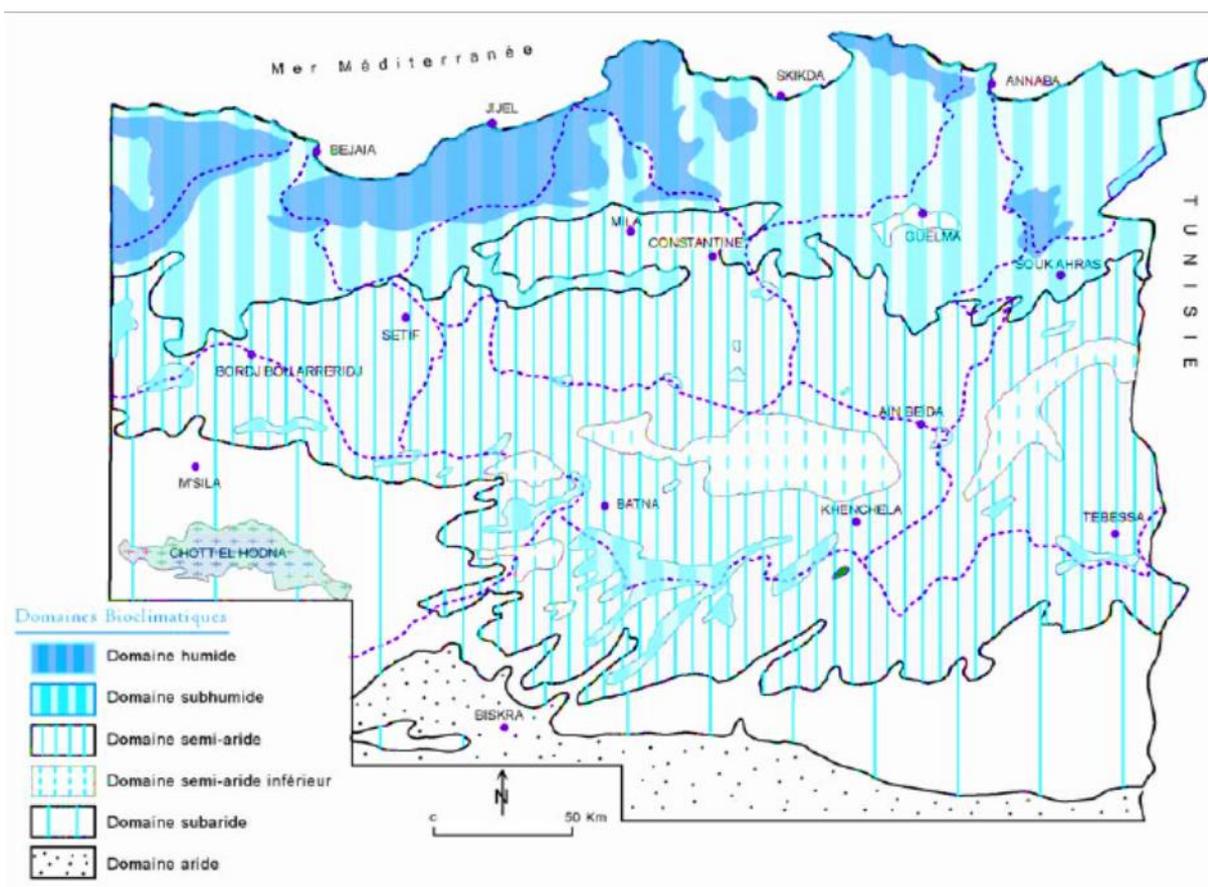


**Figure 05** : La répartition des précipitations annuelles à travers l'est algérien (Bazri, 2015).

### 2.1.2.2. Le bioclimat

La combinaison des précipitations et des températures caractérise le rythme climatique à dominance « méditerranéenne » régnant à travers l'Est algérien : la saison froide et humide s'oppose à la saison chaude et sèche. Cette dernière s'accroît vers le Sud jusqu'à couvrir les douze mois de l'année en zone aride

La carte au 1/ 1000 000 de Côte (1998a), montre la brutalité des contrastes et disposition en bandes zonales longitudinales rappelant celles du relief et des précipitations (**fig.06**).



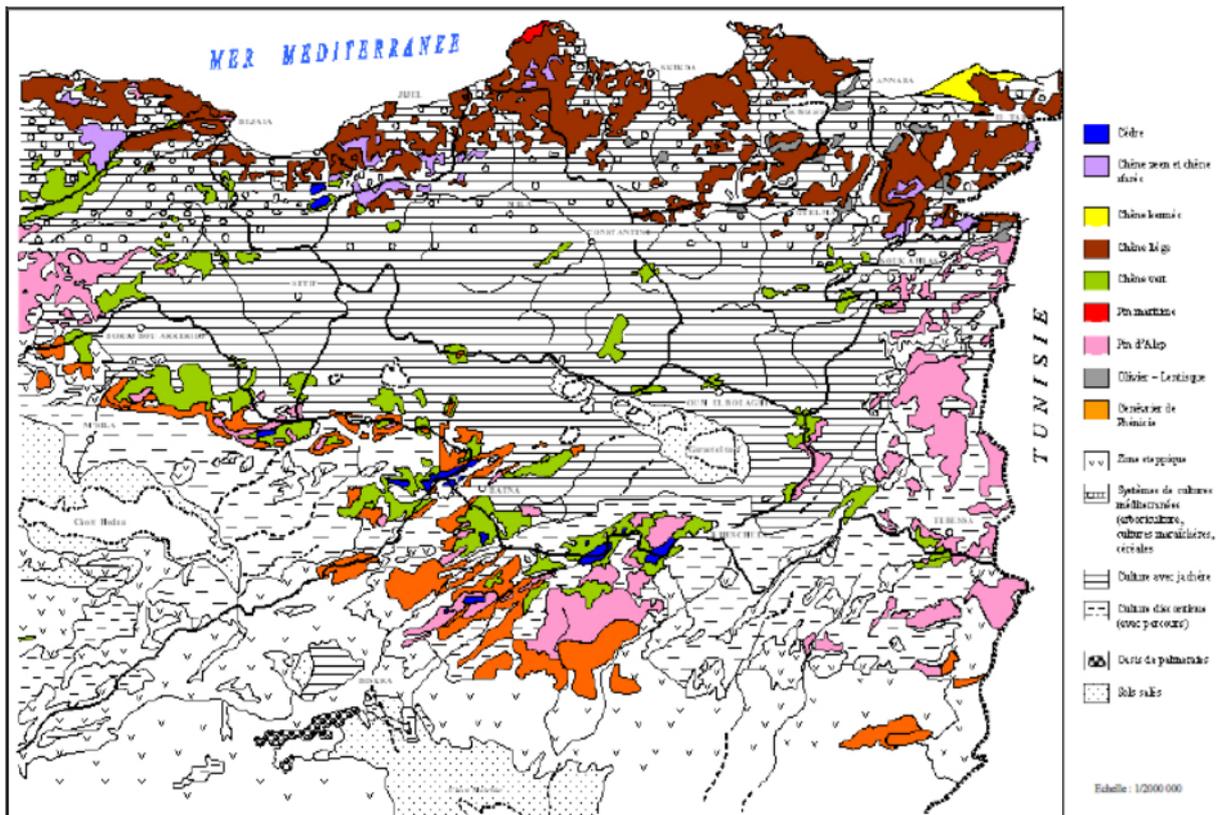
**Figure 06 :** Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien (établie d'après Côte, 1998a).

Latitude et continentalité expliquent ce dispositif. Cependant, le passage de l'humide au Nord à l'aride au Sud n'est pas régulier :

- Une poche du domaine humide pénètre à l'intérieur pour épouser les Monts de la Medjerda (région de Souk Ahras) ;
- Le semi-aride remonte dans les bassins intérieurs du Tell (Mila-Ferjioua, Guelma) et il est particulièrement développé dans les Hautes Plaines qui le prolongent loin vers le Sud ;
- Le subaride se limite (hormis le Hodna) à une bande étroite du Piémont méridional de l'Aurès et Nememcha ;
- Les reliefs de l'Atlas saharien font descendre vers le Sud le subhumide et le semi-aride.

### 2.1.3. Les formations végétales de la Numidie

Les grandes divisions d'espèces forestières sont déterminées par le climat, en particulier par la quantité de pluie annuelle, elle-même dépendant en partie du relief, les conditions édaphiques faisant le reste au niveau du détail. Malgré sa faible extension en termes de surfaces et sa discontinuité, le couvert forestier s'étend depuis les forêts des montagnes méditerranéennes surplombant la mer jusqu'aux forêts « subalpines » des hautes montagnes de l'Atlas saharien (Mebarki, 2015) :



**Figure 07 :** Couverture végétale de l'Est algérien (d'après carte internationale du tapis végétal au 1/1000 000 feuilles Tunis-Sfax et Alger, complétées, in Mebarki, 2005).

Dans la zone tellienne, en particulier le Tell maritime, les résineux comme le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) ; pin maritime (*Pinus maritima*) et le cèdre (*Cedrus atlantica*) et les feuillus comme le chêne liège (*Quercus suber*), le chêne zeen (*Quercus canariensis*), le chêne afarès (*Quercus afares*), chêne kermès (*Quercus cocciferae*) et chêne vert (*Quercus ilex*) qui constituent les principales essences forestières ;

- Dans le domaine humide et subhumide (le plus arrosé de l'Est et de toute l'Algérie), caractérisé par des espaces fortement montagneux et la prépondérance des formations gréseuses. C'est le terrain de prédilection du chêne liège : subéraies de Petite Kabylie, de l'Edough, du massif de Collo et des confins algéro-tunisiens ;
- Les chênes zeen et afarès se limitent à quelques étendues restreintes de même que l'on relève quelques îlots de chêne kermès et de pin maritime. L'oléo-lentisque se trouve localisé et disséminé à la périphérie des forêts précitées. Le pin d'Alep gagne également en latitude le long des confins algéro-tunisiens jusqu'au sud des Monts de la Medjerda. Le cèdre occupe un étage bien déterminé, au-dessus de 1400 m dans l'Aurès (Djebel Chélia), et dans le massif de Belezma, les « forêts-steppes » de genévrier de Phénicie (*Juniperus phénicia*) font figure de paysage steppique dû à l'ambiance subaride qui y règne ;
- Les Hautes Plaines constantinoises, région à climat beaucoup plus continental et semi-aride, sont en grande partie cultivées (dominance de la céréaliculture, relayée plus au Sud par les parcours). Seuls quelques lambeaux de forêts de chêne vert, à l'état de broussailles, sont localisés sur les éminences calcaires ainsi qu'une brousse de jujubier ;
- La steppe, formation de graminées (alfa, sparte), de buissons ligneux (armoïse), de plantes halophiles (salsolacées, atriplex), constitue des zones de parcours (élevage d'ovins et de caprins). Elle s'étend à perte de vue dans les Hautes Plaines méridionales du Constantinois ; ainsi que le pays des Garaet (de Sebket El Hamiet à Garaet El Tarf), situé au cœur des Hautes Plaines, est occupé d'armoïse sur les glacis ; d'atriplex sur les sols profonds et de salsolacées sur les sols halomorphes (Mebarki, 2005).

## II.2. Présentation du modèle biologique 'les chiroptères'

Pour la présentation de notre modèle biologique, on s'est basé sur les travaux de : Dietz (2009), Ahmim (2014), Dalhoumi (2016), Charbonnier (2014) et Bendejddou (2017).

### 2.2.1. Phylogénie et systématique

Les Chiroptères (du grec « kheir » qui signifie « main » et « pteron » signifiant « aile») sont de petits mammifères qui présentent une élongation marquée des membres antérieurs, un humérus plus court que l'avant-bras, une atrophie prononcée du cubitus et surtout entre les doigts une membrane alaire musclée (le patagium). Cependant, les chauves-souris sont les seuls volitantiens capables de voler activement en associant au vol stationnaire, un vol battu car leurs ailes sont de véritables mains ailées, dépourvues de poils. Les chauves-souris nocturnes présentent une à deux mues annuelles (Lewis et Harrison, 1962 ; Brosset, 1966 ; Harrison et Bates, 1991) et possèdent une denture variable selon le genre (Maywald et Pott, 1989).

Les Chiroptères (Chiroptera Blumenbach, 1779) sont comme tous les Mammifères (Mammalia, Linnaeus 1758) des eumétazoaires bilatériens, triploblastiques, coelomates, deutérostomiens (Deuterostomia Grobben, 1908) qui appartiennent aux Chordés (Chordata Bateson, 1885). Ce sont des Olfactoriens (Olfactores Jefferies, 1991) pourvus d'un crâne (Craniata Janvier, 1981) qui appartiennent au sous-embanchement des Vertébrés (Vertebrata Cuvier, 1812), à l'infra-embanchement des Gnathostomes (Gnathostomata Gegenbaur, 1874), à la super-classe des Tétrapodes (Tetrapoda Goodrich, 1930) et au clade des amniotes (Amniota Haeckel, 1866).

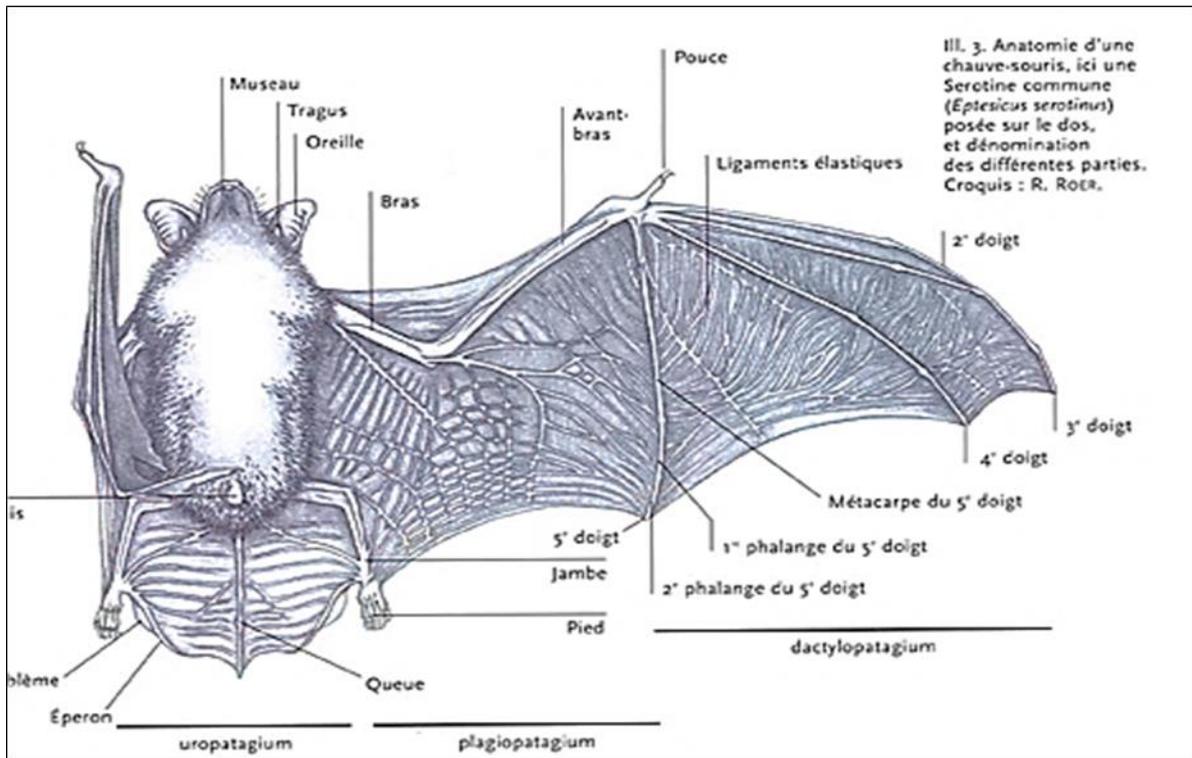
Les Chiroptères constituant le plus grand ordre des mammifères après l'ordre des Rongeurs ont colonisé de nombreux habitats sur tous les continents sauf l'Antarctique (Simmons, 2005 ; Altringham, 2011 ; Fenton et Simmons, 2014). En Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Libye et Tunisie), les Chiroptères, plus diversifiés, comptent 8 familles les Rhinolophidae (1 genre et 6 espèces), les Hipposideridae (2 genres et 2 espèces), les Rhinopomatidae (1 genre et 2 espèces), les Nycteridae (1

genre et une espèce), les Emballonuridae (1 genre et une espèce), les Molossidae (1 genre et 2 espèces), les Miniopteridae (1 genre et 2 espèces) et les Vespertilionidae (~8 genres et ~22 espèces), (Dalhoumi, 2016).

### 2.2.2. Anatomie

La surface alaire correspond à une membrane fine, délicate, vascularisée, innervée et dépourvue de poils appelée le patagium. Cette membrane est tendue entre le corps, la queue et les quatre membres jusqu'au bout des doigts allongés.

La morphologie externe des chauves-souris est utilisée dans l'identification et la discrimination entre les différentes espèces (Dietz et Von Helversen, 2004 ; Dietz, 2005 ; Aulagnier et al., 2008).



**Figure 08 :** Anatomie d'une chauve-souris, la Serotine commune (*Eptesicus serotinus*), Dietz et al. 2009 in Bendjeddou, 2017.

### 2.2.3. Zoogéographie des chiroptères d'Algérie

Les Chiroptères signalés pour l'Algérie appartiennent à la région paléarctique, dont les limites ont été tracées par Corbet (1978). Cette région est décrite comme

commençant à l'ouest, par les îles Spitzbergen, les Açores, Madère. Les îles Canaries y sont incluses, à l'inverse des îles du Cap vert qui y sont exclues.

Gaisler et al., (1986) stipulèrent que 7 espèces sont caractéristiques du Nord algérien dont la première et la deuxième zone représentent la zone méditerranéenne, où le climat varie du subhumide au semi-aride. La troisième et la quatrième zone ou zone médullaire correspond à la zone à climat aride, à l'exception de quelques régions montagneuses où le climat est semi-aride, il s'agirait éventuellement des hauts plateaux et de l'Atlas saharien. La cinquième zone étant le Sahara avec son climat désertique et les massifs montagneux sahariens.

D'après Les données qui découlent des travaux Gaisler (1983), Hanak et Gaisler (1983), Gaisler (1984), Gaisler et Kowalski (1986) et Kowalski et Rzebick-Kowalska (1991) : 16 des 25 espèces, soit 64 % du patrimoine chiroptérologiques algérien, vit dans la zone Tellienne qui ne représente que moins de 10 % de la superficie totale du territoire. Cette zone est suivie par les deux Atlas, qui sont des chaînes montagneuses, où l'on retrouve respectivement 56 % et 52 % des espèces dans l'Atlas saharien et l'Atlas Tellien (Ahmim, 2014).

Les zones les moins peuplées en chiroptères sont le Sahara et ses massifs montagneux ainsi que les hauts plateaux et hautes plaines avec respectivement 48 % et 40 %. Ces deux dernières zones représentent plus de 90% de la superficie de l'Algérie (Ahmim, 2014).

#### **2.2.4. Habitat et gîtes des chiroptères**

Les chauves-souris largement distribuées de par le monde. Elles occupent tous les milieux terrestres hormis les pôles, les hautes montagnes et les îles inaccessibles (Mickleburgh et al., 2002). Ces animaux sont surtout au repos le jour non seulement pour éviter le dessèchement de leurs ailes nues, très sensibles aux rayonnements solaires mais aussi pour limiter le danger que constituent les rapaces diurnes. Les chauves-souris sont adaptées à se suspendre la tête en bas dans des abris divers.

Leurs gîtes peuvent être naturels (mines, crevasses, grottes, fissures des falaises, parois des rochers, cavités creusées par les pics, fentes et cavités des arbres abimés, sous les écorces décollées, sous les écailles des palmiers dattiers...) ou artificiels (tunnels, ponts, combles de bâtiments, bâtiments abandonnés, greniers,

tuiles, charpentes de toit, fissures des murs, anciennes galeries de mines, poteaux creux en bétons, éclairages publics, nichoirs artificiels, murs et murets en pierre sèche...(Charbonnier, 2014).

Le choix du gîte, spécifique, est déterminé par plusieurs paramètres comme les données climatiques (température, humidité, ensoleillement...), la structure du paysage et l'abondance de la nourriture dans le but de trouver un espace tranquille, lequel est plus ou moins étendu selon la taille de l'espèce et destiné au repos, à l'hibernation sous climat tempéré et / ou à la reproduction (Hill et Smith, 1984).

Selon le choix des gîtes d'hibernation, les chauves-souris se répartissent en 3 types majeurs :

- Les espèces troglaphiles qui gîtent dans les cavités naturelles ou artificielles (grottes, caves, souterrains...) comme *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus euryale*, *Myotis capaccinii*...
- Les espèces arboricoles qui hibernent dans les troncs d'arbres comme *Nyctalus leisleri*, *Plecotus austriacus*, *Myotis daubentoni*, *M. mystacinus*, *M. nattereri*..
- Les espèces rupestres et anthropophiles qui gîtent dans les fissures, les falaises, les habitations comme *Tadarida teniotis*, *Pipistrellus kuhlii*, *P. pipistrellus*, *Eptesicus isabellinus*... (in Delhoumi, 2016).

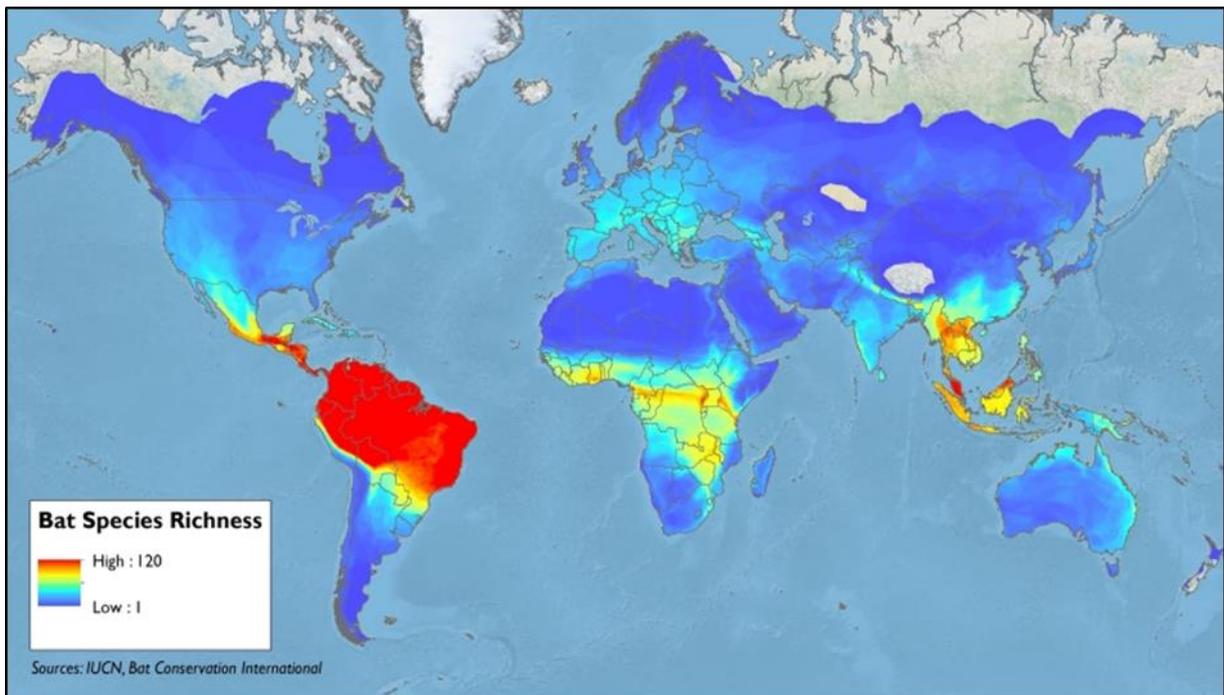
### 2.2.5. La biodiversité et le rôle écologique

D'un point de vue fonctionnel, les chiroptères jouent un rôle important dans les écosystèmes terrestres et peuvent être considérés, à ce titre, comme des espèces clés occupant des fonctions essentielles au maintien de leur stabilité (Stevens et al., 2003).

La forêt est l'habitat le plus utilisé et le plus riche en espèces de chiroptères dans le monde et en Europe (Kunz et Stern, 1995; Dietz et al., 2009; Dehling et al., 2014). Cependant, bien que les chiroptères européens, dans leur quasi-totalité, utilisent la forêt pour tout ou partie de leur cycle biologique (Kaňuch et al., 2008; Müller et al., 2013), peu de choses sont connues sur leur rôle fonctionnel dans les forêts (Dietz et Pir, 2009). Parallèlement, le déclin des populations et la raréfaction de certaines espèces ont généré un intérêt considérable pour l'étude et la protection de ces

mammifères (Mehr et al., 2011) qui font donc logiquement, de plus en plus, l'objet de mesures de conservation (Jones et al., 2009; Müller et al., 2013).

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 (**fig. 09**).



**Figure 10** : Biodiversité des chiroptères en fonction de la latitude dans le Monde (Bat Conservation International, 2015 in Bendjeddou, 2017).

### 2.2.6. Ectoparasitisme

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 et Patterson, 2006 in Bendjeddou, 2017)

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).

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 et 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 reportés 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 Anciaux de Faveaux (1976). Bendjeddou et al., (2017) mentionne que dans le parc national d'El Kala, les chiroptères sont parasité par les 4 groupes susmentionnés et au niveau national, il a identifié 22 espèces d'ectoparasites.

## **II.3.Méthodologie générale**

### **2.3.1. Etude de la diversité des chiroptères en Numidie orientale**

Pour la réalisation de cette étude plusieurs sites ont été prospectés. Le choix de ces derniers dépend du mode de vie nocturne et de l'activité des chiroptères. Dans ce sens, plusieurs gîtes et habitats ont été choisis d'après la présence effective des chauves-souris (prospection des habitats) en s'appuyant sur les recommandations de la population locale (prospection des grottes).

#### **2.3.1.1. Les sites de capture**

Les sites d'étude au nombre de (44) répartis sur l'ensemble de la zone d'étude ont été répertoriés, géolocalisés et brièvement décrits dans le tableau (01).

Tableau 01 : Caractéristiques des sites d'échantillonnage.

Localité	Gîte/Site	Coordonnées	Type d'Habitat	Méthode de Capture	
<b>Annaba</b>	Ain Barbar	36°53' N, 7°34' E	Grotte artificielle	Epuisette	
	Ain Berda	36°39' N, 7°53' E	Habitation	Epuisette	
	Ghar Sghir	36°50' N, 7°29' E	Cavité naturelle	Epuisette	
	Ruines (Ain Berda)	36°38' N, 7°35' E	Habitation	Epuisette	
	Seraidi	36°92' N, 7°71' E	Habitat	Filet Japonais	
	Tunnel (Ain Chouga)	36°50' N, 7°28' E	Tunnel	Epuisette	
	Tunnel (Gara Zarga)	36°55' N, 7°36' E	Tunnel	Epuisette	
<b>Batna</b>	Chaabt Ouled Chelih	35°52' N, 6°02' E	Habitation	Epuisette	
	Djebel Bouyelf	35°37' N, 6°11' E	Habitat	Filet Japonais	
	Ghar Sidi Mnaser	35°31' N, 6°22' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Gorges de Ghouffi	35°04' N, 6°16' E	Habitat ouvert	Filet Japonais	
<b>Constantine</b>	El Hamma	35°45' N, 7°08' E	Habitation	Epuisette	
	Ghar dib	36°22' N, 6°36' E	Cavité naturelle	Epuisette	
	Ghar el wahch	36°22' N, 6°36' E	Grotte naturelle	Epuisette	
<b>El Tarf</b>	Ancien écomusée	36°52' N, 8°34' E	Habitation	Epuisette	
	Ancien poste douane	36°51' N, 8°34' E	Habitation	Epuisette	
	Ancienne mine	36°52' N, 8°34' E	Mine	Epuisette	
	Berrihane	36°51' N, 8°11' E	Habitat	Filet Japonais	
	Ghar Essbaa	36°40' N, 8°03' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Grotte Cavallo	36°55' N, 8°19' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Grotte du cap Seglab	36°90' N, 8°54' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Grotte Marine	36°55' N, 8°20' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Maison forestière – Haddada	36°51' N, 8°34' E	Habitation	Epuisette	
	Ruines du chenal	36°54' N, 8°18' E	Habitation	Epuisette	
	Sidi Trad	36°34' N, 8°18' E	Cavité naturelle	Epuisette	
	<b>Guelma</b>	Bir Ben Osman	36°32' N, 7°72' E	Grotte naturelle	Epuisette
		Bir Ouelâ	36°25' N, 7°07' E	Cavité naturelle	Epuisette
Ghar El Djmeâ		36°26' N, 7°16' E	Grotte naturelle	Epuisette	
Ghar Hlima		36°26' N, 7°16' E	Grotte naturelle	Epuisette	
Ouled Ali		36°34' N, 7°22' E	Habitat	Filet Japonais	
<b>Khenchela</b>	Chelia	35°35' N, 6°73' E	Habitat	Filet Japonais	
	<b>Oum el Bouaghi</b>	Sidi Rghis	35°53' N, 7°80' E	Tunnel	Epuisette
<b>Skikda</b>	Flifla	36°58' N, 7°02' E	Habitat	Filet Japonais	
	Grotte Oued Zhour	36°58' N, 6°15' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Grotte Sidi Boumendjel	37°01' N, 6°19' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Oued tamanaret	37°02' N, 6°30' E	Habitat ouvert	Filet Japonais	
	Zardeza	36°53' N, 6°54' E	Habitation	Epuisette	
<b>Souk Ahras</b>	Ain Seynour	36°31' N, 7°87' E	Habitation	Epuisette	
	Burgas	36°09' N, 8°00' E	Habitation	Epuisette	
	Grotte Goum N'asser	36°14' N, 7°51' E	Grotte naturelle	Epuisette	
	Les Cavités Ouled driss	36°23' N, 8°03' E	Cavité naturelle	Epuisette	
	Mrahna	36°11' N, 8°39' E	Habitation	Epuisette	
<b>Tebessa</b>	Grotte Youkous	35°24' N, 7°58' E	Grotte naturelle	Epuisette	

### 2.3.1.2. Techniques de capture

En premier lieu, une prospection diurne et enquête avec les locaux a été consacrée à la recherche et la localisation des sites d'échantillonnage. Ensuite, une deuxième prospection a été entamée à la capture par époussette et à la pose de filets japonais et ce selon la nature du site étudié (**tab.01**). La capture par époussette a été utilisée majoritairement dans les gîtes (grottes, mines, tunnels, etc.). Parallèlement, des captures au filet japonais (6 x 2,5 m, 12 x 2,5 m et 18 x 2,5 m) ont été opérées dans des habitats, notamment près des points d'eau, milieux très attractifs et propices à la capture. Les séances de capture par filet japonais, ont commencé après le coucher de soleil et ont continué pendant les 05 heures qui suivent. Ainsi, tout individu capturé est mesuré et identifié (**fig.11**).



*Figure 11 : pose des filets japonais sur un couloir de chasse.*

### 2.3.1.3. Mensurations et Identification spécifique

Pour la détermination en main et la nomenclature, deux clés de détermination ont été utilisées : Dietz et Helversen (2004) et Dietz (2005). Les spécimens capturés ont été sexés, pesés à l'aide d'un peson (Pesola, Switzerland), mesurés (avant-bras, 3ème et 5ème doigts) à l'aide d'un pied à coulisse ( $\pm 0,01\text{mm}$ ), puis relâchés sur place (**fig.12**).

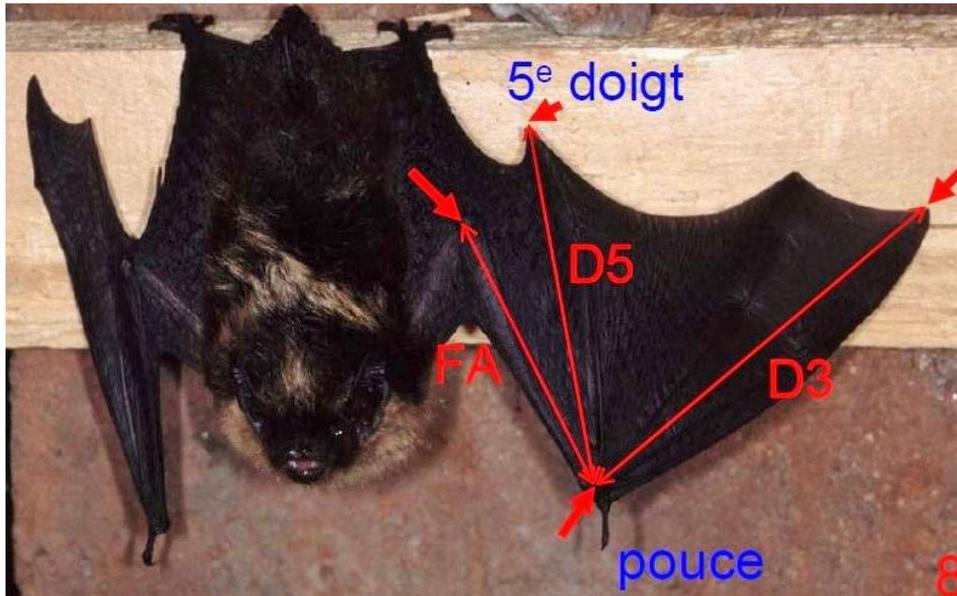


Figure 12 : Paramètres morphométriques mesurés (Dietz et Von Helversen, 2004).

### 2.3.2. Identification et spécificité des ectoparasites des Chiroptères

Dans ce volet, neuf sites recouvrant la Numidie orientale ont été sélectionnés (fig.13).



Figure 13 : Carte illustrant la région et les sites d'études pour l'étude des parasites externes.

On mentionne les sites suivants : les Ruines du chenal (El Tarf), Seraidi (localité 8ème kilomètre, Annaba), la Grotte de Ghar El Djemaa (Guelma), Ain Seynour (Souk Ahras), Chaabt Ouled Chelih et les gorges du Ghoufi (Batna), El Hamma et Chelia (Khenchla) et finalement les gîtes les Grottes de Youkous (Tebessa).

### 2.3.2.1. Description sommaire des sites étudiés

- **Les Ruine Du Chenal (El Tarf)** : Il s'agit d'une vieille construction, probablement contemporaine du Bastion de France. Le gîte est constitué par plusieurs chambres, presque entièrement enterrées et recouvertes par un maquis de lentisque (*Pistacia lentiscus*).
- **Ghar Djemaa (Guelma)** : 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.
- **Grotte de Youkous (Tebessa)** : grotte naturelle de 5m de hauteur et de largeur, avec plus de 10m de profondeur. Les cours d'eaux et les terrains agricoles y sont abondants.
- **Gorges de Ghouffi (Batna)** : milieu ouvert localisé dans au milieu rocailleux.
- **Chaabt Ouled Chelih (Batna) et El Hamma (Khanchla)** : habitat périurbain fermé.
- **Chelia (Khanchla)** : milieu semi ouvert localisé dans une cédraie.
- **Seraidi (Annaba)** : au niveau du 8<sup>ème</sup> kilomètre sur la route de Seraidi, il s'agit d'un milieu semi ouvert dont l'essence végétale principale est chêne-liège (*Quercus suber*).
- **Ain Seynour (Souk Ahras)** : milieu semi ouvert caractérisé par l'absence totale de sous-bois. Il se compose principalement de chêne-liège (*Quercus suber*).

### 2.3.2.2. Méthodes de capture des hôtes

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

Capture par main Cette deuxième technique consiste à capturer les individus directement à la 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.

Capture par filet japonais La première consiste à poser les filets tendus sur des piquets à l'entrée des gîtes ou bien dans un milieu caractéristique des cavités et milieu souterrains (Kunz et Kurta, 1988). Un filet rectangulaire en polyester avec des mailles de 16 mm et de dimensions 15x2.5 mètres Ecoton®.

### **2.3.2.3. 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. Par de suite, les spécimens sont relâchés rapidement dans leur milieu ou dans leur gîte de capture pour éviter une dépense énergétique excessive.

### **2.3.2.4. 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 manuel direct. La deuxième, à vaporiser le corps (seulement le corps) du chiroptère, le remettre par la suite dans le pochon pendant quelques minutes ; attendre que les parasites tombent d'eux même dans le sac.

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 fourrure 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 (Ecoton®). 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).

### **2.3.2.5. 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).

### **2.3.2.6. Protocole parasitaire (Identification des parasites collectés)**

Les clés d'identifications dichotomiques d'Arthur (1956), Hopkins et Rothschild (1956), Rudnick (1960), Dusbabek (1962), Usinger (1966), Radovsky (1967), Theodor (1967) et Hürka (1982) 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 de certains parasites.

## **II.4. Traitement des données**

### **2.4.1. Traitement des données morphométriques**

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

### **2.4.2. Calcul des paramètres, estimateurs et indices écologiques des chiroptères**

#### **i. Fréquence centésimale**

La fréquence centésimale (Fc), ou la fréquence en nombre, représente l'importance numérique relative d'une espèce dans un peuplement (Ramade, 2008). Elle s'exprime en pourcentage et est calculée comme le rapport du nombre d'individus d'une espèce i (ni) au nombre total des individus échantillonnés (N).

$$F_c = (n_i / N) \times 100$$

## ii. Constance

La constance (C) ou la fréquence d'occurrence désigne en écologie le degré de fréquence avec lequel une espèce d'une biocénose donnée se rencontre dans les échantillons de cette dernière (Ramade, 2008). Elle s'exprime en pourcentage et est calculée comme le rapport du nombre de relevés contenant une espèce  $i$  ( $p_i$ ) au nombre total de relevés (P).

$$C=(p_i/P)\times 100$$

Bigot et Bodot (1973), singularisent six groupes au fur et à mesure de leur fréquence d'occurrence :

- ❖  $C < 5\%$  : espèce rare
- ❖  $5\% \leq C < 25\%$  : espèces accidentelle
- ❖  $25\% \leq C < 50\%$  : espèces accessoire
- ❖  $50\% \leq C < 75\%$  : espèce régulière
- ❖  $75\% \leq C < 100\%$  : espèce constante
- ❖  $C = 100\%$  : espèce omniprésente

## iii. Richesse totale

La richesse totale (S) correspond au nombre total d'espèces présent dans un écosystème donné ou dans une aire préétablie de ce dernier (Ramade, 2008).

## iv. Richesse moyenne

La richesse moyenne ( $S_m$ ) signifie le nombre moyen d'espèces présent dans les échantillons d'un peuplement étudié (Ramade, 2008).

## v. Courbes d'accumulation

Les courbes d'accumulation est une représentation graphique distributionnelle qui fait partie d'une classe de techniques située à mi-chemin entre les analyses uni variés et les analyses multi variées complètes de la matrice espèces/échantillons. Une courbe représente la richesse spécifique moyenne cumulée d'une zone, calculée par une méthode de ré-échantillonnage statistique avec ou sans remise (Gotelli et Colwell, 2001), en fonction de l'effort d'échantillonnage, assurant ainsi une comparaison valable et équitable entre sites (Chao et Chiu, 2016).

Chao et al., (2014) étendent l'approche de Gotelli et Colwell (2001) aux nombres de Hill et fournissent les méthodes nécessaires au calcul de courbes de raréfaction et d'extrapolation en fonction de la taille ou du taux de couverture de l'échantillon. Les courbes de raréfaction sont obtenues à partir de l'échantillon disponible en simulant la diminution de sa taille. Les courbes d'extrapolation simulent l'augmentation de la taille de l'échantillon. Elles sont en réalité calculées par raréfaction d'un échantillon hypothétique de taille infinie.

Toutes les courbes d'accumulation ont été calculées par la méthode du bootstrap basée sur 100 réplifications en utilisant le package 'iNEXT' (Hsieh et al., 2016), et générées par le package 'ggplot2' (Wickham, 2009), sous le logiciel R (version 3.4.2) (R Core Team, 2017).

#### vi. Estimateurs non-paramétriques de la richesse spécifique

Il existe une panoplie d'estimateurs non paramétriques de la richesse spécifique, ces derniers cherchent à tirer le maximum d'information de la distribution des abondances et/ou des incidences pour estimer le nombre d'espèces non observées (Gotelli et Colwell, 2010). Ces estimateurs, largement employés aujourd'hui dans les études de la biodiversité, sont moins influencés par l'échelle spatiale de l'échantillonnage et sont donc plus performants (Hortal et al., 2006). Le choix des estimateurs se porte généralement sur l'aspect de leur courbe qui doit être le moins erratique possible (Merlo et al., 2010).

Tous les estimateurs utilisés dans cette étude ont été calculés par le logiciel EstimateS (version 9.1.0) (Colwell, 2013).

#### vii. Les estimateurs basés sur l'abondance

##### ▪ Estimateur Chao1

L'estimateur Chao1 estime le nombre d'espèces non observées à partir de celles observées une seule fois (c.-à-d., les singletons), ou deux fois (c.-à-d., les doubletons). Il s'agit d'un estimateur minimum, valide à condition que les singletons et doubletons représentent une part importante de l'information (Chao, 1984).

L'estimateur est :

$$\hat{S}_{\text{Chao1}} = S_{\neq 0}^N + \frac{(N-1)(S_1^N)^2}{2NS_2^N}$$

Selon Chao (2004), si aucune espèce n'est observée deux fois, l'estimateur est remplacé par :

$$\hat{S}_{\text{Chao1}} = S_{\neq 0}^N + S_1^N(S_1^N - 1)/2$$

- $\hat{S}$  : nombre estimé d'espèces présentes dans l'échantillon ou le biotope étudié ;
- $S_{(\neq 0)}^N$  : nombre d'espèces différentes observé dans un échantillon de N individus ;
- $S_v^N$  : nombre d'espèces observées v fois dans un échantillon de N individus ;
- N : nombre total d'individus échantillonnés

▪ **Estimateur de couverture (ACE)**

L'estimateur ACE « Abundance-based Coverage Estimator » a été développé par Chao et Lee (1992) à travers l'estimation du taux de couverture C, c'est-à-dire la probabilité qu'un individu de la communauté appartienne à une des espèces échantillonnées. Il utilise toutes les valeurs de Sv correspondant aux espèces rares, concrètement, la valeur limite de v notée k est fixée arbitrairement, généralement à dix.

Cet estimateur prend en compte le coefficient de variation de la distribution des fréquences, c'est-à-dire plus les probabilités sont hétérogènes, plus le nombre d'espèces non observées sera grand. L'ACE a pour expression:

$$\hat{S}_{\text{ACE}} = S_{>k}^N + \frac{S_{\leq k}^N}{\hat{C}_{\text{rares}}} + \frac{S_1^N}{\hat{C}_{\text{rares}}} Y_{\text{rares}}$$

- $\hat{S}$  : le nombre estimé d'espèces présentes dans l'échantillon ou le biotope étudié ;
- $S_{(>k)}^N$  : le nombre d'espèces dites abondantes, observées plus de k fois ;
- $S_{(\leq k)}^N$  : le nombre d'espèces dites rares, observées k fois ou moins ;
- $\hat{C}_{\text{rares}}$  : le taux de couverture ne prenant en compte que les espèces rares ;
- $S_v^N$  : le nombre d'espèces observées v fois dans un échantillon de N individus ;
- $Y_{\text{rares}}$  : estimateur du coefficient de variation.

$$Y_{\text{rares}} = \max\left(\frac{S_{\leq k}^N \sum_{v=1}^k v(v-1)S_v^N}{\hat{C}_{\text{rares}} (\sum_{v=1}^k v S_v^N) (\sum_{v=1}^k v S_v^N - 1)} - 1; 0\right)$$

### viii. Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon (H'), parfois incorrectement appelé indice de Shannon et Weaver (Krebs, 1999), dérive d'une fonction établie par Shannon et Wiener. Cet indice fait appel à la théorie de l'information, et est fondé sur l'idée que la mesure de la diversité est une fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus (Magurran, 2004).

L'indice de diversité de Shannon, représenté en unités binaires d'information ou bits, a pour expression :

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  : nombre d'individus d'une espèce  $i$

$N$  : nombre total d'individus échantillonnés

Cependant, puisque la valeur donnée par cet indice représente l'incertitude dans l'identité des espèces dans un échantillon, plutôt que la diversité, il est recommandé, aux fins des analyses comparatives relatives et/ou absolues entre sites, de convertir cet indice en prenant son exponentielle, pour avoir une mesure linéaire d'un équivalent de richesse de la communauté si toutes les espèces avaient la même abondance, c'est-à-dire avoir le nombre effectif d'espèces (Jost, 2006).

### ix. Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité (E), ou indice de Pielou mesure le degré de régularité dans l'abondance relative des effectifs des diverses espèces que renferme un peuplement ou une communauté (Ramade, 2008).

$$E = H'_{obs}/H'_{max} \quad \text{Avec} \quad H'_{max} = \log_2 S$$

- $H'_{obs}$  : diversité observée
- $H'_{max}$  : diversité observée dans le cas théorique où toutes les espèces présentent le même nombre d'individus
- $S$  : nombre total d'espèces.

La valeur de l'indice d'équitabilité varie entre zéro et un, lorsqu'il tend vers le zéro, cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce, lorsqu'il est égal à un, cela indique que toutes les espèces ont la même abondance.

### **2.4.3. Calcul des indices parasitaires**

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).

#### **i. Prévalence parasitaire**

C'est le nombre des individus parasités ( $nP$ ) sur le nombre des individus examinés ( $N$ ).

$$\text{Pr} = nP/N \times 100$$

#### **ii. Intensité moyenne parasitaire (I)**

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

$$\text{IM} = n/Np$$

#### **iii. Abondance parasitaire (A)**

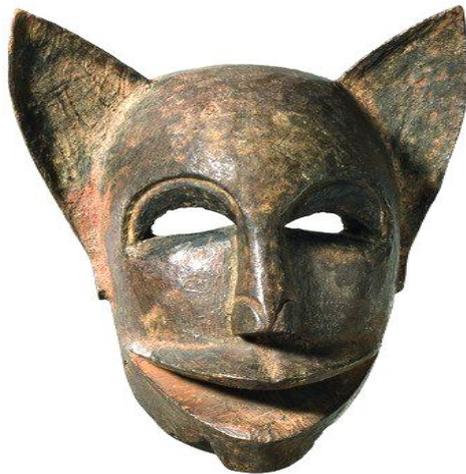
C'est le rapport de nombre total d'individus d'une espèce parasite ( $n$ ) sur le nombre total des spécimens examinés ( $N$ ).

$$\text{A} = n / N$$

# Résultats

---

*BIOECOLOGIE DES CHIROPTERES EN NUMIDIE ORIENTALE*



### III.1 Diversité des Chiroptères en Numidie orientale.

Les chiroptères demeurent encore l'un des taxons les moins étudiés en Algérie ; le manque de données de ces micromammifères protégés nous a mené à réaliser cette étude. Une approche descriptive mais non-exhaustive portant sur l'étude de la diversité des chiroptères de la Numidie orientale nous a permis la collecte et la présentation des données mentionnées ci-dessous.

#### 3.1.1. Inventaire spécifique des chiroptères de la zone d'étude

L'effort d'échantillonnage s'est échelonné sur plusieurs saisons ; de 2011 jusqu'à 2016, en procédant à des observations visuelles et des séances de captures. Un total de 649 individus a été collecté ; ce qui nous a permis d'identifier 13 espèces de chiroptères dans la zone d'étude appartenant à 3 familles (**tab.2**).

**Tableau 02** : Collection des chauves-souris capturées et identifiées.

Famille	Espèce	Nom Vernaculaire
<i>Vespertilionidae</i>	<i>Eptesicus isabellinus</i>	Sérotine Isabelle
	<i>Myotis capaccini</i>	Murin de Cappaccini
	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à Oreilles échancrés
	<i>Myotis punicus</i>	Murin du Maghreb
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune
	<i>Plecotus gaisleri</i>	Oreillard du Maghreb
	<i>Rhinolophidae</i>	<i>Rhinolophus blasii</i>
<i>Rhinolophus Euryale</i>		Rinolophe Euryale
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>		Grand Rinolophe
<i>Rhinolophus mehleyi</i>		Rinolophe Meheley
<i>Rhinolophus hipposideros</i>		Petit Rinolophe
<i>Miniopteridae</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schriber

#### 3.1.2. Descriptif des taxons inventoriés

Dans cette partie, nous abordons une présentation générale des 3 familles identifiées ainsi que les espèces de chiroptères inventoriés avec mention des localités de capture, suivi par un bref descriptif pour chaque espèce.

### 3.1.2.1. Famille des *Rhinolophidae*.

Des chiroptères principalement insectivores, de taille petite à moyenne ; caractérisés par une feuille nasale complexe. Le fer à cheval ainsi nommé à cause du repli de peau nasal surmonté d'une selle. Les appendices nasaux constituent une adaptation à un système d'écholocation très spécialisé. Dans leurs gîtes, les rhinolophes se suspendent toujours à découvert mais s'enveloppent partiellement ou complètement dans leurs ailes qui servent aussi à cacher les nouveaux nés. Les rhinolophes ne comportent qu'un seul genre, *Rhinolophus*, comptant au moins soixante-dix espèces que l'on peut déterminer par la forme différente des appendices nasaux (Dietz et al., 2009). La présente étude nous a permis de déterminer 5 espèces appartenant au genre *Rhinolophus* :

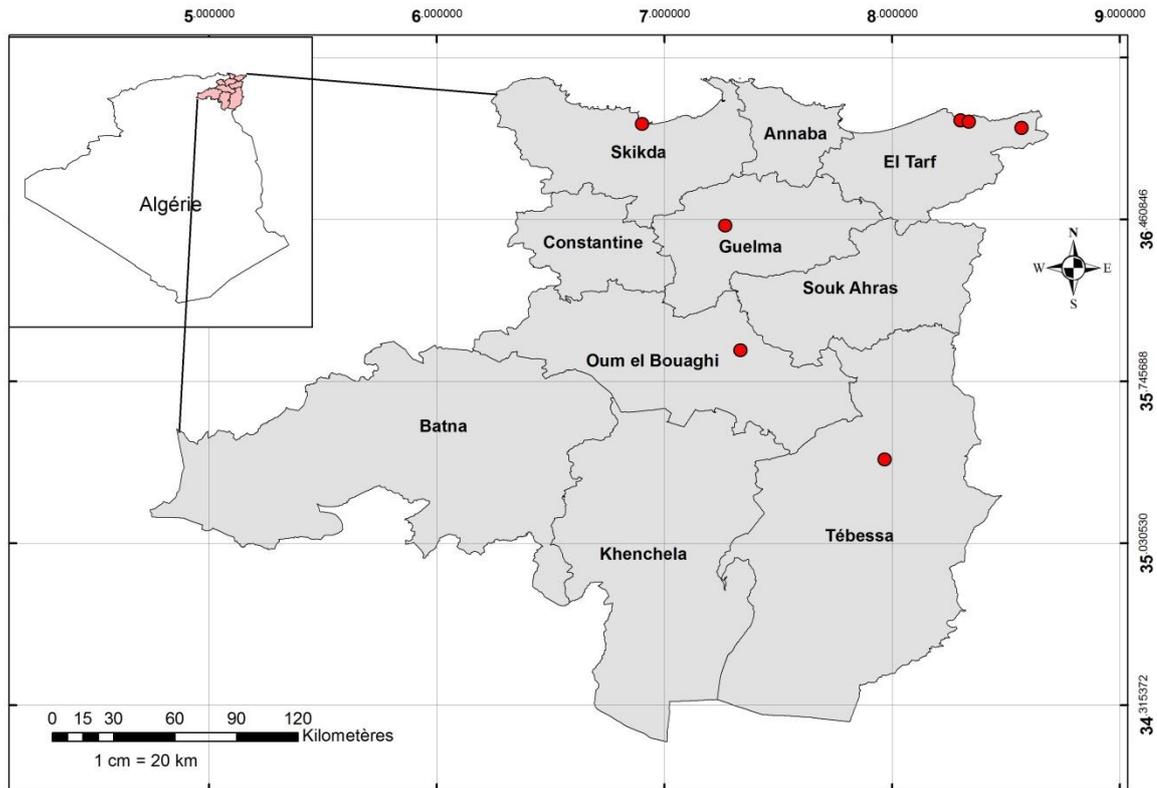
#### Le Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumquinum*, Schreber 1774)

- Caractéristiques : le plus grand des rhinolophes du paléarctique occidentale. Un appendice supérieur de la selle court et arrondi, l'inférieur pointu. Un pelage mou, lâche ; poils gris clair à la base avec une face dorsale gris-brun.
- Morphométrie : Avant-bras avec une valeur moyenne de 56.5mm (N=35), varie entre 53.9 et 62.5 mm. Le 5ème doigt est d'une moyenne de 70.5mm avec un minimum de 64.5 mm et un maximum de 77.9 mm. Le 3ème doigt quant à lui est d'une moyenne de 86.5mm et varie de 79.8 mm à 93.5 mm.

**Tableau 03** : morphométrie du Grand Rhinolophe (N=35).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	56.5	53.9 - 62.5	± 2.1
3 <sup>ème</sup> Doigt	86.5	79.8 - 93.5	± 3.2
5 <sup>ème</sup> Doigt	70.5	64.5 - 77.9	± 2.3

- Répartition dans la zone d'étude (fig.14) : 49 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya de Tarf (ruines du chenel, ancien écomusée), wilaya de Guelma (Ghar Djemaa), wilaya d'Oum Bouaghi (Sidi Rghis), wilaya de Skikda (Zedara) et wilaya de Tebessa (grotte de Youkouss).



**Figure 14** : Sites de capture du Grand Rhinolophe dans la zone d'étude.

- En Algérie : signalée la première fois aux environs d'Alger par Loche en 1858, par la suite Lataste la signala à Bejaïa en 1887, signalée également à Constantine en 1976 par Anaciaux de Faveaux. En 1983, Gaisler la décrivit à Kherrata et Béjaia.
- Répartition dans le monde : présente du nord-ouest de l'Afrique à l'Europe centrale, en passant par toute la partie européenne de la Méditerranée. Grandes îles comprises. Vers l'est, elle atteint le proche orient, puis la Chine, la Corée et le Japon en passant par les 2tats du sud du Caucase (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : présente essentiellement dans les régions chaudes, elle fréquente plutôt les boisements clairs, broussailles, bord des eaux stagnantes agglomération urbaine et courantes et paysage karstique. Au nord de son aire de répartition, elle est présente surtout dans les bâtiments, des colonies observées dans les greniers et clochers ; au sud, surtout dans les grottes. Caves, galerie de mine (Dietz et al., 2009).

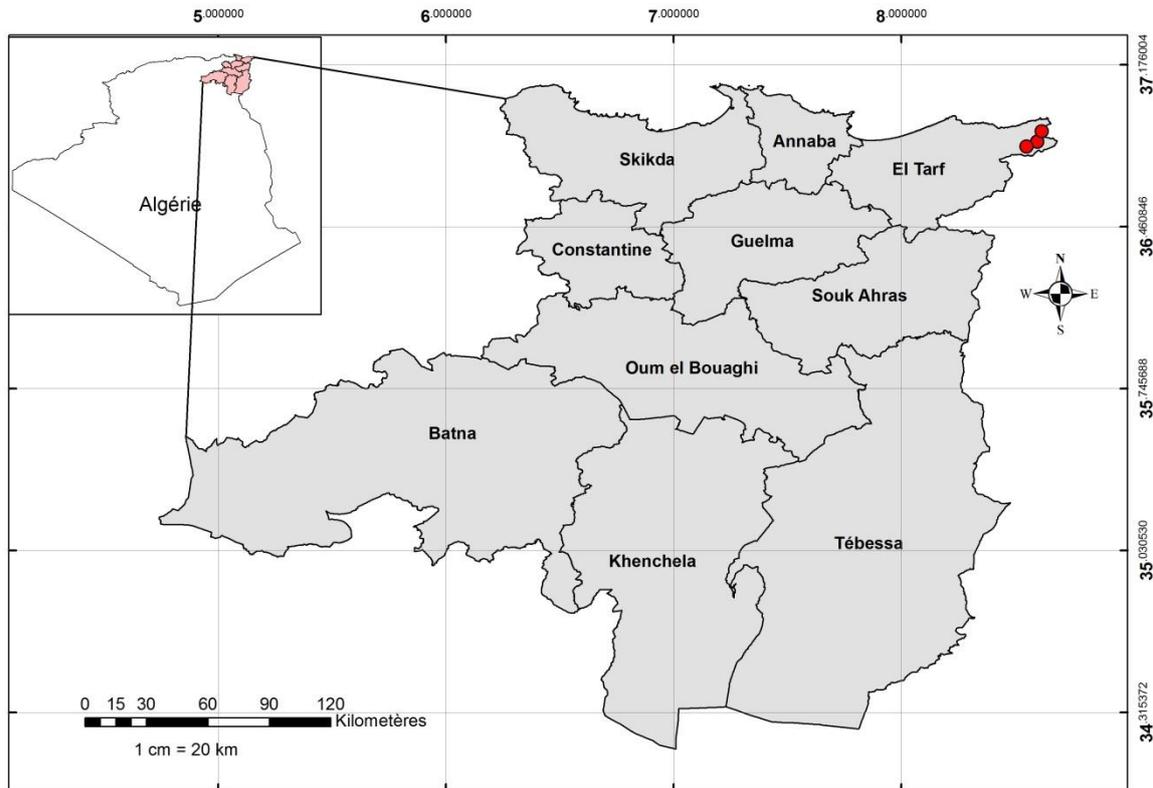
### Le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800)

- Caractéristiques : Le plus petit rhinolophe, avec un aspect gracile, un appendice supérieur de la selle bref et arrondi, l'inférieur plus long et pointu. Le pelage dorsal peu fourni est brunâtre à gris jaunâtre.
- Morphométrie : l'avant-bras du petit rhinolophe avec une moyenne de 38.2mm (N= 15) .varie entre 36.9 et 39.3 mm, 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** : morphométrie du Petit Rhinolophe (N=15).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	38.2	36.9 - 39.3	± 1.6
3 <sup>ème</sup> Doigt	54.3	51.2 - 57	± 2
5 <sup>ème</sup> Doigt	51.5	47.5 - 53.4	± 1.9

- Répartition dans la zone d'étude (fig.15) : 23 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : uniquement au niveau de la wilaya Tarf (ancienne maison forestière de Haddada, ancien poste de douane d'Oum Tboul et l'ancien écomusée).
- 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 et Gaisler, 1986) in Bendjeddou (2017).
- Répartition dans le monde : à l'origine, sa limite septentrionale se trouvait dans le sud des Pays-Bas et les plaines allemandes. Seulement après l'effondrement des effectifs dans les années 60 il est absent d'une grande partie de l'Allemagne et le nord de la France. En région méditerranéenne, l'espèce est toujours largement répartie et se trouve en Afrique du nord, sur toutes les grandes îles jusqu'à l'Asie Mineure (Dietz et al., 2009).



**Figure 15** : Sites de capture du petit *Rhinolophe* dans la zone d'étude

- **Habitat et Gîte** : se rencontre dans les plaines et les régions chaudes au pied des montagnes, essentiellement dans les paysages karstiques, régions boisées, parcs. Dans le nord, les colonies se trouvent dans les greniers et auprès des conduits de cheminées, dans le sud, elle s'installe dans les grottes et les galeries de mine (Dietz et al., 2009).

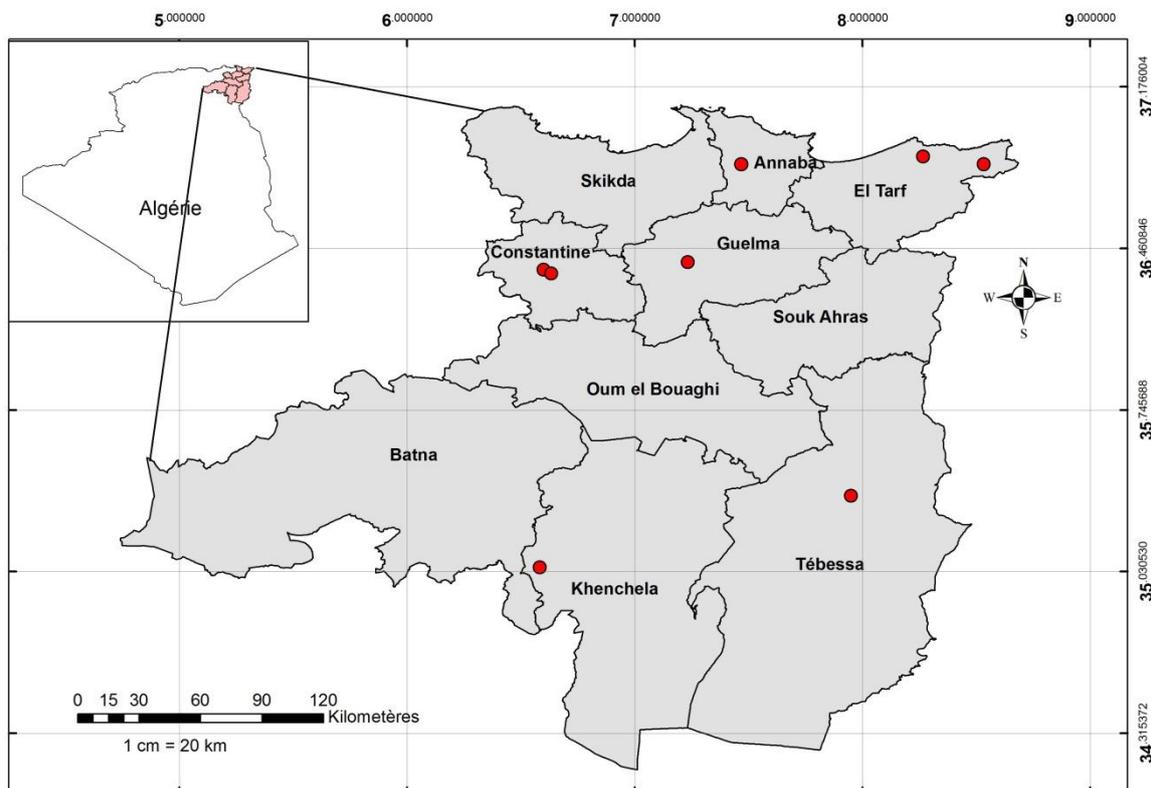
#### **Le *Rhinolophe* de Blasius (*Rhinolophus blasii*, Peters 1866)**

- **Caractéristiques** : taille moyenne. Appendice supérieur de la selle pointu, rectiligne, non incurvé vers le bas, plus long que l'inférieur. Il possède un pelage peu épais, brun clair à sable. Chez l'adulte, là où les poils s'écartent, le sous-poil blanchâtre apparaît nettement ce qui lui confère un aspect moucheté (Dietz et al., 2009).
- **Morphométrie** : un avant-bras avec une moyenne de 46.9mm qui varie de 42.5mm jusqu'à 48.5mm (N=32). Le 3ème d'une moyenne de 66.7mm, varie de 62.9 à 75.1mm, et le 5ème doigt avec une moyenne de 55.4mm variant entre 52.8 à 58.9 mm.

**Tableau 05** : morphométrie du *Rhinolophe de Blasius* (N=35).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	46.9	42.5 - 48.5	± 1.8
3 <sup>ème</sup> Doigt	66.7	62.9 - 75.1	± 4.1
5 <sup>ème</sup> Doigt	55.4	52.8 - 58.9	± 2.3

- Répartition dans la zone d'étude (fig.16) : 62 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya Tarf (Ruines du Chenal, ancienne mine El Ayoun), wilaya d'Annaba (tunnel Ain chougga à Berrahal), wilaya de Guelma (Ghar Djemaa), wilaya de Constantine (Ghar El Wahch, Ghar Dib), wilaya de Khenchela (Chélia) et wilaya de Tébessa (grotte de Youkous).

**Figure 16** : Sites de capture du *Rhinolophe de Blasius* dans la zone d'étude.

- En Algérie : espèce mentionnée à Bejaia (Gaisler, 1983). en 1983 Gaisler mentionna sa présence à Aokas, et en 1986 Kowalski la signala à Chaâbet Lakhra (Kherrata) ; dans l'ouest du pays, rapportée par Kowalski, 1986.

- Répartition dans le monde : présente au sud-est de l'Europe, quelques îles de la Méditerranée orientale, l'Asie mineure et l'Afrique du nord (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : chiroptère typique des paysages méditerranéens avec une mosaïque de petits habitats ouverts et de broussailles. Une espèce qui occupe les grottes karstiques tout au long de l'année (Dietz et al., 2009).

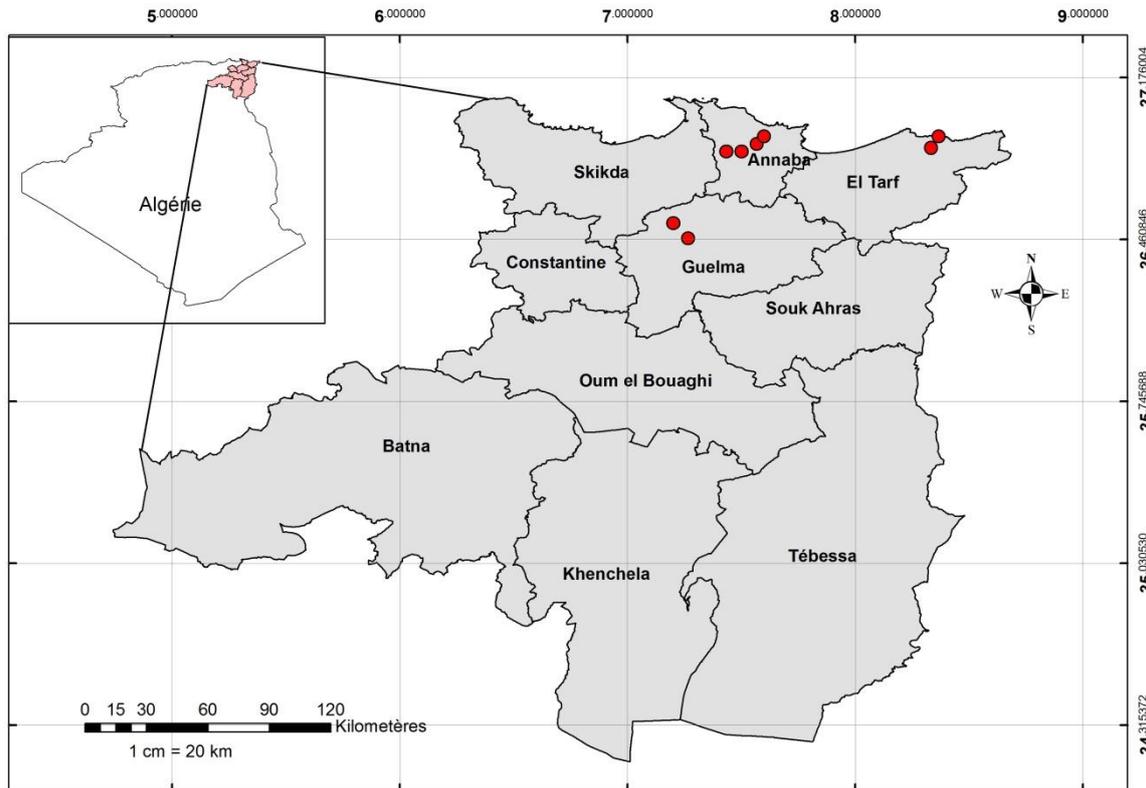
### Le Rhinolophe Euryale (*Rhinolophus euryale*, Blasius 1853)

- Caractéristiques : un chiroptère de taille moyenne, avec un appendice supérieur de la selle pointu, un peu recourbé vers le bas, nettement plus long que l'inférieur qui, vu de dessous est long et arrondi. Le pelage dorsal est brun-gris à brun-roux, contrastant assez peu avec la face ventrale grise ou banc-gris (Dietz et al., 2009).
- Morphométrie : L'avant-bras varie entre 45.5 et 51.2 mm, avec une moyenne de 47.8 mm (N= 25). La mesure du 3ème doigt est comprise entre 63.1 et 75.4 mm avec une moyenne de 70.1 mm. Pour le 5ème doigt, les mesures varient entre 52.9 et 61.5 mm avec une moyenne de 57.1 mm.

**Tableau 06** : morphométrie du *Rhinolophe Euryale* (N=25).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	47.8	45.5 - 51.2	± 2
3 <sup>ème</sup> Doigt	70.1	63.1- 75.4	± 4.3
5 <sup>ème</sup> Doigt	57.1	52.9 - 61.5	± 2.6

- Répartition dans la zone d'étude (fig.17) : 45 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya Tarf (Grotte marine, ruines du chenal), wilaya d'Annaba (tunnel Ain chougà à Berrahal, tunnel Garaa Zarga, Ain Barbar, Ghar Sghir) et wilaya de Guelma (Ghar Djmaa, Bir BenOsman).



**Figure 17 :** Sites de capture du *Rhinolophe Euryale* dans la zone d'étude

- En Algérie : L'espèce fut signalée à Ain Fezza (Tlemcen), Kherrata et Bejaia (Kowalski et Gaisler, 1984 ; 1986).
- Répartition dans le monde : présente en région méditerranéenne, au Maghreb, dans la plupart des îles méditerranéennes, toute la péninsule ibérique et le sud de la France et l'Italie (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : une espèce qui marque une nette préférence pour les grottes comme gîtes d'été la limite aux régions karstiques. Son terrain de chasse est surtout les forêts mais aussi les oliveraie et plantations d'Eucalyptus (Dietz et al., 2009).

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

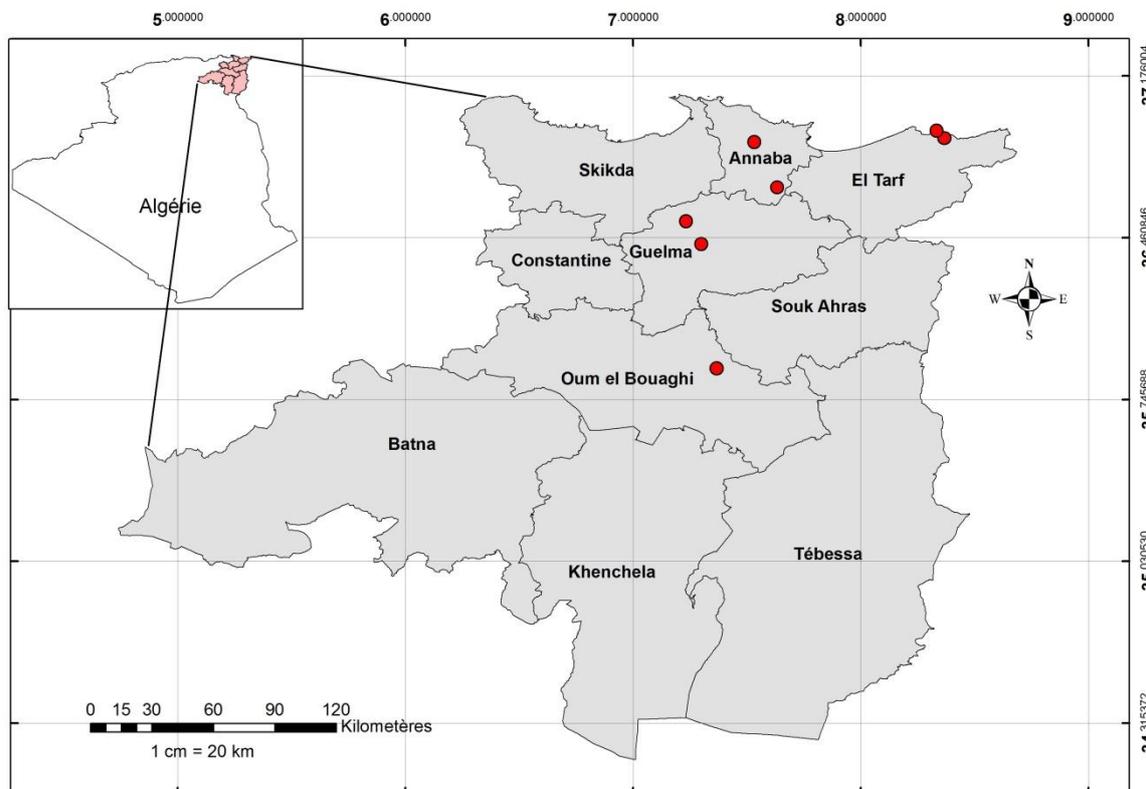
- Caractéristiques : de taille moyenne, appendice supérieur de la selle relativement obtus, à peine plus long que l'inférieur, qui est arrondi vue de face. Couleur très contrastée, face ventrale claire nettement démarquée du pelage dorsal brun-gris (Dietz et al., 2009).

- **Morphométrie** : l'avant-bras est compris entre 47.9 et 53.1 mm avec une moyenne de 50.8 mm (N= 26). 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 56.9 et 66.4 mm avec une moyenne de 62.1 mm.

**Tableau 07** : morphométrie du *Rhinolophe de Mehely* (N=26).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	50.8	47.9 - 53.1	± 0.9
3 <sup>ème</sup> Doigt	79.5	71.3 - 82.8	± 5.1
5 <sup>ème</sup> Doigt	62.1	56.9 - 66.4	± 1.3

- **Répartition dans la zone d'étude (fig.18)** : 39 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya Tarf (Grotte Cavallo, ruines du chenal), wilaya d'Annaba (Ain Berda, Ain Barbar), wilaya de Guelma (Ghar Djmaa, Bir BenOsman) et wilaya d'Oum Bouaghi (Sidi Rghiss).



**Figure 18** : Sites de capture du *Rhinolophe de Meheley* dans la zone d'étude

- En Algérie : L'espèce fut signalée à Oran (Falcoz, 1923) et a Sig (Kowalski et Gaisler, 1986).
- Répartition dans le monde : présente dans une étroite bande autour de la Méditerranée, du Maghreb à l'Asie mineure, en passant par le Portugal, l'Espagne, les îles Baléares et la Sardaigne ; rarissime en France (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : espèce inféodée aux régions karstiques riches en grottes. Elle chasse dans les steppes, les semi-steppes, les prairies, les pâturages, les terres cultivées et les biotopes de type subérais (Dietz et al., 2009).

### 3.1.2.2. Famille des *Vespertilionidae*.

Des chiroptères majoritairement insectivores, de petites à moyennes tailles, caractérisés par un museau lisse sans appendices sur le nez. Toutes les espèces possèdent une queue longue, totalement insérée dans le large uropatagium. Avec Quarante-huit genres et au moins quatre cent dix espèces, cette famille est considérée comme la plus grande des chiroptères. Antarctique excepté, cette famille occupe tous les continents. La présente étude nous a permis de répertorier 4 genres et 7 espèces :

#### Genre *Myotis* Kaup, 1829)

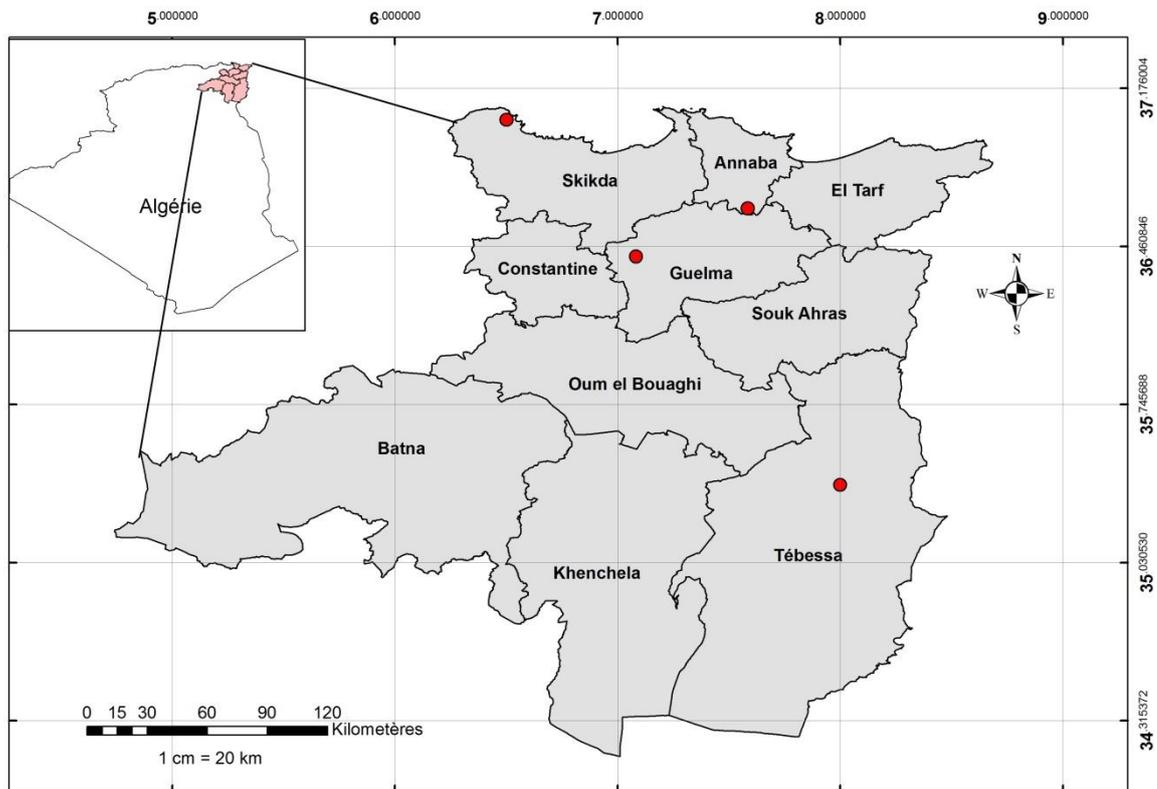
##### Murin de Capaccinni (*Myotis cappaccinni*, Bonaparte 1837)

- Caractéristiques : espèce de taille moyenne ; Oreilles de longueur moyenne, étroite, bord externe légèrement échancré. Un pelage dorsal gris à brun gris et un face ventrale blanc-gris (Dietz et al., 2009).
- Morphométrie : l'avant-bras est compris entre 36.9 et 43.5 mm avec une moyenne de 37.2 mm (N= 19). Pour le 3ème doigt, on note une taille qui varie entre 62.3 et 64.9 mm avec une moyenne de 63.8 mm. Quant au 5ème doigt la différence est comprise entre 45.9 et 48.5 mm avec une moyenne de 47.9 mm.

**Tableau 08** : morphométrie du Murin de Capaccinni (N=19).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	37.2	36.9 - 43.5	± 1
3 <sup>ème</sup> Doigt	63.8	62.3 - 64.9	± 2.2
5 <sup>ème</sup> Doigt	47.9	45.9 - 48.5	± 1.4

- Répartition dans la zone d'étude (fig.19) : 52 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : wilaya d'Annaba (ruine d'Ain Berda), wilaya de Guelma (Bir Oelaa), wilaya de Skikda (Oued Tamanart) et wilaya de Tébessa (Grotte Youkouss).



**Figure 19** : Sites de capture du Murin de Capaccini dans la zone d'étude.

- En Algérie : signalée en 1880 par Lataste et Dobson à Aokas et Dellys. Laurent en 1944 mentionne un individu près d'Alger. 1984 à 1986 Gaisler et Kowalski l'observèrent à Sebdou, Tebbar (Tlemcen).
- Répartition dans le monde : zone climatique méditerranéenne du Maghreb, ainsi que les bandes méditerranéennes d'Anatolie et du moyen orient et presque toutes les îles le long du littoral méditerranéen (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : biotope à climat méditerranéen ou continental doux, dans les régions karstiques riche en eaux de surface. Aussi, dans les bassins versant des fleuves et leurs affluents avec de véritables ripisylves (Dietz et al., 2009).

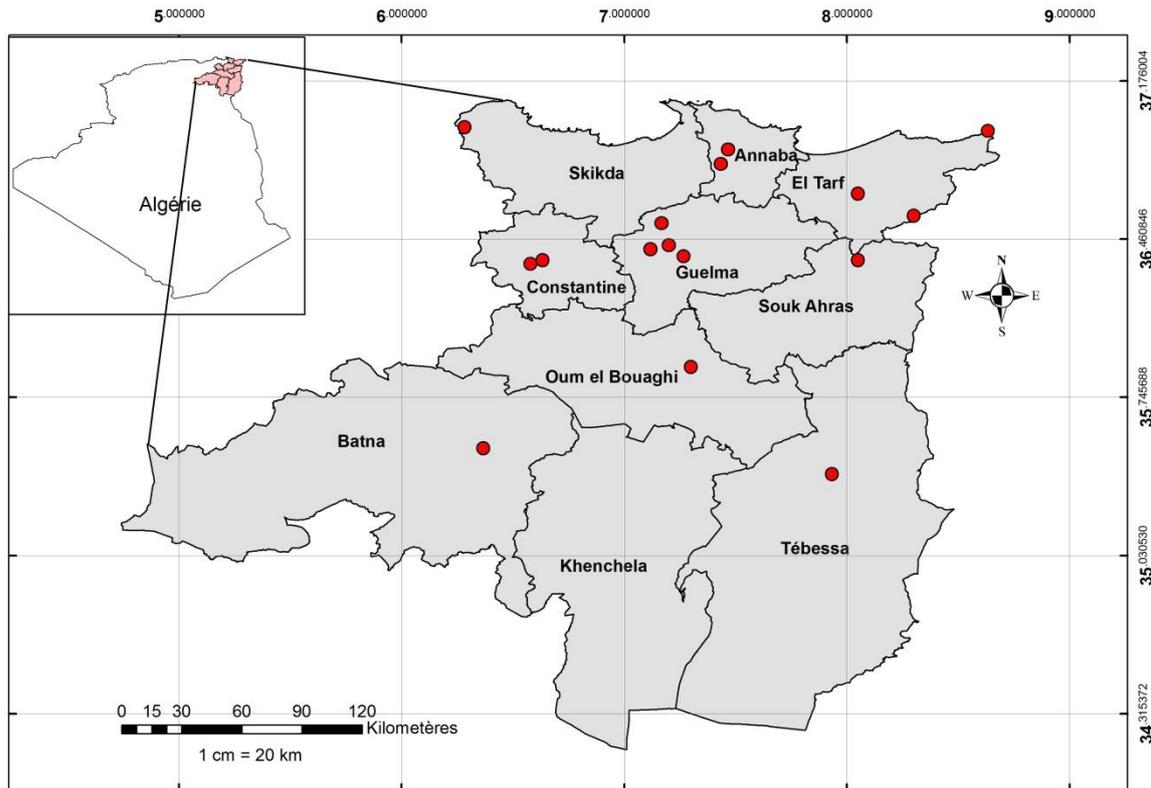
**Le Murin du Maghreb** (*Myotis punicus*, Felten 1977).

- Caractéristiques : grand chiroptère, au dos brun clair et au ventre gris-blanc très contrasté. Oreille remarquablement longues dont le bord antérieur est fortement convexe (Dietz et al., 2009).
- Morphométrie : l'avant-bras varie entre 53.7 et 64.8 mm avec une moyenne de 62.3 mm (N =51). Le 3ème doigt a une mesure moyenne de 99.5 mm et varie entre 102.5 mm et de 92.1 mm. La taille du 5ème doigt varie entre 48.5 et 56.1 mm avec une moyenne de 75.9 mm.

**Tableau 09** : morphométrie du Murin du Maghreb (N=51).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
<b>Avant-bras</b>	62.3	53.7 -64.8	± 2.3
<b>3<sup>ème</sup> Doigt</b>	99.5	102.5 - 92.1	± 5.4
<b>5<sup>ème</sup> Doigt</b>	75.9	48.5 - 56.1	± 0.9

- Répartition dans la zone d'étude (fig.20) : 191 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya Tarf (Sidi Trad, Grotte du Cap Segleb, Ghar Essbaa, ruines du Chenal), wilaya d'Annaba (Ghar Sghir, tunnel de Ain Chouga, Berrahal), wilaya de Guelma (Ghar Djmaa , Ghar Hlima, Bir BenOsman, Bir Ouelaa, ), wilaya d'Oum Bouaghi ( Sidi Rghiss), wilaya de Skikda (grotte Oued Zhour), wilaya de Constantine (Ghar Dib, Ghar El Wahch), wilaya de Batna ( Ghar Sidi Mnaser), wilaya de Souk Ahrass (les cavités Ouled Idriss) et wilaya de Tebessa (grotte de Youkouss).



**Figure 20 :** Sites de capture du Murin du Maghreb dans la zone d'étude

- En Algérie ; mentionné par Gaisler (1983), qui la signala à Aokas, Bessam (Oran), Souk El-Thenine et Timgad (Batna) 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), à Bouira, à Messerghine (Oran) et Tiddis (Constantine) in Ahmim (2014).
- Répartition dans le monde : répartition limitée aux îles de Sardaigne, Corse, Malte et Gorzo. Présente dans les pays du Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie et Lybie).
- Habitat et Gîte : chasse en terrain dégagé, ou au-dessus des zones sans végétation, rarement en lisières de forêts. Aussi dans les semi-déserts. Les gîtes de mise bas actuellement connue sont des exclusivement situés dans des grottes. En général, associés à d'autres espèces troglodytes (Dietz et al., 2009).

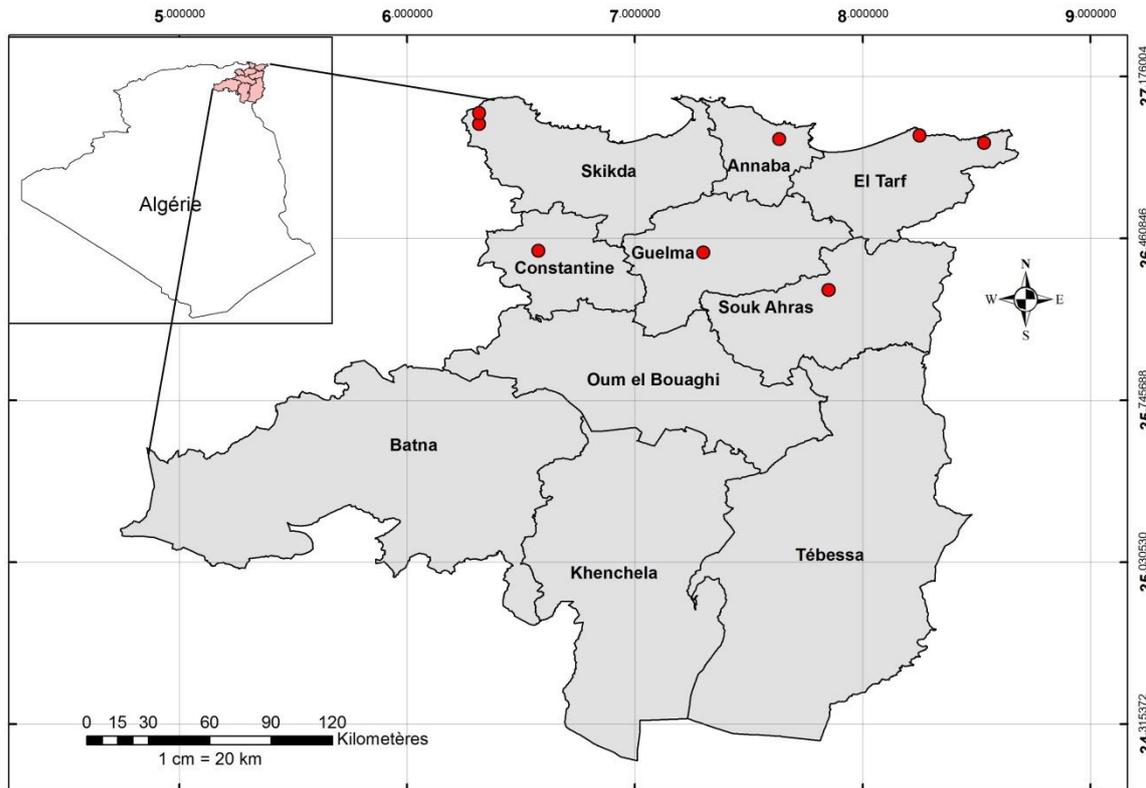
### Le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*, Geoffroy 1806)

- **Caractéristiques** : de taille moyenne avec un long pelage laineux, brun-roux sur le dos et un ventre moins contrasté, brun-jaunâtre. Oreille de longueur moyenne ; dans le tiers supérieur, une échancrure presque à angle droit sur le bord externe. (Dietz et al., 2009).
- **Morphométrie** : l'avant-bras varie entre 36.7 et 45.9mm avec une moyenne de 38.2 mm (N =21). Le 3ème doigt a une mesure moyenne de 64.1 mm et varie entre 60.5 et 69.9 mm. La taille du 5ème doigt varie entre 49 et 56.8 mm avec une moyenne de 51.9 mm.

**Tableau 10** : morphométrie du Murin à oreilles échancrées (N=21).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	38.2	36.7 - 45.9	± 0.6
3 <sup>ème</sup> Doigt	64.1	60.5 - 69.9	± 2.6
5 <sup>ème</sup> Doigt	51.9	49 - 56.8	± 1.4

- **Répartition dans la zone d'étude (fig.21)** : 44 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya Tarf (ancienne mine Ayoun, ruines du Chenal), wilaya d'Annaba (tunelle Garaa Zarga), wilaya de Guelma (Ghar Djemaa), wilaya de Constantine (Ghar Dib), wilaya Souk Ahrass (Grotte Goum N'asser) et wilaya de Skikda (Grotte Oued Zhour, Grotte Sidi Boumendjel).



**Figure 21** : Sites de capture du Murin à oreille échancrée dans la zone d'étude.

- En Algérie ; mentionné 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).
- Répartition dans le monde : dans toute la région méditerranéenne y compris les pays du Maghrèb et les îles méditerranéennes. Espèce présente aussi En Europe jusqu'en Allemagne, dans le Caucase, en Arabie et en Asie centre jusqu'en Afghanistan (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : la répartition laisse supposer une certaine affinité pour les régions tempérés. Elle chasse dans les forêts caducifoliés, verges et jardins. Dans le Sud, elle préfère les grottes et les niches rocheuses comme gîte (Dietz et al., 2009).

## Genre *Pipistrellus* (Kaup, 1829)

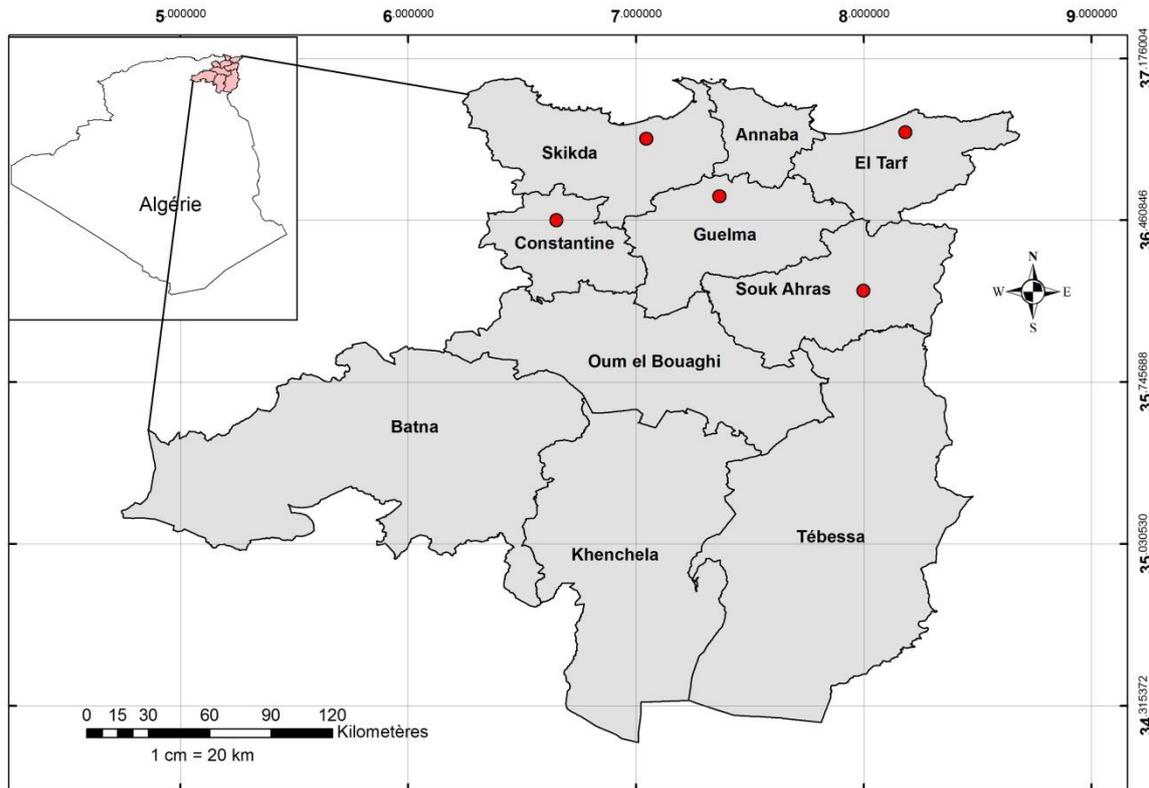
### La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*, Schreber 1774)

- Caractéristiques : un pelage brun-roux de dos, brun-jaunâtre à gris-brun sur le ventre. Base des poils foncée à brun-noir. Les oreilles, le museau et les patagiums sont brun-noir. Ses ailes sont étroites et petites, adaptées au vol papillonnant (Dietz et al., 2009).
- Morphométrie : l'avant-bras varie entre 37.1 et 39.9 mm mm avec une moyenne de 38.4 mm (N =15). Le 3ème doigt a une mesure moyenne de 52.1 mm et varie entre 50.5 et 55.3 mm. La taille du 5ème doigt varie entre 29.5 et 31.2 mm avec une moyenne de 30.3 mm.

**Tableau 11** : morphométrie de la Pipistrelle commune (N=15).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	38.4	37.1 - 39.9	± 0.9
3 <sup>eme</sup> Doigt	52.1	50.5 -55.3	± 2
5 <sup>eme</sup> Doigt	30.3	29.5 - 31.2	± 0.5

- Répartition dans la zone d'étude (fig.22) : 17 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya Tarf (Berrihane), wilaya de Guelma (Ouled Ali), wilaya de Constantine (El Hamma), wilaya de skikda (Flifla) et wilaya de Souk Ahrass (Burgass).



**Figure 22 :** Sites de capture de pipistrelle commune dans la zone d'étude.

- En Algérie ; 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. Mentionné aussi à Beni Abbès, Brezina, Messerghine, Oran, Sebdou, Taghit, Yakouren (Kowalski et Gaisler, 1986).
- Répartition dans le monde : présente presque dans toute l'Europe centrale et méditerranéenne ; aussi au Maghreb, Asie Mineure, Moyen-Orient jusqu'en Iran (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : espèce très flexible en matière d'habitat. Présente au cœur des villes et dans les maisons à la campagne. Cependant, elle préfère les forêts et à proximité de l'eau (Dietz et al., 2009).

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

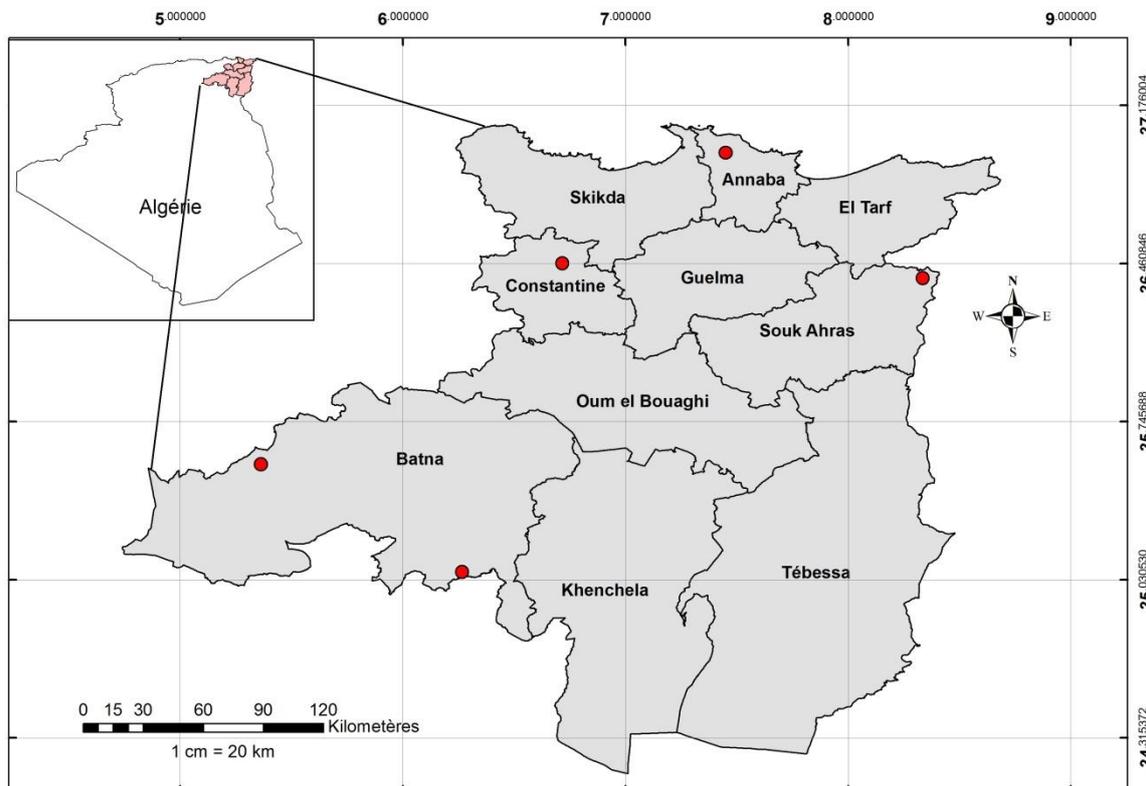
- Caractéristiques : de petite taille, elle a un large liseré blanc sur le bord libre des ailes. Les oreilles sont petites, arrondies au bout, avec un tragus incurvé vers l'intérieur. Le pelage est de couleur brun, alors que les oreilles et le patagium sont brun foncé à brun-noir (Dietz et al., 2009).

- **Morphométrie** : l'avant-bras varie entre 29.8 et 36.5 mm mm avec une moyenne de 34.4 mm (N =31). Le 3<sup>ème</sup> doigt a une mesure moyenne de 43.1 mm et varie entre 40.4 et 44.3 mm. La taille du 5<sup>ème</sup> doigt varie entre 53.4 et 61.1 mm avec une moyenne de 56.8 mm.

**Tableau 12** : morphométrie de la Pipistrelle de Kuhl (N=31).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
<b>Avant-bras</b>	34.4	29.8 - 36.5	± 0.8
<b>3<sup>ème</sup> Doigt</b>	43.1	40.4 - 44.3	± 1.7
<b>5<sup>ème</sup> Doigt</b>	56.8	53.4 - 61.1	± 2.1

- **Répartition dans la zone d'étude (fig.23)** : 54 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : Wilaya d'Annaba (Seraidi), wilaya de Constantine (El Hamma), wilaya de Batna (Chaabat Ouled Chlih, Gorges de Ghouffi) et wilaya de Souk Ahrass (Ain Seynour).



**Figure 23** : Sites de capture de pipistrelle de Kuhl dans la zone d'étude.

- En Algérie ; signalée la première fois en 1880 par Dobson. Kowalski et Gaisler ont mentionné cette espèce de 1983 à 1986 à Messerghine, Sebdou, Sétif, Yakouren.
- Répartition dans le monde : dans tout le bassin méditerranéen, y compris les îles méditerranéennes, les limites septentrionales en Europe s'entend bien vers le nord-ouest de la France. Présente en Asie Mineure et au proche orient (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : Espèce synanthropique, très fréquente dans les villes et villages. En général, à basse altitude. Terrain de chasse souvent à l'intérieur des agglomérations, près des lampadaires et dans les jardins (Dietz et al., 2009).

### Genre *Eptesicus* (Rafinesque, 1820)

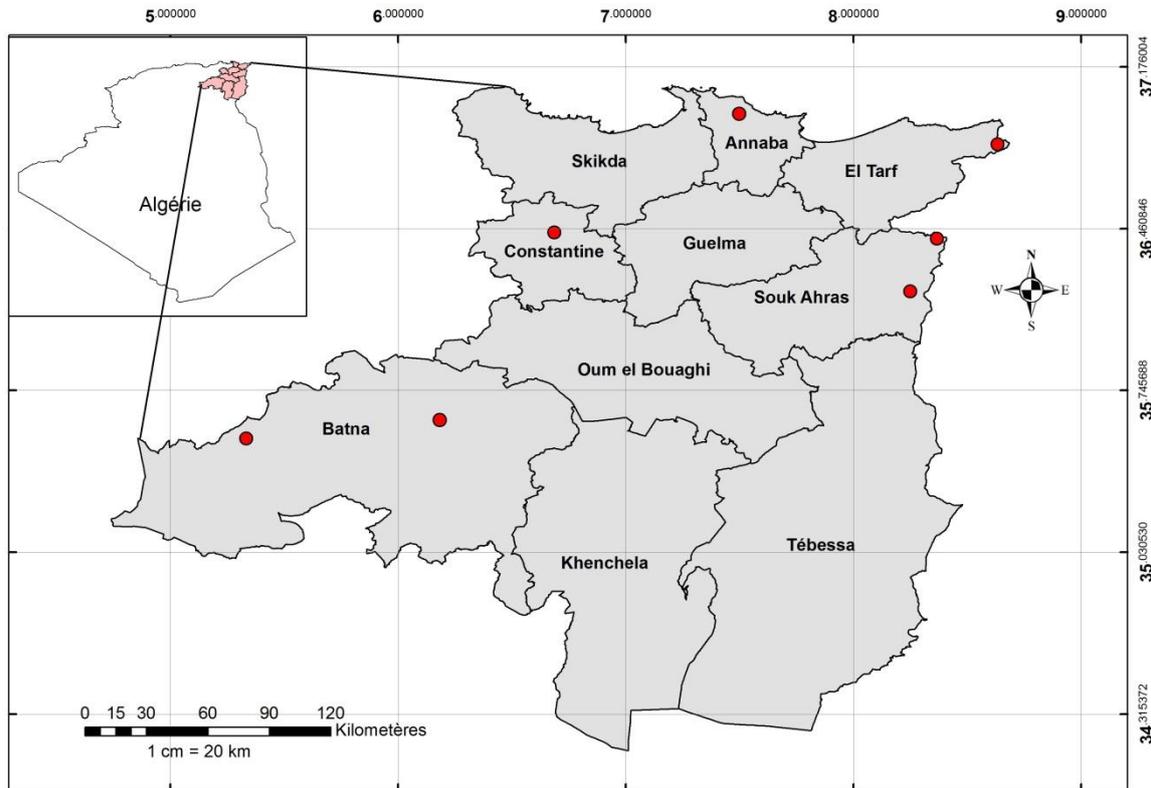
#### La Sérotine Isabelle (*Eptesicus isabellinus*, Temminck 1839)

- Caractéristiques : de taille moyenne, dos sable clair à blond doré, pelage ventral crème clair, face et oreille brunâtre (Dietz et al., 2009).
- Morphométrie : l'avant-bras varie entre 44.1 et 49.5 mm mm avec une moyenne de 47.1 mm (N =32). Le 3ème doigt a une mesure moyenne de 79.9 mm et varie entre 76 et 88.5 mm. La taille du 5ème doigt varie entre 53.5 et 63 mm avec une moyenne de 58 mm.

**Tableau 13** : morphométrie de la Sérotine Isabelle (N=32).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	47.1	44.1 - 49.5	± 2.3
3 <sup>eme</sup> Doigt	79.9	76 - 88.5	± 5
5 <sup>eme</sup> Doigt	58	53.5 - 63	± 3.4

- Répartition dans la zone d'étude (fig.24) : 58 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : wilaya Tarf (maison forestière-Haddada), Wilaya d'Annaba (Seraidi), wilaya de Constantine (El Hamma), wilaya de Batna (Chaabat Ouled Chlih, Djbel Bouielf) et wilaya de Souk Ahrass (Ain Seynour, Mrahna).



**Figure 24 :** Sites de capture de *Serotina Isabelle* dans la zone d'étude.

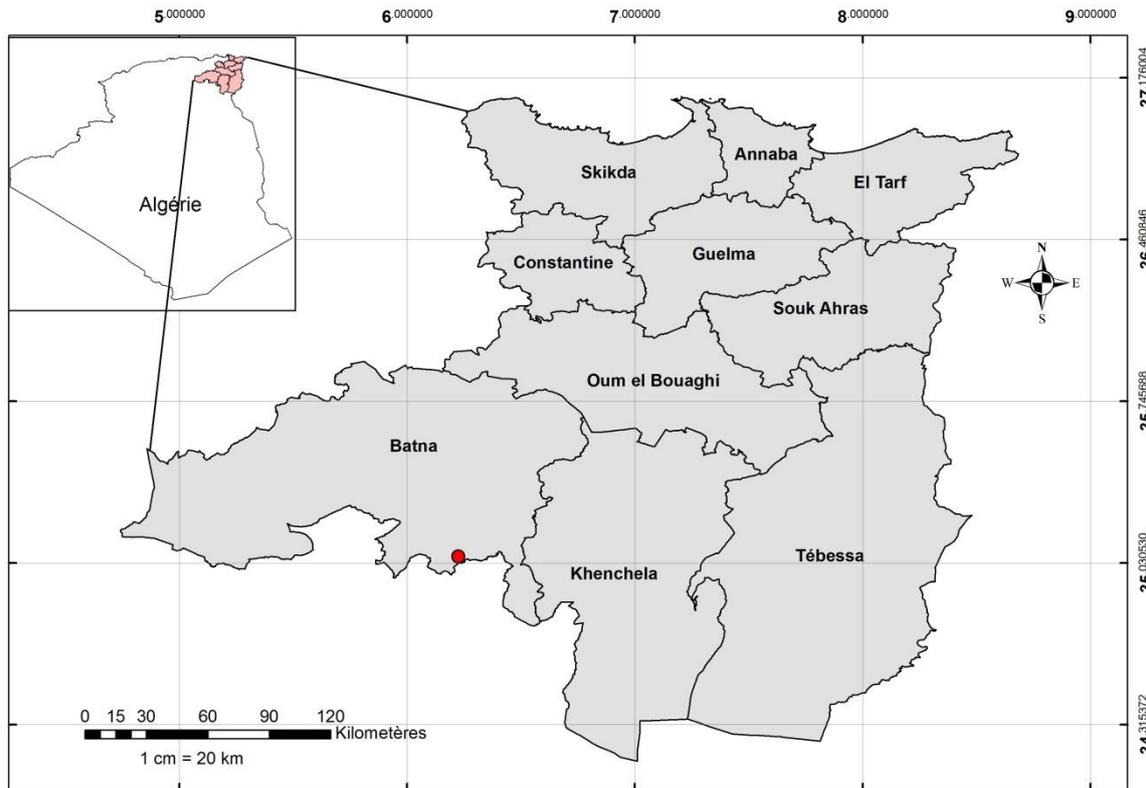
- En Algérie ; signalée [Loche \(1867\)](#) à Kharata et à Constantine par [Lataste \(1885\)](#) ; en 1914 par [Jannel et Racovitza](#) à Bejaia, à Oran par [Beaucornu et Clerc \(1968\)](#). [Kowalski et Gaisler \(1985, 1986\)](#), signalèrent l'espèce dans différents endroits
- Répartition dans le monde : limitée au Maghreb, au nord du Sahara du Maroc à la Libye. Espèce présente également aux îles Canaries ([Dietz et al., 2009](#)).
- Habitat et Gîte : préfère les paysages agricoles ouverts et les forêts, l'habitat comprend aussi tous les milieux de transition jusqu'aux confins du Sahara. Vit probablement dans les fissures rocheuses ([Dietz et al., 2009](#)).

### Genre *Plecotus* (Geoffroy, 1818)

**Oreillard du Maghreb** (*Plecotus gaisleri*, Benda, Kiefer, Hanak et Veith, 2004).

- Caractéristiques : pelage brunâtre pâle avec le ventre plus clair, brun jaune. Dans les régions méditerranéennes du Maghreb les individus sont plus sombre que les ceux des individus des bordures du Sahara, très pâle ([Dietz et al., 2009](#)).

- Morphométrie : l'avant-bras mesurant 37.2 mm (N =1). Le 3ème doigt a une mesure 66.4 mm. La taille du 5ème doigt est de 51.2mm.
- Répartition dans la zone d'étude (fig.25) : 2 spécimens capturés au niveau d'une seule localité : wilaya de Batna (Gorges de Ghouffi).



**Figure 25** : Sites de capture d'Oreillard du Maghreb dans la zone d'étude.

- Répartition dans le monde : tout le nord-ouest de l'Atlantique, du Maroc au nord-est de la Libye. De la bordure du nord du Sahara jusqu'au littoral atlantique et méditerranéen du Maghreb (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : surtout dans les régions nord-africaines à climat méditerranéen mais peut atteindre les zones semi désertiques et désertiques en suivant les oueds et oasis. Les individus isolés dans les fentes rocheuses, grottes, caves et ruines (Dietz et al., 2009).

### 3.1.2.3. Famille des *Miniopteridae*.

Des chiroptères insectivores, de taille moyenne et de morphologie relativement uniforme, oreilles courtes et très écartées qui ne dépassent pas le pelage du crâne et

longues ailes étroites vers la pointe, crâne très bombé donnant un front plongeant. Toutes les espèces des Miniopteridés sont troglodytes et peuvent former de gigantesques colonies. On note un seul genre *Miniopterus* avec au minimum dix-neuf espèces.

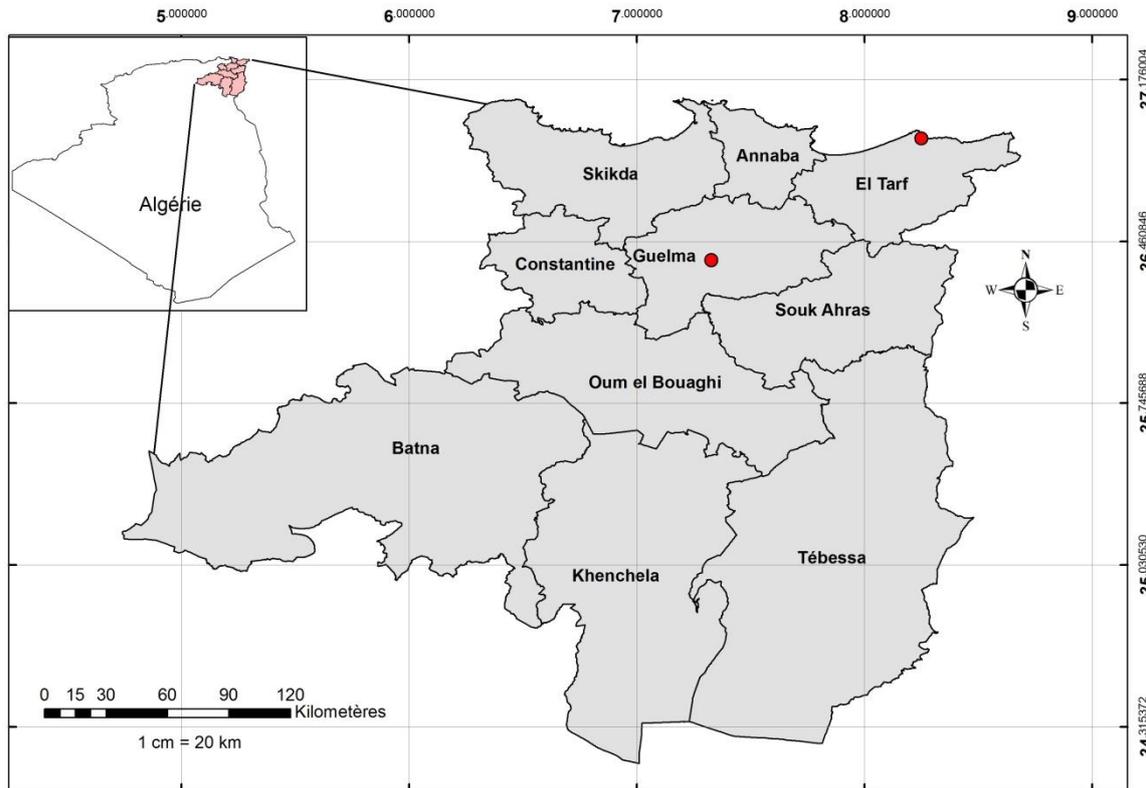
**Minioptère de Schreibers** (*Miniopterus schreibersii*, Kuhl 1817) :

- Caractéristiques : de taille moyenne à museau bref et courtes oreilles triangulaires. Dos brun gris à gris foncé et ventre légèrement plus claire (Dietz et al., 2009).
- Morphométrie : l'avant-bras varie entre 43.2 et 47.8 mm avec une moyenne de 44.8 mm (N =9). Le 3ème doigt a une mesure moyenne de 88.9 mm et varie entre 78.9 et 83.9 mm. La taille du 5ème doigt varie entre 48.5 et 53.5 mm avec une moyenne de 51.1 mm.

**Tableau 12** : morphométrie du Minioptère de Schreibers (N=9).

	Moyenne	Min- Max	Ecart-Type
Avant-bras	44.8	43.2 - 47.8	± 1.3
3 <sup>ème</sup> Doigt	88.9	78.9 - 83.9	± 4.6
5 <sup>ème</sup> Doigt	51.1	48.5 - 53.5	± 1.5

- Répartition dans la zone d'étude (fig.26): 13 spécimens capturés au niveau des localités suivantes : wilaya de Guelma) (Ghar Djmaa) et wilaya Tarf (ruines du Chenal).



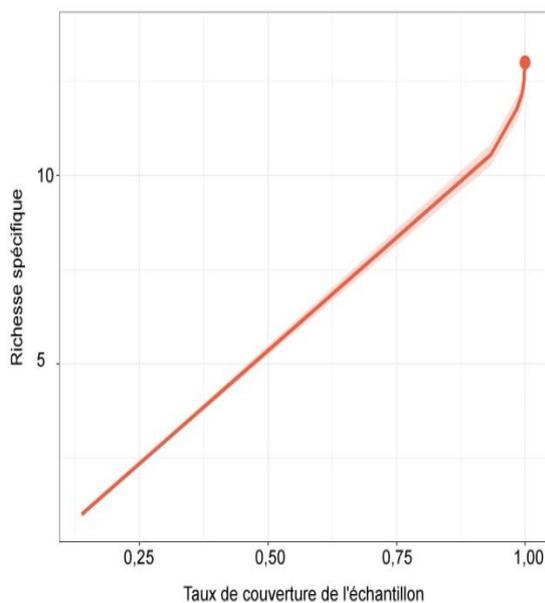
**Figure 26 :** Sites de capture de *Minioptère de Schreibers* dans la zone d'étude.

- En Algérie : Signalée en 1841 par Wagner à Alger (Alger). En 1912 Weber étudia sa biologie près de Birkhadem (Alger). En 1939 Rotrou l'observa dans une cave de la Tafna (Sebdou). Gaisler et Kowalski de 1983 à 1986 le mentionnèrent à Aïn Fezza (Tlemcen), Messerghine (Oran), Tiddis (Constantine), à Aokas (Béjaia).
- Répartition dans le monde : dans tous le bassin méditerranéen, toutes les grandes îles méditerranéennes, en Afrique du nord, uniquement dans l'ouest jusqu'à la bordure du Sahara, au moyen orient et dans l'ouest de l'Arabie. Asie au Caucase jusqu'à la chine (Dietz et al., 2009).
- Habitat et Gîte : toute la gamme des paysages méditerranéens. L'espèce semble avoir une préférence pour les régions riches en feuillus. Occupe principalement les grottes karstiques toute l'année mais aussi les cavités souterraines (Dietz et al., 2009).

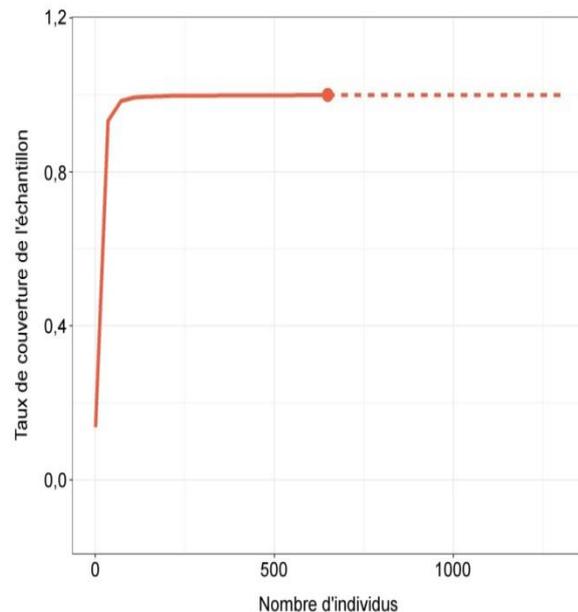
### III.2. Qualité de l'échantillonnage

L'effort fourni pour la collecte des données à travers la zone d'étude a suivi un modèle d'échantillonnage à choix raisonné. L'inventaire a couvert plusieurs sites dans les wilayas de l'est algérien ; à savoir wilaya de Tarf, Annaba, Skikda, Souk Ahrass, Guelma, Constantine, Tebessa, Oum El Bouaghi et Batna.

Le nombre des espèces et celui des individus capturés sont bien représentés, étant donné que la courbe de raréfaction et d'extrapolation de complétude d'échantillonnage (**fig.27**) et celle du taux de couverture (**fig.28**), obtenues par inventaires individuels, démontrent que l'asymptote est atteinte avec un taux de couverture d'échantillonnage égal à 100%.



**Figure 27** : la courbe de raréfaction et d'extrapolation de complétude d'échantillonnage.



**Figure 28** : taux de couverture d'échantillonnage.

Le nombre d'espèces de chiroptères identifié semble suffisant et représentatif, vu que l'asymptote est atteinte pour la zone d'étude (Gotelli et Colwell, 2001).

### III.3. Paramètres structurant les chiroptères en Numidie

#### 3.3.1. Structure et organisation des espèces de chiroptères

Les résultats obtenues de l'inventaire des chiroptères dans la zone d'étude nous a permis de dresser le tableau suivant, en se basant pour le nombre d'individus capturés pour chaque espèce identifiée.

**Tableau 15** : Liste systématique, la fréquence ( F ) (%), constance (C) (%) et échelle de constance (Ech. C) des chiroptères recensée dans la Numidie [Echelle de constance (Ech. C) : Acci (Accidentelle), Acce (Accessoire), Régu (Régulière), Cons (Constante)].

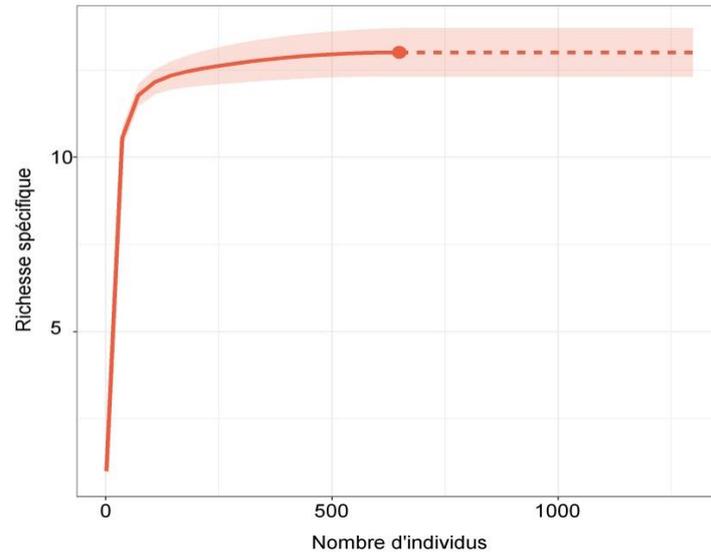
Famille	Espèce	Nom Vernaculaire	F (%)	C (%)	Ech.C
Vespertilionidae	<i>E. isabellinus</i>	(Sérotine Isabelle)	9%	20%	Acci
	<i>M. capaccinii</i>	(Murin de Cappaccinni)	8%	12%	Acci
	<i>M. emarginatus</i>	(Murin à Oreille échancré)	6.8%	20%	Acci
	<i>M. punicus</i>	(Murin du Maghreb)	29.6%	72%	Régu
	<i>P. kuhlii</i>	(pipistrelle de Kuhl)	8%	12%	Acci
	<i>P. pipistrellus</i>	(pipistrelle commune)	2.6%	12%	Acci
	<i>P. gaisleri</i>	(Oreillard du Maghreb)	0.3%	02%	Rare
Rhinolophidae	<i>Rh. blasii</i>	(Rinolophe de Blasius)	9.6%	27%	Acce
	<i>Rh. euryale</i>	(Rinolophe Euryale)	7%	20%	Acci
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	(Grand Rinolophe)	7%	15%	Acci
	<i>Rh. mehleyi</i>	(Rinolophe Meheley)	6%	18%	Acci
	<i>Rh. hipposideros</i>	(Petit Rinolophe)	3%	07%	Acci
Miniopteridae	<i>M. schreibersii</i>	(Minioptère de Schriberi)	2%	07%	Acci

#### 3.3.2. Étude de la richesse spécifique

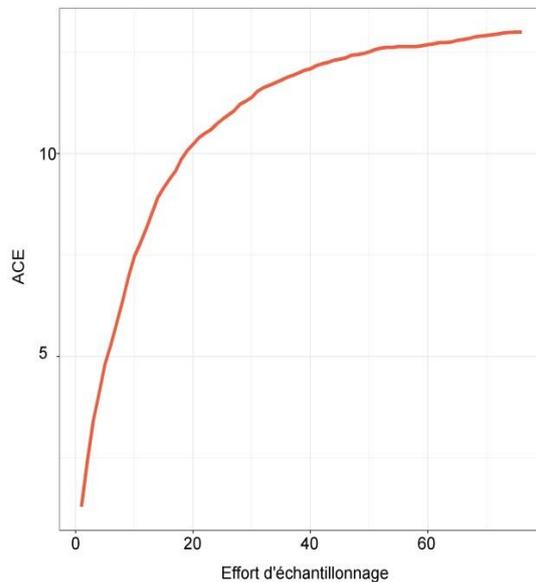
La courbe de raréfaction et d'extrapolation de la richesse spécifique basée sur l'échantillon (**fig.29**) révèle que la richesse spécifique devrait rester constante même si l'abondance dépasse 1,250 individu.

Globalement, les 645 individus capturés indiquent une richesse spécifique totale de 13 espèces, avec une moyenne de  $1,27 \pm 0,64$  espèces par relevé. Les singletons (c.-à-d., les espèces représentées par un seul spécimen) sont absentes dans nos relevés regroupés, tandis que les espèces uniques (c.-à-d., ceux présentes dans un seul relevé), les duplicatas (c.-à-d., les espèces présentes dans seulement deux relevés) et les doublons (c.-à-d., les espèces représentées par deux spécimens) sont représentés par une seule espèce chacune. Les deux estimateurs non-

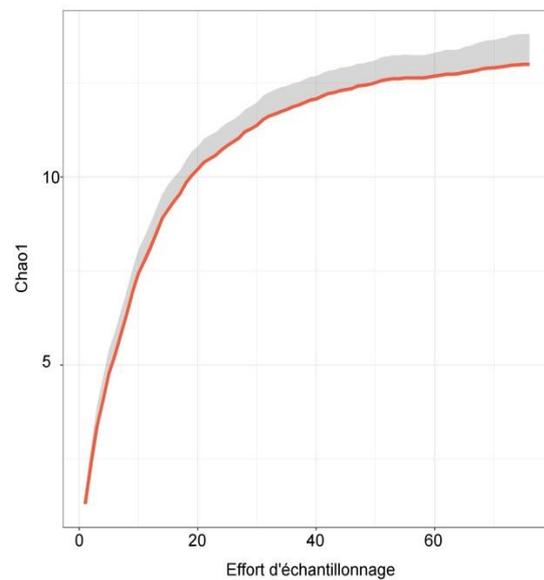
paramétriques de la richesse spécifique basés sur l'abondance, à savoir l'ACE et le Chao1, estiment respectivement la présence de 13 et  $13 \pm 0,34$  espèces (**fig.30 ; 31**).



**Figure 29** : La courbe de raréfaction et d'extrapolation de la richesse spécifique.



**Figure 30** : ACE de la richesse spécifique basée sur l'abondance.



**Figure 31** : Chao1 de la richesse spécifique basée sur l'abondance.

### 3.3.3. Étude de la diversité des chiroptères de la zone d'étude

Dans l'ensemble des 13 espèces recensés, l'étude des paramètres structurants le peuplement des chiroptères dans la zone d'étude ; indique une richesse spécifique moyenne de  $1,27 \pm 0,64$  espèces par relevé réalisé. La valeur indiquée par l'indice de diversité de Shannon est de 2,25 bits, et celle enregistrée par l'indice d'équitabilité est de 0,60. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 16.** Paramètres, estimateurs et indices de diversité de la chiroptérofaune échantillonnée dans la Numidie Orientale. Les résultats sont rapportés comme des valeurs moyennes ou des valeurs attendues calculées analytiquement à partir de 100 randomisations.

Statistiques de la diversité	
N	645
$\hat{S} \pm SD$	$13 \pm 0,69$
$\hat{S}$ borne inf. de 95% IC	11,65
$\hat{S}$ borne sup. de 95% IC	14,35
$S_m \pm SD$	$1,27 \pm 0,64$
Singletons	0
Doublons	1
Uniques	1
Duplicatas	1
$\hat{S}_{ACE}$	13
$\hat{S}_{Chao1} \pm SD$	$13 \pm 0,34$
$\hat{S}_{Chao1}$ borne inf. de 95% IC	13
$\hat{S}_{Chao1}$ borne sup. de 95% IC	13,81
$H'$ (bits)	2,25
$\exp(H')$	9,48
$H_{max}$	3,70
E	0,60

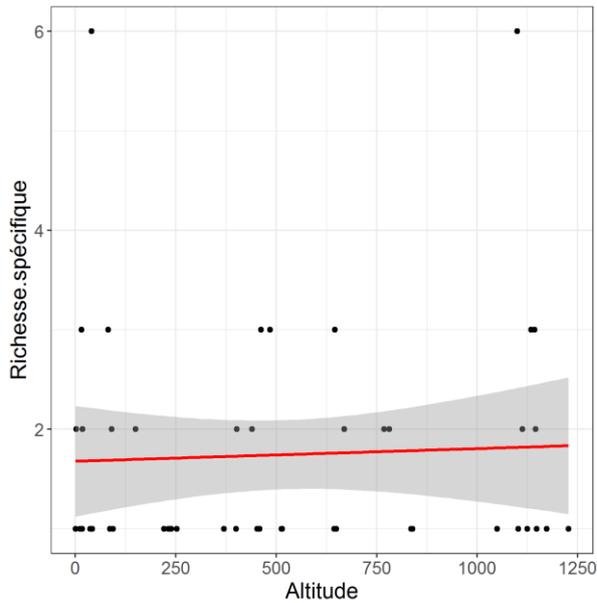
### 3.3.4. Diversité et paramètres d'Habitats (Altitude) :

Aucune des espèces de chauves-souris ne présentait une distribution altitudinal continue (**tab.17**), toutefois, environ 70% des espèces ont montré un spectre altitudinal relativement large (0 ~ 1100 m).

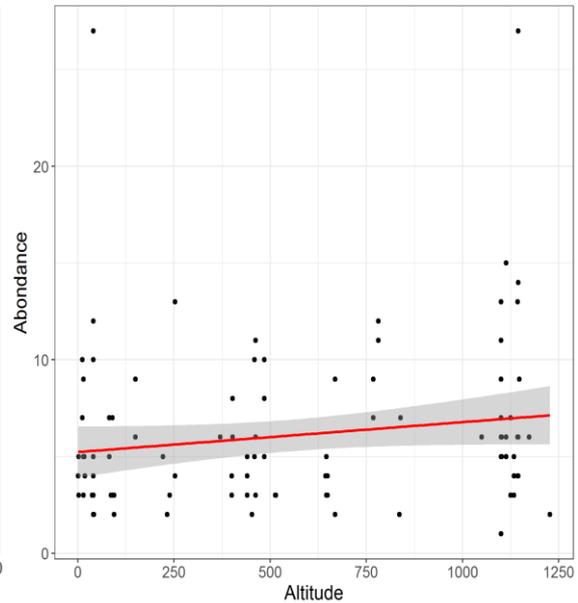
La richesse spécifique des chauves-souris n'a pas augmenté ou diminué de façon linéaire avec l'élévation croissante (**fig.32** ;  $r = 0,045$ ,  $p = 0,761$ ). Il en va de même pour l'abondance totale (**fig. 33** ;  $r = 0,158$ ,  $p = 0,105$ ) et celle de l'espèce *Myotis punicus* (observée dans plus de 10 sites différents) (**fig.34** ;  $r = 0,139$ ,  $p = 0,445$ ).

**Tableau 17.** Distribution altitudinale des espèces de chiroptères en Numidie Orientale.

Famille/Espèce	Altitude (m)													
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
<b>Miniopteridae</b>														
<i>Miniopterus schreibersii</i>	■											■		
<b>Rinolophidae</b>														
<i>Rhinolophus blasii</i>	■	■						■				■	■	■
<i>Rhinolophus euryale</i>	■	■				■	■					■		
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	■	■	■	■								■		
<i>Rhinolophus hipposideros</i>			■	■	■									
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	■	■				■	■					■		
<b>Vespertilionidae</b>														
<i>Eptesicus isabellinus</i>			■	■		■			■	■		■	■	■
<i>Myotis capaccinii</i>	■				■							■	■	■
<i>Myotis emarginatus</i>	■				■	■	■	■				■	■	■
<i>Myotis punicus</i>	■	■			■	■			■			■	■	■
<i>Pipistrellus kuhlii</i>					■			■		■		■	■	■
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	■	■	■		■				■	■				
<i>Plecotus gaisleri</i>									■					



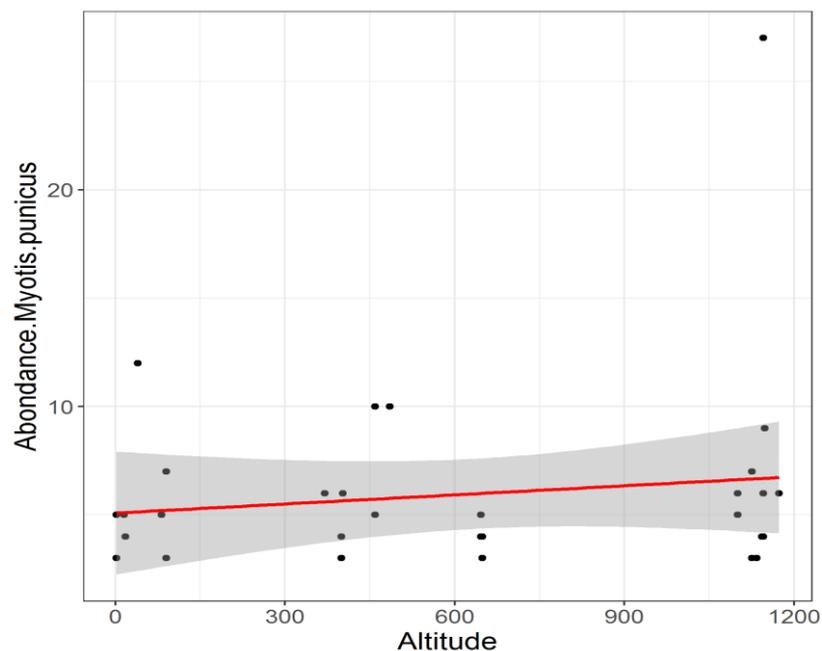
**Figure 32** : droite de régression entre richesse spécifique et altitude.



**Figure 33** : droite de régression entre abondance et altitude.

### 3.3.5. Le cas de *Myotis punicus*.

L'étude de la corrélation entre les effectifs capturés du Murin du Maghreb et l'abondance totale de la population échantillonnée d'une part et la richesse spécifique du peuplement de chiroptère étudié a permis de tracer la courbe de régression suivante :



**Figure 34** : droite de régression entre abondance de murin du Maghreb et altitude.

**Tableau 18.** Résultats des régressions linéaires entre l'abondance totale, la richesse spécifique, l'abondance de *Myotis punicus* et l'altitude

Variables	Coef. de Corr. (r)	r <sup>2</sup> ajusté	F	t	p
Abondance totale	0.158	0.015	2.673	1.635	0.105
Abondance ( <i>Myotis punicus</i> )	0.139	-0.013	0.598	0.773	0.445
Richesse spécifique	0.0454	-0.020	0.09329	0.305	0.761

Les différentes corrélations calculées entre la richesse spécifique, l'abondance totale, les paramètres morphométriques et les critères mésologiques des sites de captures n'ont révélé aucune signification statistique.

### III.4. Etude de la faune ectoparasitaire des chiroptères en Numidie

#### 3.4.1. Identification des ectoparasites

Au cours de cette étude, 230 chauves-souris ont été capturées, identifiées et examinées pour les parasites externes qu'ils hébergent. L'effort d'échantillonnage est composé de 116 mâles et 184 femelles. Les Chiroptères capturés appartiennent à trois (03) familles, six (06) genres et neufs (12) espèces (**tab.18**).

**Tableau 18 :** Chiroptères capturés et examinés pour les parasites externes (N=230).

Espèce Hôte	Male	Femelle	Total
<i>Eptesicus isabellinus</i>	12	20	32
<i>Myotis capaccinii</i>	5	9	14
<i>Myotis emarginatus</i>	4	6	10
<i>Myotis punicus</i>	7	20	27
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	24	21	45
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	6	7	13
<i>Plecotus gaisleri</i>	0	2	2
<i>Rhinolophus blasii</i>	12	17	29
<i>Rhinolophus euryale</i>	5	7	12
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	17	10	27
<i>Rhinolophus mehleyi</i>	5	4	9
<i>Miniopterus schreibersii</i>	4	6	10
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>129</b>	<b>230</b>

- 45 spécimens de Pipistrelle de Kuhl ont été capturés, vient ensuite la Sérotine Isabelle avec un total de 32 spécimens. La Pipistrelle commune compte 13 individus seulement.
- Le Murin du Maghreb compte 27 spécimens dont 7 mâles et 20 femelles, quant aux Murins de Capaccini 14 individus au total. Le Murin à oreilles échancrées quant à lui totalise 10 individus (4 mâles et 6 femelles).
- L'oreillard, seul représentant de son genre compte 2 femelles seulement.
- Chez les Fers à cheval, on a compté un total de 29 individus chez le Rhinolophe de Balsius, 27 chez le Grand Rhinolophe, 12 individus pour le Rhinolophe Euryale tandis que pour le Rhinolophe de Meheleyi on note un total de 9 individus
- 10 Minioptère de Schreiber ont été dénombrées avec un total de 4 mâles et 6 femelles.

Au total, 236 parasites collectés représentant 10 espèces identifiées d'ectoparasites : 5 espèces de mouches de chiroptères ; *Brachytarsina flavipennis*, *Nycteribia schmidlii*, *Nycteribia latreillii*, *Nycteribia pedicularia* et *Phthiridium biarticulatum*. Les puces représentés par l'ordre de Siphonaptera et l'espèce *Ischnopsyllus octactenus*. Pour les tiques on recense ; *Ixodes vespertilionis* et trois espèces de tiques molles ou mites (*Spinturnix myoti*, *Eyndhovenia euryalis* et *Steatonyssus occidentalis*). Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 19** : Ensemble des ectoparasites collectés sur les douze espèces de chauve-souris examinées en Numidie (N : nombre des chauves-souris examinées, NP : nombre de chauve-souris infestées).

Parasite	Hôte	N	NP
<i>Ixodes vespertilionis</i>	<i>Rh. blasii</i>	29	1
	<i>Rh. ferrimequinum</i>	27	2
	<i>Rh. euryale</i>	12	1
	<i>M. capaccini</i>	14	3
	<i>M. punicus</i>	27	1
<i>Eyndhovenia euryalis</i>	<i>M. schreibersii</i>	10	1
	<i>Rh. blasii</i>	29	1
	<i>Rh. mehleyi</i>	9	2
<i>Spinturnix myoti</i>	<i>M. emarginatus</i>	10	3
	<i>M. punicus</i>	27	8
<i>Steatonyssus occidentalis</i>	<i>E. isabellinus</i>	32	2
	<i>P. kuhlii</i>	45	1
<i>Ischnopsyllus octactenus</i>	<i>P. kuhlii</i>	45	3

	<i>P. pipistrellus</i>	13	5
	<i>E. isabellinus</i>	32	4
<i>Brachytarsina flavipennis</i>	<i>Rh. blasii</i>	29	5
	<i>Rh. euryale</i>	12	3
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	27	4
<i>Phthiridium biarticulatum</i>	<i>Rh. blasii</i>	29	3
	<i>Rh. euryale</i>	12	2
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	27	3
<i>Nycteribia pedicularia</i>	<i>Rh. blasii</i>	29	4
	<i>Rh. euryale</i>	12	1
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	27	2
<i>Nycteribia latreillii</i>	<i>M. schreibersii</i>	10	3
	<i>M. emarginatus</i>	10	3
<i>Nycteribia schmidlii</i>	<i>Rh. Blasii</i>	29	2

### 3.4.2. Présentation des espèces parasites collectées

#### Classe : *Arachnida*

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* (les mites)

#### -*Eyndhovenia euryalis* (Canestrini, 1884)

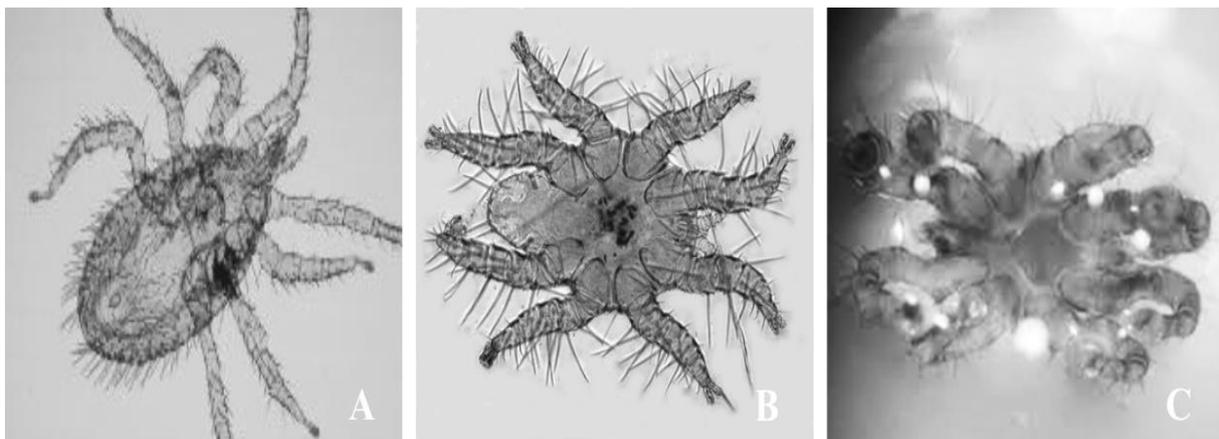
- Durant cette étude, cet acarien fut reporté sur deux espèces de Rhinolophes : *Rh. blasii* et *Rh. Mehleyi* :
- Distribution dans le monde : Il s'agit d'une espèce très répandue en Europe, atteignant la Chine et l'Australie (Krištofik et Danko, 2012). Il a été prélevé sur *Rh. ferrumequinum*, *Rh. euryale*, *M. schreibersii* et *M. emarginatus* dans le nord de la péninsule ibérique (Imaz et al. 1999). Au Maroc, ces acariens ont été retrouvés sur *Rh. mehleyi* (Estrada-Peña et al., 1990).
- En Algérie, *Eyndhovenia euryalis* parasite *P. gaisleri* et *Rh. blasii* (Bendjeddou, 2017). Dans cette étude, le Rhinolophe de Mehelyi constitue un nouvel hôte.

**-*Spinturnix myoti* (Kolenati, 1856)**

- Nous avons collectée cette espèce chez le Murin du Maghreb et le Murin à oreilles échancrées. *Spinturnix myoti* est un parasite exclusif des chiroptères. Cette espèce est essentiellement associée aux chauves-souris du genre *Myotis* et est localisée exclusivement sur les membranes alaires de ses hôtes (Stanyukovich, 1997).
- Distribution dans le monde : une large gamme de distribution s'étendant de L'Europe, l'Afrique du Nord jusqu'à l'Asie (Krištofik et Danko, 2012).
- En Algérie, cet acarien a été signalé sur les chauves-souris du genre *Myotis* (Bendjeddou, 2017).

**-*Steatonyssus occidentalis* (Ewing, 1933)**

- Cette espèce a été prélevée chez deux espèces de chauves-souris : la Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine isabelle. Les espèces du genre *Steatonyssus* sont considérées comme dendrophiles. Ces parasites oligoxéniques s'attachent généralement à des chauves-souris arboricoles (Benda et al., 2004)
- une large gamme d'hôtes qui comprend les familles des *Vespertilionidae* et *Miniopteridae* (Lanza, 1999).



**Figure 35** : les espèces de mites identifiées (**A** : *Steatonyssus occidentalis*, **B** : *Spinturnix myoti*, **C** : *Eynhovenia euryalis*). (@ khelfaoui)

**-Famille : Ixodidae**

**-Genre : Ixodes**

**-Ixodes vespertilionis (Koch, 1844)**

- Durant cette étude, différents stades (larve, nymphe et adulte) ont été recueillies chez une large gamme d'hôte : *Rh. blasii*, *Rh. ferrimequinum*, *Rh. euryale*, *M. schreibersii*, *M. punicus* et *M. capaccini*.
- Cette tique est troglophile et est hautement spécifique aux chiroptères du Genre *Rhinolophus* et *Myotis* (Arthur, 1956 ; Beaucournu, 1966 ; Dusbabeck, 1963). Elle vit sur les parois et coupoles des gîtes troglodytes.
- Distribution dans le monde : présente une large aire de distribution, d'Europe, Afrique jusqu'en Asie (Arthur, 1956 ; Hoogstraal, 1956, Kolonin, 2007 ; Ševčík et al., 2010).
- En Algérie : Bendjeddou et al., (2016) a étudié l'infestation saisonnière son sur *M. punicus* dans deux sites du nord-est du pays. Ils ont également enregistré cette tique chez trois autres espèces ; *M. emarginatus* et *M. capaccini* (Bendjeddou et al., 2017). Dans la présente étude, *Rh. ferrimequinum* et *M. schreibersii* sont de nouveaux hôtes pour cette tique.

**-Ordre des Siphonaptera**

**-Famille : Ischnopsyllidae**

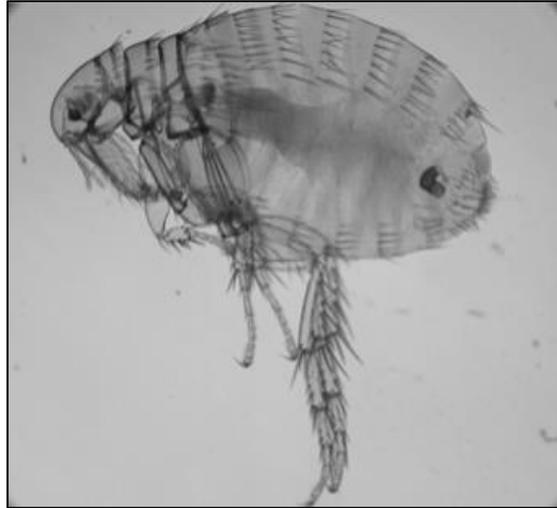
**-Genre : Ischnopsyllus**

Parmi les Siphonaptères 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)**

- Cette espèce parasita les deux espèces de pipistrelles et la Sérotine isabelle. Il s'agit d'une espèce Paléarctique dont la distribution s'étendant du Maroc, l'Espagne jusqu'à l'Asie centrale (Hůrka, 1997). Cette puce était reportée chez *P. kuhlii* en Tunisie (Beaucournu et Kock, 1996).

- *Ischnopsyllus octactenus* est essentiellement associée à des chauves-souris du genre *Pipistrellus* (Beaucornu et Launay, 1990). Dans la présente étude, cette espèce est reportée pour la première fois chez la Sérotine isabelle.



**Figure 36** : photo de l'espèce *Ischnopsyllus octactenus*. (@khelfaoui)

**-Ordre : *Diptera***

**-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 (Bendjeddou, 2017).

**-*Brachytrasina flavipennis* (Macquart, 1851)**

- 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.
- Distribution dans le monde; Elle est la seule Streblide connue dans la Méditerranéenne associé à des chauves-souris comme *Rh. blasii*, *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 *Rh. mehelyi* (Amr and Qumsiyeh, 1993 ; Petr et al., 2014).

- En Algérie : chez *M. schreibersii*, *Rh. mehelyi* et *Rh. hipposideros* (Anciaux de Faveaux, 1976) et *Myotis blythi* (Amr et Qumsiyeh, 1993) et récemment *Rh. ferrumequinum* (Bendjeddou, 2017). Dans cette étude nous l'avons collectée chez : le Grand rhinolophe, le Rhinolophe de Blasius et le Rhinolophe euryale. Ces deux dernières espèces constituent des hôtes nouveaux pour cette mouche diptère.

#### **-Famille : Nycteribiidae**

#### **-Genre : Phthiridium**

Ce genre, 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)**

- Cette mouche présente un 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* (*Rh. blasii*, *Rh. euryale* et *Rh. ferrumequinum*).
- Distribution dans le monde : Son aire de distribution dépend de celle de son hôte qui est la partie ouest du paléarctique (Ševèík et al., 2013 ; Petr et al., 2014). *Phthiridium biarticulatum* fut reporté par Amr et Qumsiyeh (1993) en Jordanie chez *Rh. blasii*, en Libye chez *Rh. mehelyi* et
- en Algérie : chez *Myotis blythi*, *Rh. mehelyi* et *Miniopterus schreibersii*. Ce parasite possède comme hôte principale les espèces du genre *Rhinolophus* et est généralement associé aux chiroptères troglodytes.

**-Genre : *Nycteribia***

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). Durant notre étude, trois (03) espèces ont été collectées et identifiées :

**-*Nycteribia pedicularia* (Latreille, 1805)**

- Nous l'avons collectée chez trois espèces : *Rh. blasii*, *Rh. euryale* et *Rh. ferrumequinum*.
- Distribution dans le monde : Cette espèce présente une large distribution, d'Europe, Turquie, Palestine et en Afrique du Nord (Theodor et Moscona, 1954 ; Hůrka, 1964 et 1997). Les principales espèces hôtes en Europe sont *M. capaccinii*, *M. schreibersii* (Scheffler 2012). Cette mouche a été trouvée chez d'autres chauves-souris telles que *M. emarginatus*, *M. capaccinii*, *Rh. blasii*, *Rh. ferrumequinum*, et *T. teniotis* (Theodor et Moscona, 1954 ; Hůrka, 1964 ; Walter et Ebenau, 1997).
- En Algérie, Bendjeddou (2017) la signala chez : *M. schreibersii*, *Rh. euryale* et *R. mehelyi*. Dans cette étude, *Rh. blasii* et *Rh. ferrumequinum* sont des hôtes nouveaux pour ce parasite.

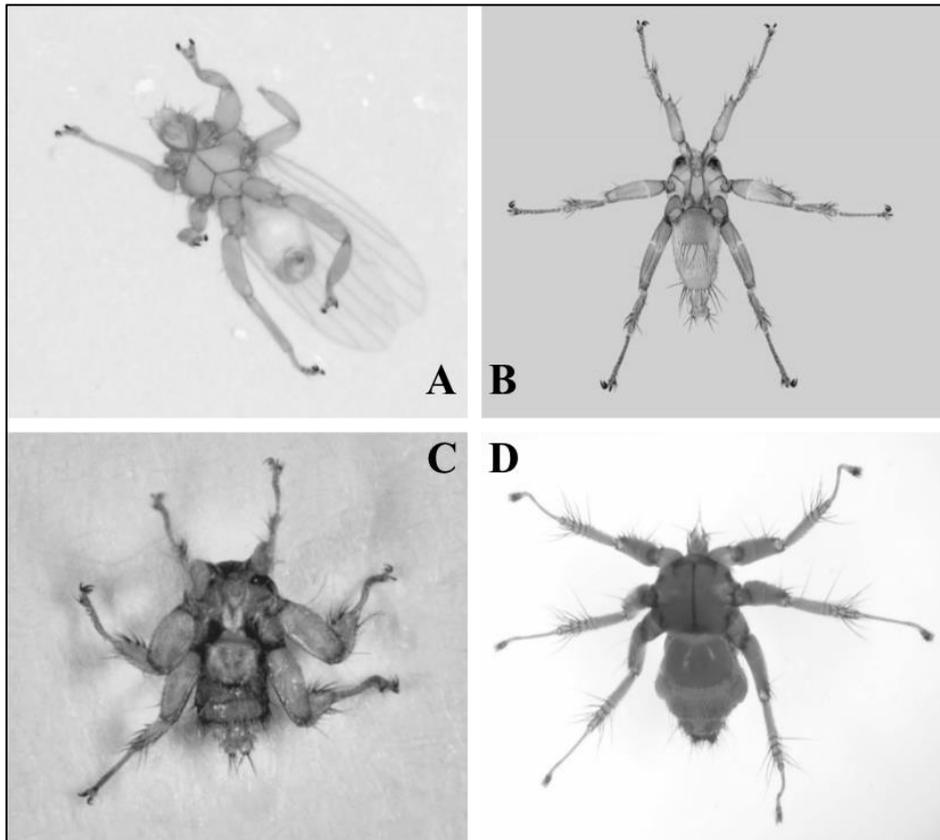
**-*Nycteribia latreillii* (Leach, 1817)**

- Dans la présente étude, cette espèce a été prélevée de chez deux hôtes : *M. schreibersii* et *M. emarginatus*.
- Distribution : Cette mouche a une large distribution à travers l'Asie du Sud-Ouest jusqu'en Europe continentale et en Afrique du Nord (Hůrka, 1964). En Europe, cette espèce est associée à *M. myotis* et *M. blythi* (Hůrka 1964). *Nycteribia latreillii* a également été trouvé sur d'autres hôtes (*M. capaccinii*, *M. schreibersii*, *Rh. euryale*, *Rh. ferrumequinum*, *Rh. mehelyi*, *M. emarginatus* et *Rh. hipossideros*) en faibles effectifs (Hůrka 1964, Theodor 1967, Krištofík et Danko 2012, Ševčík et al. 2013). En Afrique du Nord, *N. latreillii* a été trouvée sur *M. schreibersii* au Maroc et en Tunisie, *Rh. euryale* en Tunisie, *M. punicus* en Libye (Hůrka, 1982) et *Rh. mehelyi* au Maroc (Hůrka, 1982).

- En Algérie, elle fut reportée pour la première fois par Bendjeddou et al., (2017) chez 7 espèces de chiroptères.

**-Nycteribia schmidlii (Schiner, 1853)**

- Cette espèce de Nycterbide a été collectée uniquement chez *Rh. blasii*.
- Distribution dans le monde : Cette mouche de chauve-souris est distribuée en Europe du Sud, en Afrique du Nord, en Asie du Sud-Ouest et dans les États du Sud de l'ex-Union soviétique jusqu'en Afghanistan (Hůrka, 1964).
- En Algérie, il a été trouvé sur *M. schreibersii* et *Rh. mehelyi* (Falkoz, 1923), *Rh. ferrumequinum* (Theodor et Moscona 1954), *M. blythi* (Rotrou, 1939 ; Aellen, 1955), *M. schreibersii*, *M. blythi* et *Rh. euryale* (Amr et Qumsiyeh 1991).

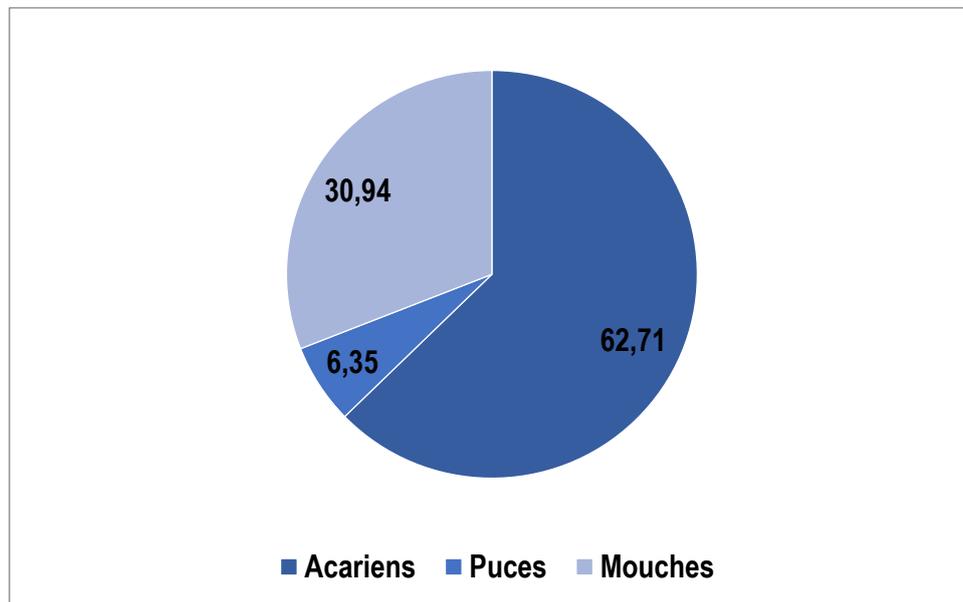


**Figure 37** : les espèces de mouches identifiées (**A** : *Brachytarsina flavipennis*, **B** : *Phthiridium biarticulatum*, **C** : *Nycteribia pedicularia*, **D** : *Nycteribia schmidlii*).

### 3.4.3. Caractérisation du pool ectoparasitaire chez les chiroptères

Durant notre étude, 236 parasites ont été collectés et identifiés. Sur un total de 230 chauves-souris examinées, seulement 112 chiroptères ont été parasités. Les parasites identifiés sont représentés par trois groupes ; les mouches, les puces et les acariens.

La Figure (38), représente les fréquences des différents groupes de parasites collectés sur les chauves-souris dans la zone investiguée, le taux le plus imposant est celui des acariens (62,71%), suivi des mouches avec un taux de 30,94%, les puces quant à elles sont représentées par des taux moins important et ce 6,35%.



**Figure 38** : Fréquences des groupes de parasites externes collectés (N=236).

La famille des *Nycterbiidae* (mouches araignées) est représentée par quatre espèces, *Nycteribia pedicularia* (Latreille, 1805) qui enregistre la plus importante fréquence (06,35%), suivi de *Phthiridium biarticulatum* (Hermann, 1804) qui enregistre 05,93%, *Nycteribia latreillii* (Leach, 1817) avec un taux de 04,66% et finalement *Nycteribia schmidlii* (Schiner, 1853) avec une fréquence de 03.43%.

La famille des *Striblidae* est représentée par une seule espèce *Brachytarsina flavipennis* (Macquart, 1851) qui enregistre une fréquence de 10,59%.

Le groupe des puces, représenté par la famille des *Ischnopsylidae* enregistre un taux 06,35% avec l'unique espèce identifiée *Ischnopsyllus octactenus* (Kolenati, 1856).

**Tableau 20** : Composition spécifique des parasites externes collectés durant cette étude (N=236).

Espèce Parasite	N (Nombre)	F (Frequence %)
<i>Ixodes vespertilionis</i>	22	09,32
<i>Eyndhovenia euryalis</i>	05	02,11
<i>Spinturnix myoti</i>	114	48,30
<i>Steatonyssus occidentalis</i>	07	02,96
<i>Ischnopsyllus octactenus</i>	15	06,35
<i>Brachytarsina flavipennis</i>	25	10,59
<i>Phthiridium biarticulatum</i>	14	05,93
<i>Nycteribia pedicularia</i>	15	06,35
<i>Nycteribia latreillii</i>	11	04,66
<i>Nycteribia schmidlii</i>	08	03,43
<b>Total</b>	<b>236</b>	<b>100</b>

Le troisième groupe, celui des acariens est présenté par deux (02) familles dont quatre (04) espèces. Le premier sous-groupe est celui des tiques, représenté par la famille des *Ixodidae* dont la tique à longues pattes *Ixodes vespertilionis* (Koch, 1844) et ce avec une fréquence de 09,32%. Le second sous-groupe, celui des mites est représenté aussi par une seule famille (*Spinturnicidae*) dont trois (03) espèces qui sont respectivement : *Eyndhovenia euryalis* (Canestrini, 1884), *Spinturnix myoti* (Kolenati, 1856) et *Steatonyssus occidentalis* (Ewing, 1933) avec 02,11%, 48,30% et 02,96%.

#### 3.4.4. Analyse de la diversité parasitaire

Le tableau (21), présente l'épidémiologie globale des spécimens de chiroptères étudié. Sur un total de 230 chiroptères examinés, 110 hébergent des parasites, soit 47,83% du peuplement. En effet, les prévalences chez ce peuplement varient de 24% jusqu'à 77%.

La prévalence la plus élevée s'est manifestée chez deux espèces : le Rhinolophe de Mehely et le Murin du Maghreb et ce avec un taux de (77%) l'intensité moyenne quant à elle est respectivement de : 33,71 et 11,23.

Par la suite, vient le Grand Rhinolophe (*Rh. ferrumequinum*), la Pipistrelle commune (*P. pipistrellus*) et le Minioptère de Schreiber (*M. schreibersii*) qui enregistrent des taux de prévalences qui varient de 60 à 71%.

La Pipistrelle de Kuhl (*P. kuhlii*), le Rhinolophe de Blasius (*Rh. blasii*) et la Sérotine isabelle (*E. isabellinus*) ont enregistrés respectivement les prévalences les plus faibles qui se situent autour de 24 et 37%.

**Tableau 21** : Épidémiologie globale chez le peuplement hôte étudié (N : le nombre total des spécimens examinés, NP : nombre des individus parasités, P : prévalence parasitaire, IM : Intensité moyenne parasitaire, A : Abondance parasitaire)

Espèce hôte	N	NP	P%	IM	A
<i>Eptesicus isabellinus</i>	32	12	37	19,66	7,37
<i>Myotis capaccinii</i>	14	7	50	33,71	16,85
<i>Myotis emarginatus</i>	10	5	50	47,21	23,6
<i>Myotis punicus</i>	27	21	77	11,23	8,74
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	45	11	24	21,45	5,24
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	13	8	61	39,33	18,1
<i>Rhinolophus blasii</i>	29	8	27	29,75	8,13
<i>Rhinolophus euryale</i>	12	5	41	47,2	19,66
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	27	20	71	11,8	8,74
<i>Rhinolophus mehleyi</i>	9	7	77	33,71	26,22
<i>Miniopterus schreibersii</i>	10	6	60	39,33	23,6

Le tableau (22), présente les différents indices parasitologiques des ectoparasites pour chaque espèce hôte. Parmi ces parasites, la mouche aptère *Ph. biarticulatum* a manifesté une forte prévalence chez *Rh. euryale* (40,00%). En revanche elle a été moins prévalente chez *Rh. ferrumequinum* (14,81%).

Le Streblide *B. flavipennis* quant à lui a été présenté une prévalence de 50%. Ce résultat conforte la littérature puisque ce dernier est hautement spécifique aux Rhinolophes (tab.22). C'est aussi le cas pour l'acarien *Spinturnix myoti* qui a été trouvé chez le Murin du Maghreb et le Murin à oreilles échancrées avec des taux élevés de prévalence.

L'analyse des différentes corrélations entre l'abondance, les paramètres morphométriques et la répartition altitudinale des espèces hôtes et la charge parasitaire n'a pas donné de résultats significatifs.

**Tableau 22** : Prévalence (P), abondance (A) et intensité moyenne (IM) des ectoparasites pour chaque espèce hôte.

Parasite	Hôte	P(%)	IM	A
<i>Ixodes vespertilionis</i>	<i>Rh. blasii</i>	13,79	5,5	0,75
	<i>Rh. ferrimequinum</i>	14,81	5,5	0,81
	<i>Rh. euryale</i>	16,66	11	1,83
	<i>M. capaccini</i>	21,42	7,33	1,57
	<i>M. punicus</i>	18,51	4,4	0,81
	<i>M. schreibersii</i>	30	7,33	2,2
<i>Eyndhovenia euryalis</i>	<i>Rh. blasii</i>	3,44	5	0,17
	<i>Rh. mehleyi</i>	22,22	2,5	0,55
<i>Spinturnix myoti</i>	<i>M. emarginatus</i>	70	16,28	11,4
	<i>M. punicus</i>	37,03	14,4	4,22
<i>Steatonyssus occidentalis</i>	<i>E. isabellinus</i>	9,37	2,33	0,21
	<i>P. kuhlii</i>	4,44	3,5	0,15
<i>Ischnopsyllus octactenus</i>	<i>P. kuhlii</i>	13,33	2,5	0,33
	<i>P. pipistrellus</i>	38,46	3	1,15
	<i>E. isabellinus</i>	12,51	3,75	0,48
<i>Brachytarsina flavipennis</i>	<i>Rh. blasii</i>	17,24	5	0,86
	<i>Rh. euryale</i>	50	4,16	2,08
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	25,92	0,92	0,92
<i>Phthiridium biarticulatum</i>	<i>Rh. blasii</i>	17,24	2,8	0,48
	<i>Rh. euryale</i>	41,66	2,8	1,16
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	14,81	3,5	0,48
<i>Nycteribia pedicularia</i>	<i>Rh. blasii</i>	13,71	3,75	0,51
	<i>Rh. euryale</i>	33,33	3,75	1,25
	<i>Rh. ferrumequinum</i>	11,11	3,66	0,55
<i>Nycteribia latreillii</i>	<i>M. schreibersii</i>	30	3,66	1,1
	<i>M. emarginatus</i>	10	11	1,1
<i>Nycteribia schmidlii</i>	<i>Rh. blasii</i>	6,89	4	0,27

Nous concluons que les chiroptères de Numidie orientale hébergent un cocktail d'ectoparasites. Cette contrainte ne serait pas toujours sans conséquence sur les traits d'histoire de vie des espèces hôtes.

# Discussion et Conclusion

---

*BIOECOLOGIE DES CHIROPTERES EN NUMIDIE ORIENTALE*



Si de nombreux travaux ont été réalisés sur la faune mammalogique, très peu concernent les Chiroptères, malgré leur rôle écologique majeur dans le maintien des écosystèmes (Reis et Guillaumet, 1983). Avec plus de 1400 (bat conservation international, 2019) à travers le monde, les Chiroptères sont, après les Rongeurs, le second ordre de Mammifères en termes de diversité spécifique (Stevens et al., 2006). Seules 38 espèces ont été recensées en Afrique du Nord, dont 26 sont présentes en Algérie (Ahmim, 2017 ; Loumassine et al., 2018).

Les Chiroptères signalés pour l'Algérie appartiennent à la région paléarctique, dont les limites ont été tracées par Corbet (1978). Anciaux de Faveaux (1976) établit la première liste de Chiroptères algériens. Il cite la présence de 23 espèces appartenant à 5 familles, dont plusieurs sont rares et deux restent problématiques. Cette liste fut complétée par Gaisler (1983 ; 1984), Gaisler et al., (1986) et synthétisée par Kowalski et Rzebik-Kowalska (1991). Ce n'est que presque 20 ans plus tard que d'autres études sur la chiroptérofaune algérienne ont vu le jour. Fakroun (1998) et Drizi (2002) étudièrent les chiroptères dans le parc national d'El Kala. Oubaaziz (2012) a étudié les Chiroptères de l'extrême ouest algérien, Messaoud (2011) a contribué à la répartition des chauves-souris dans le Parc National de Chréa, Ahmim et Moali (2011, 2013) ont analysé le régime alimentaire du Murin du Maghreb et des rhinolophes en Kabylie, Ahmim (2014) a étudié l'écologie et la biologie des Chiroptères de la région de Bejaia ; Bendjeddou et al., (2013, 2016, 2017) ont identifié les arthropodes ectoparasites du nord-est algérien et Loumassine et al., (2018) ont signalé pour la première fois la présence de *Rhinopoma microphyllum* en Algérie.

La présente contribution a pour but dans un premier temps d'identifier et d'étudier la Chiroptérofaune dans la Numidie orientale. Les sites sélectionnés au nombre de 44 ayant fait objet de prospection par capture au filet et/ou par capture à l'aide d'une épuisette ; sur une période s'étalant sur cinq (05) années, a permis de mettre en évidence la présence de treize espèces de chiroptères appartenant à trois familles : *Eptesicus isabellinus*, *Myotis capaccini*, *Myotis emarginatus*, *Myotis punicus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus gaisleri*, *Rhinolophus blasii*,

*Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus mehelyi*, *Rhinolophus hipposideros* et *Miniopterus schreibersi*.

Parmi les trois familles de chiroptères : La famille des Rhinolophidae est représentée par le 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). Selon [Anciaux de Favaux \(1976\)](#), ce sont des espèces qui hivernent dans le domaine souterrain (grottes et cavités artificielles), et durant l'été et la période de reproduction elles recherchent des abris plus chauds (combles, toits de maisons et de mosquées, ruines et crevasses rocheuses superficielles. en terme de richesse spécifique, les Rhinolophidae sont représentés par 05 des 06 espèces connues en Algérie soit 83.30 % du patrimoine en Rhinolophidae, le même résultat constaté chez [Ahmim \(2014\)](#).

Le Grand rhinolophe fer à cheval est une chauve-souris commune au nord de l'Algérie de la côte jusqu'à l'Atlas saharien. On la retrouve essentiellement dans des gîtes côtiers, près de la mer, cette observation est conforme aux observations réalisées par [Anciaux de Favaux \(1976\)](#) et [Kowalski \(1979\)](#). Ils notent, en effet, que la distribution nord-africaine de cette espèce, se fait essentiellement le long de la côte méditerranéenne d'Algérie ([Ahmim, 2014](#)). Dans la présente étude, quatre sites de capture côtiers sont notés. Par ailleurs, cette espèce a été recensée seulement dans deux localités dans l'étage semi-aride à Tiaret et Saida, uniquement dans des gîtes cavernicoles où les individus étudiés observent une moyenne de longueur d'avant-bras de 54,57 mm, du 5ème doigt de 69,85 mm et du 3ème doigt de 83,71mm ([Loumassine, 2018](#)). [Bendjeddou \(2017\)](#) mentionne la présence de cette espèce dans deux sites : Soug Rguibette et Ain Khiair au niveau parc national d'El Kala, avec une morphométrie de l'avant-bras de 56.5 mm, le 3ème doigt 86.5 mm et le 5ème doigt 70.2 mm. Nos résultats obtenus concernant la morphométrie des spécimens capturés concordent avec les résultats des études susmentionnées. Le Grand rhinolophe a été signalé dans une quinzaine de sites de Tunisie, mines, caves et grottes, mais aussi bâtiments, du nord au sud ou cette espèce a été observée ([Dalhoumi, 2016](#)). Au Portugal cette espèce fréquente des gîtes plus diversifiés tels

les grottes, les mines et les constructions (Palmeirim, 1987). Cette espèce marque une préférence pour les paysages très diversifiés qui peuvent à long terme supporter des populations de grand rhinolophe. Et se rencontre essentiellement dans les régions à climat méditerranéen (Dietz, 2019). Cette espèce est classée par l'UICN en Algérie comme presque menacée (Bendjeddou, 2017).

Le Petit rhinolophe présente une aire de distribution similaire au Grand rhinolophe (Kowalski et Rzebik-Kowalska, 1991). Sa présence dans la partie ouest du pays a été rapportée par Kowalski et Gaisler (1986). Ahmim (2014) stipule qu'il est en 4ème position en termes d'effectifs et cette espèce est présente dans 11 des 16 gîtes échantillonnés en kabylie et elle cohabite avec *R. ferrumequinum* dans 10 gîtes. Le Petit rhinolophe a été recensé à Tiaret, à Harmla et Saida dans les gorges de Tifrit ; huit mâles capturés présentent une longueur moyenne de l'avant-bras de 35,60 mm, du 3ème doigt de 55,12 mm et du 5ème doigt de 49,37 mm. (Loumassine, 2018). Bendjeddou (2017) mentionne la présence de cette espèce dans deux sites : Soug Rguibette et Ain Khiair dans le parc national d'El Kala, avec des mensurations suivantes : l'avant-bras a une moyenne de 38.4mm, le 5ème doigt est d'une moyenne de 51.5 mm et le 3ème doigt est d'une moyenne de 54. Nos résultats obtenus lors de la présente étude concernant la morphométrie du petit rhinolophe concordent avec les résultats des études susmentionnées. A l'instar du Grand rhinolophe, sa dynamique temporelle est liée à l'activité de naissance et de nourrissage des jeunes. A partir de septembre, la diminution de l'effectif suggère une dispersion des individus pour l'exploration d'autres gîtes pour passer la période d'hibernation. Ces deux espèces de rhinolophes ont été répertoriées dans des gîtes exclusivement cavernicoles, ceci confirme que ces taxa sont des espèces troglodiles (Ahmim, 2017). Par ailleurs le Petit rhinolophe en période de mise bas gîte souvent dans les greniers sans courant d'air des églises, châteaux et autres grands bâtiments (Reiter et al., 2004). *R. hipposideros* est considérée comme une espèce rare par plusieurs auteurs (Pomel, 1856 ; Loche, 1858 ; Lataste, 1880) in Gaisler, 1983. Ainsi au Maroc oriental (Brosset, 1955 ; 1960) et en Tunisie (Aellen et Strinati, 1969) ; Gaisler (1983) ont relevé également sa rareté. Cette espèce est considérée comme étant presque menacée par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

Le Rhinolophe de Blasius est une espèce troglophile, signalée comme espèce rare au Maroc oriental et en Tunisie (Brosset, 1960). Ahmim (2017) rapporte également que c'est une espèce rare en Kabylie. Bendjeddou (2017) mentionne que l'espèce est reportée avec un faible effectif seulement dans deux sites du parc national d'El Kala ; Soug Rguibet et El Kala ; avec les mensurations suivantes un avant-bras de 47.7mm, le 3ème et le 5ème doigt sont respectivement d'une moyenne de 66.7mm et 55.4mm. Lors de la présente étude, les valeurs obtenues concernant la morphométrie des spécimens capturés sont en accord avec ceux de Bendjeddou (2017). Delhoumi (2016) mentionne que le Rhinolophe de Blasius a été recensé uniquement dans trois sites cavernicoles de la Tunisie. Ainsi, un mâle a été trouvé par Aellen et Strinati (1970) dans la grotte des Chauves-souris d'El Haouaria Cockrum (1976a) a signalé cette espèce dans la mine du Djebel Ressay et dans la mine du Djebel Zaghouan, en Tunisie. Cette espèce se rencontre dans les habitats de types maquis, les bois de chênes et le long des haies dans un paysage très cloisonné (Dietz, 2009). Cette espèce est considérée comme étant presque menacée par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

Le Rhinolophe Euryale est une espèce typiquement méditerranéenne, elle est présente dans le pourtour méditerranée. Dziri (2002) rapporte qu'au niveau du parc national d'El Kala, les ruines du Chenal constituent l'unique gîte dans cette zone Bendjeddou (2017) stipule 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. 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). 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). Elle est observée dans les caves au nord du Portugal (Palmeirim, 1987). Les observations réalisées dans l'ouest algérien révèlent que cette espèce est rare. En effet, deux individus seulement ont été trouvés dans la grotte de Yebdar (Kowalski et al., 1986). Au Maroc, une dizaine d'individus à peine ont été signalés dans la grotte du Tafilalt (Aulagnier et Destre, 1985). Bendjeddou (2017) mentionne qu'au niveau

du parc national d'El Kala, la morphométrie des spécimens montrent un avant-bras qui 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, ces valeurs se révèlent concordantes avec nos résultats obtenues. Dans la présente étude, les sites de captures sont enregistrés au niveau des trois wilayas (Tarf, Annaba, et Guelma). En Europe, l'espèce enregistre un effondrement des effectifs et un déclin local (Dietz, 2009). Cette espèce est classée en Algérie comme étant vulnérable par l'UICN (Bendjeddou, 2017).

Le Rhinolophe de Meheley est typique des paysages karstiques, il est cavernicole, à proximité de points d'eau. Bendjeddou (2017) mentionne que Rhinolophe de Mehely a été prélevé depuis un seul site dans le parc national d'el kala ; Djbel El Koursi ; avec une morphométrie caractérisée par la taille de l'avant-bras avec une moyenne de 51.3 mm, pour le 3ème doigt, il note une taille en moyenne de 79.5 mm, quant au 5ème doigt, la moyenne est de 62.5 mm. Dans la présente étude, deux sites au niveau du parc national d'El Kala ont révélé la présence de cette espèce : Grotte Cavallo, ruines du chenal ; d'autre part, nos résultats obtenus concernant la morphométrie des spécimens capturés concordent avec les résultats des études susmentionnées. Ahmim (2017) stipule que cette espèce est considérée comme une espèce très rare surtout dans la partie côtière de l'est de l'Algérie. Le pic d'abondance est atteint au mois de mars avec 16 individus retrouvés dans la grotte d'Aokas. La présence en Tunisie du Rhinolophe de Méhely est rapportée pour la première fois par Kahmann (1958) qui l'a trouvé avec *Miniopterus schreibersii* et *Myotis punicus* dans la grotte des chauves-souris à El Haouaria. En Europe, cette espèce est en danger critique d'extinction, elle est de loin le rhinolophe le plus menacé (Dietz, 2009). Cette espèce est considérée comme étant vulnérable par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

La deuxième famille, les Vespertilionidae, est représentée par 07 espèces sur 13 existant au pays soit 53% au niveau national, et les Miniopteridae sont représentés par la seule espèce existant en Algérie.

Le Murin de Capaccini, connue de la zone côtière jusqu'à l'Atlas tellien. Elle marque une préférence pour les biotopes à climat méditerranéen ou continental doux, dans les régions karstiques riches en eaux de surface (Dietz, 2009). Ahmim (2017) mentionne que c'est une espèce rare en Kabylie et que l'a pas été retrouvée que dans la grotte d'Aokas avec de faibles effectifs. Cette espèce n'a pas été croisée lors de cette étude au niveau du parc national d'El Kala ; le même constat a été enregistré par Bendjeddou (2017). Dziri (2002) note également son absence au niveau du parc national d'El Kala. Cependant, Fekroune (1998) en rapporte la présence au niveau du parc. Cette espèce affiche un très important déclin en limite nord de son aire de répartition européen, principalement, à cause de l'utilisation des insecticides pour la démoustication des zones humides (Dietz, 2009). Cette espèce est considérée comme étant vulnérable par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

Anciennement, Gaisler (1983,1986) Kowalski (1991) citaient *Myotis punicus* comme une sous espèce de *Myotis blythii* (*Myotis blythii punicus*), et suite aux travaux de Castella et al. En 2000 il s'est avéré que *Myotis blythii* et *Myotis punicus* sont des espèces différentes et la première espèce n'est pas inféodée à l'Afrique du Nord et au Maghreb, elle a toujours été confondue avec le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*). *Myotis punicus* est signalée comme espèce cavernicole (Gaisler 1983 ; Kowalski et al., 1986). Elle cohabite avec *R. ferrumequinum* et *M. schreibersi*. Au Portugal cette espèce cohabite avec *M. schreibersi* dans les grottes (Palmierim.1990). Ledant et al., (1981) in Gaisler et Kowalski (1986), notent que *M. punicus*, *M. schreibersi*, *M. Capaccinii* et *M. emarginatus* sont des espèces qui caractérisent la zone nord méditerranéenne. Anciaux de Faveaux (1976) et Kowalski (1991) signalent que cette espèce est assez commune dans toute l'Algérie au nord du Sahara. Kowalski et al., (1986) ont observé que l'effectif *M. punicus* est important dans les caves du nord algérien pendant toute l'année. Loumassine (2018) répertorie *Myotis punicus* dans la région de Tiaret dans les gîtes cavernicoles de Ghar Sbaâ à Oued Lili et Les Djeddar de Tousnina. Une importante colonie composée de plusieurs milliers d'individus, a été observée dans la cavité souterraine de Ghar Sbaâ. Les spécimens capturés sur les Hauts Plateaux présentent une longueur moyenne de l'avant-bras de 56,99 mm, du 3ème doigt de 99,68 mm et du 5ème doigt de 77,91 mm. Bendjeddou (2017) enregistre des mensurations pour cette

espèce au niveau du parc national d'El Kala avec un avant-bras de 62.3 mm ; le 3ème doigt avec une moyenne de 99.1 mm et pour le 5ème doigt, une moyenne de 76.5 mm. Nos résultats obtenus concernant la morphométrie des spécimens capturés concordent avec les résultats des études susmentionnées. Dans la présente étude, c'est l'espèce la plus fréquente en capture. Cette espèce est considérée comme étant presque menacée par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

Le Murin à oreilles échancrées, appelé aussi le Vespertilion à oreille échancrées. En région méditerranéenne, il est souvent mêlé à des rhinolophes des murins de Capaccini et des minioptères de Schreibers (Dietz, 2009). Sa présence en Algérie a été notée par Lataste en 1885, à partir d'un spécimen en provenance d'Annaba. Bendjeddou (2017) mentionne sa présence au niveau du parc national d'El Kala, ce murin est la seule espèce qui occupe une large répartition au niveau des différents sites de capture. Gaisler (1983) et Ahmim (2017) mentionnent sa présence à Aokas. Bendjeddou (2017) mentionne la taille de l'avant-bras de ce Murin est en moyenne de 38.5 mm, le 3ème doigt avec une moyenne de 64.8 mm, quant au 5ème doigt, enregistre une moyenne de 52.5 mm. Nos résultats portant sur la morphométrie de cette espèce concordent avec ceux enregistrés par Bendjeddou (2017). Cette espèce est considérée comme étant à préoccupation mineure par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

La Pipistrelle commune, très flexible en matière d'habitat, elle est présente au cœur des villes ou dans les maisons à la campagne, mais peut marquer une préférence pour les forêts et la proximité de l'eau lorsque cela est possible (Dietz, 2009). Bendjeddou (2017) la mentionne à Soug Rguibette et El Kala au niveau du parc national d'El Kala et enregistre une taille d'avant-bras avec une moyenne de 38.5 mm, le 3ème doigt avec une moyenne de 51.93 mm et la taille du 5ème doigt est de 30.8 mm. Dziri (2002) mentionne une taille moyenne de l'avant-bras de 30.5 mm. Pour l'Europe, Dietz (2009) rapporte une taille moyenne de l'avant-bras comprise entre 28 et 34.6 mm. Nos mesures concernant la taille de l'avant-bras de la pipistrelle commune dans la zone d'étude révèlent une nette différence avec les

moyennes enregistrées en Europe. Cette espèce est considérée comme étant à préoccupation mineure par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

La Pipistrelle de Kuhl est la chauve-souris la plus commune en Tunisie où elle est largement répandue dans le nord et le centre (Dalhoumi, 2016). Elle a le plus souvent été capturée en sortie de gîte, sous les toits ou dans des fentes de bâtiments, ou en vol au-dessus de plans d'eau. Loumassine (2018) mentionne que cette espèce est rencontrée sur les Hauts plateaux de Tiaret dans la région de Mghila au niveau des greniers d'anciennes fermes agricoles et au-delà de l'Atlas saharien à Taghit au sud de Bechar et dans la grotte d'Ighzer dans la région de Timimoun. Cinq mâles capturés à Mghila avaient une longueur moyenne de l'avant-bras de 34,98 mm, du 5ème doigt de 45,75 mm et du 3ème doigt de 63,50 mm. Bendjeddou (2017) révèle les résultats suivants : L'avant-bras avec une moyenne de 34.5 mm, le 5ème doigt avec une moyenne de 43.8 mm et le 3ème doigt avec une moyenne de 57.2 mm. Nos résultats obtenus concernant la morphométrie des spécimens capturés concordent avec les résultats des études susmentionnées. Dietz (2009) rapporte pour les populations européennes de Pipistrelle de Kuhl, une moyenne pour la taille de l'avant-bras comprise entre 30.3 et 37.4 mm. *Pipistrellus kuhlii* est une espèce anthropophile qui gîte généralement dans les parois rocheuses ou les interstices de bâtiments, le revêtement mural, les coffrages de stores, les volets... (Dietz, 2009, Ahmim, 2017). Cette espèce est considérée comme étant à préoccupation mineure par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

L'Oreillard du Maghreb a été rapporté pour la première fois en Tunisie par Anderson (1892), alors seul taxon identifié pour le Paléarctique occidental. C'est une espèce qui, curieusement, a peu été contactée dans le nord du pays. En effet les seules mentions septentrionales sont un spécimen collecté en 1930 à Bizerte (Národní Muzeum Praha) et une femelle capturée en 1963 à El Haouaria (Kock, 1969). Dans le centre tunisien, l'oreillard a été recensé dans le Parc National de Bou Hedma (GOPADGF, 2005 ; Hizem et Allegrini, 2009), dans une mine du Djebel Ank (Cockrum 1976a). Drizi (2002) mentionne la capture d'un spécimen au niveau du parc national d'el kala. Dans la présente étude, deux individus ont été capturés au

niveau des gorges de Ghoufi. Cette espèce est la seule classée en Algérie comme étant en danger par l'UICN (Bendjeddou, 2017).

La Sérotine isabelle, seule sérotine d'Afrique du Nord, est une espèce assez commune en Algérie, répandue de la côte jusqu'à l'Atlas saharien (Kowalski et Rzebik-Kowalska, 1991). Cette espèce peu cavernicole est connue pour sa fréquentation d'habitats variés et pour une prédiction des zones urbaines (Dietz, 2009). Loumassine (2018) mentionne la présence de cette espèce à Boussemghoun dans la région d'El Bayadh, avec des spécimens capturés dont la longueur de l'avant-bras de 48,04 mm, du 5ème doigt de 61,29 mm et du 3ème doigt de 83,71 mm. Bendjeddou (2017) la mentionne au niveau du parc national d'El Kala à Soug Rguibette, El Kala et Ain Khiar et enregistre les mensurations suivantes : La taille de l'avant-bras avec une moyenne de 47.2 mm, pour le 3ème doigt, avec une moyenne de 80.8 mm et le 5ème doigt, avec une moyenne de 58.3 mm. Dans la présente étude, les mesures morphométriques enregistrées pour cette espèce affichent une concordance avec les résultats mentionnés dans les études précédentes. Cette espèce est considérée comme étant à préoccupation mineure par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

Concernant le Minoptère de Scheiber, Ahmim (2014) rapporte une grande colonie dans la grotte aux éléphants. Elle est signalée comme espèce commune en Algérie du nord (Anciaux de faveaux 1976 ; Kowalski, 1979) où elle est présente toute l'année dans les grottes en nombre important. Au printemps et l'été l'espèce forme des colonies de mise-bas avec d'autres espèces telles que *M. punicus*, *R.ferrumequinum* et *R. hipposideros* (Kowalski et al., 1986). Loumassine (2018) mentionne que cette espèce a été rencontrée uniquement dans la grotte de Ghar Sbaâ à Oued Lili sur les Hauts Plateaux de Tiaret. Sa présence est associée à celle de *Myotis punicus* dans la même cavité. Les femelles capturées présentent une longueur moyenne de l'avant-bras de 45,46 mm ; 3ème doigt de 88,67 mm et du 5ème doigt de 55,67 mm. Dziri (2002) enregistre une valeur moyenne de 45.17 mm pour la taille de l'avant-bras. Par ailleurs, Dietz (2009) note pour les populations européennes, une taille moyenne de l'avant-bras de l'ordre de 45.5mm. Ces résultats révèlent une concordance avec les valeurs enregistrées pour cette espèce lors de la

présente étude. Cette espèce est considérée comme étant presque menacée par l'UICN en Algérie (Bendjeddou, 2017).

Le nombre des espèces et celui des individus capturés sont bien représentés, étant donné que la courbe de raréfaction et d'extrapolation de complétude d'échantillonnage et celle du taux de couverture démontrent que l'asymptote est atteinte avec un taux de couverture d'échantillonnage égal à 100%. Cette analyse peut nous renseigner sur la qualité de l'échantillonnage et l'effort fourni ou on peut dire qu'il est satisfaisant. Cependant, il existe des restrictions écologiques considérables propres à l'utilisation de la méthode raréfaction. Étant donné que la raréfaction ne concerne pas les noms des espèces, les communautés à comparer par raréfaction devraient être taxonomiquement similaires (Krebs, 1998). Les méthodes d'échantillonnage doivent également être similaires pour pouvoir être comparées par raréfaction (Sanders, 1968).

Les courbes d'estimation des espèces sont limitées à des valeurs maximales qui représentent le double du nombre d'espèces observées, elles ne peuvent donc pas être utilisées sur des communautés peu échantillonnées (Krebs, 1998).

Les 645 individus capturés indiquent une richesse spécifique totale de 13 espèces, avec une moyenne de  $1,27 \pm 0,64$  espèces par relevé. Ce qui représente globalement 50 % de la richesse algérienne en chiroptères. Ahmim (2014) mentionne en Kabylie une richesse totale de 10 espèces avec une moyenne de 2.81 par site de capture. Au niveau du parc national d'El Kala, Fekroune (1998) rapporta l'occurrence de 10 espèces de chiroptères. Par la suite, Dziri (2002) documenta cette faune totalisant 11 espèces. À partir de la compilation des données recueillies dans les deux précédentes études, le parc national d'El Kala, abrite 12 espèces de chiroptères (Dziri, 2002). Par ailleurs, Bendjeddou (2017) note 10 espèces au niveau du parc national d'El Kala.

Rappelons que les 4 espèces mentionnées par des auteurs n'ont pas été contactées dans la présente recherche sont : La noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), la Pipistrelle (Vespère) de savi (*Hypsugo savii*) ; espèces dont l'aire de répartition est limitée aux hauts plateaux et l'atlas saharien ; Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) et le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) (Benda, 2004, Dietz, 2009). D'un point de

vu régional, la zone d'étude peut encore révéler des valeurs supérieures en termes de richesse de chiroptères. Cette différence s'explique probablement d'une part par les techniques d'échantillonnage qui ne sont pas exhaustive et d'autre part, le potentiel et la diversité d'habitats qui caractérise notre région ainsi que les ressources trophiques qui leurs sont associées ainsi que la particularité climatique régionale.

Etudier la diversité à travers un indice qui permet l'interprétation des chiffres applicables dans le domaine de l'organisation et l'évaluation des communautés (Mac Arthur, 1965 ; 1972). Cette approche permet aussi de comprendre comment les individus composant un peuplement se répartissent entre les différentes espèces. Elle prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. La répartition des individus doit donc être estimée afin de mesurer la pertinence des indices de diversité. Ceux-ci sont donc le plus souvent accompagnés d'indices d'équitabilité, traduisant la répartition des abondances des espèces dans le peuplement. De tous les indices, la formule de Shannon-Weiner (Shannon et Weaver, 1963) est probablement l'indice le plus utilisé qui exprime le mieux la diversité d'un peuplement. Il coordonne à la fois l'abondance et la richesse spécifique (Gray et al, 1992) permettant ainsi de caractériser l'équilibre écologique du peuplement d'un écosystème. Cet indice convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 1984). Il tend vers (0) quand le nombre d'espèces est faible et qu'une ou quelques espèces dominant, et il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et l'abondance est répartie équitablement. Dans la présente étude, La valeur indiquée par l'indice de diversité de Shannon est de 2,25 bits, et celle enregistrée par l'indice d'équitabilité est de 0,60. Bendjeddou (2017) enregistre une valeur de l'indice de Shannon la plus élevée a été 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  $J=0.855$ .

Par ailleurs, Gaisler (1983), Hanak et Gaisler (1983), Gaisler (1984), Gaisler-Kowalski (1986), Kowalski et Rzebick Kowalska (1991) et Ahmim (2014), en se basant sur la richesse des zones découlant d'un découpage climatologique du

territoire algérien fait par Ochando (1979) distinguent la zone méditerranéenne, où le climat varie du subhumide au semi-aride. Avec la présence des espèces caractéristiques tel que *Rhinolophus blasii*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus mehelyi*, *Eptesicus isabellinus*, *Miniopterus schreibersii*, *Myotis punicus*, *Myotis capaccinii*, *Myotis emarginatus*, *Myotis nattereri*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Hypsugo savii* et *Plecotus teneriffae*. Une zone médullaire correspond à la zone à climat aride, à l'exception de quelques régions montagneuses où le climat est semi-aride, il s'agirait éventuellement des hauts plateaux et de l'Atlas saharien avec des espèces caractéristiques tel que *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus mehelyi*, *Eptesicus isabellinus*, *Miniopterus schreibersii*, *Myotis punicus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Hypsugo savii* et *Plecotus teneriffae*.

La Numidie Orientale présente un habit intéressant pour les chiroptères vu la multiplicité des niches écologiques. Cette dernière est étroitement liée à la mosaïque d'habitat et la diversité écosystémique qui caractérise la région étudiée. La région d'étude offre des biotopes très variés qui rendent possible l'existence d'une grande diversité d'espèces de chauves-souris. On y trouve en effet des régions méditerranéennes et des régions désertiques, des régions montagneuses, des zones de hauts plateaux ce qui peut héberger une faune de chauves-souris particulière, cela est en relation avec les exigences écologiques strictes des chiroptères en termes d'habitats. En effet, une population de Chiroptères ne peut se maintenir durablement dans une région que si cette dernière offre un réseau cohérent de terrains de chasse riches en proies et en gîtes d'hivernage, de reproduction et de transition reliés par des couloirs de circulation fonctionnels. Les gîtes de reproduction et d'hivernage, indemnes de toutes pollutions, sont éloignés au maximum de 20 km les uns des autres (Fairon, 1997) au sein d'un paysage bocager riche en milieux diversifiés : principalement des prairies pâturées, zones boisées, zones humides et vergers (Duvergé et Jones, 1994, Pir, 1994, Lugon, 1996, Bontadina et al., 1997, Duvergé, 1996).

L'hétérogénéité structurelle des habitats à plusieurs échelles emboîtées est un facteur prédominant de la diversité, de la richesse spécifique et de l'abondance de nombreux taxons animaux incluant les invertébrés et les vertébrés (Bradbury et al., 2005; Barbaro et al., 2007; Müller et Brandl, 2009; Müller et al., 2009; Simonson et al., 2014). L'hétérogénéité structurelle détermine en grande partie la qualité de l'habitat pour les animaux en influençant la disponibilité et l'accessibilité de ressources telles que les gîtes ou les proies, l'exposition aux prédateurs et les conditions microclimatiques (Kalcounis et al., 1999; Kalcounis-Ruppell et al., 2005; Kunz et Fenton, 2005; Jung et al., 2012). La structure des habitats affecte aussi largement les déplacements des animaux, ce qui est particulièrement important pour les chiroptères qui doivent naviguer par écholocation dans un espace en trois dimensions (Jung et al., 1999, 2012). La composition spécifique des forêts et leur degré de mélange influent fortement, eux aussi, sur les conditions climatiques locales (Porté et al., 2004) et sur la diversité et la disponibilité des ressources (Castagneyrol et Jactel, 2012; Larrieu et al., 2014; Müller et al., 2014). Les caractéristiques de l'habitat influencent en particulier la biomasse, la diversité et la distribution des proies et donc la qualité de l'habitat forestier pour les chiroptères (Russo et Jones, 2003; Müller et al., 2012).

Dans les paysages anthropisés, Les chauves-souris exploitent les « gîtes anthropiques » comme les ponts (Adam et Hayes, 2000), les entrepôts et mines désaffectés, les greniers et les avant-toits des habitations (Kunz, 1982), et ces animaux profitent de la concentration des proies présentes sous les éclairages électriques (Rydell, 1992; Rydell et Racey, 1995) qui sont des fois non favorables. La diminution de la superficie ou de la connectivité des habitats auxquels la morphologie, le type d'écholocation et le comportement alimentaire des espèces sont adaptés, est préjudiciable pour les espèces qui en dépendent (Frey-Ehrenbold et al., 2013). Certaines études montrent en effet que la perte ou la fragmentation des habitats forestiers ont un effet négatif sur l'abondance et la distribution des chiroptères (Law et al., 1999; Duchamp et Swihart, 2008). Les rares études menées en milieux tempérés tendent à inférer que la présence de certaines espèces de chiroptères et leur succès reproducteur pourraient être négativement affectés par ces modifications anthropiques des paysages (Tink et al., 2014). Ainsi, la perte d'habitat est souvent plus préjudiciable aux espèces forestières spécialisées comme le murin

de Bechstein (Gorresen et Willig, 2004). Néanmoins, d'autres études, essentiellement en forêt tropicale, montrent un faible effet positif de la fragmentation sur quelques espèces de chiroptères (Estrada et Coates-Estrada, 2002; Klingbeil et Willig, 2010; Estrada-Villegas et al., 2011; Fuentes-Montemayor et al., 2013), notamment celles adaptées à chasser en milieu ouvert et qui peuvent ainsi bénéficier d'une augmentation de la surface de zones de chasse favorables dans les paysages (Grindal et Brigham, 1999), notamment agricoles (Verboom et Huitema, 1997).

Dans les paysages où les ressources sont à proximité les unes des autres, l'abondance de chiroptères devrait être plus élevée que dans les paysages où les ressources sont séparées par de grandes distances (Law et al., 1999; Ethier & Fahrig, 2011). La richesse spécifique quant à elle dépend en grande partie des processus spatiaux, agissant à l'échelle du paysage, comme la complémentarité de ressources entre habitats adjacents (Dunning et al., 1992). En général, une augmentation de l'hétérogénéité spatiale devrait conduire à une plus forte probabilité de complémentarité entre les types d'habitats, induisant une augmentation de la richesse spécifique (Tews et al., 2004; Ethier et Fahrig, 2011). Plusieurs études ont mis en évidence que l'abondance et la richesse des chiroptères sont plus élevées dans les paysages où les habitats forestiers et non forestiers sont mélangés, probablement en raison de cette disponibilité accrue des ressources et de leur plus grande proximité (Gehrt et Chelvig, 2003; Loeb et O'keefe, 2006; Yates et Muzika, 2006; Duchamp et Swihart, 2008).

Le manque de données de base sur la Chiroptérofaune d'Algérie constitue une barrière à la connaissance et la compréhension de leur rôle dans le maintien de la stabilité des écosystèmes naturels (Reis et Guillaumet, 1983; Rodriguez et al. 2006). Les Chauves-souris présentent en effet des intérêts d'ordre systématique (Fahr et Ebigbo, 2004); écologique (Thomas, 1982; Reis et Guillaumet, 1983; Taylor et al., 2000; Chatelain et al., 2001); vétérinaire (Sara, 2002; Raharimanga et al., 2003); médical (Monath, 1999) et économique et pharmacologique (Gonin, 2000; Taylor et al., 2000).

Dans un second volet, une étude des ectoparasites des chauves-souris a été entamée à partir d'individus examinés. Ceci nous a permis d'avoir une idée sur la charge parasitaire qu'hébergent les espèces hôtes.

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. Les parasites des chauves-souris ne sont pas que propres aux chiroptères, ils se sont spécialisés sur une ou plusieurs espèces particulières et appartiennent à l'un des quatre groupes suivants : les Diptères (Mouches), les Siphonaptères (Puces), les Hémiptères (Punaises) et les Acariens (Mites et Tiques).

Les mouches (diptères et/ou aptères) sont exclusivement parasites des chiroptères. Elles appartiennent à deux familles différentes, les Nycteribiidae et les Streblidae (Allen, 1967 in Bertola et al., 2005 ; Dick and Patterson, 2006). Les Nyctéribiidés (mouches aptères), sont composés de 275 espèces divisées en 3 sub-familles (Dick et Patterson, 2006 ; Gracioli et Dick, 2008) 5 genres, dont 14 espèces répertoriées en méditerranée (Hürka, 1964 ; Theodor, 1967). Les Stréblidés (mouches diptères) quant à eux comptent 227 espèces (Dick et Patterson 2006) dont seulement 4 espèces appartenant à 3 genres sont présentes en Méditerranée (Hürka et Soos, 1986b).

Les puces (Siphonaptères), comptent 2237 espèces et sous espèces de puces décrites depuis 1979. Cet ordre, qui regroupe des insectes ectoparasites à l'état adulte, a une filiation phylogénique qui fut longtemps discutée (In 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, seuls les adultes vivent sur leur hôte. Les larves se développent dans le guano déposé au sol dans le gîte (Kunz et al., 2009).

En ce qui concerne les punaises (Hémiptères), ce sont spécialement celles du genre *Cimex* qui sont associées aux chauves-souris et ce avec plus de 91 espèces décrites (Kunz et al., 2009). Elles 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.

Les Acariens sont les plus importants en abondance et en nombre d'espèces par rapport aux ectoparasites des chiroptères et sont représentées par les mites et les tiques (Kunz et al., 2009). Pour le premier sous-groupe, les Spinturnicidae sont les plus remarquables en effet, ce sont des acariens hautement spécialisés qui ne se trouvent que sur les chauves-souris. Ils vivent sur la 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 et 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 et Rupp, 2004 ; Christe et al., 2007 ; Lourenço and Palmeirim, 2007) ou bien abiotiques, par ex. les conditions environnementales (Pearce et O'Shea, 2007) et le type de gîte (Dusbábek, 1962 ; Ševčík et al., 2010). Les tiques appartenant au 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.

En Algérie, les premières données sur les ectoparasites des chauves-souris fournis dont les *Nycteribiidae* sont celles de Falcoz (1923) puis Séguy (1933), par la suite Allen (1955) reporta la présence d'autres espèces de *Nycteribiidae*. En 1993, Amr et Qumsiyeh 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).

Plus récemment Bendjeddou et al., (2017), ont établi une liste systématique des ectoparasites de chauves-souris algériennes composée de 22 espèces dont 5 espèces de mouches aptères, 2 espèces de mouches diptères, 7 espèces d'acariens et 3 espèces de puces et de punaises. Dans la présente étude, 10 espèces de

parasites ont été identifiés dont une espèce d'acarien nouvelle pour l'Algérie (*Steatonyssus occidentalis* Ewing, 1933) ainsi que de nouvelles associations hôtes-parasites.

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 dont les gîtes sont principalement Trogliphiles tel que les Rhinolophes et les Murins.

La fidélité du gîte que manifestent ces deux familles de chiroptères pourrait notamment expliquer les variations du taux de prévalence, l'intensité moyenne ainsi que l'abondance des parasites (Dick et Pattersons, 2007). Ceci semblerait être le cas dans la présente étude puisque les deux espèces (le Murin du Maghreb et le Rhinolophe de Mehely) 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 et Dittmar, 2014).

À titre d'exemple, les mouches sont observées sur des chiroptères Trogliphiles. En revanche, chez de nombreux chiroptères arboricoles et anthropophiles, il existe des colonies sans le moindre parasite. En effet, ces dernières 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 (Bendjeddou, 2017).

Dans notre étude les espèces qui perchent dans des grottes présentent des prévalences élevées (cas de cette étude). Des résultats similaires ont été également trouvés pour les mouches qui sont présentes seulement chez les hôtes qui vivaient dans les grottes. Cette préférence peut être expliquée par le fait que les larves 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 puces.

Attia Hili (2015) et Bendjeddou (2017), ont signalés des cas multiparasitisme chez certaines espèces de chiroptères notamment le Murin du Maghreb et le Grand

Rhinolophe. 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 (*I. vespertilionis*, *B. flavipennis*, *Ph. biarticulatum* et *N. pedicularia*).

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 (Bousslama, 2003 ; Dick et Patterson, 2007).

En effet, cette différence 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).

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 et Willig, 2008 ; Attia Hili, 2015).

## 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.

Globalement, les 645 individus capturés indiquent une richesse spécifique totale de 13 espèces de Chiroptères (*Eptesicus isabellinus*, *Myotis capaccini*, *Myotis emarginatus*, *Myotis punicus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus gaisleri*, *Rhinolophus blasii*, *Rhinolophus Euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus mehleyi*, *Rhinolophus hipposideros* et *Miniopterus schreibersii*) appartenant à 3 familles (Vespertilionidae, Rhinolophidae et Miniopteridae) ; dans les 44 sites et gîtes prospectés, soit un taux qui avoisine 50 % du peuplement des chiroptères algérien. Le nombre des espèces et celui des individus capturés semblent suffisants et représentatifs. 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 et qui montre aussi une remarquable diversité faunistique et floristique. Ainsi, il serait probable que la richesse enregistrée dans cette étude soit sous-estimée.

Au cœur de cette étude, un inventaire des ectoparasites des chiroptères a été réalisé. 230 chauves-souris appartiennent à trois (03) familles, six (06) genres et neufs (12) espèces, ont été capturées et examinées pour les parasites externes qu'ils hébergent. Les chiroptères de Numidie orientale étudiés hébergent un cocktail d'ectoparasites. Au total, 236 parasites collectés représentant 10 espèces identifiées d'ectoparasites : 5 espèces de mouches de chiroptères ; *Brachytarsina flavipennis*, *Nycteribia schmidlii*, *Nycteribia latreillii*, *Nycteribia pedicularia* et *Phthiridium biarticulatum*. Les puces représentés par l'ordre de Siphonaptera et l'espèce *Ischnopsyllus octactenus*. Pour les tiques, on retrouve *Ixodes vespertilionis* et trois espèces de mites, à savoir *Spinturnix myoti*, *Eyndhovenia euryalis* et *Steatonyssus occidentalis*. Ces données préliminaires obtenues à l'issue de ce travail, peuvent constituer une base pour des études ultérieures d'autant plus qu'on ignore encore l'impact de l'infestation ectoparasitaire sur les traits d'histoire de vie des espèces

hôtes. D'autre part, il serait envisageable d'identifier ces parasites en ayant recours à d'autres approches, notamment moléculaires et, éventuellement, étudier le pouvoir zoonotique potentiel de ces ectoparasites et leur rôle en tant que vecteurs de maladies transmissibles.

Les lacunes enregistrées dans le fond documentaire et les données fragmentaires sur la chiroptérofaune d'Algérie constituent un handicap surtout pour connaître le statut et comprendre le rôle que peuvent jouer ces espèces dans nos écosystèmes. Cette approche descriptive portant sur l'inventaire des chiroptères en Numidie orientale n'est encore que provisoire et nécessite d'autres explorations. Incontestablement, l'emploi de méthodes modernes et de matériels adéquats devraient permettre de découvrir d'autres espèces et de préciser la répartition d'espèces encore rarement recensées. D'autres sites et biotopes devront être échantillonnés avec l'appui de la détection acoustique et la télémétrie pour atteindre les objectifs fixés. Ainsi, des contrôles s'imposent pour les gîtes en utilisant des techniques limitant le dérangement afin d'entreprendre des démarches de protection pour les plus fragiles. De manière plus générale, les chauves-souris devraient bénéficier de mesures de conservation qui passent par une sensibilisation du public.

# Références bibliographiques

---

*BIOÉCOLOGIE DES CHIROPTÈRES EN NUMIDIE ORIENTALE*



Adams, R. A., & Thibault, K. M. (2006). Temporal resource partitioning by bats at water holes. *Journal of Zoology*, 270(3), 466-472.

Allen, V. (1955). *Rhinolophus blasii* Peters (1866), chauve-souris nouvelle pour l'Afrique du Nord. *Mammalia*, 19(3), 361-366.

Agnarsson, I., Zambrana-Torrel, C. M., Flores-Saldana, N. P., & May-Collado, L. J. (2011). A time-calibrated species-level phylogeny of bats (Chiroptera, Mammalia). *PLoS currents*, 3, RRN1212. doi:10.1371/currents.RRN1212

Ahmim, M. (2014). *Ecologie et biologie de la conservation des chiroptères de la région de la Kabylie des Babors (Algérie)*(Doctoral dissertation, Thèse Doctorat en Biologie Option: Biologie de la Conservation et Ecodéveloppement, Université de Bejaia, 150p).

Ahmim, M., & Oubaziz, B., (2017). New data on the distribution of bats (Mammalia: Chiroptera) in Algeria. *Acta Soc. Zool. Bohem*, 81, 17-30.

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.

Anciaux de Faveaux, M. (1976). Distribution des chiroptères en Algérie, avec notes écologiques et parasitologiques. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'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.

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.

Avila-Flores, Rafael & Fenton, M.. (2005). Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy - J MAMMAL*. 86. 1193-1204. 10.1644/04-MAMM-A-085R1.1.

- Bader, E., Jung, K., Kalko, E. K., Page, R. A., Rodriguez, R., & Sattler, T. (2015). Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. *Biological Conservation*, 186, 97-106.
- Bakwo Fils, E. M. (2009). Inventaire des chauves-souris de la réserve de biosphère du Dja, Cameroun. *Le Vespère*, 2(1), 11-20.
- Barbault, R. (2008). *Écologie générale-6e éd.: Structure et fonctionnement de la biosphère*. Dunod.
- 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.
- 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., (2017). *Bats (Mammalia: Chiroptera) in Northeastern Algeria: specific richness, activity patterns and ectoparasites associated*. Doctoral dissertation, concertation: Biodiversity, evolution and health ecology. Badji Mokhtar university of Annaba. 240p
- Bendjeddou, M. L., Berkane, E., Abiadh, A., Scaravelli, D., & Bouslama, Z. (2014). Roost characteristics of Maghrebian mouse-eared bats *Myotis punicus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in Northeastern Algeria. *Hystrix*, 25, 25.
- 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.
- 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., Graciolli, 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 mamm*, 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.
- 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., Aronson, J., Bodiou, J.Y., Boeuf, G., 2010. The Mediterranean Region: Biological Diversity in Space and Time, second ed. Oxford University Press, Oxford
- 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.
- Boulahbel 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.
- 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.
- Brook, C. E., & Dobson, A. P. (2015). Bats as 'special' reservoirs for emerging zoonotic pathogens. *Trends in microbiology*, 23(3), 172-180.
- 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., 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., Fernández, 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.

Calisher, C. H., Childs, J. E., Field, H. E., Holmes, K. V., & Schountz, T. (2006). Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clinical microbiology reviews*, 19(3), 531-545.

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.

Chomitz, K. M., Alger, K., Thomas, T. S., Orlando, H., & Nova, P. V. (2005). Opportunity costs of conservation in a biodiversity hotspot: the case of southern Bahia. *Environment and Development Economics*, 10(3), 293-312.

Combes C. (1995). *Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme*. Paris. Masson. 380 p.

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

Crofton, H. D. (1971). A model of host–parasite relationships. *Parasitology*, 63(3), 343-364.

Dajoz, R. (1971). *Précis d'Ecologie*, 434 pp. Dunod, Paris.

Dalhoumi R., (2016). Les chiroptères du parc national de Bou Hedma (Tunisie) : cycle annuel et utilisation de l'habitat. Thèse de Doctorat. Université de Carthage. Page : 218.

Dalhoumi, 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 complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse de Doctorat, Université du languedoc, 193 p.

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. (2003). Bat flies: obligate ectoparasites of bats. In *Micromammals and macroparasites* (pp. 179-194). Springer, Tokyo.

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., Gannon, M.R., Little, W.E., Patrick, M . J. (2003). Ectoparasite associations of bats from central Pennsylvania. *J. Med. Entomol.* 813–819.

Dickman, C. R. (1987). Habitat fragmentation and vertebrate species richness in an urban environment. *Journal of Applied Ecology*, 337-351.

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.

dos Reis, M., Inoue, J., Hasegawa, M., Asher, R. J., Donoghue, P. C., & Yang, Z. (2012). Phylogenomic datasets provide both precision and accuracy in estimating the timescale of placental mammal phylogeny. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1742), 3491-3500.

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., Randrianariveolosia, M., Walston, J., ... & Ariey, 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.

Ekman, M., & De Jong, J. (1996). Local patterns of distribution and resource utilization of four bat species (*Myotis brandti*, *Eptesicus nilssoni*, *Plecotus auritus* and *Pipistrellus pipistrellus*) in patchy and continuous environments. *Journal of Zoology*, 238(3), 571-580.

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.

Euzet, L., & Combes, C. (1980). Les problèmes de l'espèce dans le règne animal. *Memoires Societe Zoologique de France*, 40, 238-285.

Fakroun, K. (1998). Caractérisation des populations des chiroptères dans le parc national d'El Kala (Nord-est Algérien). Mémoire. Ingénieur. Univ. Annaba.

Falcoz L. (1923). Biospeologica numéro 49. Diptera pupipara (1ère Série). Arch. Zool. Expér. Gén., 61: 521-552.

Farfar, A., Bendjeddou, M. L., Bouslama, Z., Metallaoui, W., Korba, R. A., Amr, Z., & Baker, M. A. A. (2017). Bats of the El Kala Biosphere Reserve, northeastern Algeria (Chiroptera). Lynx, series nova, 48.

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.

Fenton, M. B., & Simmons, N. B. (2015). *Bats: a world of science and mystery*. University of Chicago Press.

Finnemore M. & Richardson W. (2004). *Catching bats. The bat worker manual*. Nature Conservancy council. UK. 41-47.

Fleming, T. H., Eby, P., Kunz, T. H., & Fenton, M. B. (2003). Ecology of bat migration. *Bat ecology*, 156, 164-65.

Gaisler J. (1983). Nouvelles données sur les Chiroptères du nord algérien. *Mammalia* 47: 359-369

Gaisler, J. (1984). Bats of Northern Algeria and their winter activity. *Myotis*, 21(22), 89-95.

Gaisler, J., & Kowalski, K. (1986). Results of the netting of bats in Algeria (Mammalia: Chiroptera). *VESTN. CESK. SPOL. ZOOL.*, 50(3), 161-173.

García, N., Cuttelod, A., & Malak, D. A. (2010). The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa. IUCN.

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).

Gerell, R., & Lunderg, K. G. (1993). Decline of a bat *Pipistrellus pipistrellus* population in an industrialized area in south Sweden. *Biological Conservation*, 65(2), 153-157.

Gracioli, G., & de Carvalho, C. J. (2012). Do fly parasites of bats and their hosts coevolve? Speciation in *Trichobius phyllostomae* group (Diptera, Streblidae) and their hosts (Chiroptera, Phyllostomidae) suggests that they do not. *Revista Brasileira de Entomologia*, 56(4), 436-450.

Hanák, V., & Gaisler, J. (1983). *Nyctalus leisleri* (Kühl, 1818), une espèce nouvelle pour le continent africain. *Mammalia*, 47(4), 585-587.

Herre, E. A. (1995). Factors affecting the evolution of virulence: nematode parasites of fig wasps as a case study. *Parasitology*, 111(S1), S179-S191.

Hilli, R., A. (2015). Les ectoparasites des chiroptères/taxonomie et relation hôte-parasite. Mémoire de Master. Université de Sfax; 77p

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.

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 Xiphopsyllidae. 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.

Hutterer, R. (2005). Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature (Vol. 28). Federal Agency for Nature Conservation.

Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104(940), 501-528.

Jones, G., & Teeling, E. C. (2006). The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(3), 149-156.

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.

Kiss, A. C., & Doumbé-Billé, S. (1992). Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio de Janeiro-juin 1992). *Annuaire français de droit international*, 38(1), 823-843.

Kolonin, G. V. (2008). Birds as hosts of ixodid ticks (Acarina, Ixodidae). *Entomological review*, 88(8), 1012-1015.

- 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 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.
- Krebs, C. J. 1998. *Ecological Methodology*. 2nd ed. Addison Wesley Longman. New York. 620p.
- Krištofik, 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., & Fenton, M. B. (Eds.). (2005). *Bat ecology*. University of Chicago Press.
- 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.
- Laurent, A. (1944). Premiers baguages des chauves-souris en Afrique du Nord. *Bulletin Trimestriel 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.

Levêque, C., & Mounolou, J. C. (2008). *Biodiversité: dynamique biologique et conservation*.

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.

Loumassine, H. E., Allegrini, B., Bounaceur, F., Peyre, O., & Aulagnier, S. (2018). A new mammal species for Algeria, *Rhinopoma microphyllum* (Chiroptera: Rhinopomatidae): morphological and acoustic identification. *Mammalia*, 82(1), 85-88.

Loumassine, H., L. (2018). *Ecologie des Chiroptères dans quelques biotopes en Algérie occidentale*. Thèse de Doctorat. Université de Ibn Khaldoun. Tiaret;178p

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.

MacNeely, J. A., Miller, K. R., Reid, N. A., Mittemer, R. A., & Wainer, T. B. (1990). *Conserving the world's biological diversity* World Conservation Union. World Resources Institute, World Wildlife Fund-US World Bank, Washington, DC.

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*.

Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243.

Marques JT, Rainho A, Carapuco M, Oliveira P, Palmeirim JM. 2004. Foraging behaviour and habitat use by the European free-tailed bat *Tadarida teniotis*. *Acta Chiropterologica* 6: 99- 110.

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..

McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems*, 11(2), 161-176.

Mebarki A., 2005. *Hydrologie des Bassins de l'Est Algérien: Ressources en eau, aménagement et environnement*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université Mentouri de Constantine, 360 p.

Mebarki K., 2015. *Etude de la biodiversité des lombricidés et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'est algérien*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mentouri de Constantine, 170pp.

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.

Michalakis, Y., & Hochberg, M. E. (1994). Parasitic effects on host life-history traits: a review of recent studies. *Parasite*, 1(4), 291-294.

Mickleburgh SP, Hutson AM, Racey PA. (2002). A review of the global conservation status of bats. *Oryx* 36: 18-34

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.

Moratelli, R., & Calisher, C. H. (2015). Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses?. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 110(1), 1-22.

- Myers, N. (1993). Biodiversity and the precautionary principle. *Ambio*, 74-79.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Neumann, L.G. (1916). Ixodides (acariens). Première Série Arch. Zool. Expér. et Gen. Paris 55: 517-527.
- Obame-Nkoghe, J., Rahola, N., Bourgarel, M., Yangari, P., Prugnolle, 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.
- Patten, M. A. (2004). Correlates of species richness in North American bat families. *Journal of Biogeography*, 31(6), 975-985.
- Poulin, R. (1999). The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels?. *International journal for parasitology*, 29(6), 903-914.
- Poulin, R., Morand, S. (2004). *The Parasite Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Prescott, J., & Richard, P. (2004). *Mammifères du Québec et de l'est du Canada*. Éditions Michel Quintin.
- Price, P. W. (1980). *Evolutionary biology of parasites* (Vol. 15). Princeton University Press.
- 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.
- Quetglas, J., J. Nogueras, C. Ibáñez. and J-C. Beaucournu. (2014). Presencia en la Península Ibérica de una pulga africana de murciélagos : *Rhinolophopsylla unipunctinata* 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.
- Rainho, A., & Palmeirim, J. M. (2011). The importance of distance to resources in the spatial modelling of bat foraging habitat. *PLoS One*, 6(4), e19227.

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.

Roberto Dos Reis, N., & Guillaumet, J. L. (1983). Les chauves-souris frugivores de la région de Manaus et leur rôle dans la dissémination des espèces végétales. *Revue d'écologie*.

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.

Russo, D., & Jones, G. (2002). Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology*, 258(1), 91-103.

Russo, D., Cistrone, L., & Jones, G. (2007). Emergence time in forest bats: the influence of canopy closure. *Acta Oecologica*, 31(1), 119-126.

Rydell, J. (2006). Bats and their insect prey at streetlights. *Ecological consequences of artificial night lighting*, 2, 43-60.

Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist* 102: 243-282

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.

Schnetter, W. (1960). Beringungsergebnisse an der Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersi* Kuhl) im Kaiserstuhl. *Bonn Zool Beitr*, 11, 150-165.

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. Krištofik, M. Uhrin, and P. Benda. (2010). New records of ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing on bats in Slovakia. *Vespertilio* 13-14: 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).
- Smith, R. J., Muir, R. D., Walpole, M. J., Balmford, A., & Leader-Williams, N. (2003). Governance and the loss of biodiversity. *Nature*, 426(6962), 67.
- Stone, E. L., Jones, G., & Harris, S. (2012). Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. *Global change biology*, 18(8), 2458-2465.
- 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.
- Thingstad, T. F., & Lignell, R. (1997). Theoretical models for the control of bacterial growth rate, abundance, diversity and carbon demand. *Aquatic Microbial Ecology*, 13(1), 19-27.
- Tillon, L., Bouget, C., Paillet, Y., & Aulagnier, S. (2016). How does deadwood structure temperate forest bat assemblages?. *European journal of forest research*, 135(3), 433-449.
- Tuttle, M. D. (2007). *Bats in forests: conservation and management*. JHU Press.
- Vaughan, N. (1997). The diets of British bats (Chiroptera). *Mammal Review*, 27(2), 77-94.

- Véla, E., & Benhouhou, S. (2007). Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes rendus biologies*, 330(8), 589-605.
- Vincent, W. F., Callaghan, T. V., Dahl-Jensen, D., Johansson, M., Kovacs, K. M., Michel, C., ... & Sharp, M. (2011). Ecological implications of changes in the Arctic cryosphere. *Ambio*, 40(1), 87-99.
- Voigt, C. C., & Kingston, T. (2016). Bats in the Anthropocene. In *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (pp. 1-9). Springer, Cham.
- 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.
- 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.
- Wibbelt, G., Moore, M. S., Schountz, T., & Voigt, C. C. (2010). Emerging diseases in Chiroptera: why bats ?.
- Wickramasinghe, L. P., Harris, S., Jones, G., & Vaughan Jennings, N. (2004). Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conservation Biology*, 18(5), 1283-1292.
- Wilkinson, G. S., & South, J. M. (2002). Life history, ecology and longevity in bats. *Aging cell*, 1(2), 124-131.
- Windsor, D. A. (1998). Controversies in parasitology, most of the species on earth are parasites. *International journal for parasitology*, 28(12), 1939-1941.
- Yahi, N., Vela, E., Benhouhou, S., De Belair, G., & Gharzouli, R. (2012). Identifying important plants areas (key biodiversity areas for plants) in northern Algeria. *Journal of threatened taxa*, 2753-2765.

# Annexes

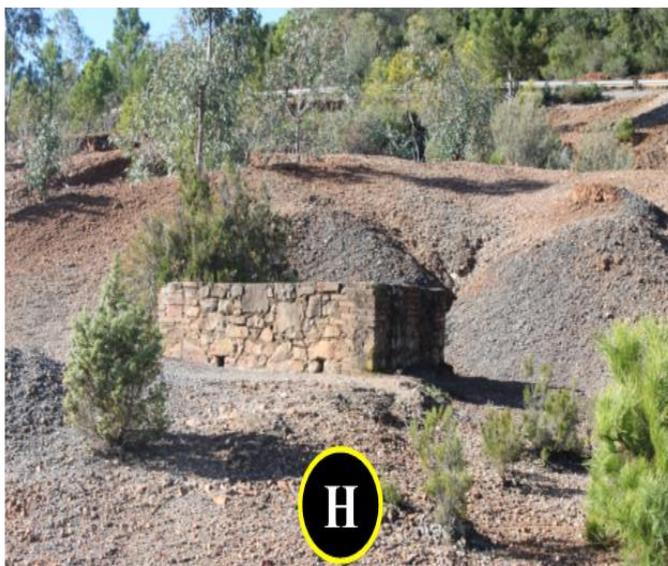
---

*BIOECOLOGIE DES CHIROPTERES EN NUMIDIE ORIENTALE*



**Annexe 01** : Sites et gîtes d'étude : A = Ain Saynour, B= Tebessa, C = Tamanart, D= Mrahna, E= Youkouss, F= Bir Osman, G= Ghar Djemaa, H = ancienne mine Aayoun, I = Burgass, J = ruines du Chenal (©khelfaoui).





**Annexe 02** : Photos des spécimens capturés dans la zone d'étude : A= grand Rhinolophe, B= Murin du Maghreb, C= Rhinolophe de Meheley, D= Minioptère de Schrebers, E= Rhinolophe Euryale, F= Pipistrelle de Kuhl (©khelfaoui).



**Annexe 03** : Catégorie Liste rouge mondiale (UICN) des espèces de chiroptères en Algérie (Bendjedou, 2017).

N	Nom scientifique	Statut (UICN)
01	<i>Rhinopoma cystops</i>	LC
02	<i>Rhinopoma microphyllum</i>	DR
03	<i>Taphozous nudiventris</i>	LC
04	<i>Rhinolophus clivosus</i>	DD
05	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	NT
06	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	NT
07	<i>Rhinolophus blasii</i>	NT
08	<i>Rhinolophus euryale</i>	VU
09	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	VU
10	<i>Asellia tridens</i>	LC
11	<i>Myotis punicus</i>	NT
12	<i>Myotis capaccinii</i>	VU
13	<i>Myotis emarginatus</i>	LC
14	<i>Myotis nattereri</i>	LC
15	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC
16	<i>Pipistrellus rueppelli</i>	LC
17	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC
18	<i>Hypsugo savii</i>	LC
19	<i>Eptesicus isabellinus</i>	LC
20	<i>Miniopterus schreibersii</i>	NT
21	<i>Otonycteris hemprichii</i>	LC
22	<i>Nyctalus leisleri</i>	LC
23	<i>Nyctalus noctula</i>	LC
24	<i>Plecotus gaisleri</i>	EN
25	<i>Tadarida teniotis</i>	LC
26	<i>Tadarida aegyptiaca</i>	LC

**DR** = Espèce découverte récemment

**DD** = Données insuffisantes pour évaluer le statut de l'espèce

**LC** = Préoccupation mineure (Least Concern)

**NT** = Presque menacée (Near Threatened)

**VU** = espèce vulnérable

**EN** = espèce en danger

**CR** = espèce en danger critique d'extinction

*Annexe 04 : Champs d'application, Avantages et inconvénients des méthodes de prospections des chauves-souris (In Bendjeddou, 2017).*

<b>Prospection (Méthode/Technique)</b>	<b>Champs d'application</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<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. 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. 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 prospecter.</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>

**05** : Diffusion de la connaissance (production scientifique).

- **Khelfaoui, F., Kebaci, A., & Benyacoub, S. (2018).** *New Data On Insecta And Acarina Parasitizing Bats (Mammalia: Chiroptera) In Numidia, Eastern Algeria. Bull. Soc. zool. Fr, 143(2), 63-73.*
- **Saoudi, M., Necer, A., Bouam, I., Khelfaoui, F., & Saadi, O. (2017).** *Daily activity, biometry and diet of the North African ocellated lizard Timon pater in Mount Chélia, northeastern Algeria. African journal of herpetology, 66(1), 1-11.*
- **Bouam, I., Necer, A., Saoudi, M., Tahar-Chaouch, L., & Khelfaoui, F. (2016).** *Diet and daily activity patterns of the lacertid lizard Psammodromus algirus (Sauria: Lacertidae) in a semi-arid Mediterranean region. Zoology and Ecology, 26(3), 244-252.*

## Parasitologie

# NEW DATA ON INSECTA AND ACARINA PARASITIZING BATS (MAMMALIA: CHIROPTERA) IN NUMIDIA, EASTERN ALGERIA

par

Farouk KHELFAOUI<sup>1\*</sup>, Amine KEBACI<sup>1</sup>

& Slim BENYACOUB<sup>1</sup>

New data on ectoparasites collected from bats (Mammalia: Chiroptera) in Numidia, eastern Algeria, are presented. Four species of Acarina (Ixodidae and Spinturnicidae) and six species of Insecta (Diptera and Siphonaptera) were recovered from twelve bat species. *Steatonyssus occidentalis*, a mesostigmatid mite, is added to the list of Algerian bat parasites. Two new hosts of bat flies are reported for Algeria: *Rhinolophus blasii* is a new host for *Nycteribia schmidlii* and *Miniopterus schreibersii* is a new host for *Nycteribia latreillii*.

**Keywords:** Bats, Ectoparasites, Numidia, Algeria;

## Nouvelles données sur les Insecta et les Acarina, ectoparasites des chauves-souris (Mammalia : Chiroptera) en Numidie orientale, Algérie

Des nouvelles données sur les ectoparasites de chauves-souris (Mammalia: Chiroptera) en Numidie, dans l'est de l'Algérie, sont présentées. Dix espèces d'ectoparasites, dont quatre espèces d'Acarina (Ixodidae et Spinturnicidae) et six espèces d'insectes appartenant à deux ordres (Diptera et Siphonaptera) ont été retrouvées chez douze espèces de chauves-souris. De nouveaux ectoparasites de chauves-souris d'Algérie sont ajoutés à la liste existante. Ces données incluent *Steatonyssus occidentalis*, un acarien méso-stigmatid qui n'a pas été signalé auparavant en Algérie. De nouvelles données pour

1. Ecology of Terrestrial and Aquatics Systems Laboratory (EcoSTAq), Department of Biology, Faculty of Science, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.

\* Corresponding author: <farouk.khelfaoui@yahoo.fr>.

## Bulletin de la Société zoologique de France 143 (2)

les hôtes de mouches des chauves-souris ont été signalées en Algérie, *Rhinolophus blasii* en tant que nouvel hôte pour *Nycteribia schmidlii* et *Miniopterus schreibersii* en tant que nouvel hôte pour *Nycteribia latreillii*.

**Mot-clés** : Chauve-souris, ectoparasites, Numidie, Algérie.

### Introduction

Several taxa of arthropods are ectoparasites of bats including Siphonaptera, Diptera, Hemiptera and Acarina. Among Diptera, the family Nycteribiidae occurs primarily in the Old World and presents a high degree of specialization. According to DICK & PATTERSON, (2006), this family consists of about 275 species worldwide, of which five genera and 14 species occur in the Mediterranean area (HŮRKA, 1964; THEODOR, 1967). The family Streblidae comprises 227 species that occur around the world (DICK & PATTERSON, 2006), with four species and three genera in the Mediterranean area (HŮRKA & SOÓS, 1986). In Algeria, the first data on bat parasites of the families Nycteribiidae and Streblidae were provided by FALCOZ (1923) and later by SÉGUY (1933). AELLEN (1955) provided occurrence and host preference data for both families. Other studies included records of both families from bats collected in Algeria (AMR & QUMSIYEH, 1993; BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2017), giving a list of five species for Algeria.

Fleas (Siphonaptera) are highly-specialized, diverse, obligate haematophagous ectoparasites of mammals and birds with a unique parasitic strategy. Species of family Ischnopsyllidae are obligatory parasites of bats. Three species (*Nycteridopsylla longiceps*, *Rhinolophopsylla unipectinata arabs* and *Ischnopsyllus octactenus*) were recorded from bats in Algeria (ANCIAUX DE FAVEAUX, 1976; BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2017).

Ticks and mites are very important ectoparasites of mammals, birds and reptiles worldwide. In Algeria, tick research has a long tradition, but has been devoted to hosts other than bats. Only recently have ticks and mites associated with bats been studied in Algeria (BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2016, 2017). Spinturnicid mites were first reported in Algeria by DEUNFF (1977) and UCHIKAWA *et al.* (1994).

In the course of extensive collection of bats in Numidia, eastern Algeria, twelve bat species were obtained. The present study documents the ectoparasites associated with these bats.

### Materials and methods

#### Study area

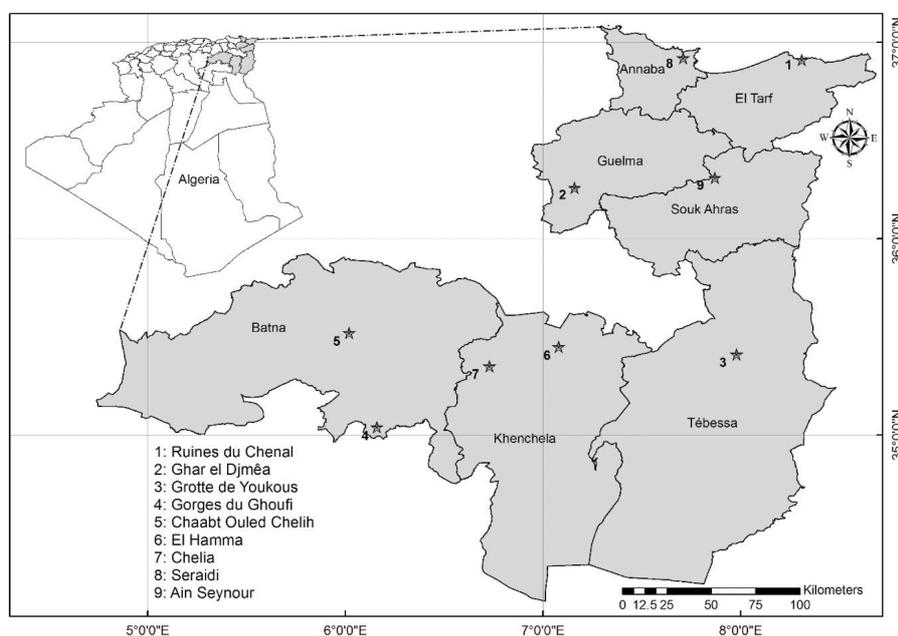
Numidia is located in eastern Algeria, bordered in the north by the Mediterranean Sea. The western boundary is marked by the Seybouse wadi. The eastern and southern borders are limited by the Tellian Atlas, coinciding with the Algerian-Tunisian border. To the southern, it is bordered by the Aures Mountains.

### New data on bat parasites in Numidia, Algeria

This region mainly belongs to two bioclimatic areas: the subhumid and humid zones, which give it a significant atmospheric humidity allowing the development of a rich flora within a number of ecosystems (BENNADJA *et al.*, 2013). However, the southern part of this region belongs to the semi-arid bioclimatic area.

This study was carried out at the following localities in Eastern Numidia (Figure 1):

- ruine du Chenal: artificial cave in remnant of the old French bastion, near the sea in El Kala ;
- Ghar Djemaa: a cave with an entrance 3 m high, 5 m wide, and about 30 m deep. The surrounding area is an open rocky habitat ;
- grotte de Youkous: a small cave with 5 m high, 5 m wide and about 10 m deep. The surrounding area has mixed vegetation and corresponds in part to abandoned agricultural land ;
- gorges de Ghouffi: open habitat with rocky areas and caves ;
- Chaabt Ouled Chelih (Batna) and El Hamma (Khanchla): closed and urbanized habitat, which is entirely artificial ;
- Chelia: semi-open habitat in a Cedar forest ;
- Seraïdi: semi-open habitat with an abundance of freshwater resources and grassy areas ;
- Ain Seynour: semi-open habitat, characterized by complete absence of undergrowth. It consists mainly of cork oak forest.



**Figure 1**

Map of Algeria showing study areas.  
Carte de l'Algérie représentant les sites d'étude.

**Bulletin de la Société zoologique de France 143 (2)**

**Tableau 1**

List of bat species collected and their localities.  
*Liste des chauves-souris collectées et leurs localisations.*

Family	Species	Number	Locality
Vespertilionidae	<i>Eptesicus isabellinus</i>	32	5, 6, 8, 9
	<i>Myotis capaccinii</i>	14	3
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2
	<i>Myotis punicus</i>	27	1, 2
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	45	4, 5, 6, 8
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	13	6
	<i>Plecotus gaisleri</i>	2	4
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus blasii</i>	29	1, 2, 3, 7
	<i>Rhinolophus Euryale</i>	12	1
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	27	1, 2
	<i>Rhinolophus mehleyi</i>	9	2
Miniopteridae	<i>Miniopterus schreibersii</i>	10	1, 2

**Ectoparasite sampling**

Bats were collected between 2015 and 2016 at different localities in Numidia, eastern Algeria (Figure 1). Hand-nets were used to capture bats from cave roosts, while mist-nets were used in open habitats. Bats were identified according to DIETZ & VON HELVERSEN (2004) and DIETZ (2005). Each captured bat was examined and its ectoparasites were stored and labelled in a vial containing 75% alcohol. "N" and "NP" designate the number of bats examined and the number of infested bats, respectively. Collected parasites were cleared and mounted, using Hoyer's medium for mites and Canada balsam for ticks and the other insects, on microscopic slides and were identified according to HOPKINS & ROTHSCCHILD (1956) and BEAUCOURNU & LAUNAY (1990) for Siphonaptera, RUDNICK (1960), RADOVSKY (1967), DUSBÁBEK (1962) and STANYUKOVICH (1997) for mites, THEODOR (1967) for Nycteribidae, and HŮRKA (1982) for Streblidae.

In total, 230 bats, representing four families and 12 species, were collected from twelve localities within Numidia (Table 1, Figure 1).

## New data on bat parasites in Numidia, Algeria

### Results

The different species of ectoparasites found on the examined bats are listed below.

#### Class Arachnida

##### Family Ixodidae

- *Ixodes vespertilionis* Koch, 1844

**Material examined:** 1 male collected on *Rh. ferrimequinum*, at Ruines du chenal, 16 May 2015. 7 larvae collected on *Rh. euryale*, at Ghar el Djmeâ, 27 October 2015. 3 larvae collected from *M. schreibersii*, at Ghar el Djmeâ, 27 October 2015. 2 larvae collected on *M. punicus*, in Grotte de Youkous, 21 January 2015. 6 larvae collected on *Rh. blasii*, in Grotte de Youkous, 21 January 2015. 3 larvae collected on *M. capaccini*, in Grotte de Youkous, 13 November 2015.

**Remarks.** The long-legged bat tick is distributed in Eurasia, Africa and Australia (KOLONIN, 2007). It parasitizes many bat species of the families Rhinolophidae and Vespertilionidae (KRISTOFÍK & DANKO, 2012). BENDJEDDOU *et al.* (2016) studied the seasonal infestation of *I. vespertilionis* on *M. punicus* at two sites in north-eastern Algeria. They also recorded this tick from three other Algerian bat species, *M. emarginatus* and *M. capaccini* (BENDJEDDOU *et al.*, 2017). In the present study, we record as additional hosts for this tick in Algeria the bat species *Rh. ferrimequinum* and *M. schreibersii*.

##### Family Spinturnicidae

- *Eyndhovenia euryalis* (Canestrini, 1884)

**Material examined:** 2 females collected on *Rh. blasii*, at Ghar el Djmeâ, 25 December 2016. 3 nymphs collected on *Rh. mehleyi*, in Ghar el Djmeâ, 25 December 2016.

**Remarks.** This mite was reported earlier on *Plecotus gaisleri* and *Rhinolophus blasii* (BENDJEDDOU *et al.*, 2017). It was first reported in Algeria by DEUNFF (1977) and is distributed across Europe, reaching China and Australia (KRIŠTOFÍK & DANKO, 2012). We here record *Rh. mehleyi* as a new host for this mite species.

- *Spinturnix myoti* (Kolenati, 1856)

**Material examined:** 13 females and 42 nymphs collected on *M. emarginatus*, at Ruines du Chenal, 27 May 2015. 7 females and 52 nymphs, collected on *M. punicus*, at Ruines du Chenal, 27 May 2015.

**Remarks.** This bat mite has a wide range of distribution in Europe, North Africa and Asia (KRIŠTOFÍK & DANKO, 2012). It is mostly associated with bats of the genus *Myotis*, but has been reported from other genera as well (STANYUKOVICH, 1997). This mite species was reported from *M. punicus* in Algeria and Libya (BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2017; BENDA *et al.*, 2014).

## Bulletin de la Société zoologique de France 143 (2)

- *Steatonyssus occidentalis* (Ewing, 1933)

**Material examined:** 4 Nymphs collected on *E. isabellinus*, in Chaabt Ouled Chelih, 16 March 2015. 3 Nymphs collected on *P. kuhlii*, in Chaabt Ouled Chelih, 16 March 2015.

**Remarks.** The species of the genus *Steatonyssus* are considered as dendrophilous oligoxenic parasites and their hosts are usually tree dwelling bat species (BENDA *et al.*, 2004). These mites are cosmopolitan species and their host range includes other species of the families Vespertilionidae and Miniopteridae (LANZA, 1999). This is a new record for the bat mites of Algeria.

### Order Siphonaptera

- *Ischnopsyllus octactenus* (Kolenati, 1856)

**Material examined:** 3 females collected on *P. kuhlii*, at EL Hamma, 3 June 2015. 2 females collected on *P. pipistrellus*, at Seraidi, 3 June 2015. 2 females collected on *P. kuhlii*, at Ain Seynour, 15 May 2015. 3 females collected on *E. isabellinus*, at Ain Seynour, 15 May 2015. 2 females and 2 males collected on *E. isabellinus*, at Ain Seynour, 5 June 2016.

**Remarks.** This is a western Palaearctic species with a distribution extending from Morocco, Spain and Great Britain to Middle Asia (HŮRKA, 1997). In Algeria, it was reported previously from *P. pipistrellus*, *H. savii* and *P. kuhlii* (BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2017). This flea was reported from *P. kuhlii* in Tunisia (BEAUCOURNU & KOCK, 1996). It is mostly associated with bats of the genus *Pipistrellus* (BEAUCOURNU & LAUNAY, 1990).

### Order Diptera

#### Family Streblidae

- *Brachytarsina flavipennis* Macquart, 1851

**Material examined:** 7 females collected on *Rh. blasii*, at Ruines du chenal, 16 May 2015. 5 females and 4 males collected on *Rh. euryale*, at Ruines du chenal, 16 May 2015. 6 males collected on *Rh. blasii*, at Ghar el Djmeâ, 21 December 2016. 5 females collected on *Rh. ferrumequinum*, at Ghar el Djmeâ, 21 December 2016. 3 females collected on *Rh. blasii*, in Grotte de Youkous, 11 April 2015.

**Remarks.** The main hosts for this bat fly are species of the genus *Rhinolophus*, but it is also frequent on members of the genus *Myotis* (HŮRKA, 1962; SCHEFFLER, 2012). This parasite was previously reported in Algeria from *Rhinolophus* species, *M. capaccinii*, *M. punicus*, *M. schreibersii* and *T. aegyptiaca* (ANCIAUX DE FAVEAUX, 1976; AMR & QUMSIYEH, 1993; BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2017).

#### Family Nycteribiidae

- *Phthiridium biarticulatum* Hermann, 1804

**Material examined:** 2 females collected on *Rh. blasii*, at Ruines du Chenal, 16 May 2015. 3 females collected on *Rh. euryale*, at Ruines du Chenal, 16 May 2015. 1 male collected on *Rh. blasii*, at Ghar el Djmeâ, 21 December 2016. 2 females collected on *Rh. ferrumequinum*, at Ghar el Djmeâ, 21 December 2016. 3 females and 1 male collected on *Rh. blasii*, at Chelia, 21 May 2016.

### New data on bat parasites in Numidia, Algeria

**Remarks.** This circum-Mediterranean bat fly is associated with cave dwelling bats and known to prefer those of the genus *Rhinolophus* (ŠEVČÍK *et al.*, 2013). It was previously collected from *Rh. blasii*, *Rh. euryale*, *Rh. ferrumequinum* and *Rh. mehelyi*, as well as from *M. schreibersii*, *M. capaccinii* and *M. punicus* (AMR & QUMSIYEH, 1993; BENDJEDDOU *et al.*, 2013, 2017).

- *Nycteribia pedicularia* Latreille, 1805

**Material examined:** 2 females collected on *Rh. blasii*, at Ruines du Chenal, 16 May 2015. 3 females collected on *Rh. euryale*, at Ruines du Chenal, 16 May 2015. 1 male collected on *Rh. blasii*, at Ghar el Djmeâ, 21 December 2016. 2 females collected on *Rh. ferrumequinum*, at Ghar el Djmeâ, 21 December 2016. 3 females and 1 male collected on *Rh. blasii*, at Chelia, 21 May 2016.

**Remarks:** This bat fly is known to parasitize bat species such as *M. emarginatus*, *M. capaccinii*, *Rh. blasii*, *Rh. ferrumequinum* and *T. teniotis* (THEODOR & MOSCONA, 1954; HŮRKA, 1964; WALTER & EBENAU, 1997). In Algeria, it has been found on *M. schreibersii*, *Rh. euryale*, *Rh. mehelyi* and *M. punicus* (AMR & QUMSIYEH, 1993; BENDJEDDOU *et al.*, 2017).

- *Nycteribia latreillii* (Leach, 1817)

**Material examined:** 2 females and 3 males collected on *M. schreibersii*, at Ghar el Djmeâ, 21 January 2015. 3 females and 1 male collected on *M. emarginatus*, at Ghar el Djmeâ, 21 January 2015.

**Remarks:** *Nycteribia latreillii* has a wide range of distribution across southwestern Asia to continental Europe and North Africa (HŮRKA, 1964). In Europe, this bat fly is associated with *M. myotis* and *M. blythi* (HŮRKA, 1964), but has been found on other hosts, such as *M. capaccinii*, *M. schreibersii*, *Rh. euryale*, *Rh. ferrumequinum*, *Rh. mehelyi*, *M. emarginatus* and *Rh. hipossideros* (HŮRKA, 1964; THEODOR, 1967; KRIŠTOFÍK & DANKO, 2012; ŠEVČÍK *et al.*, 2013). In North Africa, *N. latreillii* was found on *M. schreibersii* in Morocco and Tunisia, and *M. punicus* in Libya (HŮRKA, 1982). In Algeria, it was first recorded by BENDJEDDOU *et al.* (2017) in association with five bat species (*M. emarginatus*, *M. capaccinii*, *M. punicus*, *Rh. blasii* and *P. gaisleri*). *M. schreibersii* is a new host for this bat fly in Algeria.

- *Nycteribia schmidlii* Schiner, 1853

**Material examined:** 3 females and 2 males collected on *Rh. blasii*, at Chelia, 21 May 2016.

**Remarks:** This bat fly is distributed in southern Europe, North Africa and the southern states of the former Soviet Union, reaching Afghanistan (HŮRKA, 1964). It was reported on *A. tridens* in Palestine (THEODOR & MOSCONA, 1954) and from *M. schreibersii* in Turkey (ALBAYRAK, 2003). In Algeria, it was found on *M. schreibersii* (FALCOZ, 1923; AMR & QUMSIYEH, 1993), *Rh. mehelyi* (FALCOZ, 1923; AMR & QUMSIYEH, 1993), *Rh. ferrumequinum* (THEODOR & MOSCONA, 1954), *M. blythi* (ROTROU, 1939; AELLEN, 1955; AMR & QUMSIYEH, 1993), and *Rh. clivosus* and *R. cystops* (BENDJEDDOU *et al.*, 2017). In this study, we report *Rh. blasii* as a new host for this bat fly.

### Conclusion

The present study provided a total of 236 ectoparasites, representing 10 species, recovered from twelve bat species. We identified five species of bat flies; *Brachytarsina flavipennis*, *Nycteribia schmidlii*, *Nycteribia latreillii*, *Nycteribia pedicularia* and *Phthiridium biarticulatum*. The order Siphonaptera was represented by *Ischnopsyllus octactenus*. Finally, one ixodid tick (*Ixodes vespertilionis*) and three species of mesostigmatid mites (*Spinturnix myoti*, *Eyndhovenia euryalis* and *Steatonyssus occidentalis*) were collected (Table 2).

**Tableau 2**

Ectoparasites recovered from twelve species of bats in Numidia

(N: number of bats examined. NP: number of bats infested).

Ensemble des ectoparasites collectés sur les douze espèces de chauves-souris examinées en Numidie

(N : nombre des chauves-souris examinées, NP : nombre de chauves-souris infestées).

Parasite species	Order	Bat-hosts species	N	NP
<i>Ixodes vespertilionis</i>	Ixodida	<i>Rh. Blasii</i>	29	1
		<i>Rh. Ferrimequinum</i>	27	2
		<i>Rh. Euryale</i>	12	1
		<i>M. capaccini</i>	14	3
		<i>M. punicus</i>	27	1
		<i>M. schreibersii</i>	10	1
<i>Eyndhovenia euryalis</i>	Mesostigmata	<i>Rh. Blasii</i>	29	1
		<i>Rh. Mehleyi</i>	9	2
<i>Spinturnix myoti</i>	Mesostigmata	<i>M. emarginatus</i>	10	3
		<i>M. punicus</i>	27	8
<i>Steatonyssus occidentalis</i> *	Mesostigmata	<i>E. isabellinus</i>	32	2
		<i>P. kuhlii</i>	45	1
<i>Ischnopsyllus octactenus</i>	Siphonaptera	<i>P. kuhlii</i>	45	3
		<i>P. pipistrellus</i>	13	5
		<i>E. isabellinus</i>	32	4
<i>Brachytarsina flavipennis</i>	Diptera	<i>Rh. blasii</i>	29	5
		<i>Rh. euryale</i>	12	3
		<i>Rh. ferrumequinum</i>	27	4
<i>Phthiridium biarticulatum</i>	Diptera	<i>Rh. blasii</i>	29	3
		<i>Rh. euryale</i>	12	2
		<i>Rh. ferrumequinum</i>	27	3
<i>Nycteribia pedicularia</i>	Diptera	<i>Rh. blasii</i>	29	4
		<i>Rh. euryale</i>	12	1
		<i>Rh. ferrumequinum</i>	27	2
<i>Nycteribia latreillii</i>	Diptera	<i>M. schreibersii</i>	10	3
		<i>M. emarginatus</i>	10	3
<i>Nycteribia schmidlii</i>	Diptera	<i>Rh. blasii</i>	29	2

\* New record for Algeria.

## New data on bat parasites in Numidia, Algeria

### Acknowledgements

We are thankful to many colleagues for their help with the fieldwork, especially Necer Abdeldjebar and Saoudi Messaoud. We also thank two anonymous referees for their constructive comments.

### RÉFÉRENCES

- AELLEN, V. (1955).- *Rhinolophus blasii* Peters, 1866. Chauve-souris nouvelle pour l'Afrique du Nord. *Mammalia*, **19**, 361-366.
- ALBAYRAK, I. (2003).- The bats of the Eastern Black Sea Region in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, **27**, 269-273.
- AMR, Z. & QUMSIYEH, M.B. (1993).- Records of bat flies from Jordan, Libya, and Algeria. *Entomological News*, **104**, 43-46.
- ANCIAX DE FAVEAUX, M. (1976).- Distribution des chiroptères en Algérie, avec notes écologiques et parasitologiques. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, **67**, 69-80.
- BEAUCOURNU, J.-C. & KOCK, D. (1996).- Notes on the Ischnopsyllinae of the African continent, III. Additions to the distribution of species (Insecta: Siphonaptera: Ischnopsyllidae). *Senckenbergiana Biologica*, **75**, 163-169.
- BEAUCOURNU, J.-C. & LAUNAY, H. (1990).- *Les puces (Siphonaptera) de France et du Bassin méditerranéen occidental*. Faune de France 76. Paris, Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, 548 pp.
- BENDA, P., RUEDI, M. & AULAGNIER, S. (2004).- New data on the distribution of bats (Chiroptera) in Morocco. *Vespertilio*, **8**, 13-44.
- BENDA, P., SPITZENBERGER, F., HANÁK, V., ANDREAS, M., REITER, A., ŠEVČÍK, M., ŠMÍD, J. & UHRIN, M. (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.
- 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**, 324-327.
- BENDJEDDOU, M.L., BOUSLAMA, Z., AMR, Z.S. & BANI HANI, R. (2016).- Infestation and seasonal activity of *Ixodes vespertilionis* (Acari: Ixodidae) on the Maghreb Mouse-Eared Bat, *Myotis punicus*, in North Eastern Algeria. *Journal of Vector Ecology*, **41**, 110-113.
- BENDJEDDOU, M.L., LOUMASSINE, H.A., SCHEFFLER, I., BOUSLAMA, Z. & AMR, Z. (2017).- Bat Ectoparasites (Nycteribiidae, Streblidae, Siphonaptera, Heteroptera, Mesostigmata, Argasidae, and Ixodidae) from Algeria. *Journal of Vector Ecology*, **42**, 13-23.
- BENNADJA, S., DE BELAIR, G. & TLLI AIT KAKI, Y. (2013).- La subéraie de la Numidie orientale: une source de biodiversité. *Quad. Bot. Amb. Appl.*, **24**, 49-53.
- DEUNFF, J. (1977).- Observations sur les Spinturnicidae de la Région Paléarctique Occidentale (Acarina, Mesostigmata) spécificité, répartition et morphologie. *Acarologia*, **18**, 602-617.
- DICK, C.W. & PATTERSON, B.D. (2006).- Bat flies – obligate ectoparasites of bats. In *Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management*. Morand S., Krasnov B.R. & Poulin R. (eds.), Springer-Verlag, Tokyo, pp. 179-194.
- DIETZ, C. (2005).- *Illustrated identification key to the bats of Egypt*. Version 1.0. Electronic publication, available at [https://www.researchgate.net/publication/228377760\\_Illustrated\\_identification\\_key\\_to\\_the\\_bats\\_of\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/228377760_Illustrated_identification_key_to_the_bats_of_Egypt).

**Bulletin de la Société zoologique de France 143 (2)**

- DIETZ, C. & VON HELVERSEN, O. (2004).- *Illustrated identification key to the bats of Europe*. Version 1.0. Electronic publication, available at [https://www.researchgate.net/publication/228985859\\_Illustrated\\_identification\\_key\\_to\\_the\\_bats\\_of\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/228985859_Illustrated_identification_key_to_the_bats_of_Europe).
- DUSBÁBEK, F. (1962).- Parasitische Fledermausmilben der Tschechoslowakei Fam. Spinturnicidae Oudms., 1901 (Acarina, Gamasides). *Časopis Československé Společnosti Entomologické*, **59**, 357-380.
- FALCOZ, L. (1923).- Biospeologica, No. 49. Diptera Pupipara. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, **61**, 521-552.
- HOPKINS, G.H.E. & ROTHSCCHILD, M. (1956).- *An illustrated catalogue of the Rothschild collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum (NH). Volume II. Cotopsyllidae, Vermipsyllidae, Stephanocircidae, Ischnopsyllidae, Hysophthalmidae, and Xiphopsyllidae*. London: British Museum (Natural History), 445 pp.
- HŮRKA, K. (1962).- Beitrag zur Nycteribiden - und Streblidenfauna Albaniens Nebst Bemerkungen zur Fauna von Bulgarien, Ungarn und UdSSR. *Časopis Československé Společnosti Entomologické*, **59**, 156-164.
- HŮRKA, K. (1964).- Distribution, bionomy and ecology of the european bat flies with special regard to the Czechoslovak fauna (Diptera, Nycteribidae). *Acta Univ. Carol.-Biol.*, **1964**, 167-231.
- 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 Societatis Zoologicae Bohemicae*, **61**, 23-33.
- HŮRKA, K. & SOÓS, Á. (1986).- Family Nycteribiidae, pp.: 226-234. In Soós Á. and Papp L. (eds.): *Catalogue of Palaearctic Diptera*. Volume 11. Akadémiai Kiadó, Budapest, 346 pp.
- KOLONIN, G.V. (2007).- Mammals as hosts of ixodid ticks (Acarina, Ixodidae). *Entomological Review*, **87**, 401-412.
- KRIŠTOFÍK, J. & DANKO, S. (2012).- Arthropod ectoparasites (Acarina, Heteroptera, Diptera, Siphonaptera) of bats in Slovakia. *Vespertilio*, **16**, 167-189.
- LANZA, B. (1999).- *I Parassiti Dei Pipistrelli (Mammalia, Chiroptera) Della Fauna Italiana*. Vol. 30. Museo regionale di scienze naturali, 318 pp.
- RADOVSKY, F.J. (1967).- The Macronyssidae and Laelapidae (Acaria: Mesostigmata) Parasitic in Bats. *University of California Publication in Entomology*, **46**, 1-288.
- ROUQUET, M. (1939).- La grotte de la Tafna. Historique, description, faune. *Bull. Soc. Hist. Nat. Alger*, **80**, 399-408.
- RUDNICK, A. (1960).- A revision of the mites of the family Spinturnicidae (Acarina). *University of California Publications in Entomology*, **17**, 157-283.
- SCHEFFLER, I. (2012).- Die Ektoparasiten der Flederrtäuse Europas Teil 3. *Nyctalus*, **17**, 240-253.
- SEGUY, E. (1933).- Mission saharienne Augieras-Draper, 1927-1928. Insectes Diptères. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, **2**, 122-127.
- ŠEVCÍK, M., BENDA, P. & LUCAN, R.K. (2013).- Diptera Pupipara from bats of two large eastern Mediterranean Islands, Crete and Cyprus. *Turkish Journal of Zoology*, **37**, 31-37.
- STANYUKOVICH, M.K. (1997).- Keys to Gamasid mites (Acari, Parasitiformes, Mesostigmata, Macronyssoidea and Laelaptoidea) parasitizing bats (Mammalia, Chiroptera) from Russia and adjacent countries. *Rudolstädter naturhistorische Schriften*, **7**, 13-46.
- THEODOR, O. (1967).- *An illustrated catalogue of the Rothschild Collection of Nycteribiidae (Diptera) in the British Museum (Natural History)*. Whitefriars Press Ltd., London & Tonbridge, 506 pp.
- THEODOR, O. & MOSCONA, A. (1954).- On the bat parasites in Palestine I. Nycteribiidae, Streblidae, Hemiptera, Siphonaptera. *Parasitology*, **44**, 157-245.

**New data on bat parasites in Numidia, Algeria**

- UCHIKAWA, K., ZHANG, M.-Y., O'CONNOR, B.M. & KLOMPEN, H. (1994).- Contribution to the taxonomy of the genus *Spinturnix* (Acari: Spinturnicidae), with the erection of a new genus, *Emballonuria*. *Folia Parasitologica*, **41**, 287-304.
- WALTER, G. & EBENAU, C. (1997).- Nachweise von Fledermausfliegen aus Syrien (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae). *Zoology in the Middle East*, **14**, 115-119.

(reçu le 03/03/2018 ; accepté le 24/03/2018)