

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques

Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MAGISTER

en Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des plantes et l'environnement

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA RÉPARTITION
DES CHAUVES-SOURIS AU PARC NATIONAL DE CHRÉA**

Présenté
par

Nassima MESSAOUD

Devant le jury composé de :

Z. KRIMI	Professeur, U.S.D. Blida	Présidente
R. KAIDI	Professeur, U.S.D. Blida	Directeur de thèse
J. SERRA-COBO	Directeur de recherche	Co-directeur de thèse
G. CHACALI	MC, I.N.A, Alger	Examineur
L. ALLAL- BENFEKIH	MCA., U.S.D. Blida	Examinatrice

Blida, janvier 2011



On dirait des souris de mille ans.....
Elles fuient les filets au fond des grottes obscures.....
Se préservant ainsi des atteintes du mal.....
Elles ne se soucient point de leur vie des ténèbres.....

Pai-Chu-Yi (772-846)

DÉDICACES

À ma mère, elle m'a appris la persévérance.....

À mon père, il m'a appris l'honnêteté.....

À ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail...

N. Messaoud

RÉSUMÉ

Les chauves-souris constituent un groupe faunique important au parc national de Chréa.

L'objectif de cette étude effectuée au secteur ouest du parc national est l'identification des espèces de chiroptères, leur répartition sur le territoire protégé ainsi que le suivi des colonies des espèces les plus abondantes.

Pour ce faire, nous avons déterminé huit stations pour l'étude de la diversité et dont cinq pour le suivi de la dynamique. A travers des prospections régulières nous avons défini les déplacements saisonniers de différentes colonies de chauves-souris dans les tunnels-abris.

Les résultats obtenus ont révélé une diversité de dix espèces dont neuf nouvelles pour le parc national et une richesse en individus.

Mots clés : parc national de Chréa; Algérie ; chauves-souris ; répartition; identification. .

ABSTRACT

Bats are an important faunal group of Chrea national park.

The objective of this study in the western sector of the national park is the identification of bat species and their distribution in the protected territory.

To do this, we have identified eight stations for the study of diversity among others, five for monitoring the dynamics. Through regular surveys, we have defined the seasonal displacements of different bats colonies in the shelters tunnels.

The obtained results revealed a range of ten new species, nine among for the national park and individuals' wealth.

Key words: Chrea national park; Algeria; bats; distribution; identification.

ملخص

تعتبر الخفافيش إحدى أهم التركيبات الحيوانية الهامة المتواجدة بالحظيرة الوطنية للشريعة.

تهدف هذه الدراسة التي تمت في المنطقة الغربية من الحظيرة الوطنية (الحمداية) إلى التعرف على أنواع الخفافيش المتواجدة بهذه المنطقة و كذا كيفية انتشارها.

لهذا الغرض اخترنا 08 محطات لمتابعة المستعمرات المتواجدة، ارتكزت متابعتنا على التفقد الدوري لهذه المحطات قصد تعداد الأصناف و الأفراد.

مكنت هذه الدراسة من التعرف على 10 أنواع منها 08 للمرة الأولى في الحظيرة، كما مكنتنا من التعرف على التحركات السنوية لهذه الأصناف عبر مختلف المحطات.

الكلمات الأساسية: الحظيرة الوطنية للشريعة الجزائر الخفافيش, الانتشار.

REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire, je souhaiterais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à sa réalisation.

Ce modeste travail a nécessité l'intervention du laboratoire de zoophytatrie au département des sciences agronomiques de l'USDB, le centre de recherche des Iles Baléares, le parc national de Chréa, le laboratoire de la reproduction animale au département des sciences vétérinaires, l'armée nationale des wilayates Blida et Médéa et la sureté nationale de la wilaya Blida. Je remercie tous les représentants de ces organismes pour leur contribution directe dans l'aboutissement de ces résultats.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et mon respect aux membres de mon jury de m'avoir honoré en acceptant d'évaluer et d'enrichir ce travail.

Mme le Pr Krimi, je la remercie d'avoir accepté de présider mon jury et je n'oublierai pas ses conseils très utiles et la qualité de ses cours lors de mon année théorique.

Le Pr Kaidi et le Dr Serra-Cobo m'ont encadré, dirigé et conseillé tout au long de ces deux années d'étude. Je leurs exprime ma profonde gratitude.

Mes remerciements au Dr Chacali et Mme le Dr Allal-Benfekih pour leur disponibilité de juger mon travail. Ma reconnaissance à Mr Chacali, l'ami fidèle du parc national, il est toujours présent au PNC avec ses encouragements, ses enseignements et ses propositions. Mme Allal était présente, depuis l'année théorique, avec ses conseils et son soutien moral.

Ma reconnaissance particulière envers Mr Serra-Cobo; pour son accueil lors du stage dont il m'a fait bénéficié au niveau du centre de recherche des maladies virales et sur les manipulations *in situ*. Ces remerciements vont également à son équipe pour leur hospitalité, leurs enseignements et leur sympathie. Je citerai Mr Leroig et Mr Bayer. Pour leur aide précieuse, je ne saurai les remercier assez.

Ce travail je me réjouirai toujours de l'avoir abordé; un grand merci au premier, à me l'avoir proposé, Mr Loukkas.

L'élaboration de ce magister a nécessité l'intervention et la mobilisation de moyens matériels et humains; à cet effet j'exprime ma sincère reconnaissance à Mr DAHEL;

directeur du PNC pour avoir mis à ma disposition toute la logistique nécessaire. Il n'a pas cessé non plus de m'encourager tout au long de sa réalisation. Je lui exprime toute ma gratitude.

Cette reconnaissance va également à Mr Kalla, le Dr Djazouli, Melle Mostefaoui, Mr Sbabdji et Mr Righi pour leur contribution directe dans le traitement des résultats, et pour leurs conseils.

Sans la présence permanente sur le terrain, et avec une ambiance conviviale et familiale, de Mr Hamidouche, Mr Cheriet et Mr Aoudia je n'aurai pu aboutir à la donnée du terrain. Ma reconnaissance, envers cette équipe est très profonde.

Je tiens particulièrement à remercier le professeur Sellami pour ses documents bibliographiques et ses conseils très pratiques en tant que connaisseur des chiroptères, le professeur Bellatreche pour ses orientations et ses données sur mon site d'étude.

Je remercie également tous les membres du laboratoire et les camarades de la PG particulièrement, Melle Djemai, Mr Rebhi, Mr Mahdjoubi, Melle Hoceini, Mme Isserhane, Mr Aoudia, Mr Bellatreche et Mr Fettah. Je leur témoigne toute ma sympathie.

Je ne saurais omettre de citer mes collègues du PNC; les uns pour leur présence lors de mes sorties, les autres pour leur présence morale. Que Mme Djoudi, Melle Chenaf, Mme Rahmouni, Mme Kouchrane, Mme Aktouche, Mme Acherouf, Melle Larras, Melle Bencheikh, Melle Boumegouas, Mr Rendja, Mme Kedou, Melle Yekdah, Melle Hachani, Melle Hamaidi, Melle Bouzidi et Mme Belaid trouvent ici l'expression de ma sympathie et mon respect.

L'aide précieuse des collègues des secteurs m'a été d'une grande utilité. Pour cela, je remercie Mr Adjali, Mr Ferroudji, Mr Azzout, Mr Amara, Mr Bouazza, Mr Djar, Mr Zier et Mr Ammar. Mes remerciements également à Mr Khemmati, Mr Sayah, Mr Benkouar et Mr Djennadi.

Que les collègues de l'institut Pasteur, particulièrement Mme Belkaid, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Les résultats obtenus témoignent, à eux seuls de l'effort fourni par notre équipe du parc national de Chréa.

Je terminerai par remercier ma famille et mes amis pour leur soutien moral et leurs encouragements.

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES

ET TABLEAUX

Figure 1: Situation géographique du parc national de Chréa (A: par rapport au monde; B: par rapport à la méditerranée) [104].....	12
Figure 1.1: Arbre phylogénétique des chiroptères	14
Figure 1.2: Arbre phylogénétique des mammifères.....	10
Figure 2.1: Cartes des limites du parc national de Chréa.....	33
Figure 2.2 : Inventaire 2010 de la faune et la flore.....	35
Figure 2.3: L'Oued de la Chiffa	36
Figure 2.4: Inventaire 2010 de la faune et la flore du parc national de Chréa.....	37
Figure 2.5: L'habitat à cèdre de l'Atlas.....	38
Figure 3. 1: Présentation des stations d'étude au secteur d'El Hamdania.....	43
Figure 3.2: L'entrée des tunnels dans la station 1 (A: T3; B: T4).....	44
Figure 3.3: Station 1 (A: La maison de la gare ; B: le pont).....	45
Figure 3.4: La station 2 d'Oued El Reha (A: le paysage ; B: le tunnel).....	45
Figure 3.5: Les mines de Tazitoune n°1 (A) et Tazitoune n°2 (B).....	46
Figure 3.6: Localisation des Gorges de la Chiffa dans le Climagramme D'EMBERGER.....	47
Figure 3.7: Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Médéa et la zone d'étude (1995 - 2009).....	48

Figure 3.8: Les stations d'étude (A : station 3; B : station 2; C : station 1).....	50
Figure 3.9: Les cours d'eau dans la zone d'étude (A: Oued Chiffa; B: lac Tamesguida; C: Oued El Reha.....	51
Figure 3.10: Mesure de la température dans l'un des tunnels d'observation	52
Figure 3.11: Observation du guano (A : le guano dispersé dans l'un des tunnels; B : prélèvement du guano).....	53
Figure 3.12: Piégeage des chauves-souris (A: Le filet japonais ; B: Le filet fauchoir ; C: Lâcher après identification et prise de photos; D : Recherche dans les fissures ; E : Capture directe à la main ; F : Filet à la sortie du tunnel T1).....	54
Figure 3.13: Interprétation des cris ultrasonores des chauves-souris. (Variables analysées dans notre étude : FM, fréquence maximum; FI, fréquence initiale; FF fréquence finale; D, durée de la pulsation; IP, intervalle de pulsation).....	56
Figure 3.14: La détection ultrasonique (A: Utilisation du détecteur d'ultrasons ; B: Appareil à ultrasons de marque Pettersson ; C: Traitement informatique des signaux ultrasonores)	56
Figure 3.15: Appareils GPS utilisés (A: marque MAGELLAN;B: marque GARMIN).....	57
Figure 3.16: Bagueage des chiroptères (A: technique de bagueage ; B: un grand rhinolophe bagué).....	58
Figure 4.1: Spectrogramme de <i>Miniopterus schreibersii</i>	65
Figure 4.2: Spectrogramme de <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	65
Figure 4.3: Spectrogramme de <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	66
Figure 4.4: Carte de répartition des stations d'observation	69
Figure 4.5: Un grand rhinolophe (A: perché au plafond du tunnel ; B : en vol).....	68
Figure 4.6: Un petit rhinolophe (A: avant son lâcher ; B: dans le tunnel).....	69
Figure 4.7: Un minioptère de Schreiber capturé.....	77
Figure 4.8: Un murin du Maghreb capturé	79
Figure 4.9: Variation temporelle du nombre d'individus dans les 5 tunnels de la station1.....	83
Figure 4.10: Variation temporelle des différentes espèces de chiroptères dans les tunnels tous confondus.....	85

Figure 4.11: Corrélation des températures des tunnels avec les températures extérieures.....	86
Figure 4.12: Variation annuelle des effectifs de <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> en fonction des températures extérieures.....	89
Figure 4.13: Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe dans le tunnel T1...	92
Figure 4.14: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, minioptère de Schreiber et la pipistrelle commune dans le tunnel T1.....	93
Figure 4.15: Variation annuelle des effectifs de <i>R. ferrumequinum</i> dans le tunnel T2...	94
Figure 4.16: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, le minioptère de Schreiber et la pipistrelle commune dans le tunnel T2.....	95
Figure 4.17: Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe, le minioptère de Schreiber dans le tunnel T3.....	96
Figure 4.18: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et du murin du Maghreb dans le tunnel T3.....	97
Figure 4.19: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et du murin du Maghreb dans le tunnel T4.....	98
Figure 4.20: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe et du grand rhinolophe dans le tunnel T5.....	99
Tableau 3.1: Calendrier des sorties effectuées durant la période d'étude.....	59
Tableau 4.1: Liste des espèces observées dans la station 1.....	63
Tableau 4.2: Liste des espèces observées dans la station 2.....	64
Tableau 4.3: Liste des espèces observées dans la station 3.....	64
Tableau 4.4: Liste des espèces détectées par ultrasons dans la station 1.....	64
Tableau 4.5: Coordonnées géographiques des stations d'observation.....	67
Tableaux 4.6: Distribution des chauves-souris, observées dans les 5 tunnels, par l'indice de l'asymétrie.....	78
Tableau 4.7: Comparaison des 5 tunnels pendant la période froide.....	81
Tableau 4.8: Analyse de la variance.....	82
Tableau 4.9: Test de Scheffé.....	82
Tableau 4.10: Comparaison des 5 tunnels pendant la période chaude.....	83
Tableau 4.11: Analyse de la variance.....	83
Tableau 4.12: Variation du nombre d'individus du grand rhinolophe dans les 5 tunnels.	

.....	84
Tableau 4.13: Variation du nombre d'individus du petit rhinolophe dans les 5 tunnels	
.....	85
Tableau 4.14: Variation du nombre d'individus du minioptère de Schreiber dans les 5 tunnels.....	86

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES

RÉSUMÉ

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1. PRÉSENTATION DU GROUPE À ÉTUDIER : LES CHIROPTÈRES.....	4
1.1. Classification.....	4
1.1.1. <i>Yinpterochiroptera</i>	7
1.1.2. <i>Yangochiroptera</i>	7
1.2. Adaptation au milieu aérien.....	8
1.3. Biologie.....	10
1.3.1. L'hibernation.....	10
1.3.2. Stratégie de reproduction.....	13
1.3.2.1. Un cycle de vie rythmé par des saisons.....	13
1.3.2.2. Particularités.....	13
1.3.3. Alimentation.....	15
1.3.4. Longévité.....	17
1.4. Écologie.....	18
1.4.1. Les refuges.....	18
1.4.1.1. Milieux souterrains	19
1.4.1.2. Milieux forestiers.....	19
1.4.1.3. Milieux fissuricoles.....	20

1.4.1.4.	Milieus anthropiques.....	20
1.4.2.	Déplacements saisonniers.....	21
1.4.2.1.	Espèces migratrices	22
1.4.2.2.	Espèces sédentaires	23
CHAPITRE 2. LE PARC NATIONAL DE CHRÉA.....		24
2.1.	Historique et création.....	25
2.2.	Situation géographique.....	25
2.3.	Milieu physique et biologique.....	26
	Milieu physique.....	26
	Orotopographie.....	26
	Structure géologique.....	26
	Hydrographie	27
	Milieu biologique.....	28
	La flore.....	29
	La faune.....	30
CHAPITRE 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....		32
3.1.	Présentation de la zone d'étude	32
3.1.1.	Localisation.....	33
3.1.2.	Synthèse climatique.....	36
	3.2.2.1 Collecte des données climatiques.....	36
	3.2.2.2 Etage bioclimatique.....	36
	3.2.2.3 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN....	38
3.1.3	Milieu biologique.....	39
3.2.	Matériel et Méthodes utilisés	41
3.2.1	Enquête	42
3.2.2	Echantillonnage sur le terrain.....	42
	3.2.2.1. Mesure de la température.....	42
	3.2.2.2. Observation du guano	42
	3.2.2.3. Piégeage par utilisation des filets.....	43
	3.2.2.4. Identification des espèces	45
	3.2.2.5. Géopositionnement des gîtes.....	46
	3.2.2.6. Prise de photos.....	47
3.2.3.	Suivi de la dynamique des colonies	47
3.3.	Calendrier des sorties en fonction des semaines.....	49
3.4.	Analyses statistiques des résultats.....	50
CHAPITRE 4. RÉSULTATS.....		52

4.1.	Enquête	52
4.2.	Echantillonnage sur le terrain.....	52
4.2.1	Mesure de la température des différentes stations	52
4.2.2.	Observation du guano	53
4.2.3.	Piégeage par utilisation des filets.....	53
4.2.4.	Observation des chauves-souris dans les refuges.....	53
4.2.5.	Détection ultrasonique	55
4.2.6.	Géopositionnement des gîtes	57
4.2.7.	Description des espèces	60
4.2.7.1.	Le Grand Rhinolophe	60
4.2.7.2.	Le Petit Rhinolophe	61
4.2.7.3.	Le Rhinolophe moyen.....	62
4.2.7.4.	La pipistrelle commune.....	62
4.2.7.5.	La pipistrelle de Kuhl.....	62
4.2.7.6.	Le vespère de Savi.....	62
4.2.7.7.	Le Minioptère de Schreiber.....	62
4.2.7.8.	Le molosse de Cestoni.....	63
4.2.7.9.	Le murin du Maghreb.....	63
4.2.7.10.	Le Rhinolophe de Blasius	63
4.3.	Dynamique des colonies des tunnels de la Chiffa.....	63
4.3.1.	Données environnementales	64
4.3.1.1.	Variation temporelle du nombre d'individus dans les tunnels de la station 1	64
4.3.1.2.	Variation temporelle des différentes espèces de chiroptères dans les tunnels tous confondus	65
4.3.1.3.	Dépendances des températures internes et externes aux tunnels ..	67
4.3.1.3.1.	Comparaison des tunnels pendant la période froide	68
4.3.1.3.2	Comparaison des tunnels pendant la période chaude.....	69
4.3.1.4.	Comparaisons de la distribution des différentes espèces.....	70
4.3.1.4.1	Variation annuelle des effectifs de <i>R. ferrumequinum</i> dans les 5 tunnels.....	70
4.3.1.4.2	Variation annuelle des effectifs de <i>R. hipposideros</i> dans les différents tunnels.....	72
4.3.1.4.3	Variation annuelle des effectifs de <i>M. schreibersii</i> dans les différents tunnels	72
4.3.1.4.4	Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe dans le tunnel T1.....	73

4.3.1.4.5	Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et la pipistrelle commune dans le tunnel T2	74
4.3.1.4.6	Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe dans le tunnel T1 T2.....	75
4.3.1.4.7	Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, le minioptère de Schreiber et la pipistrelle commune dans le tunnel T2.....	76
4.3.1.4.8	Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe, le minioptère de Schreiber dans le tunnel T3.....	77
4.3.1.4.9	Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et du murin du Maghreb dans le tunnel T3.....	78
4.3.1.4.10	Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et du murin du Maghreb dans le tunnel T4.....	78
4.3.1.4.11.	Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe et du grand rhinolophe dans le tunnel T5.....	80
4.4.	Déplacements des individus entre les différents refuges.....	81
CHAPITRE 5. DISCUSSION		83
CONCLUSION GÉNÉRALE.....		93
APPENDICES		
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		

INTRODUCTION

La distribution primaire des mammifères et des oiseaux sauvages sur le globe terrestre résulte de l'influence continue des conditions variables de l'environnement sur les organismes. Les changements du climat et du relief ont joué un rôle important au cours des divers âges géologiques et plus spécialement les Cryogénèses, le retirement des anciennes mers et l'évolution du monde animal. Les lents changements ont permis à plusieurs espèces de s'adapter avec succès à certains milieux. Ainsi, elles ont obtenu un phénotype optimal pour des conditions données (GOSSOV, 1976) *in* [1] et jouent un rôle précis dans les écosystèmes [2].

Parmi les mammifères, les chiroptères forment un groupe relativement ancien, qui est apparu sur notre planète il y a environ 65 millions d'années [3]. On peut les trouver pratiquement partout dans le monde, dans les oasis des déserts, dans les forêts tropicales et subtropicales, dans les plaines littorales ou dans les montagnes relativement élevées, dans les îles éloignées des continents, dans les régions tempérées et dans les régions boréales [4].

L'Algérie qui est le plus grand pays bordant la Méditerranée (2.381.741 km²), et le deuxième en Afrique après le Soudan, 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 et d'anciennes régions volcaniques (figure 1).

Chacune de ces régions doit héberger une faune de chauves-souris particulière.



Figure 1: Situation géographique du parc national de Chréa (A: par rapport au monde; B: par rapport à la méditerranée) [104].

Le parc national de Chréa est situé dans un massif montagneux au centre de l'Atlas Blidéen.

Le relief accident   du parc national, offre des contrastes très accusés dans des parcours relativement très courts, entre les fonds des vallées et les sommets des montagnes, entre les adrets ensoleillés et les ubacs ombragés, entre les forêts et les zones rocheuses, entre les rivières et les zones sèches. Cette diversité est à l'origine d'une large variété, de milieux et de microclimats, qui permet une large diversité en espèces de chiroptères.

A l'heure actuelle, alors que les chiroptères démontrent une grande importance du point de vue écologique; il s'avère que nous n'ayons jamais eu l'occasion de les étudier au parc national de Chréa. C'est pourquoi nous avons entamé cette présente étude dont l'objectif général est de contribuer à l'étude des chauves-souris du parc national de Chréa.

Les Objectifs spécifiques étant de:

- 1- Obtenir un inventaire des chauves-souris du secteur ouest du parc national.
2. Agrandir l'inventaire des espèces de mammifères du parc national de Chréa.
- 3- Elaborer une carte GIS sur la répartition des chiroptères au parc national.
- 4- Suivre la dynamique de quelques colonies.
- 5- Contribuer à la protection des sites en proposant des mesures de protection et au classement des espèces vulnérables dans la liste des espèces protégées par décret.

CHAPITRE 1

PRÉSENTATION DU GROUPE À ÉTUDIER

LES CHIROPTÈRES

1.1- Classification

Les chiroptères forment l'ordre des mammifères qui se caractérisent par des membres antérieurs allongés en ailes (*cheiros*: main; *pteros*: aile). Il comprend deux sous-ordres, selon leur morphologie externe :

- Les microchiroptères de petite taille pratiquant l'écholocation laryngale.
- Les mégachiroptères de grande taille, frugivores pour la plupart d'entre eux et ne pratiquant pas l'écholocation. Cette dernière renferme une seule famille de l'Ancien Monde vivant dans les régions tropicales et subtropicales [3; 5; 6 ; 7 et 8].

Ensuite, à travers les études génétiques moléculaires, à partir de l'analyse de séquences d'ADN nucléaires, on a obtenu des résultats parfois différents de ceux des phylogénies classiques à partir de la morphologie. Il s'avère que les chauves-souris soient plus apparentées aux taupes, qu'aux lémurs volants, avec lesquels elles étaient auparavant regroupées [9]. Cela dit, l'étude phylogénétique étant occultée auparavant [3].

Les études morphologiques ont révélé que ces deux sous ordres auraient une seule origine du vol et du système d'écholocation; cependant au cours de l'évolution ce sont les microchiroptères qui auraient développé le système actuel d'écholocation contrairement aux mégachiroptères [4].

Une approche méthodologique a été utilisée intégrant des données moléculaires et paléontologiques pour décrire l'évolution de l'écholocation laryngale. En incluant des analyses de *taxa* datant de l'Eocène moyen (*Icaronycteris*, *Archaeonycteris*, *Hassianycteris* et *Paleochiropterixilis*) l'on a obtenu des arbres phylogénétiques suggérant que l'écholocation laryngale aurait évolué chez l'ancêtre commun de tous les Chiroptères

et a ensuite été perdue chez les Mégachiroptères (BAKER et *al.*, 1997; TEELING et *al.*, 2000, 2002, 2003; VOLLETH et *al.*, 2002) *in* [4] ; [8 et10].

Leur reconstruction phylogénétique s'avère d'autant plus difficile que leurs fossiles sont mal connus [11] bien que leur origine se situe dans l'Eocène précoce [3 et 12]. Leur évolution a du être très rapide, car dès le milieu de l'Éocène le type chiroptère était pleinement réalisé [13].

Cette pauvreté des gisements en chauves-souris est sans doute la conséquence de la petite taille de ces espèces et de leur fragilité [14].

Les plus anciens fossiles ont été découverts pour l'Eocène moyen et sont distribués en Amérique du Nord (*Icaronycteris*), en Europe (*Hassianycteris*, *Archaeonycteris* et *Paleochiropteryx*) et en Australie (*Australonycteris*) (appendice B.1). A l'époque, ils étaient déjà spécialisés dans le vol et l'écholocation [3].

Suite à des analyses moléculaires plus poussées TEELING et *al* [3] ont divisé l'ordre *Chiroptera* en deux sous-ordres monophylétiques qui sont les *Yinpterochiroptera* et les *Yangochiroptera* (figure 1.1).

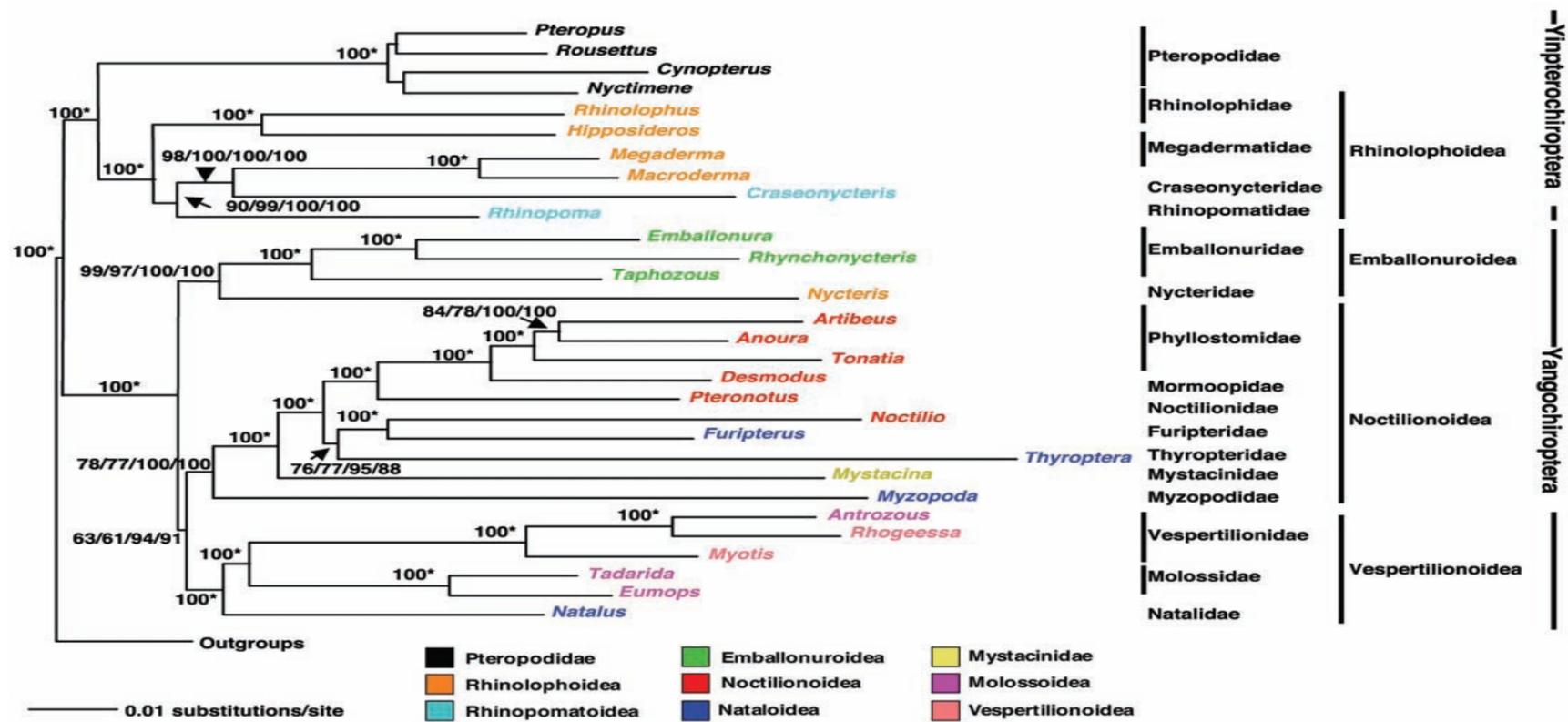


Figure 1.1: Arbre phylogénétique des chiroptères [3].

Par la découverte de proximité phylogénétique entre les Mégachiroptères et les *Rhinolophoidea* (*Rhinolophidae* et *Megadermatidae*), la monophylie des microchiroptères et des mégachiroptères a été remise en question [15]. Jusqu'à présent, on se basait sur les caractères morphologiques pour réaliser les arbres phylogénétiques des Chiroptères. Cette méthode unissait toutes les chauves-souris pratiquant l'écholocation dans le sous-ordre des Microchiroptères. D'après les données moléculaires, on peut construire un arbre phylogénétique différent. La grande différence de cet arbre est que les *Pteropodidae* (ne pratiquant pas l'écholocation, sauf par claquement de langue dans un des genres) sont unis avec la superfamille des *Rhinolophoidea* (pratiquant l'écholocation) dans le clade *Yinpterochiroptera*. Toutes les autres chauves-souris pratiquant l'écholocation sont regroupées ensemble dans le clade *Yangochiroptera* [3; 4 et 8].

1.1.1- Yinpterochiroptera

Sous-ordre : *Yinpterochiroptera*

Super-famille : *Pteropoidea*

Famille : *Pteropodidae*

Super-famille : *Rhinolophoidea*

Famille : *Rhinolophidae*

Famille : *Megadermatidae*

Famille : *Craseonycteridae*

Famille : *Rhinopomatidae*

1.1.2 - Yangochiroptera

Sous-ordre *Yangochiroptera*

Super-famille *Emballonuroidea*

Famille *Emballonuridae*

Famille *Nycteridae*

Super-famille *Noctilionoidea*

Famille *Phyllostomidae*

Famille *Mormoopidae*

Famille *Noctilionidae*

Famille *Furipteridae*

Famille *Thyropteridae*

Famille *Mystacinidae*

Famille *Myzopodidae*

Super-famille *Vespertilioidea*

Famille *Vespertilionidae*

Miniopteridae

Molossidae

Natalidae [4].

1.2. Adaptation au milieu aérien

Les chauves-souris sont les seuls mammifères capables de réaliser des vols actifs, comparables à ceux des oiseaux, chose qui les a conduites à coloniser la plupart de la planète à l'exception des régions polaires [16; 8 et 17].

Bien qu'elles aient eu pour ancêtres, des mammifères quadrupèdes, ce qui explique que leurs ailes représentent un caractère acquis secondairement, et qu'elles peuvent, quand c'est nécessaire, se déplacer au sol «à quatre pattes», des découvertes de fossiles en Allemagne ont prouvé que leur morphologie actuelle n'a pas changé depuis plus de 65 millions d'années. Elles constituent donc un ordre de mammifères très ancien et très spécialisé [7 et 16]. Si d'autres espèces de cette classe, tels que l'écureuil volant, maîtrisait le vol plané descendant, il resterait néanmoins incapable de réaliser un déplacement ascensionnel et de réellement voler comme le font les chauves-souris [18]; (figure 1.2). En effet, elles maîtrisent parfaitement les ciels nocturnes, grâce à l'écholocation pour percevoir les environs. Le vol actif et l'écholocation sont largement responsables du succès global, de la variété des chauves-souris et de leur capacité à exploiter des niches écologiques diverses [8].

En tant que pollinisatrices et prédatrices d'insectes, elles jouent un rôle écologique majeur [3 et 6]. Par ailleurs, et vu que c'est un type de locomotion coûteux en énergie, le

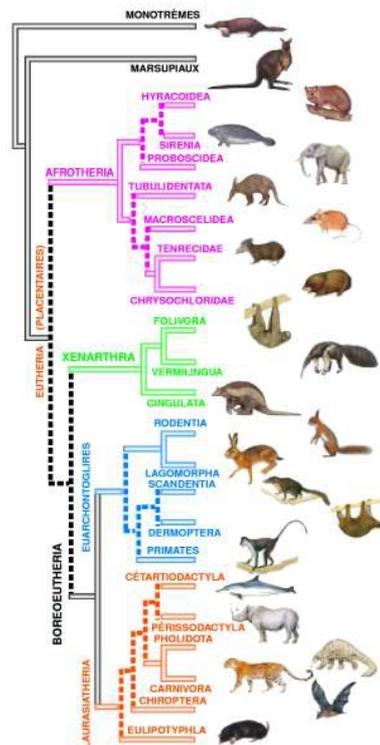


Figure 1.2 : Arbre phylogénétique des mammifères

vol limite donc la taille et le nombre des descendants que les femelles peuvent engendrer [4].

Toutes les chauves-souris sont incluses dans l'ordre des chiroptères, nom d'origine grecque qui signifie mains ailées: *Keir* = main; *pteron* = aile [16]. Chacune des deux ailes de la chauve-souris est en fait une main modifiée [19 et 18]. Elles sont formées grâce à l'allongement des structures osseuses des extrémités antérieures des doigts et à la formation d'une fine membrane appelée patagium [8 et 20].

Cette surface de peau souple et élastique est maintenue tendue en vol, ce qui permet d'assurer la portance de l'animal. Au repos, elle est repliée. C'est une membrane alaire très innervée qui contient de nombreux vaisseaux sanguins et fibres musculaires. Les battements d'ailes sont assurés par de puissants muscles pectoraux. Les chauves-souris ne disposent pas d'une queue jouant le rôle de gouvernail, comme en bénéficient les oiseaux. Cependant, cette absence leur permet d'effectuer des demi-tours instantanés. Par ailleurs, il

a été démontré récemment que les chauves-souris, bien que dépourvues de plumes, possèdent une plus grande agilité en comparaison aux oiseaux [21].

Dans ce sens, BUSSE *et al.* [22] ont démontré que la chauve-souris maîtrise si bien le vol en absence de plumes, parcequ'elle utilise des techniques aérodynamiques différentes de celle des oiseaux. Ces derniers écartent leur plumes pour diminuer la portance de leurs ailes et prendre de l'altitude, la chauve-souris, incapable de réduire la résistance à l'air de son aile, la fait pivoter vers la verticale pour s'élever dans l'air. Toutes les espèces présentes en Europe ne possèdent pas des ailes de même forme. Ces ailes correspondent en effet aux habitudes de vol et de chasse de chaque espèce. Ainsi, la Noctule commune *Nyctalus noctula* chassant à haute altitude, au niveau de la canopée des arbres, dispose d'ailes longues et étroites, adaptées au vol rapide.

Au contraire, les Oreillards et les Rhinolophes, présentent des ailes plus larges et plus courtes, permettant un vol plus lent mais mieux adapté à la chasse dans les feuillages et le long des forêts. Mais, les chauves-souris n'utilisent pas leurs ailes que pour se déplacer; elles peuvent également jouer un rôle dans la régulation thermique de l'organisme. En effet, la chaleur générée par l'agitation des ailes lors du vol, augmente la température de leur corps. La vasodilatation des vaisseaux sanguins parcourant les ailes leur permet de réduire leur température corporelle en vol, par contact avec l'air. Certains individus du genre *Rhinolophus* se servent également de leurs ailes pour se protéger, une fois au repos. Ils s'en enveloppent alors plus ou moins selon les espèces, telle une couverture isolante. D'autres espèces encore s'aident de leurs ailes lorsqu'elles chassent pour rabattre vers leurs bouches les insectes repérés en vol [21].

1.3. Biologie

1.3.1. L'hibernation

L'hiver est caractérisé par les conditions météorologiques défavorables et le manque de ressources trophiques, ce qui oblige les chauves-souris à adopter la stratégie de l'hibernation [23; 24; 25 et 4].

D'ailleurs elles ont été largement citées dans les études comparatives comme étant l'exemple le plus représentatif de «l'extrême sommeil » chez les mammifères [17].

C'est pendant l'automne que les chauves-souris, comme le minioptère de Schreiber *Miniopterus schreibersii*, se préparent en accumulant des réserves pour passer la période de disette [26].

Le début de l'hibernation des chauves souris est variable selon les conditions météorologiques de chaque région. Celles-ci restent engourdis jusqu'au printemps suivant, bien qu'elles puissent se réveiller avec un climat plus chaud [27]. Quand la nourriture, entre autres les insectes, se fait rare et devient inaccessible; il n'y a pas d'autres solutions que de vivre à l'économie [20].

L'augmentation de la masse corporelle est très rapide et remarquable et ce, en raison de la nécessité d'accumuler les lipides nécessaires durant le sommeil hivernal [28; 24 et 21].

Chez les chiroptères insectivores, ce mécanisme énergétique permet de réduire les ressources nécessaires pour des besoins de thermorégulation [29; 30; 24; 3 et 32]. D'ailleurs elles peuvent vivre des mois en basse température [33 ; 34; 35; 36 et 24].

Ainsi les espèces insectivores se gavent d'insectes, grossissent, accumulant grâce à cette nourriture jusqu'à la moitié de leur poids total sous forme de tissu graisseux brun, et devront vivre de ces réserves durant l'hiver [7].

Par exemple, chez *Miniopterus schreibersii* le poids augmente de 31,5% en 29 jours alors qu'elle décroît de 23% en à peu près quatre mois durant l'hiver [24].

Par contre dans le cas de *Pipistrellus pipistrellus*, les mâles et les femelles peuvent augmenter entre 14 et 21% de leur masse corporelle de la fin août jusqu'à la mi-octobre. Au cours du sommeil le métabolisme diminue considérablement au vu du ralentissement de la fréquence cardiaque et de la température corporelle qui, chez certaines espèces, peut être proche de 0°C. Cependant, en règle générale les chauves-souris ont une température corporelle comprise entre 1 et 2°C plus élevée que la température ambiante, ce qui économise de l'énergie. Toutefois, afin de maintenir ces conditions physiologiques, les chauves-souris ont besoin d'un abri convenable pour l'hibernation, celui-ci est tributaire de deux principaux facteurs qui sont la température et l'humidité. Chaque espèce possède ses propres exigences pour un hivernage optimal [24; 33; 34; 35 et 4].

Vers la mi-avril les femelles quittent l'hibernation pour voler vers les gîtes de reproduction. Les mâles restent accrochés jusqu'à la mi-mai [27]. Par contre SERRA-COBO et *al* [24] ont démontré que, pour *Miniopterus schreibersii*, ce sont les mâles adultes qui sont les premiers à quitter les refuges d'hiver et à se déplacer vers les gîtes de printemps et sont suivies plus tard par les femelles adultes et les jeunes des deux sexes.

Les grottes et les mines abandonnées ne sont pas toujours facilement disponibles à proximité des gîtes d'accueil adéquats et aires d'alimentation, certaines chauves-souris doivent migrer vers leurs aires de repos de l'été et du printemps et retournent à leurs aires de repos d'hiver et d'automne. Chaque espèce a ses préférences et en Europe on rencontre des chauves-souris des trois catégories suscitées. Les Minioptères hibernent et se reproduisent dans les cavités, soit d'origine naturelle soit des mines ou des caves abandonnées, les Murins et les Rhinolophes se partagent entre cavernes et bâtiments, les Noctules, les Sérotines et les Pipistrelles choisissent de préférence les arbres creux alors que les Sérotines et les Pipistrelles utilisent normalement des refuges à caractère anthropique [24].

Quand une chauve-souris en hibernation se réveille spontanément ou est réveillée par certaines excitations, les fonctions vitales s'accélèrent aussitôt en quelques secondes, les graisses sont alors brûlées intensément pour réchauffer le corps. Un peu plus tard, les muscles se mettent à trembler pour suppléer à la production de chaleur. Le métabolisme augmente considérablement et la température corporelle monte rapidement. A peu près la moitié de la chaleur nécessaire au réveil est apportée par le tissu graisseux brun. Les chauves-souris ont besoin de 60 à 90 minutes pour sortir complètement de leur léthargie. Durant cette période, elles sont particulièrement vulnérables: tout réveil les oblige à consommer une partie de leurs réserves de graisse avant le printemps et risque malheureusement d'entraîner leur fragilisation, voire leur mort [7 et 37].

Toutefois, durant cette période de léthargie, quelques réveils se produisent et permettent quelques réajustements physiologiques. Les chauves-souris peuvent alors se déplacer, se nourrir ou se reproduire. Mais ces réveils s'opèrent très lentement (ils peuvent durer entre 30 et 60 minutes), ils sont naturels et nécessaires à la survie des individus [38].

Pendant ce sommeil, la physiologie de l'animal fonctionne au ralenti. Le passage en vie ralentie implique de nombreux ajustements hormonaux et cardio-circulatoires [20 et 39]. La fréquence cardiaque diminue de plusieurs centaines de battements par minute à une dizaine par minute au maximum. Le sang est en partie stocké dans la rate. La circulation sanguine diminue dans les extrémités mais se maintient au niveau du cœur et du cerveau. La fréquence respiratoire diminue, ce qui entraîne une concentration de CO₂ plus élevée dans l'organisme. La température corporelle diminue jusqu'à atteindre une température minimale d'activité. Celle-ci est toujours supérieure de quelques degrés à la température extérieure. Le corps n'est pas entièrement à la même température: le thorax et les organes vitaux sont les plus chauds suivis du patagium et du crâne. La partie la plus froide reste le ventre. Chaque espèce recherche un gîte et un microclimat particulier [20].

Dans ce sens le choix du gîte d'hibernation est tributaire en premier lieu d'une température stable et optimale et ce, en fonction des espèces, ce qui a été confirmé pour *Myotis daubentonii* [40].

Les rhinolophes sont frileux et dorment dans des cavités où règne une température de 5 à 10°C, le Grand Murin dans les cavités de 2 à 7°C, les Barbastelles dans les entrées des grottes de 0 à 4°C. La présence d'eau et d'une hygrométrie d'au moins 75% est indispensable à une bonne hibernation [20].

1.3.2. Stratégie de reproduction

La maturité sexuelle chez la plupart des chauves-souris est relativement tardive, à l'âge de deux ans. Cette caractéristique avec la production d'un seul descendant par femelle chaque année, chez presque toutes les espèces, conduit à un renouvellement très lent des populations [41]. A cet effet, ces espèces suivent une stratégie vitale caractérisée pour investir en un nombre réduit de petits (un ou deux par année). Ces derniers sont relativement développés au moment de la naissance (le développement embryonnaire est assez long) pour recevoir les soins des parents [4].

1.3.2.1. Un cycle de vie rythmé par des saisons

-L'automne: est le moment de la procréation pour la majorité des espèces; les accouplements ont lieu avant l'hibernation mais la fécondation et la gestation sont retardées jusqu'au printemps [27; 7; 21 et 4].

En effet, la période allant de l'accouplement à la conception est prolongée par une série de retards tels que le stockage du sperme dans le vagin ou l'utérus des femelles, le retard d'implantation de l'embryon et le retard du développement et de la croissance fœtale. Même la lactation, est également étendue [4; 7 et 27].

-Le printemps: suite à leur réveil, les chauves-souris rejoignent les gîtes de reproduction. C'est à ce moment que se déclenche l'ovulation et la fécondation chez la femelle [4; 7; 21 et 41].

-La fin du printemps et le début de l'été: sont consacrés à la naissance et l'élevage des petits [41 et 21]. Elles ne construisent pas d'abris, mais en fonction de la préférence de chaque espèce, les femelles gestantes colonisent des endroits chauds, calmes et sombres comme les grottes, les mines abandonnées, les creux des arbres, les greniers, les ponts ou tout autre espace favorable. Dans ces gîtes de parturition où aura lieu la mise-bas, la plupart des femelles donneront naissance à leur unique petit de l'année, qui sera autonome à l'âge de deux mois [7; 41 et 4]. A la fin de l'été, la colonie de reproduction se disperse, les femelles partent rejoindre les mâles dans les gîtes d'automne [21].

1.3.2.2. Particularités

-Une diversité dans l'organisation de l'accouplement démontre la grande variabilité qui caractérise la reproduction chez les chauves-souris. En effet, la majorité des espèces sont polygéniques mais d'autres présentent d'autres formes dans l'accouplement [4]. A ce titre, BRADBURY (1977) *in* [31] a classé 3 catégories d'accouplements conformément aux associations des mâles et des femelles:

-Catégorie 1: Un mâle / plusieurs femelles; c'est le cas de *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus nathusii* et *P. pipistrellus*.

-Catégorie 2: Plusieurs mâles / plusieurs femelles; observé chez l'espèce *Myotis myotis*.

-Catégorie 3: un mâle / une femelle. C'est un cas qui n'est pas observé en Europe; l'espèce est monogame comme *Saccopteryx leptura* [4 et 34].

-Il y a des cas où les chauves-souris des régions tempérées comme *Myotis lucifugus yumanensis* où l'accouplement peut être retardé voire annulé si le taux de précipitations est élevée. C'est une autre façon d'économiser de l'énergie [42].

-L'une des spécialisations de la reproduction des chiroptères est représentée, aussi, par la période de la gestation qui est aussi longue que la lactation par rapport aux mammifères de la même taille; elle est importante en terme de durée et aussi par le poids des nourrissons qui ont 25% la taille de l'adulte. C'est également un caractère unique que de l'allaiter jusqu'à avoir une taille d'adulte [21 et 4]. Elle varie selon l'espèce; étant relativement courte pour *Pipistrellus pipistrellus* et *Miniopterus schreibersii* et beaucoup plus longue chez *Rhinolophus* [4].

-Les espèces vivant en colonies dans les grottes et les mines n'ont qu'un petit par an mais les espèces solitaires peuvent avoir de 2 à 3 par portée. Cela dit, les espèces des colonies réduisent de cette façon leur exposition aux dangers de prédation [43].

-L'apprentissage du vol et de la chasse s'effectue en compagnie de la mère ou de celle d'autres individus de la colonie. Il peut se faire également par les individus d'autres colonies ou même par les individus d'autres espèces [27]. Ils devront attendre leur deuxième année avant d'être matures sexuellement [21 et 4].

-Ségrégation sexuelle: les mâles et les jeunes immatures sont généralement exclus des colonies de mise-bas. Ils errent seuls ou en petits groupes et occupent des gîtes d'estivage, et ce jusqu'à la fin de l'été ou le début de l'automne, avant une nouvelle période de reproduction. Cette séparation est causée principalement par les différentes stratégies de régulation de la température des mâles et des femelles de reproduction. Les mâles adultes à leur tour, sont solitaires ou en petits groupes et en utilisant les refuges se situent généralement autour des colonies de maternité [21 et 4]. Pour le cas de *M. myotis*, les mâles peuvent se séparer au sein même de la grotte, occupant ainsi un espace à part [4].

1.3.3. Alimentation

D'après FENTON et BOGDANOWICZ [44], l'examen phylogénétique des modes d'alimentation semble indiquer que l'alimentation aérienne est le mode ancestral et que la diversification subséquente est due à la spécialisation; chose qui a été démontré pour le genre *Myotis*.

De façon générale, l'évolution biologique animale étant toujours conditionnée par l'adaptation des espèces à leur environnement pour survivre, l'ordre des chiroptères illustre bien par sa diversité d'espèces son extraordinaire palette alimentaire: insectes, fruits, feuilles, nectar, pollen, poissons, sang et autres vertébrés. Leurs morphologies et leurs comportements sont ainsi, aussi variés que les ressources de nourritures, qu'elles exploitent [7].

Ce sont des mammifères typiquement nocturnes, ils présentent très rarement l'activité du jour dont la fonction principale est l'alimentation. Elle se produit sporadiquement, quand le risque de famine est sévère et en absence d'oiseaux prédateurs [45]. Une exception a été notée pour *Nyctalus azoreum* qui présente une fréquence élevée des vols de jour [45].

Par conséquent, la mosaïque de milieux naturels (landes, zones humides, boisements, bocages et autres) offre des terrains de chasse riches en insectes et des conditions climatiques (climat océanique avec des hivers doux) permettant aux chauves-souris d'exploiter ces biotopes quasiment tout au long de l'année [41].

À cet effet, SERRA-COBO et al [4] confirment que le régime alimentaire des chauves-souris est très varié. La plupart des espèces européennes se nourrissent d'insectes, mais dans d'autres régions du monde, les chauves-souris mangent des oiseaux, des poissons, du sang, des fruits, des scorpions, des amphibiens, du nectar, etc. Le régime alimentaire de chaque espèce varie selon les caractéristiques biotiques et abiotiques du milieu, en fonction à la fois de la variabilité des ressources, de la compétition interspécifique et, finalement de la disponibilité des ressources. Quatre modes de chasse, utilisés par les chauves-souris insectivores, ont été distingués: la capture d'insectes parmi les feuilles des arbres, la chasse dans les espaces ouverts, la capture des proies qui sont sur le terrain et la capture des insectes volants une courte distance au dessus de l'eau. Par exemple *Tadarida teniotis* peut attraper des insectes à environ 300 mètres du sol suivant les courants d'air ascendants alors que *Myotis daubentonii* les attrape à quelques centimètres au-dessus de l'eau.

Ainsi il a été démontré, dans le monde entier, l'importance des chauves-souris dans la régulation des populations d'insectes. (MCCRACKEN, 1996) *in* [4] a estimé, à environ 10 tonnes d'insectes par jour, la consommation d'une colonie d'un million de *Tadarida brasiliensis* du Texas.

Selon HILL et SMITH [5], Les chauves-souris des zones tempérées peuvent ingérer, au cours d'une nuit, une partie des insectes entre un quart et la moitié de leur masse corporelle [4].

En Asie, en Afrique et en Océanie, il existe deux principaux groupes de chauves-souris frugivores: les Ptéropodidés qui sont de plus grande taille et les Fillostomatidés. La gamme des fruits consommés est très large, certains d'entre eux ne sont pas comestibles par l'homme et d'autres ont une valeur économique, comme les bananes, les mangues, les pommes et les oranges. La préférence est portée vers les fruits mûrs ou demi pourris, rarement les verts [4].

D'autres chauves-souris se sont spécialisées dans l'alimentation des carnivores, se nourrissant de grenouilles, de petits reptiles, des oiseaux, des mammifères et même d'autres chauves-souris comme les espèces australiennes et la noctule géante: *Nyctalus lasiopterus* qui mange régulièrement des petits oiseaux qui passent en migration au sud de l'Europe (DONDINI et VERGARA, 2000) *in* [4].

Généralement ils ont des yeux relativement grands; une caractéristique qui pourrait indiquer l'utilisation combinée de sonar et de vision dans la capture des proies [4].

En Nouvelle-Zélande *Mystacina tuberculata* présente un régime spécial composé occasionnellement d'animaux morts. D'autres espèces comme *Noctilio leporinus*, *Pizomyx vevesi* et *Myotis macrotarsus* se sont spécialisés dans un régime piscivore. La présence de poissons est détectée au sonar qui permet de localiser les mouvements de turbulence de l'eau causée par la natation. Une fois identifié le poisson est pêché avec ses pieds [4].

L'un des régimes qui nécessite de l'attention est celui des hématophages; il est pratiqué par des vampires représentés par trois espèces: *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* et *Diaemus youngi*. L'aire de distribution couvre les régions tropicales et subtropicales du continent Américain (GREENHALL et SCHMIDT, 1988) *in* [4]. *Vampyrum*

spectrum quant à lui, est un microchiroptère relativement très grand qui peut atteindre un mètre de taille; il se nourrit d'oiseaux, des chauves-souris et des petits rongeurs (NAVARRO & WILSON, 1982) in [4].

Il existe des espèces tropicales de chauves-souris qui se nourrissent de pollen et de nectar, favorisant ainsi la pollinisation de nombreuses plantes. Citons l'exemple des fleurs des baobabs (*Adonsonia digitata*), réunies en grappe qui s'ouvrent à la tombée de la nuit au moment où les chauves souris quittent leurs grottes. De nature très parfumée elles offrent, en récompense de leur pollinisation un nectar très abondant [46].

Comme il existe d'autres qui sont nectarivores, la chauve-souris vole comme un colibri pour aboutir au nectar qu'elle prélève avec sa langue développée. Nous pouvons citer entre autres *Musonycteris harrisoni*, *Leptonycteris curasoa* et *Choeroniscus godmani* (BROSSET, 1966) in [4].

1.3.4. Longévité

Bien que la mortalité post-natale est importante (environ 30-50%), ajoutée au faible taux de reproduction ce qui ne permet pas un renouvellement suffisant des colonies de chauves-souris, en compensation leur longévité très importante est remarquable. On admet qu'elle est en moyenne de 9 à 20 ans. Le record a été détenu par un *Myotis brandtii* avec 41 ans, mais l'on sait grâce aux expériences de baguage que d'autres espèces peuvent atteindre 20 ans ou plus [7].

Un Grand rhinolophe peut vivre 30 ans et une Pipistrelle commune peut atteindre une existence de 15 années [41].

KEEN et HITCHCOCK [47] ont démontré que la longévité de *Myotis lucifugus* peut durer 35 années et que les femelles vivent encore plus longtemps que les mâles au sud de l'Inde et en Ontario.

Comparativement aux oiseaux de même taille les chauves-souris vivent plus longtemps. Leur durée de vie peut aller jusqu'à 35 ans à l'état sauvage et avec un faible taux de reproduction; généralement un ou deux jeunes par an [48 et 49]. Par conséquent, les chauves-souris sont plus sensibles que les oiseaux aux nouvelles sources de mortalité comme par exemple les éoliennes [48].

Cependant, la stratégie de reproduction ainsi qu'une maturité sexuelle tardive (à l'âge de deux ans) induit un renouvellement très lent des populations. Ceci rend les chauves-souris particulièrement fragiles face aux agressions et aux perturbations environnementales (destruction et altération des habitats, utilisation des biocides, pesticides et métaux lourds [41]).

1.4. Écologie

Les chauves-souris comme le reste d'organismes vivants sont soumises aux pressions de sélection de leur environnement. Elles se sont spécialisées à utiliser différents types de refuges selon les besoins du cycle biologique annuel et aussi pour échapper à la pression des prédateurs. Les différents refuges qui les abritent ont un rôle primordial dans leur cycle biologique. On trouve des sites pour l'accouplement, l'hibernation et l'élevage des petits [28]. Cette manière opportuniste d'utiliser des refuges naturels ou artificiels qu'elles peuvent trouver a été désignée par BROSSET [50] sous le terme de « parasitisme écologique ».

Aussi, leur singulière adaptation à la locomotion aérienne, le développement d'un système sophistiqué de sonar chez la plupart des espèces et le type de ressources alimentaires qu'elles capturent font des chauves-souris un des groupes de vertébrés ayant une grande valeur écologique [4].

1.4.1. Les refuges

Les chauves-souris dans leur ensemble, se sont adaptées à un large éventail de milieux et de gîtes. Nombreuses sont celles qui se réfugient dans les habitats souterrains et qui les fréquentent au moins une fois au cours de l'année [21]. Elles ne construisent pas de nids et c'est pour cela qu'on distingue des espèces cavernicoles, arboricoles, fissuricoles, urbaines ou anthropophiles en fonction de leur milieu de vie et de leur habitat; les gîtes étant différents selon les espèces [7].

1.4.1.1. Milieux souterrain

De nombreuses espèces comptent sur le sous-sol pour leur survie; les grottes et les mines sont une ressource importante pour une grande proportion d'espèces de chauves-souris [26 et 51].

Mais ce ne sont pas toutes les grottes et les mines qui sont appropriés pour l'hivernage, ces mammifères sélectionnent des sites où la température est supérieure à zéro degré et l'humidité relative élevée. Cela garantit que leurs réserves de graisse dure toute la période d'hibernation [44].

L'absence de lumière, de courant d'air et de dérangement constituent les caractéristiques écologiques de ces gîtes d'hibernation, Ces milieux doivent être frais et humides pour éviter le dessèchement des membranes alaires. La température ambiante constante (située entre 5 et 11°C) et l'humidité de l'air doit, normalement, être élevée comprise entre 80 et 100% [7 et 32]. Ces sites protégés offrent un environnement stable, un abri contre les conditions climatiques extrêmes, et une protection contre les prédateurs [52].

Les tunnels, les anciennes carrières, les mines, les caves et les abris sous roches offrent également de nombreux gîtes naturels. Les Minioptères et certains Rhinolophes y vivent toute l'année, même si les grottes et les tunnels utilisés en été ne sont pas obligatoirement les mêmes que ceux utilisés en hiver [21].

Les rhinolophes s'enveloppent de leurs ailes et pendent librement au plafond des grottes [41 et 53].

1.4.1.2. Le milieu forestier

Le milieu forestier accueille également de nombreuses espèces appelées chauves-souris arboricoles; elles colonisent les anciennes loges de pics, les branches creuses, les troncs foudroyés, les frondaisons et les fissures sous les écorces. Les noctules se regroupent en essaim compact dans les trous d'arbres [53].

Les cavités d'arbres sont généralement des lieux de mise bas et d'estivage. De plus, près de ces gîtes où ils sont peu dérangés, les chiroptères trouvent des terrains de chasse où les insectes abondent [7; 21 et 54].

Des études en Amérique du nord ont montré qu'il existe la tendance des chauves-souris à réutiliser des cavités d'arbres pendant de longues périodes. Deux espèces européennes ont confirmé cette observation ; *Myotis daubentonii* et *Nyctalus noctula* qui utilisaient les mêmes cavités d'arbres pour une période qui a atteint les 13 ans [55], ce que SERRA-COBO et al. [4] appellent la fidélité aux abris.

1.4.1.3. Milieux fissuricoles

Les pipistrelles se placent dans les fissures pour être en contact étroit avec la pierre qui les protège et pour trouver les besoins écologiques de température et d'humidité. Par exemple, *Tadarida teniotis* se place dans les crevasses des falaises [4].

1.4.1.4. Milieux anthropiques

Les abris des constructions humaines (vieilles maisons, immeubles, greniers, forts, châteaux, etc.) offrent des conditions favorables aux chiroptères et sont utilisés comme refuges par de nombreuses espèces de chauves-souris. En été, des colonies de femelles y mettent bas et y élèvent leur progéniture [21 et 49].

Celle-ci nécessite l'obscurité et la chaleur en absence d'aération. Les Pipistrelles, les Sérotines, les Oreillards, les Rhinolophes et les Murins sont, par exemple, des espèces qui affectionnent particulièrement les bâtiments [20 et 56].

Myotis lucifugus et *Eptesicus fuscus* se réfugient régulièrement dans les bâtiments. Les greniers et les étables sont utilisés comme perchoirs maternels parce qu'ils sont sombres, chauds et sans courant d'air [27]. La chaleur du refuge accélère la croissance des jeunes: une caractéristique qui contribue à décroître les taux de mortalité des petits vu qu'ils n'ont que peu de temps pour construire leurs réserves lipidiques entre le sevrage et l'hibernation [44].

Au sein des maisons, depuis la cave jusqu'au grenier, les moindres recoins et fissures sont susceptibles d'être occupés par certaines espèces anthropophiles. Les petits Rhinolophes, les Sérotines communes et les Grands Murins s'installent dans les combles chauds et obscurs tout comme les Pipistrelles communes qui apprécient également l'arrière des volets et des lambris de façades. Les Murins à oreilles échancrées aiment s'installer dans les greniers ou les dépendances plus fraîches et les mâles de petits Rhinolophes dans la cave. Certaines espèces vivent plus volontiers au contact de l'homme, profitant de son environnement, notamment les villes, et de son habitat, ces espèces y trouvent un habitat favorable et souvent avec moins de prédateurs. La Pipistrelle commune est une des espèces d'Europe les plus anthropophiles, et le plus souvent retrouvée dans les constructions humaines en période d'estivage et sait bien tirer profit des

nouveaux matériaux (béton, isolation, tuiles mécaniques, etc.) pour trouver un gîte, un interstice de 10mm lui suffisant pour s'infiltrer. La Sérotine commune est connue, elle aussi, pour coloniser l'architecture moderne. Elle recherche les refuges particulièrement chauds pour la mise bas, pouvant aller jusqu'à 50°C dans certains gîtes. Différents ouvrages d'art sont également fréquentés: sous les ponts en particulier, les voûtes offrent des fissures appréciées par le Murin de Daubenton, le Grand Murin et les Pipistrelles; même dans les retables des églises ou dans les arcades des cours des mosquées se réfugient différentes espèces de chauves-souris [7; 21 et 49].

P. pipistrellus et *Eptesicus nilssoni* sont reconnues par leur fréquentation des milieux urbains, suburbains et ruraux où elles sont rencontrées le soir autour des lampadaires [57].

1.4.2. Déplacements saisonniers

Pour assurer leur survie certaines espèces sont amenées à entreprendre des déplacements afin de satisfaire leurs besoins écologiques (température, humidité, disponibilité de ressources alimentaires, etc.) au long de leur cycle saisonnier (hibernation, accouplement, gestation, mise bas, etc.). Ces déplacements assurent aussi un brassage génétique entre populations, ce qui contribue à la diversité génétique et évite la détérioration du patrimoine génétique des populations [58].

Les chauves-souris, à leur tour, effectuent des déplacements saisonniers entre leurs gîtes d'hiver et d'été. Ils peuvent s'effectuer d'un habitat à l'autre à la recherche des conditions environnementales, trophiques et de compétition interspécifique [59 et 60].

Même au cours de l'hibernation, les chauves-souris paléarctiques sont connues par les changements spontanés de gîtes. Ce phénomène est connu chez les grands rhinolophes où une partie importante de la population peut se renouveler d'une semaine à l'autre [61].

A vrai dire, il est difficile d'étudier les mouvements migratoires avec précision et régularité, notamment pour les espèces arboricoles; la migration des espèces cavernicoles étant plus étudiée [62].

1.4.2.1. Espèces migratrices

Certaines espèces de chauves-souris parcourent des distances pouvant aller jusqu'à 1000 voire 2000km comme la pipistrelle de Nathusius et la noctule de Leisler [63, 64 et 65]. Cette dernière espèce a été retrouvée en Isère effectuant des migrations entre son aire de reproduction en Europe de l'Est et son aire d'hivernage en Suisse, Belgique ou France. Elle parcourt ainsi, environ 1600km entre la fin août et le mois de novembre, ce qui constitue une belle performance pour un animal de quelques grammes [20]. C'est pareil pour la noctule commune pour laquelle une distance de 1600km a été enregistrée [6].

Parmi les espèces européennes, le minioptère de Schreiber, espèce strictement cavernicole, se déplace généralement sur des distances maximales de 150km en suivant des routes migratoires saisonnières empruntées d'une année à l'autre entre ses gîtes d'hiver et d'été, son déplacement maximal connu dépasse les 300km [4; 20 et 66]. Cette espèce a été classée par STRELKOV (1969) parmi les espèces sédentaires mais les résultats du baguage ont démontré qu'on peut la classer comme une espèce migratrice régionale [4; 64 et 67].

Pour reconnaître les parcours suivis dans la migration, certaines espèces de chauves-souris utilisent les rivières et les falaises comme points de repères [68]. Et même en absence de repères, AMENGUAL et *al.* [69] ont démontré que *M. schreibersii* et *M. capaccini* sont capables de voler à travers la mer en absence de repères. Dans ce sens, le champ magnétique terrestre peut jouer un rôle important dans l'orientation, comme l'a suggéré HOLLAND et RICHARD [70 et 71] pour d'autres espèces de chauves-souris.

Myotis capaccinii est une espèce très mobile qui se déplace de 39km jusqu'à 140km. Cette dernière distance a été enregistrée entre le parc national Dardia en Grèce et une grotte en Bulgarie au nord ouest du Parc [72]. HUTSON [59] a démontré que la migration peut s'effectuer même entre les continents. C'est le cas, par exemple, de *Lasiurus cinereus*.

Le phénomène de la migration connaît une ségrégation sexuelle chez certaines espèces migratrices. Ces déplacements sont plus prononcés chez les femelles de *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus nathusii* et *Miniopterus schreibersii*, en Europe [21].

En Afrique, par contre, on trouve des espèces dont la migration concerne beaucoup plus les mâles; c'est le cas, par exemple, de l'espèce *Myonycteris torquatus* [59].

D'après CRYANA et BROWN [73] chez d'autres espèces, comme la chauve-souris cendrée en Californie, le mâle et la femelle migrent ensemble le long de la côte du Pacifique.

1.4.2.2. Espèces sédentaires

Par ailleurs d'autres espèces sont connues pour leur caractère sédentaire, avec des mouvements généralement inférieurs à 10km [63]. Ils concernent les espèces du genre *Rhinolophus* [4].

Ces déplacements sont tributaires de la disponibilité des aires de repos appropriés pour l'hibernation, la mise bas où il y a abondance de ressources alimentaires, etc. [74 et 75].

Rhinolophus ferrumequinum serait originaire de l'Afrique au même titre que *Rhinolophus euryale* et *Rhinolophus blasii* mais leur distribution s'étend dans la Méditerranée et l'Europe. Ces espèces sont reconnues, rarement, par les longues migrations [76]. En effet, les déplacements du grand Rhinolophe entre les gîtes d'hiver et d'été sont relativement courts [16 et 4] ; ils dépassent rarement les 30km [77 et 78]. Mais il y a des exceptions; DIETZ [74] a détecté un long mouvement de 90km au nord de la Bulgarie. Par ailleurs PAZ et *al.* (1986) *in* [66] ont enregistré un parcours de 180km entre Ávila et Guadalajara. Même l'intervalle de temps entre capture et recapture donne une idée sur la somme de plusieurs mouvements erratiques au lieu d'un mouvement migratoire proprement dit.

Quant au petit rhinolophe *R. hipposideros*, ses migrations d'un gîte à l'autre sont enregistrées sur de courtes distances [79 et 80]. Un rayon de 10 à 30km est enregistré mais il peut aller jusqu'à 50km chez les mâles [78].

CHAPITRE 2

LE PARC NATIONAL DE CHRÉA

La géomorphologie du PNC est nettement abrupte. Les montagnes du parc forment une partie de l'Atlas Blidéen où les points culminants sont Koudiat Chréa (1550 m), Djebel Mouzaia (1600m) et le pic de Sidi Abdelkader (1629 m) [81]. Il présente également une grande variabilité topographique avec des pentes qui peuvent être localement très prononcées, des plats et replats (figure 2.1). L'orientation et l'interférence des versants, l'aspect et la configuration du terrain engendrent aussi des variations microclimatiques locales dans des courts parcours. Ces derniers jouent un rôle prépondérant sur la répartition de la faune et la flore [82].



Figure 2.1: Vue panoramique du PNC (photo originale).

2.1. Historique et création

A sa création, par arrêté gouvernemental du 03 Septembre 1925, il renfermait l'ensemble de la forêt de Cèdre, répartis entre les forêts sectorielles de Sidi El Kebir et celles de Ghellaie (PUTOD, 1950) *in* [83].

Ce n'est qu'en 1983, en application du décret n° 83 - 458 du 23.07. 83 portant statut-type des parcs nationaux en Algérie, que le parc national a connu sa reclassification, sur une surface plus étendue évaluée à 26.587 ha [84].

Le but de sa création est la conservation de la nature et la préservation de ses sites remarquables et de ses ressources naturelles contre toute atteinte et dégradation [81]. En novembre 2002, le parc national est classé réserve de Biosphère par le programme MAB de l'UNESCO. En plus du rôle vital qu'il joue pour le secteur de l'Algérois en tant que réservoir d'eau pour les grandes villes du centre, il offre un intérêt pour la conservation des écosystèmes rares et menacés de l'Atlas du nord [85].

2.2. Situation géographique

Le massif de l'Atlas Blidéen fait partie en Algérie des zones externes de la chaîne Alpine (BLES et *al.*, 1972) *in* [83]. Situé à 50km au sud-ouest d'Alger le Parc National de Chréa, qui est la partie centrale de l'Atlas Tellien, d'orientation générale sud-ouest / nord-est, s'étend entre les parallèles 36°36' et 36°00' et les méridiens 3°20' et 2°40' [84]. La plaine de la Mitidja constitue sa limite nord et l'Oued Mellah sa limite sud [81].

Administrativement, le parc national de Chréa se trouve confiné dans la wilaya de Blida, Médéa et chevauche les limites de la wilaya de Ain-Defla [86]; (figure 2.2).

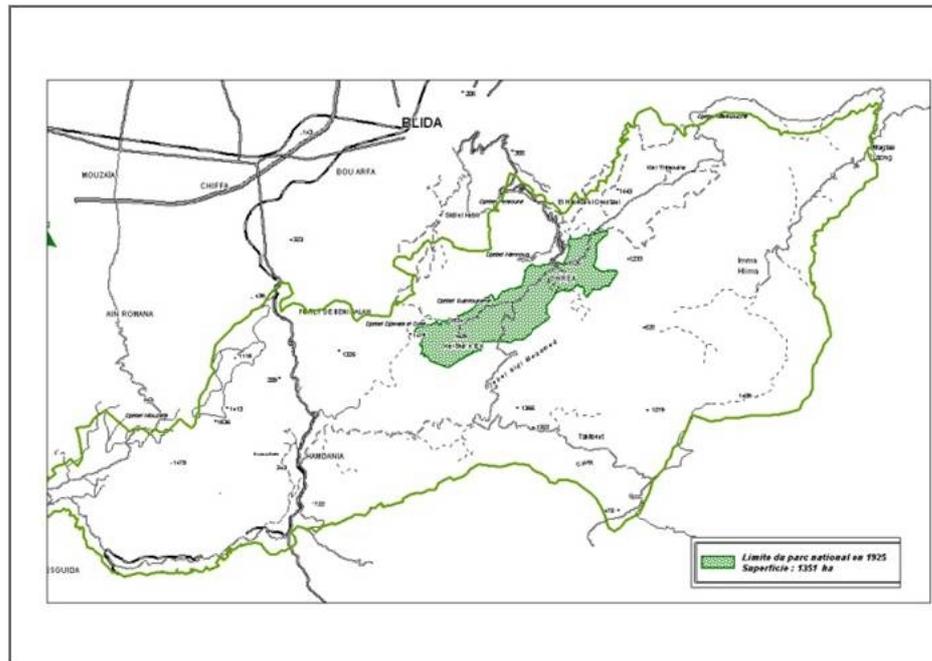


Figure 2.2: Carte des limites du parc national de Chréa.

2.3. Milieu physique et biologique

2.3.1. Milieu physique

2.3.1.1. Orotopographie

Le massif de Chréa présente une grande variabilité topographique, il est composé de plusieurs montagnes telles que: Djebel Mouzaia, djebel Ferroukha et Marmoucha qui représentent 25% de la surface de l'Atlas Tellien (1572 Km²), Djebel Sidi Mohamed et Djebel Gueroumane. Sa ligne de crête principale oscille entre 1400 et 1600m d'altitude, s'étire de djebel Mouzaia (1603 m) au sud-ouest à la Koudiat Arbain Ouali (1392 m) au nord-est et culmine au pic de Sidi Abdelkader (1629 m) [83].

2.3.1.2. Structure géologique

Du point de vue géologique, le massif de Chréa est très homogène et composé essentiellement de schistes plus ou moins argileux par endroits et rarement fossilifères. La concordance de toute la série schisteuse correspond au Crétacé inférieur (FAUREL, 1945) *in* [87] ; [88].

DELEAU [89], en étudiant la stratigraphie des crêtes de Chréa, a distingué dans les assises la succession suivante, de haut en bas:

- A. Schistes gréseux en débris lenticulaires et jamais du type schistes ardoisiers.
- B. Horizons de calcaires marneux et de marnes fossilifères contenant surtout des ammonites.
- C. Schistes fins, psammitiques, souvent marneux à l'intercalation de petits lits de quartzites de 1 à 3cm. De nombreuses surfaces de schistes montrent des ondulations et des retraits.
- D. Horizons de calcaire marneux et de schistes plus ou moins marneux dont l'épaisseur varie entre 3 et 15m.
- E. Schistes bleu ardoisiers « schistes de la Chiffa » à intercalation de bancs de quartzites et filons de quartz.

2.3.1.3. Hydrographie



Figure 2.3: L'Oued de la Chiffa (photo originale).

L'importance régionale du parc national de Chréa n'est pas à démontrer [90]. En effet il présente, de par sa position géographique, une potentialité hydrique importante. C'est une zone très arrosée: 1000mm de précipitations sur les sommets et les zones d'altitude du versant nord, et autour de 900mm pour la majorité des stations (figure 2.3). La

composante hydrographique de ce territoire est divisée en deux grandes parties appartenant aux deux bassins versants des oueds El Harrach et Mazafran [91].

Le partage des eaux est naturellement fait; d'une part par la ligne de crêtes (d'orientation nord-est, sud-ouest) reliant les massifs de djebel Mermoucha, Djebel Ferroukha, et Djebel Guerroumène, et d'autre part par la ligne de crête orientée du nord vers le sud à partir de Djebel Guerroumène (Koudiat Sidi Abdelkader) jusqu'au point coté 1297 à Takitount, en croisant Djebel Sidi Mohamed.

Ces deux lignes de crêtes scindent le territoire du parc national de Chréa en deux zones distinctes d'orientation sud-est et nord-ouest. Les eaux collectées au nord du parc se déversent dans l'oued Mazafran et la partie sud-est afflue vers l'oued El-Harrach. Les eaux du parc liées au bassin versant de l'oued El Harrach sont principalement drainées par Oued Maktaa (dont les principaux affluents sont Oued Kerrach, Oued Tamda, Oued Edhib, Oued Taberbout, oued Issessel, et Oued Boussaad), et Oued Maâne (drainant les eaux situées au sud de cette partie). L'Oued Maâne constitue la limite sud-est du parc [84]. A ceux-là s'ajoutent de nombreux petits cours d'eau et plus de 80 sources [86].

2.3.2. Milieu biologique

Le parc national de Chréa est biogéographiquement un lieu où co-évoluent deux ambiances climatiques engendrant, l'une sous l'influence maritime et l'autre sous l'influence présaharienne, une distribution végétative très diversifiée répartie dans l'espace du parc selon une zonation altitudinale. Aussi, cette végétation est à la base de la répartition d'une diversité animale [81].

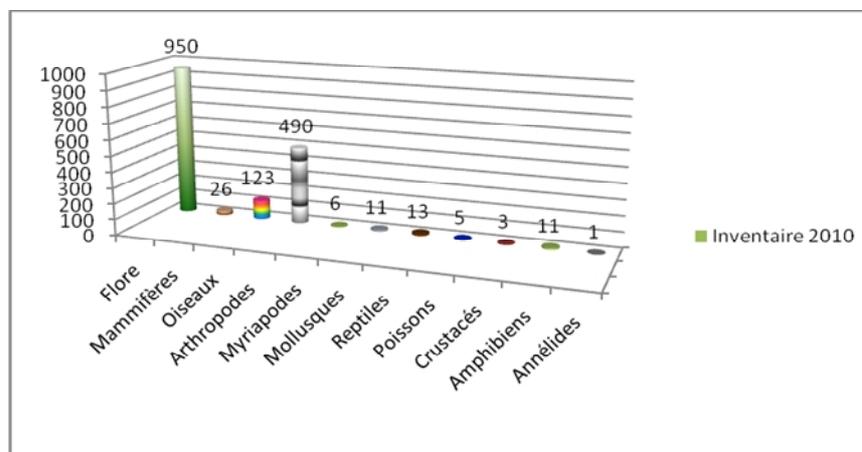


Figure 2.4: Inventaire 2010 de la faune et la flore du parc national de Chréa [90].

2.3.2.1. La flore



Figure 2.5: L'habitat à cèdre de l'Atlas (photo originale)

Au parc national de Chréa sont recensés divers écosystèmes naturels montagneux; maquis, matorrals, pelouses, lacustres, forêts, et différentes ripisylves. A leur niveau s'exerce une multitude de processus écologiques. Ces habitats naturels jouent un rôle prépondérant dans la vie de nombreuses espèces biologiques par le nourrissage, le refuge et la reproduction [90].

En effet, l'inventaire 2010 a révélé une liste qui dépasserait les 1600 eucaryotes (figure 2.4). Ils sont répartis à travers les écosystèmes diversifiés, caractérisant le parc national de Chréa, ce sont:

Habitat à cèdre de l'Atlas.

Habitat à chêne vert.

Habitat à chêne liège.

Habitat à chêne Zeen.

Habitat à pin d'Alep.

Habitat à thuya de Berberie

Habitat à ripisylves

L'analyse floristique du tapis végétal, ayant permis de mettre en évidence les différents groupes végétaux en fonction des situations écologiques particulières et anthropiques, révèle une flore très diversifiée à travers ses étages bioclimatiques allant de l'humide au nord vers le semi aride au sud [91]; (figure 2.5).

Les derniers inventaires ont permis de recenser environ 950 taxons de rang d'espèces et sous-espèces. Ce qui représente 34,52% de la richesse floristique nationale. Ils se répartissent dans les différentes formations végétales qui sont les habitats vitaux nécessaires à leur subsistance; 878 de ces espèces sont des végétaux autotrophes et le reste est représenté par les lichens et les champignons. La flore du parc national de Chréa est également caractérisée par sa valeur patrimoniale représentée, entre autres, par son taux d'endémisme. A cet effet, une cinquantaine d'espèces, d'après QUEZEL et SANTA [92], est concernée. Celle-ci peut être endémique à la méditerranée, au nord africain, au Maghreb, à l'Algérie ou encore à l'Atlas Blidéen. Les espèces protégées, par décret, sont au nombre de 15 dont 6 espèces sont des arbres tels que le cèdre de l'Atlas, les deux sorbiers et l'if et 5 sont des orchidées [90].

2.3.2.2. La faune

Par ailleurs, l'inventaire de la faune réalisé est aussi considérable que diversifié; il représente une part importante par rapport à l'inventaire algérien voire 23.64 % où les mammifères représentent plus de 28%, les oiseaux dépassent les 30 %, les amphibiens plus de 90 % et les arthropodes 25 % [90].

Mammifères: sont évalués à 25 espèces où le singe magot, endémique au Maghreb est protégé par décret [81 ; 93 et 94]. A ce titre, il est à la base du classement de son biotope en Réserve Intégrale aux Gorges de la Chiffa qui renferme les sites de notre présente étude (appendice B2). L'importance des mammifères est également démontrée par la catégorie trophique des espèces inventoriées :

Insectivores (27.3 %)

Carnivores (33.4 %)

Omnivores (17.3 %)

Herbivores (9.1 %)

Piscivores (3%) [90].

Les oiseaux: les 123 espèces recensées appartiennent à 35 familles différentes où les rapaces sont bien représentés aux Gorges de la Chiffa. Cette richesse se compose de:

Insectivores (54%)

Polyphages (19 %)

Carnivores (18%)

Granivores (17%)

Charognards (2%)

Omnivores (1%) [94 ; 95 et 96].

Les arthropodes: un effectif de 490 espèces, associées à divers écosystèmes forestiers qui sont la cédraie, la pinède, les chênaies et la châtaigneraie, ont été inventoriés. Elles sont défoliatrices, opiophages, xylophages, mycophages, algophages, détriticoles, prédateurs et parasites, certaines espèces sont inféodées à une seule essence forestière et d'autres, à plusieurs espèces végétales. Les espèces recensées se répartissent entre 22 ordres et 87 familles [81; 91; 97; 98 ; 99 ; 100 et 101].

Les reptiles: représentent 13 espèces réparties comme suit:

Insectivores (54 %)

Carnivores (15 %)

Omnivores (7.5 %)

Herbivores (7.5%)

Les amphibiens: les 11 espèces démontrent la présence de 03 espèces du genre *Rana*, chose qui reflète la valeur écologique du site (LARBES. com. Pers.). La catégorie trophique les répartit comme suit:

Insectivores (50 %)

Carnivores (30 %)

Omnivores (10 %)

Herbivores (10 %)

Parmi cette richesse animale, un nombre important (59) d'espèces figure sur la liste des espèces protégées par décret :

- 9 mammifères

- 32 oiseaux

- 16 insectes

- 2 reptiles [102 ; 103 et 100].

CHAPITRE 3

MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.2. Présentation de la zone d'étude

Notre région d'étude est située dans la partie occidentale du parc national de Chréa, au secteur d'El Hamdania. Notre choix est porté sur cette zone pour les raisons suivantes:

- C'est un site riche en cours d'eau « zones humides » favorables au développement des populations d'insectes qui sont la nourriture des chiroptères.
- C'est la région du parc qui abrite les tunnels de la voie ferrée désaffectée et les anciennes mines de l'exploitation du fer accessibles par les agents du parc.
- Nos premières enquêtes ont révélé la présence de chauves-souris dans plusieurs sites, chose qui a déterminé définitivement notre choix.

Il existe des grottes naturelles et des mines à l'extrême sud-ouest du parc national et qui sont des sites chiroptérologiques intéressants mais ces derniers ne sont plus visités depuis près de vingt ans à cause des conditions sécuritaires.

3.2.1. Localisation

Nos observations sont effectuées au niveau de 3 stations :

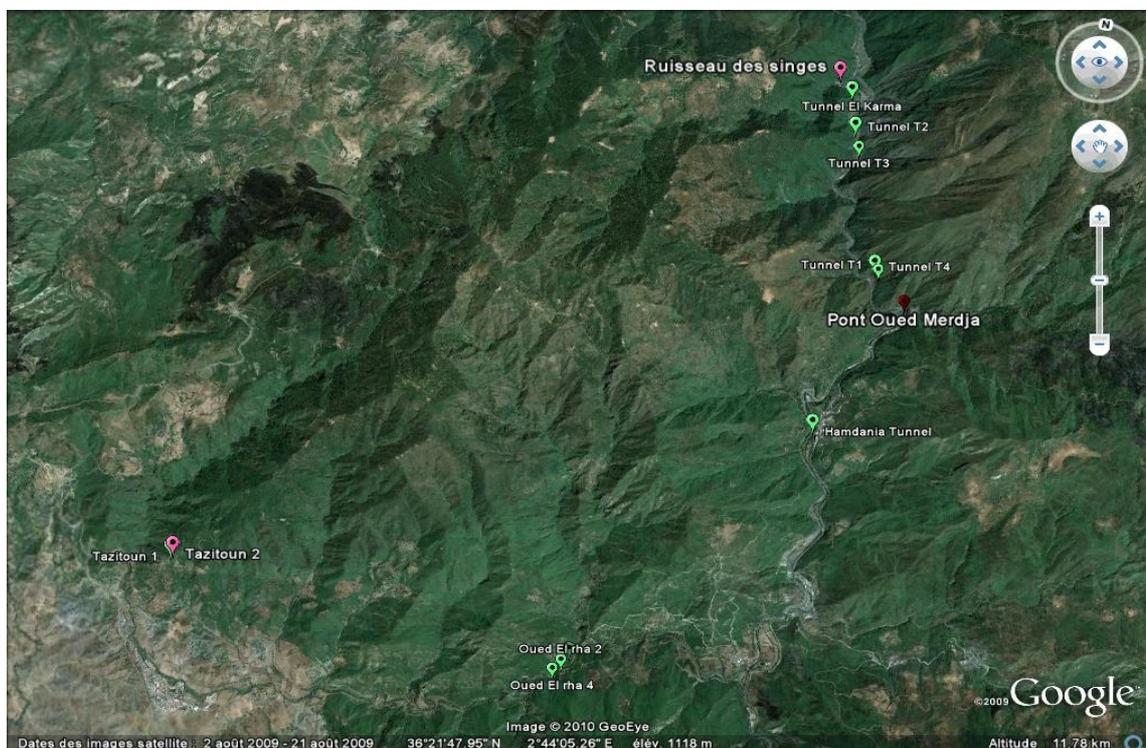


Figure 3.1: Présentation des stations d'étude au secteur d'El Hamdania [104].

-Station 1: est représentée par les tunnels d'El Merdja et la maison de la gare. Constituant la réserve intégrale du singe Magot, les Gorges de la Chiffa sont une coupure dans la montagne, un accident géologique gigantesque permettant l'écoulement d'un cours d'eau alimenté par les multitudes sources qui s'infiltrent même à l'intérieur des anciens tunnels de la voie ferrée désaffectée. Pendant la période des pluviosités le débit du cours d'eau augmente beaucoup (figure 3.1).

Les tunnels: La ligne de chemin de fer reliant la ville de Blida à celle de Djelfa a été construite par les français aux débuts de l'ère coloniale. Elle traverse, par voie étroite 12km linéaires de longueur, les Gorges de la Chiffa en passant par 8 tunnels et 2 viaducs. Elle est actuellement désaffectée depuis 1990 [81]. La longueur de nos cinq (5) tunnels d'observation est comprise entre 0,6 et 1km chacun. Ils sont situés en parallèle à la route nationale RN1. Ils sont humides pendant une période de l'année mais il arrive qu'ils soient complètement secs en été, quand le débit des eaux de sources, diminue de façon nette, notamment pour le tunnel T1 (figure 3.2).



Figure 3.2: L'entrée des tunnels dans la station 1 (A : T3; B : T4).

La maison de la gare: est un ancien logement de fonction abandonné où deux caves (de 2X2m chacune) sont fréquentées par les chiroptères. Sa situation à proximité d'un pont, fait à ce que les chauves-souris se réfugient entre le sous sol de la maison et les ouvertures du béton en dessous du pont. En période estivale la maison est souvent fréquentée par des estivants, donc souvent les restes de nourriture favorisent la pullulation d'insectes (figure 3.3).



Figure 3.3: Station 1 (A: La maison de la gare; B: le pont).

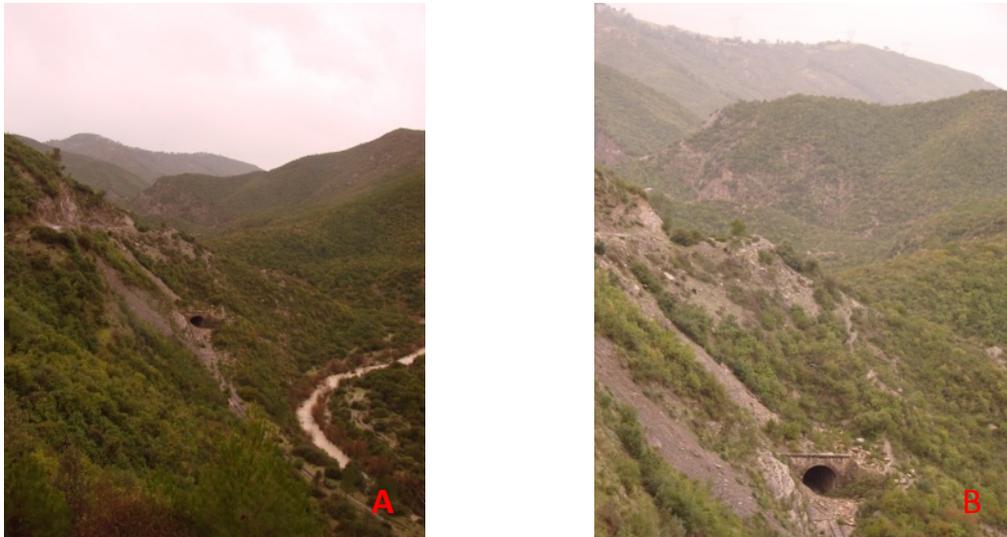


Figure 3.4: La station 2 d'Oued El Reha (A: le paysage; B: le tunnel).

-Station 2: est représentée par les tunnels d'Oued El Reha, situés en parallèle à l'ancienne route de Tamesguida CW8. Le parcours des tunnels est de 0,3 à 0,5Km (figure 3.4).

-Station 3: est représentée par le mont Mouzaia, situé à l'extrême sud-ouest du parc national. A ce niveau, il existe les anciennes mines d'exploitation du fer et une grotte naturelle. Il nous a été possible d'explorer deux (2) mines parmi six (6). Leur architecture est similaire à celle d'un labyrinthe. La 1^{ère} s'étend sur une distance de 5km linéaire avec 1m50 de hauteur et 1m de largeur. La deuxième est plus petite avec 0,5km de longueur, 1m50 de hauteur et 1m de largeur (figure 3.5).



Figure 3.5: Les mines de Tazitoune n°1 (A) et Tazitoune n°2 (B) (photos originales).

3.2.2- Synthèse climatique

3.2.2.1- Collecte des données climatiques

Vu l'absence de station météorologique au parc national de Chréa, nous nous sommes référés aux données climatiques de la station de Médéa la plus proche, par rapport à une similitude dans l'altitude. Le choix de cette station est dicté par l'absence d'une barrière orographique entre les deux zones. En outre, cette station réunit des conditions bioclimatiques assez proches de celles de nos stations d'étude (figure 3.1). Les données nous ont été fournies par l'Office National de la Météorologie (ONM) de Dar El Beïda (Alger).

La disponibilité des données de températures a permis l'étude de l'évolution temporelle de certains indices tels que:

Le Q_2 D'EMBERGER et l'indice de BAGNOULS et GAUSSEN [105].

3.2.2.2 - Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER)

L'indice d'EMBERGER permet la caractérisation des climats et leur classification dans les différents étages bioclimatiques.

L'indice d'EMBERGER où le coefficient pluviométrique est calculé selon la formule de STEWART [106] :

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

Avec : **p** : pluviométrie annuelle (mm) ;

M : Moyennes des températures maximale du mois le plus chaud ;

m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

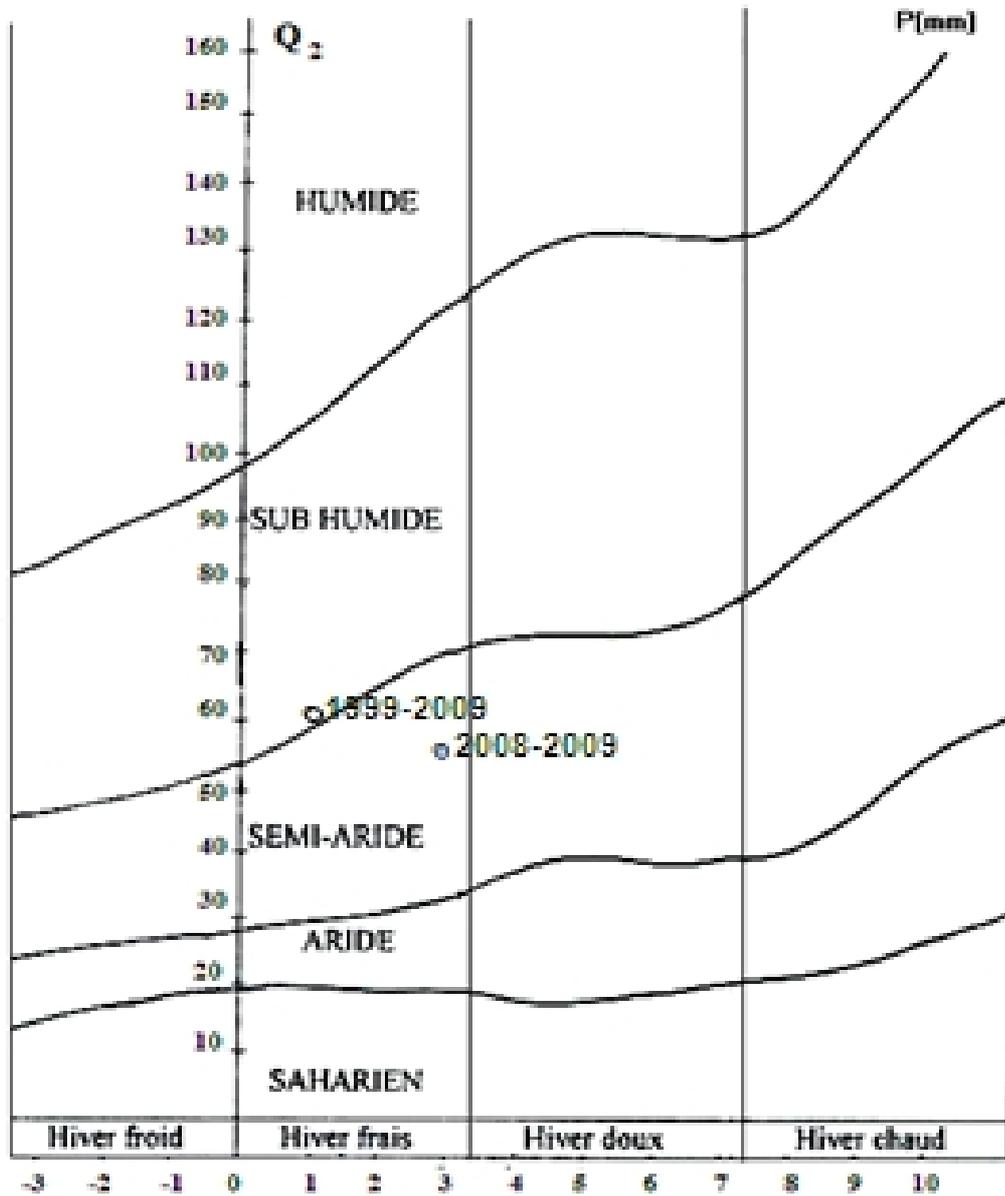


Figure 3.6: Localisation des Gorges de la Chiffa dans le Climagramme D'EMBERGER.

En plaçant les valeurs (T_{\min} ; Q_2) sur le diagramme d'EMBERGER, nous avons défini l'étage bioclimatique pour notre région d'étude et qui se situe dans l'étage semi-aride à hiver frais pour les années 2008-2009 (figure 3.6).

3.2.2.3. Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN

BAGNOULS et GAUSSEN [105], définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en mm est inférieure au double de la température de ce mois ($P/ 2 T$). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche [106].

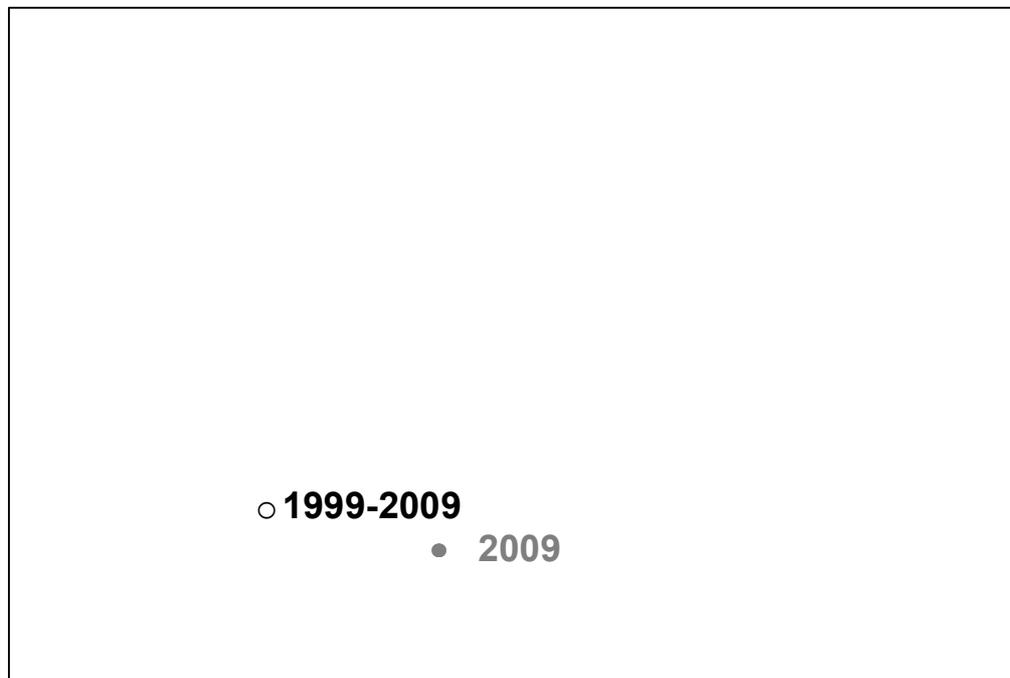


Figure 3.7: Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Médéa (2005-2009) et la zone d'étude (2008-2009).

Le diagramme Ombrothermique des années (2005-2009) et (2008-2009) montre l'étalement de la période sèche de nos 2 années d'étude par rapport aux 5 dernières années. En effet la période sèche va de la fin avril à la fin octobre (figure 3.7).

3.2.3. Milieu biologique

- Station 1: le microclimat créé par les falaises de la Chiffa favorise l'évolution d'une flore et d'une faune caractéristique en dépit de l'existence de la route nationale N°1 qui relie la ville de Blida à Médéa. De part et d'autre des oueds qui traversent le site le myrte *Myrtus communis* et le laurier rose *Nerium oleander* abondent. Les pentes se boisent de lentisques *Pistacia lentiscus*, de chênes Zeen *Quercus faginea* et d'arbousier *Arbutus unedo*. La présence du micocoulier *Celtis australis* avec le chêne vert *Quercus ilex* et le merisier *Prunus avium* retient l'attention. Le pin d'Alep *Pinus halepensis* couvre une surface relativement importante [107].

La faune est représentée par des oiseaux de proie; vautours, aigles et faucons sont souvent observés. Au niveau des pics; quelques nids de vautours ont déjà été découverts par des chercheurs et des agents du parc. A côté du magot *Macaca sylvanus* (appendice B2), les mammifères y sont représentés par des sangliers *Sus scrofa* et des chacals dorés *Canis aureus* [101]. La loutre, quant à elle, a été observée, dans ce site, les années soixante dix (BELLATRECHE, com. pers).

C'est un site écologique important pour l'avifaune aquatique durant la période estivale [108].

- Station 2: la route de Tamesguida est une continuité des Gorges de la Chiffa, donc pour les caractéristiques écologiques, la faune et la flore sont similaires.

- Station 3: le mont Mouzaia présente également une grande variabilité topographique avec des pentes qui peuvent être localement très prononcées, de 50 à 60%. La présence de chênes séculaires, du pistachier *Pistacia lentiscus* et d'érable champêtre *Acer campestre*, l'orme *Ulmus vulgaris*, le caroubier *Ceratonia siliqua* et le mûrier *Morus alba* lui donne un cachet particulier. La répartition du chêne liège *Quercus suber* est très fragmentaire, sous forme d'ilots. Le chêne Zeen existe à l'état résiduel; quelques bouquets subsistent sur le versant nord (AKTOUCHE W., com. pers.)



Figure 3.8: Les stations d'étude (A: station 3; B: station 2; C: station 1).

Parmi la faune recensée le singe Magot constitue l'élément animalier le plus remarquable. Le sanglier, le lièvre, le lapin, le chacal, la perdrix Gamba, le pigeon ramier, la mésange, le rouge-gorge ainsi que de nombreux rapaces tels que le vautour fauve, l'aigle royal, le hibou grand duc, constituent entre autres, une partie du patrimoine faunistique du parc national de Chréa [94].

La présence d'un lac d'altitude (1190m) est également une caractéristique de la région, surtout si on tient compte de la présence de lacs qui est très rare au parc national. Il est situé non loin des mines abritant les chiroptères, à 2,5km au sud-est, à vol d'oiseau (figure 3.9_A).

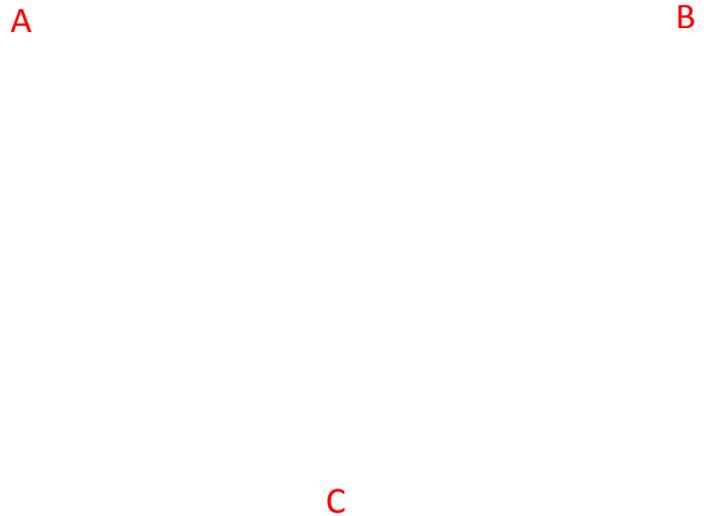


Figure 3.9: Les cours d'eau dans la zone d'étude (A: Oued Chiffa; B: lac Tamesguida; C: Oued El Reha).

3.3. Matériel et Méthodes utilisées

L'observation des chauves-souris dans leur milieu naturel n'est pas aisée. Avant de commencer les visites proprement dites il faut, au préalable, rassembler plusieurs informations de différentes sources. Celles-ci peuvent être directes ou indirectes. Elles concernent les témoignages de la population locale, des anciens forestiers, des visiteurs estivants, de l'armée et de la garde communale dans les sites isolés. C'est d'après les questionnaires que nous avons effectué avec ces personnes que nous avons entamé notre exploration sur terrain. Ainsi nous avons ciblé les endroits les plus riches en ressources hydriques c'est-à-dire celles qui favorise l'installation des chiroptères, ensuite ces points ont été localisés sur carte afin d'étudier l'éventuelle possibilité de les visiter avec l'armée nationale.

3.3.1. Enquêtes

D'après les prés-enquêtes que nous avons effectuées auprès des riverains et des autorités locales, les meilleurs sites abritant des chauves-souris, se situeraient dans les mines et les grottes au mont Mouzaia, viennent ensuite, les tunnels de la voie ferrée désaffectée. Au niveau des mines, il règne encore des conditions non favorables pour pouvoir explorer tout le terrain. C'est pourquoi, nous avons défini: à l'ouest du parc, dans les Gorges de la Chiffa huit tunnels d'El Merdja voisins situés en parallèle à la route nationale N°1, une maison abandonnée à l'ancienne gare de la Chiffa, quatre tunnels sur l'ancienne route de Tamesguida à Oued El Reha et deux mines au mont Mouzaia. Au centre du Parc, à Chréa et à l'est du parc à Hammam Melouane, nous avons mené des travaux de terrain préliminaires pour détecter s'il y avait une activité chauves-souris.

3.3.2. Echantillonnage sur le terrain

3.3.2.1. Mesure de la température

La température a été mesurée à l'intérieur du gîte à chaque sortie. Elle représente un facteur écologique déterminant pour l'occupation du gîte (figure 3.10).



Figure 3.10: Mesure de la température dans l'un des tunnels d'observation.

3.3.2.2. Observation du guano

Le guano constitue un indice précieux. Il est constitué par des restes d'insectes, élytres, morceaux de carapaces, antennes ou pattes, qui n'ont pas été digérés. L'état de

dessèchement du guano, la forme, la taille, la couleur, la quantité ou la manière de le disperser dans un gîte, peut nous orienter sur l'ancienneté de l'occupation, l'espèce à qui il appartenait et le nombre d'individus qu'il y avait. Avec le temps, il perd sa couleur sombre et luisante pour devenir terne et grisâtre (figure 3.11).



Figure 3.11: Observation du guano (A: le guano dispersé dans l'un des tunnels; B: prélèvement du guano).

3.3.2.3. Piégeage par utilisation des filets

- Trois types de filets ont été utilisés:

Le filet japonais: nous l'avons fixé de part et d'autre du cours d'eau à Oued El Merdja sur la trajectoire potentielle des chauves-souris. Nous avons tenté cette méthode de capture pendant la période printanière de 2009 à Oued El Merdja et pendant l'été de 2009 à Chréa ; devant le lampadaire de la maison du parc. Pour être efficace le filet doit s'intégrer à l'environnement desdits mammifères et se trouver sur la trajectoire de déplacement potentiel des chauves-souris, c'est-à-dire la sortie des abris ou tendu entre des arbres près d'un lampadaire. Un filet trop visible ou tendu plusieurs fois au même endroit sera repéré par les chauves-souris et finalement évité (figure 3.12A).

Le filet fauchoir: est utilisé à chaque sortie; quand les individus sont au repos ou bien en activité; il est possible de les attraper afin de les manipuler et les relâcher un moment après (figure 3.12B).

Le filet à la sortie du tunnel T1: a été utilisé la nuit pendant le mois de mai 2008 (figure 3.12E).

La capture directe: peut se faire directement à la main quand l'individu est accessible (figure 3.12C, D et F).

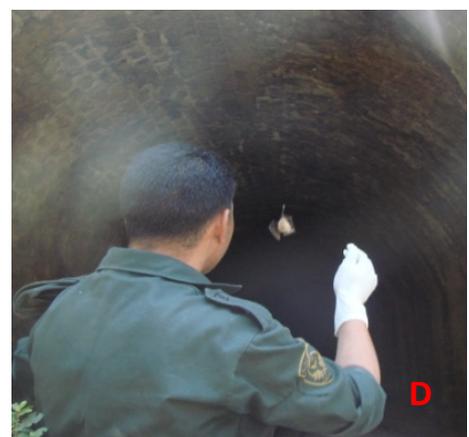


Figure 3.12: Piégeage des chauves-souris (A: Le filet japonais; B: Le filet fauchoir; C: Recherche dans les fissures; D: Lâcher après identification et prise de photos; E: Filet à la sortie du tunnel T1; F: Capture directe à la main).

3.3.2.4. Identification des espèces

- Clés de détermination :

Pendant nos sorties nous sommes équipés d'une clé de détermination, celle de DIETZ & Von HELVERSEN [110]. Les identifications sont confirmées par le co-directeur de thèse spécialiste en chiroptérologie.

- Etude des ultrasons :

Certaines espèces ne sont ni observés dans les tunnels et les mines, ni capturés. On peut les voir momentanément à la tombée de la nuit comme on peut ne pas les rencontrer du tout. Il s'agit d'espèces forestières et fissuricoles, qui se réfugient dans les trous des arbres et dans les crevasses des roches et des falaises [4].

Afin de les inventorier, l'appareil à ultrasons nous aide à les détecter. Nous avons eu l'occasion d'utiliser, le mois de mai 2009, un détecteur d'ultrasons de marque Pettersson qui détecte les appels ultrasonores émis par des chiroptères (figure 3.13_A et B; 15). Ceux-ci sont transformés en basse fréquence et ralentis par rapport à la vitesse originale (time expansion). Les fréquences des cris ultrasoniques ont été divisées par dix afin de les rendre audibles (par exemple un cri à 50KHz est rendu audible à 5KHz) et ralenties aussi dix fois, ce qui nous permet de les étudier [111].

Après enregistrement, les cris des chauves-souris ont été analysés à l'aide du logiciel Bat Sound pour identifier les espèces. Les analyses des ultrasons ne sont pas toujours faciles. Il faut tenir compte de la fréquence où les cris ont plus d'énergie, la durée, la fréquence au début et à la fin du cri et l'intervalle de temps entre les cris (appendice B3). Il est très utile d'observer le vol, la taille et la forme des ailes des espèces que nous enregistrons. Cela nous donne des informations complémentaires de qu'elle espèce il s'agit. Les enregistrements ont été comparés avec les archives de données de l'équipe du Dr. SERRA-COBO (figure 3.14).



Figure 3.13: La détection ultrasonique (A: enregistrement des cris ultrasonores des chiroptères; B: Appareil à ultrasons de marque Pettersson).

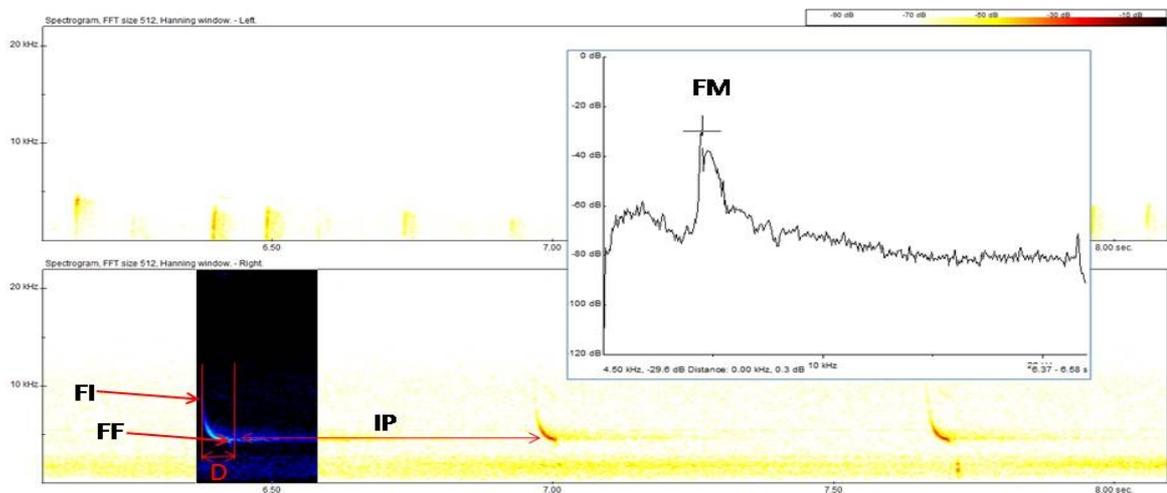


Figure 3.14: Interprétation des cris ultrasonores des chauves-souris. (Variables analysées dans notre étude : FM: fréquence maximum; FI: fréquence initiale; FF: fréquence finale; D: durée de la pulsation; IP: intervalle de pulsation).

3.3.2.5. Géopositionnement des gîtes

Le nombre de visites faites à chaque site a été différent selon les conditions du terrain et l'importance de la colonie qu'il y avait. Quand il y avait présence de chauves-souris et de leur trace nous les avons prospectés régulièrement. Ainsi les tunnels d'El

Hamdania ont été visités; à raison d'une fois par quinzaine sauf en période de pluviosité ou d'enneigement ou encore quand les conditions sécuritaires ne le permettaient pas.

Les coordonnées géographiques en degrés, minutes, secondes et les autres informations sont prises pour chacun des sites en question (figure 3.14).



Figure 3.15: Appareils GPS utilisés (A: marque MAGELLAN; B: marque GARMIN).

3.3.2.6. Prise de photos

Les espèces capturées ont été photographiées avec un appareil numérique. Quand la capture s'avère impossible parce que des espèces se trouvent à l'intérieur des fissures, nous nous sommes contentés de prendre des photos à distance et les grandir à l'aide d'un PC.

3.3.3. Suivi de la dynamique des colonies (bague, comptage des individus)

Le baguage a été pratiqué à nos colonies d'étude, spécialement à celle du grand rhinolophe. Les bagues utilisées sont d'origine anglaise et sont fabriquées spécialement pour les chauves-souris. Les bords de la bague sont arrondis et dans chacune d'elle il y a un numéro différent qui permet l'identification individuelle des chauves-souris. La bague a été placée dans l'avant-bras de la chauve-souris (figure 3.16). La technique du baguage des chiroptères est beaucoup plus délicate que celle utilisée pour les oiseaux. Ainsi, le baguage des chauves-souris doit obéir toujours à une planification préliminaire du travail à faire et à un objectif précis [66]. Dans notre cas la technique de baguage a été utilisée pour démarrer des études de démographie et de dynamique des colonies. L'objectif de cette opération est

la détermination du mouvement saisonnier entre les tunnels. Les individus bagués peuvent, aussi, être retrouvés plus loin, dans d'autres refuges.

Les colonies connaissent également un comptage des individus pendant chaque visite. Celui-ci a été fait à partir de la surface occupée par la colonie plus le comptage des individus isolés. Nous avons compté les individus compris dans une petite surface laquelle nous avons mesuré préalablement. Nous avons divisé la surface totale de la colonie en petites surfaces (unités) de 20x20cm. Nous y avons compté le nombre d'individus et multiplié le résultat par le nombre de ces unités.



Figure 3.16: Bagueage des chiroptères (A: technique de bagueage ; B: un grand rhinolophe bagué).

3.5. Analyses statistiques des résultats

Les données recueillies sur les colonies des chauves-souris et leur distribution dans les différents refuges ont fait l'objet d'analyses statistiques avec l'Excel et le logiciel StatGraphics 9.0.

Nous avons analysé la dynamique des colonies dans la station 1. En tenant compte des données recueillies sur terrain, nous avons analysé, l'occupation des refuges par les colonies des chiroptères et leur dynamique saisonnière. Quant à la diversité en espèces, elle a été établie à travers toutes les stations d'observation.

Nous avons pris en considération pour la variation temporelle des effectifs de chiroptères et la corrélation des températures des tunnels avec la température extérieure; les données depuis janvier 2009 jusqu'à avril 2010; c'est la date à partir de laquelle lesdits refuges sont visités le même jour.

Pour connaître la distribution des individus de chiroptères dans les 5 tunnels, nous avons traité la distribution par l'indice d'asymétrie standard (std Skewness) qui est situé dans l'intervalle $[-2, +2]$. Si sa valeur est en dehors de cet intervalle cela veut dire que la distribution des mammifères ne suit pas la normalité.

Afin de connaître les liens pouvant exister entre les températures des tunnels et les températures extérieures, nous les avons testées par un coefficient de corrélation. Ces températures sont comparées pendant les périodes chaude et froide de l'année. Les températures ont subi une analyse de la variance et un test de Kruskal-Wallis vu que l'échantillon est petit; si celui-ci montre une différence significative entre les températures alors nous passons au test de Scheffé.

Nous sommes passés ensuite aux comparaisons de la distribution des différentes espèces en fonction de la température extérieure.

Nous avons testé la corrélation entre la variation annuelle des colonies du grand rhinolophe et des températures par le coefficient de corrélation et une représentation graphique. Par contre la distribution des individus du minioptère et du petit rhinolophe ne suit pas la normalité, c'est pourquoi nous avons testé leur variation annuelle par le Kruskal-Wallis.

Nous avons ensuite analysé la variation annuelle des individus des différentes espèces dans chacun des 5 tunnels indépendamment. Pour ce faire, nous avons comparé cette variation entre les différentes espèces à travers une représentation graphique.

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

La recherche bibliographique nous a permis de recenser 18 espèces de 4 familles des chiroptères au nord de l'Algérie. La plupart des espèces appartiennent à la famille des *Vespertilionidae* [115 et 121].

L'expérimentation sur le terrain a nécessité un nombre de 46 visites à raison d'une visite par quinzaine ou par mois et ce, sur une période de 27 mois (avril 2008–juin 2010), selon les conditions favorables du terrain (tableau 3.1; appendice B4).

4.1. Enquêtes

Les enquêtes auprès des riverains et des autorités locales ont eu lieu en parallèle à l'exploration du terrain sur le territoire du parc national de Chréa. Pendant l'année 2008, les 3 secteurs du parc ont été explorés à savoir le secteur de Chréa, Hammam Melouane et El Hamdania. Au secteur de Chréa et de Hammam Melouane, nous avons observé des *Pipistrellus sp* aux alentours des lampadaires en début de soirée, pendant les mois d'octobre et de novembre 2008. Ces espèces n'ont pas été identifiées puisque leur capture s'est avérée difficile. Ainsi nos enquêtes nous ont amené à nous focaliser sur les stations du secteur d'El Hamdania que nous avons décrites plus haut.

4.2. Echantillonnage sur le terrain

4.2.1. Description de la température des différentes stations

La température enregistrée dans les tunnels de la station 1, au cours de ces 27 mois, est comprise entre un minimum de 5°C dans le tunnel T3 en décembre 2008 et un maximum de 24°C dans le tunnel T5 en juillet 2009.

Dans les tunnels de la station 2, que nous avons visité uniquement le 18 février 2009, la température est comprise entre 2° et 4°C.

Par contre dans les mines de la station 3, 17°C ont été enregistrés à la mine Tazitoune N°1 le 10 décembre 2009 et 19,5°C enregistrés à la mine Tazitoune N°2 le 29 avril 2010. C'est à ces dates qu'il nous a été possible de visiter ces mines à la fin de notre période d'étude.

4.2.2. Description du guano

Dans les tunnels de la station 1 nous avons observé la présence du guano, depuis le mois d'avril 2008 au mois de juin 2010, frais et sec. Il a révélé l'occupation de ces gîtes durant toutes les saisons.

Le 18 février 2009, nous avons visité les tunnels de la station 2. Il y avait du guano sec et grisâtre sur 20X20cm et qui daterait d'une période de plus d'une année environs. Ceci a confirmé l'occupation, de par le passé, de ces abris par les chauves-souris.

Dans la station 3, la mine Tazitoune N°1 visitée le 10 décembre 2009 et la mine Tazitoune N°2 visitée le 29 avril 2010, ont révélé la présence du guano qui est localisé en dessous des individus de chiroptères, perchés au plafond, par groupe de 3 à 4. La surface occupée par le guano est d'environ 10X10 à 20X20cm.

4.2.3. Résultats des filets utilisés

Le filet japonais utilisé n'a pas donné de résultats aussi bien au village de Chréa accrochés par-dessous les lampadaires, pendant l'été 2009 ou encore sur la trajectoire des chauves-souris la première semaine du mois de mai 2009, de part et d'autre de l'Oued, aux Gorges de la Chiffa.

L'échec des captures est dû au vent fréquent des Gorges de la Chiffa et aussi à la largeur de l'oued qui ne constitue pas un passage obligatoire desdits mammifères. Au village de Chréa il est dû, probablement, à la fréquentation de la localité par les êtres humains. Celle-ci est également très ouverte pour l'emplacement des filets.

L'utilisation du filet à la sortie du tunnel T1 nous a permis de garder les mammifères à l'intérieur de l'abri afin de les capturer au filet fauchoir.

4.2.4. Description des chauves-souris dans les refuges

Les espèces que nous avons capturées et / ou photographiées sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau 4.1: Liste des espèces observées dans la station 1:

Espèce	T1	T2	T3	T4	T5	La maison de la gare	Date et observation
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> : <i>Rhinolophidae</i>	+	+	+	+	+	-	Toute l'année
<i>Rhinolophus hipposideros</i> : <i>Rhinolophidae</i>	+	+	+	+	+	+	Toute l'année
<i>Rhinolophus euryale</i> : <i>Rhinolophidae</i>	+	-	-	+	-	-	Avril 2008: T1 et T4, juin 2010: T1.
<i>Miniopterus schreibersii</i> : <i>Miniopteridae</i>	+	+	+	-	-	-	Avril, mai, septembre 2008, avril 2009, novembre 2009, avril 2010: T1. Avril 2009, novembre, avril 2010: T2. novembre 2008, mai 2009: T3. Août 2009: T4
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> : <i>Vespertilionidae</i>	+	+	+	-	-	-	Février-avril 2009: T1. Novembre 2008, mars, avril, septembre 2009: T2. Mars, mai, août 2009: T3.
<i>Tadarida teniotis</i> : <i>Molossidae</i>	+	-	-	+	-	-	Avril 2008: T1 et T4
<i>Myotis punicus</i> : <i>Molossidae</i>	-	-	+	-	-	-	Mars, mai, août 2009: T3
<i>Hypsugo savii</i> : <i>Vespertilionidae</i>	+	-	-	-	-	-	avril 2008: T1

Tableau 4.2: Liste des espèces observées dans la station 2:

Espèce	Tunnels Oued El Reha						Date et observation
Sans chauves-souris	-	-	-	-	-	-	18 février 2009. Présence du guano sec.

Tableau 4.3: Liste des espèces observées dans la station 3:

Espèce	La mine Tazitoune		Date et observation
	N°1	N°2	
<i>R. ferrumequinum:</i> <i>Rhinolophidae</i>	+	+	10 décembre 2009: mine N°1. 29 avril 2010: mine N°2
<i>M. punicus:</i> <i>Vespertilionidae</i>	+	+	10 décembre 2009: mine N°1. 29 avril 2010: mine N°2
<i>R. blasii:</i> <i>Rhinolophidae</i>	+		le 10 décembre 2009: probable

4.2.5. Détection ultrasonique

La technique d'expansion du temps garde virtuellement toutes les caractéristiques du signal original. Les tracés des cris de chauves-souris enregistrés ont permis l'identification des espèces suivantes:

Tableau 4.4 : Liste des espèces détectées par ultrasons dans la station 1:

Espèce	Ruisseau des Singes	Pont El Merdja	Date et observation
<i>R. ferrumequinum:</i> <i>Rhinolophidae</i>	+	+	6 mai 2009
<i>M. punicus:</i> <i>Vespertilionidae</i>	+	+	6 mai 2009
<i>P. kuhlii:</i> <i>Vespertilionidae</i>	+	+	6 mai 2009
<i>P. pipistrellus:</i> <i>Vespertilionidae</i>	-	+	6 mai 2009

La bioacoustique a révélé deux types d'émissions ultrasoniques:

- les émissions à fréquence constante et unique (FC), qui permettent la détection des proies de taille supérieure à la longueur du signal.
- les émissions de fréquences modulées et décroissantes (FM), qui permettent une localisation précise des proies, de leur distance et de leurs détails [8].

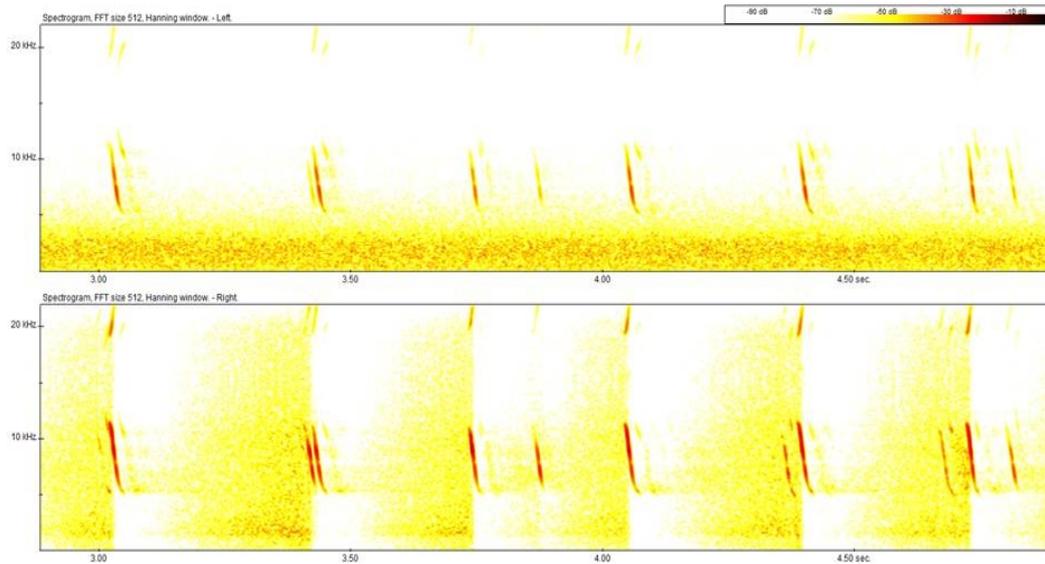


Figure 4.1: Spectrogramme de *Miniopterus schreibersii*.

La fréquence des cris du minioptère de Schreiber est modulée puisqu'ils sont émis par la bouche. Elle peut moduler son cri selon l'ouverture de la bouche et la position de la langue (figure 4.1)

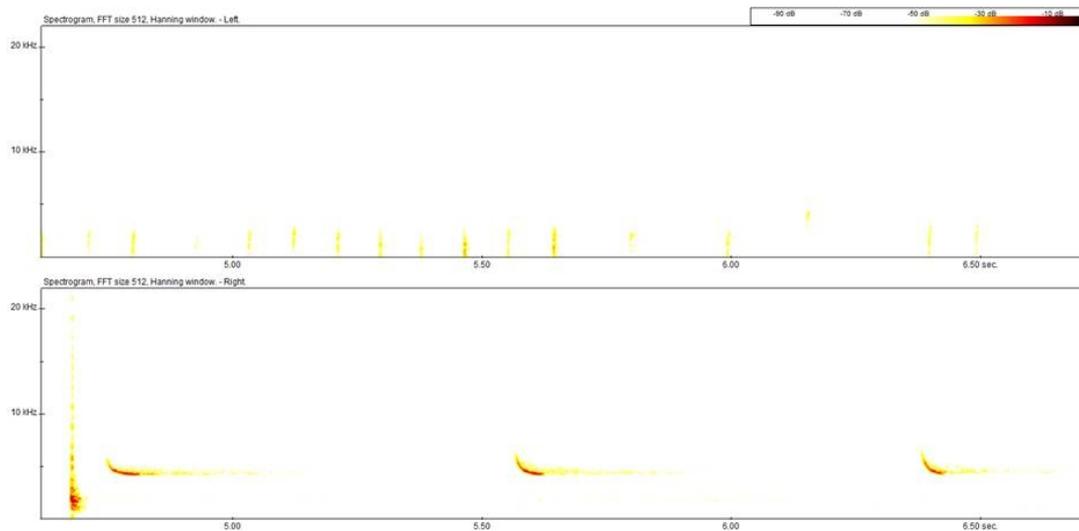


Figure 4.2: Spectrogramme de *Pipistrellus pipistrellus*.

La fréquence de *P. pipistrellus* est également modulée; les cris de la pipistrelle commune sont aussi émis par la bouche (figure 4.2).

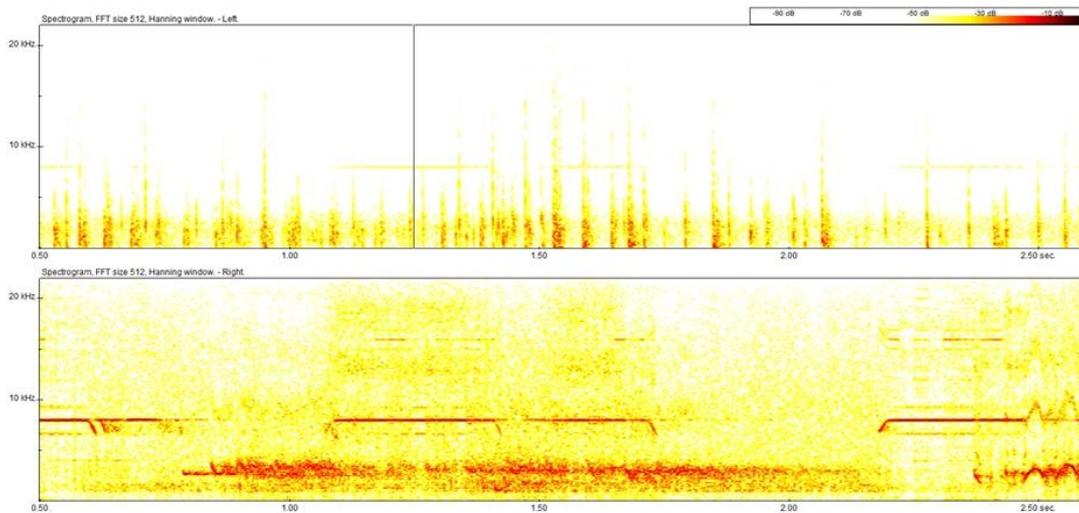


Figure 4.3: Spectrogramme de *Rhinolophus ferrumequinum*.

La fréquence est constante puisque les cris du grand rhinolophe sont émis par le nez (figure 4.3).

4.2.6. Géopositionnement des gîtes

Les coordonnées géographiques des différentes stations sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau 4.5: Coordonnées géographiques des stations d'observation.

Station	Localisation	N	E	Altitude (m)
Station 1: Oued El Merdja	Tunnel T1	36° 22' 46,9"	2° 46' 13,5"	327
	Tunnel T2	36° 21' 39,9"	2° 45' 57,1"	327
	Tunnel T3	36° 23' 32,8"	2° 45' 57,5"	295
	Tunnel T4	36° 22' 44,6"	2° 46' 15,5"	327
	Tunnel T5	36° 22' 17,6"	2° 46' 15,1"	333
	Maison la gare	36° 25' 05,6"	2° 45' 25,7"	277
	Ruisseau des singes	36° 45' 00,9"	2° 45' 45,6"	347
	Pont Oued El Merdja	36° 22' 33,5"	2° 46' 30,1"	317
Station 2 :	Oued El Reha 1	36° 19' 57,2''	2° 44' 22,7''	459
	Oued El Reha 2	36° 19' 52,3''	2° 44' 19,9''	461
	Oued El Reha 3	36° 19' 48,5''	2° 44' 16,6''	453
	Oued El Reha 4	36° 19' 48,5''	2° 44' 16,6''	453
Station 3: Mont Mouzaia	Tazitoune N°1	36° 20' 16,1"	2° 45' 18,1"	676
	Tazitoune N°2	36° 20' 13,7"	2° 45' 10,3"	692

Les points obtenus par GPS sont projetés sur 2 types de cartes, celle de Google en 3D et celle de l'ArcGIS, afin d'établir une carte de répartition de nos espèces de chiroptères (figure 3.1; 4.4)

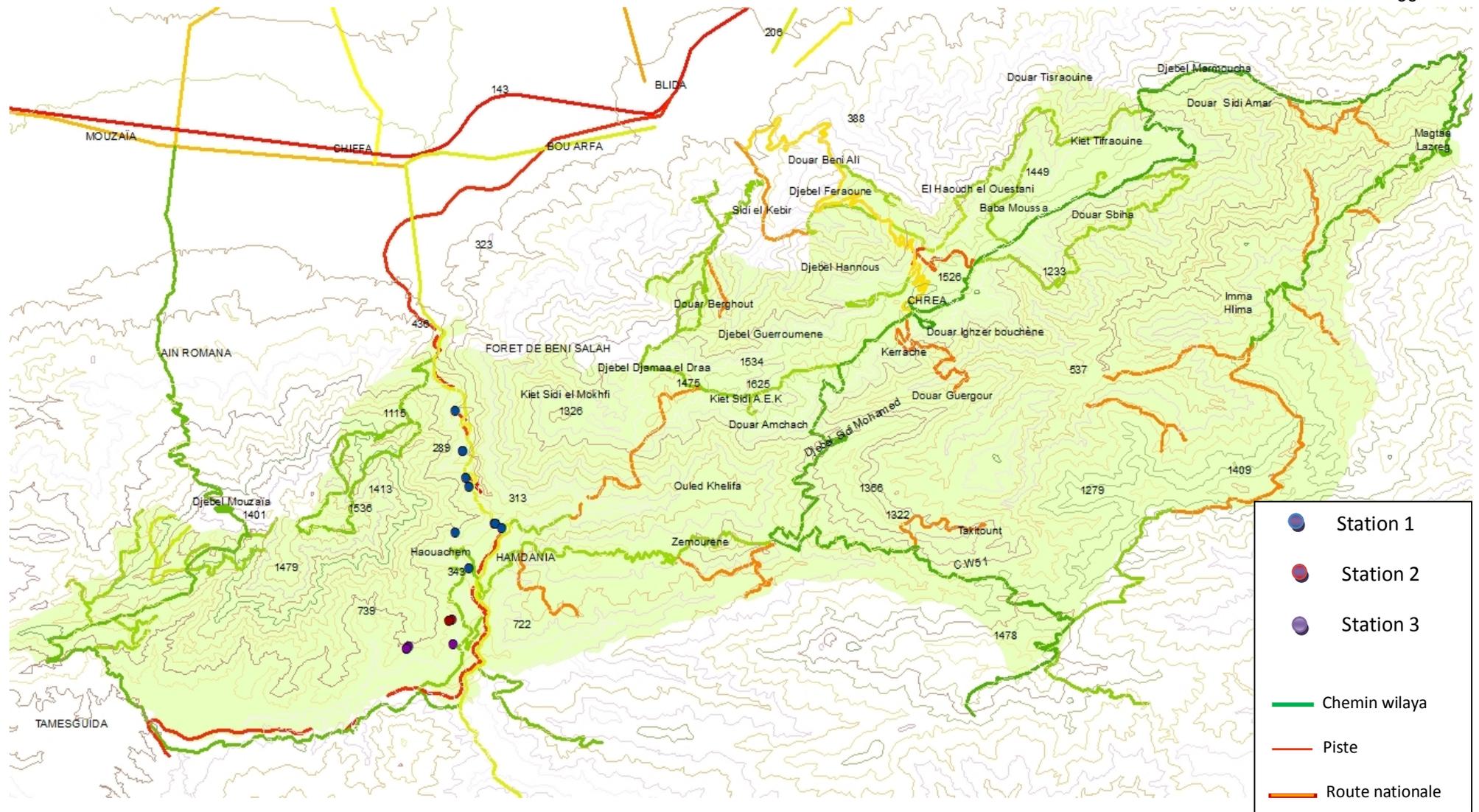


Figure 4.4: Carte ArcGIS de répartition des stations d'observation

4.2.7. Description des espèces

Les espèces que nous avons identifiées sont décrites chacune à part. Celles que nous avons capturées ont été photographiées et mesurées au pied à coulisse. Il nous a été impossible de capturer toutes les espèces; les unes ont été observées à distance et identifiées par le co-directeur de la thèse et les autres ont fait l'objet d'un enregistrement d'ultrasons.

4.2.7.1. Le grand Rhinolophe

- Nom scientifique: *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreiber, 1774)

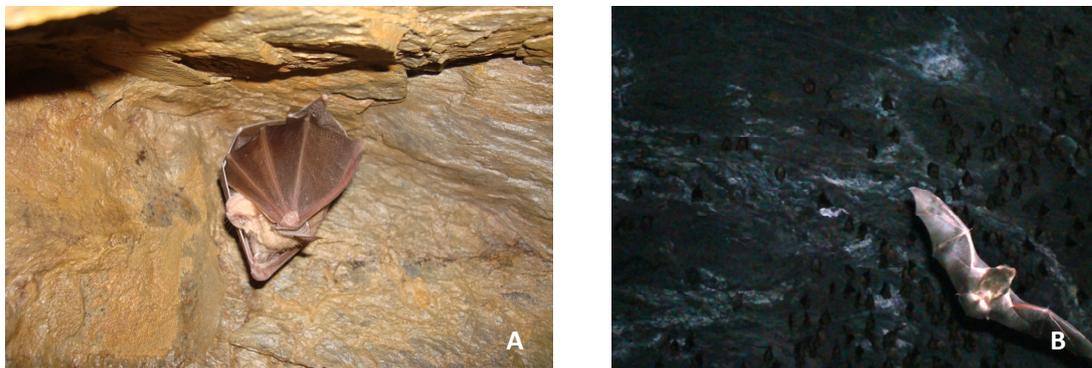


Figure 4.5: Un grand rhinolophe (A: perché au plafond du tunnel ; B: en vol).

-Identification biométrique: tête et corps : 57-71mm, queue: 35-43mm, avant-bras: 54-61mm, oreille: 20-26mm, envergure: 350-400 mm.

- Morphologie: C'est la plus grande espèce de *Rhinolophidae* rencontrée en Europe. Sa couleur est gris foncé avec du brun clair sur la face dorsale. Sur la face ventrale du blanc grisâtre au blanc pâle. La coloration des jeunes est un peu plus foncée. La fourrure est douce. Comme pour d'autres espèces de *Rhinolophidae*, cette chauve-souris est caractérisée par la forme de son nez en fer à cheval. L'extension supérieure du nez est courte et arrondie, il s'agit d'un élément de différenciation par rapport à d'autres chauves-souris en fer à cheval. Les oreilles sont bien développés et arrondies à la base et pointues. Elles n'ont pas de tragus mais possèdent l'antitragus. Les mâles sont légèrement plus petits que les femelles. Notre description s'est avérée similaire à celle de FRECHKOP S. [111] et SERRA-COBO [4].

- Distribution: Sa distribution mondiale ne couvre que les terres paléarctiques entre les parallèles 30 et 55.

Il peut être retrouvé dans la péninsule Ibérique ou bien au sud de l'Angleterre [4]; depuis le sud du Japon jusqu'en Espagne [111].

Dans la partie sud, on le trouve en Afrique du Nord, en Afghanistan au nord de l'Inde [4 et 111].

4.2.7.2. Le petit Rhinolophe

- Nom scientifique: *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)



Figure 4.6: Un petit rhinolophe (A: avant son lâcher ; B: dans le tunnel).

- Identification biométrique: Tête et corps: 37-45mm, Queue: 23-33mm, Avant-bras: 37-43mm, Oreille: 15-19mm, Envergure: 192-254mm.

- Morphologie: C'est la plus petite espèce de *Rhinolophidae* rencontrée en Europe. Sa coloration est brune. La région ventrale est plus claire, tandis que la région dorsale est brun foncé. Les jeunes sont plus nuancés de gris. Comme pour les autres espèces, les feuilles nasales sont très caractéristiques. Dans ce cas, le fer à cheval est relativement important avec le sommet arrondi. Les oreilles sont en forme de cloche et pointues. Lorsqu'elle est pliée vers l'avant, elle dépasse de 3 à 5mm la pointe du museau. L'une des caractéristiques de cette espèce est le degré de revêtement du patagium qui ne s'enferme pas entièrement par les ailes.

- Distribution: Sa distribution s'étend au continent Africain, en Europe et en Asie. On peut la trouver beaucoup plus dans la moitié nord de l'Afrique. Elle est abondante sur la côte méditerranéenne de l'Algérie. En Asie, la limite est située au Pakistan, et de là à la côte atlantique de l'Europe. Elle est assez distribuée mais ne peut atteindre les latitudes plus élevées qu'en Pologne. Nous pouvons également la rencontrer dans les îles Britanniques. En Espagne, elle a une large répartition qui couvre presque tout le territoire [4 et 111].

4.2.7.3. Le Rhinolophe euryale

- Nom scientifique: *Rhinolophus euryale* (Blasius, 1853)

Distribution: C'est une espèce circumméditerranéenne. Dans la partie européenne, elle ne dépasse pas les latitudes au dessus de la France et la Slovaquie. Les tronçons de l'Est à l'Iran. Sur le continent africain elle est distribuée sur la côte méditerranéenne depuis l'Égypte jusqu'au Maroc [4 et 111].

4.2.7.4. La pipistrelle commune

- Nom scientifique: *Pipistrellus pipistrellus* (Schreiber, 1774)

- Distribution: La pipistrelle commune est rencontrée au sud de l'Europe; la France, la Belgique et à la Péninsule Ibérique. Elle se retrouve également au nord du continent africain [4].

4.2.7.5. La pipistrelle de Kuhl

- Nom scientifique: *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1819)

- Distribution:

La distribution européenne de la pipistrelle de Kuhl comprend principalement la partie la plus méridionale du continent. On la trouve également dans la côte d'Afrique du Nord. Elle est très abondante dans les Baléares [4].

4.2.7.6. Le vespère de Savi

- Nom scientifique: *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837)

- Distribution:

En Europe, elle existe en Autriche, dans les îles Baléares et en Catalogne [4].

4.2.7.7. Le minioptère de Schreiber

- Nom scientifique: *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1819)



Figure 4.7: Un minioptère de Schreiber capturé.

- Identification biométrique: tête et corps: 50-62mm, queue: 56-64mm, avant-bras: 45-48mm, oreille: 10-14mm, envergure: 305-342mm,

- Morphologie: Elle est de taille moyenne. Elle est facile à reconnaître avec ses caractéristiques arrondis, la tête entière. Elle montre un comportement tout à fait tranquille. Sa couleur est gris-brun, beaucoup plus clair dans la partie ventrale que dorsale. La fourrure du dos est longue et très serrée par rapport à celle de la tête et du cou. Les jeunes sont plus gris que les adultes. Le museau est court et peut-être légèrement rosé. Le reste de la tête est également très spéciale avec la forme du crâne et le front haut. Les oreilles sont séparés, assez petites et sont de forme triangulaire. La queue est complètement recouverte par l'uropatagium et dépasse la longueur du corps de l'animal. Le patagium inséré au-dessus de la cheville s'étend vers les doigts donnant lieu à des ailes étroites et longues et qui permettent à l'espèce de profiter d'un vol très rapide.

-Distribution: Le minioptère de Schreiber est distribué dans la plupart des continents de l'Europe, dans les pays proches de la Méditerranée et en Afrique du Nord [4].

4.2.7.8. Le molosse de Cestoni

- Nom scientifique: *Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814)

- Distribution: Ses populations sont distribuées autour des deux rives de la Méditerranée. Elle est assez abondante dans les îles Baléares et la Catalogne [4].

4.2.7.9. Le murin du Maghreb

- Nom scientifique: *Myotis punicus*



Figure 4.8: Un murin du Maghreb capturé.

- Identification biométrique: tête + corps : 65 à 80mm, avant-bras : 51,8 à 66mm, queue : 24mm, envergure : 35 à 43cm, oreille : 17mm

- Morphologie : Il s'agit de l'une des plus grandes chauves-souris d'Europe. Le pelage dorsal de l'adulte est gris brun, contrastant nettement avec le ventre blanchâtre. Le museau massif est brun, nuancé de rose. Les oreilles sont très grandes et sont nettement visibles même en vol. En France, le Grand Murin peut-être confondu avec ces deux espèces jumelles : le Petit Murin (*Myotis blythii*) et le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*). Ce sont les seules chauves-souris de cette taille qui possèdent un pelage aussi contrasté, blanc sur le ventre et marron clair sur le dos.

- Distribution: Le murin du Maghreb se trouve en Afrique du nord ; Algérie, Lybie, Malte, Maroc, Tunisie et aussi en France. La répartition de l'espèce reste cependant à préciser du fait des confusions possibles avec ses 2 espèces jumelles [4].

4.2.7.10. Le Rhinolophe de Blasius

- Nom scientifique: *Rhinolophus blasii*

-Distribution: Cette espèce habite le sud de l'Europe [13]. On la trouve dans le Caucase, en Afghanistan, en Afrique, dans les Balkans, en Grèce et en Bulgarie [114].

4.3. Dynamique des colonies des tunnels de la Chiffa

4.3.1. Données environnementales

4.3.1.1. Distribution des individus de chauves-souris dans chacun des 5 tunnels

Tableaux 4.6: Distribution des chauves-souris, observées dans les 5 tunnels, par l'indice de l'asymétrie.

Tunnel	EchtlIn	Moyenne	Variance	Minimum	Maximum	Stnd.skewness
T1	16	304,31	46537,4	25,0	860,0	2,19
T2	16	105,68	13077,4	0,0	346,0	<u>1,60</u>
T3	16	353,93	102322,0	13,0	923,0	<u>0,67</u>
T4	16	3,625	18,38	0,0	14,0	2,28
T5	16	17,65	36,38	10,0	29,0	<u>1,12</u>
Total	80	157,04	55452,9	0,0	923,0	6,48

D'après l'indice de l'asymétrie obtenu: Stnd skewness est compris dans $[-2, +2]$; la distribution du nombre d'individus dans l'année suit une distribution normale pour les tunnels T2, T3, T5; pour le tunnel T1 Stnd skewness = 2,19 elle est presque normale et pour le T4, Stnd Skewness = 2,28; elle est à la limite de la normalité (tableau 4.6).

4.3.1.2. Variation temporelle du nombre d'individus dans chacun des 5 tunnels

Le test Kruskal-Wallis a donné les valeurs $W=51,1$, ce qui correspond à une p-value= $2,12 \times 10^{-10}$. Donc la différence est très significative avec une probabilité inférieure à 5% ($p < 0,05$)

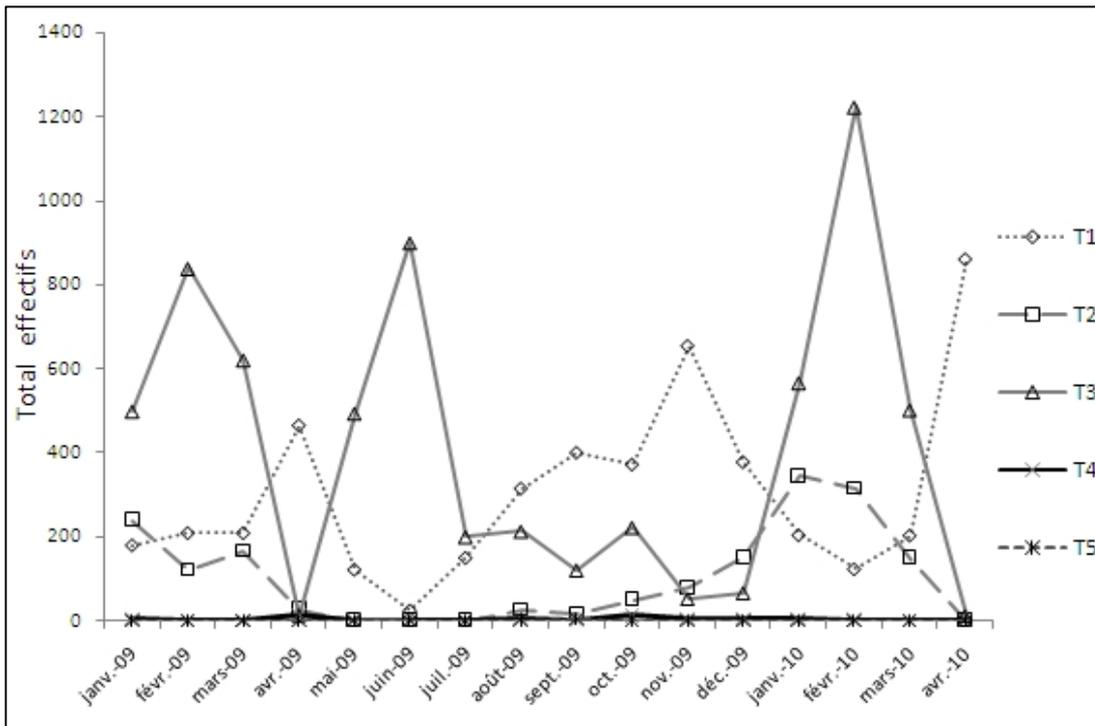


Figure 4.9: Variation temporelle du nombre d'individus dans chacun des 5 tunnels (T1: tunnel T1, T2: tunnel T2, T3: tunnel T3, T4: tunnel T4, T5: tunnel T5).

Le tunnel T3 (situé entre le T1 et le T2) s'est montré le plus riche en nombre d'individus spécialement pendant les saisons hivernales 2009 et 2010 où nous avons observé 840 et 1224 individus et pendant le mois de juin où ont été enregistrés environs 900 chauves-souris. Le tunnel T1 est le deuxième le plus fréquenté après le T3 avec lequel l'occupation est opposée; le nombre d'individus réfugiés au T1 a tendance à diminuer quand le nombre de chauves-souris du T3 augmente. L'occupation du tunnel T2 est moins importante que celle du T3 et T1. Le nombre maximum d'individus fréquentant le tunnel T2 en hivers est de 350 chauves-souris ; nous les avons observés en janvier 2010 (figure 4.9). Les tunnels T4 et T5 sont occupés par un nombre réduit de chiroptères. Ces derniers sont les tunnels les plus petits (400 et 300m).

4.3.1.2. Variation temporelle des différentes espèces de chiroptères dans les 5 tunnels

La comparaison de la variation temporelle des principales espèces, dans les 5 tunnels de la station 1 pendant la période d'étude, est représentée à travers le graphe suivant.

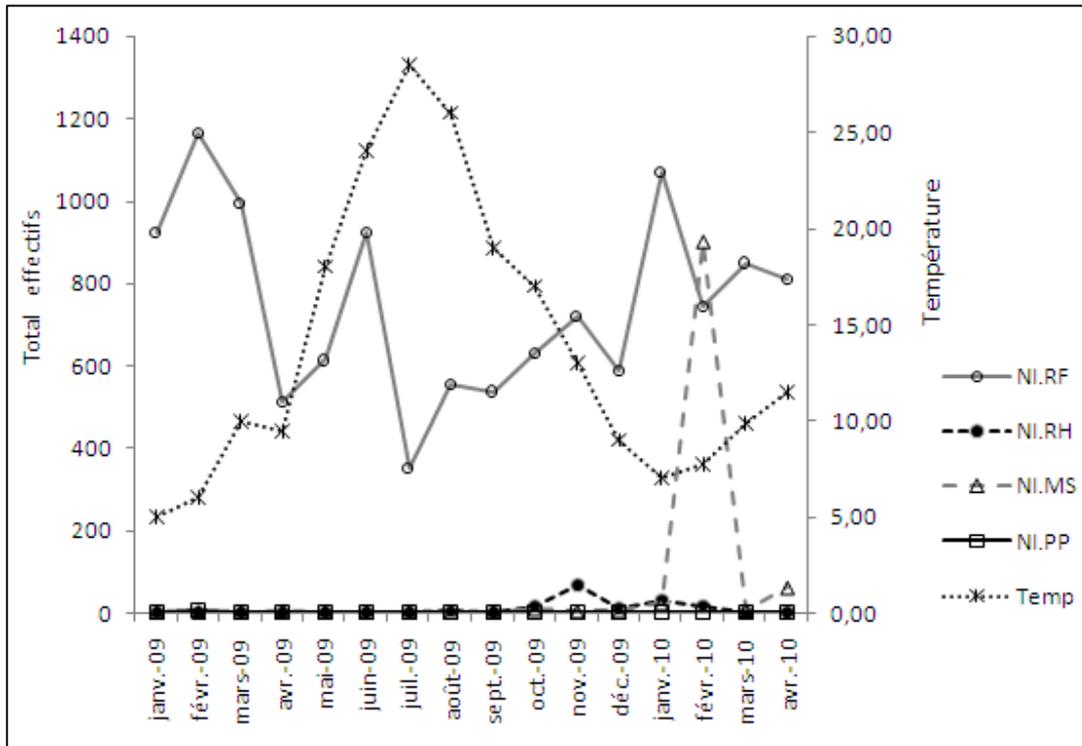


Figure 4.10: Variation temporelle des différentes espèces de chiroptères dans les 5 tunnels (NIR.F: nombre d'individus de *Rhinolophus ferrumequinum*, NIR.H: nombre d'individus de *R. hipposideros*, NIM.S: nombre d'individus de *M. schreibersii*, NIP.P: nombre d'individus de *P. pipistrellus*, Temp: température).

La colonie du grand rhinolophe a marqué 2 pics: elle a dépassé 1100 individus en janvier 2009 et 1070 en janvier 2010. Quelques individus isolés du minioptère de Schreiber ont été retrouvés jusqu'au mois de février 2010 où 900 individus ont été enregistrés. Le petit rhinolophe existe toute l'année avec quelques individus sauf le mois de novembre pendant lequel 68 individus ont été comptés. La pipistrelle commune est peu abondante, au maximum 10 individus ont été retrouvés le mois de février 2009 (figure 4.10).

4.3.1.3. Dépendances des températures internes et externes aux 5 tunnels

Le coefficient de corrélation est $r=0,93$ avec une probabilité $p<0.0001$.

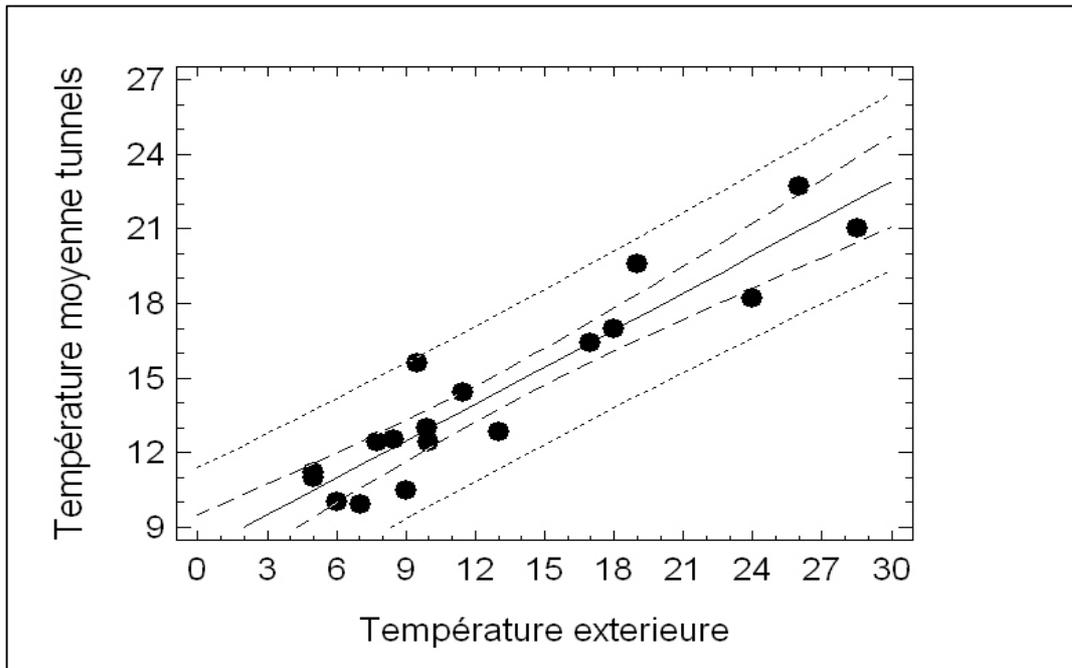


Figure 4.11: Corrélation des températures des tunnels avec les températures extérieures avec la déviation standard et l'intervalle de confiance de 95%.

C'est une corrélation très significative entre la température extérieure et celles des tunnels. Ce qui veut dire que la température des tunnels est dépendante de celle de l'extérieur. Aussi l'écart de la température va de 6°C le mois de février à 25°C les mois de juillet, août et septembre (figure 4.11).

4.3.1.3.1. Comparaison des tunnels pendant la période froide

Les températures enregistrées dans les tunnels et les températures extérieures, pendant la période froide de novembre à avril, sont comparées dans le tableau suivant:

Tableau 4.7: Comparaison des 5 tunnels pendant la période froide.

Tunnel	Moyenne	Déviat. standard	Minimum	Maximum
T1	11,90	<u>1,52</u>	10,0	14,5
T2	11,04	<u>2,61</u>	6,0	17,0
T3	11,17	<u>1,74</u>	8,0	13,0
T4	12,90	<u>2,11</u>	10,0	17,0
T5	13,70	<u>1,93</u>	10,5	17,0

Les variables suivent une distribution normale (tableau 4.7) donc nous pouvons faire une analyse de la variance pour tester s'il y a différences significatives entre les températures enregistrées dans les tunnels.

Tableau 4.8: Analyse de la variance.

Facteur	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des écarts	F-ratio	Probabilité
Variables inter	62,55	4	15,63	<u>4,23</u>	<u>0,008</u>
Variables intra	224,87	55	4,08	-	-
Total standard	287,42	59	-	-	-

L'analyse de la variance nous donne une valeur de $F=4,23$ ce qui correspond à une probabilité d'erreur de $P<0,01$. Donc il y a différences significatives entre les températures qu'ont les tunnels pendant la période froide (novembre-avril). Pour être plus sûr de la signification puisque la taille de l'échantillonnage est petite nous avons testé les données avec le test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Le résultat a été $W=15,13$, ce qui correspond une $p<0,005$. Le test de Kruskal-Wallis confirme qu'il y a des différences significatives entre les températures des tunnels (tableau 4.8).

Tableau 4.9: Test de Scheffe.

Tunnel	Moyenne	Groupes homogènes
T1	11,90	XX
T2	11,04	XX
T3	11,17	X
T4	12,90	XX
T5	13,70	X

X: 1^{er} groupe ; **XX**: 2^{ème} groupe

D'après le test de Scheffe il y a différences significatives ($p < 0,05$) entre les tunnels T3 et T5 pendant la période froide (tableau 4.9).

4.3.1. 3.2. Comparaison des tunnels pendant la période chaude

Les températures enregistrées dans les tunnels et les températures extérieures, pendant la période chaude de mai à octobre, sont comparées dans le tableau suivant:

Tableau 4.10: Comparaison des 5 tunnels pendant la période chaude.

Tunnel	Moyenne	Déviat. standard	Minimum	Maximum
T1	18,75	<u>1,47</u>	17,0	20,5
T2	18,0	<u>3,90</u>	14,0	25,0
T3	17,5	<u>1,51</u>	15,0	19,0
T4	18,5	<u>4,92</u>	13,0	24,0
T5	23,0	<u>2,90</u>	18,0	25,0

Les variables suivent une distribution normale (tableau 4.10). Nous testons s'il y a différences entre elles à partir de l'analyse de la variance.

Tableau 4.11: Analyse de la variance.

Facteur	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des écarts	F-ratio	Probabilité
Variables inter	116,7	4	29,17	<u>2,79</u>	<u>0,048</u>
Variables intra	261,87	25	10,47		
Total standard	378,75	29			

La valeur de $F = 2,79$, ce qui correspond à une $p < 0,05$. Comme le résultat est à la limite de la signification et l'échantillonnage est très faible nous testons les données avec le test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Le résultat nous confirme qu'il n'y a pas des différences significatives entre les températures des tunnels pendant la période chaude ($W=8,53$, $p > 0,05$) (tableau 4.11).

4.3.1.4. Comparaisons de la distribution des différentes espèces

4.3.1.4.1. Variation annuelle des effectifs de *R. ferrumequinum* dans les 5 tunnels

La corrélation entre la température extérieure et les effectifs du grand rhinolophe sont représentées à travers le graphe suivant:

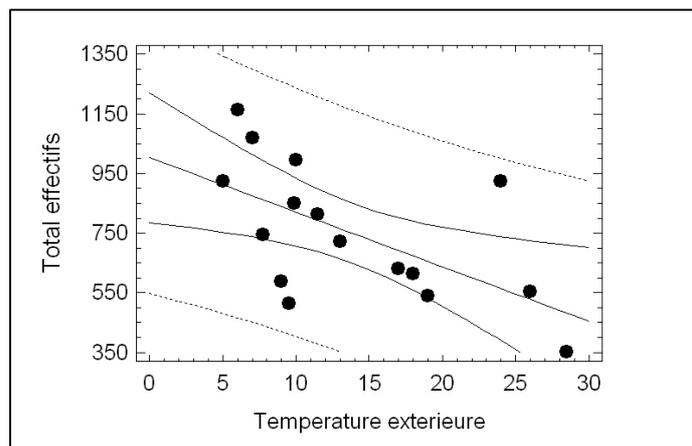


Figure 4.12: Corrélation entre la variation annuelle des températures extérieures et la variation des effectifs de *Rhinolophus ferrumequinum*

Il existe une forte corrélation négative entre le nombre de chauves-souris et la température extérieure ($r=-0,60$, $p<0,01$). Les effectifs de la colonie du grand rhinolophe augmentent avec la baisse de la température (figure 4.12).

Tableau 4.12: Variation du nombre d'individus du grand rhinolophe dans les 5 tunnels.

Tunnel	Moyenne	Déviat. standard	Minimum	Maximum
T1	303,11	189,49	25,0	800,0
T2	135,72	147,93	0,0	500,0
T3	359,89	271,23	12,0	900,0
T4	2,83	3,46	0,0	13,0
T5	0,33	1,02	0,0	4,0

Les données ne suivent pas une distribution normale (tableau 4.12). Nous utilisons le test de Kruskal-Wallis. Le résultat de ce dernier nous confirme qu'il y a des différences significatives entre le nombre de *Rhinolophus ferrumequinum* réfugié dans les tunnels pendant la période froide ($W=63,17$, $p<0,001$).

4.3.1.4.2. Variation annuelle des effectifs de *R. hipposideros* dans les différents tunnels

La variation des effectifs du petit rhinolophe est comparée, dans les 5 tunnels, à travers les tableaux suivants:

Tableau 4.13: Variation du nombre d'individus du petit rhinolophe dans les 5 tunnels.

Tunnel	Moyenne	Déviat. Standard	Minimum	Maximum
T1	3,31	12,45	0,0	50,0
T2	4,37	8,30	0,0	30,0
T3	0,5	1,09	0,0	4,0
T4	1,18	2,07	0,0	8,0
T5	0,12	0,34	0,0	1,0

Les distributions des variables ne suivent pas une distribution normale (tableau 4.13). Ainsi donc, nous nous servons du test non paramétrique de Kruskal Wallis pour savoir s'il y a des différences significatives entre les effectifs de *R. hipposideros* réfugiés dans les tunnels.

- Test de Kruskal-Wallis

Le test nous donne une valeur $w=5,89$ avec une probabilité associée de $p<0,01$. Il existe des différences significatives entre le nombre d'individus du petit rhinolophe qui se réfugient dans chaque tunnel.

- Corrélation

Coefficient de corrélation $r=0,16$; il s'approche du zéro donc il n'y a pas de corrélation entre le nombre d'individus du petit rhinolophe dans les différents tunnels et la température.

4.3.1.4.3. Variation annuelle des effectifs de *M. schreibersii* dans les différents tunnels

La variation annuelle du minioptère de Schreiber est testée par le Kruskal-Wallis puisque la distribution des individus n'obéit pas à la normalité.

Tableau 4.14: Variation du nombre d'individus du minioptère de Schreiber dans les 5 tunnels.

Tunnel	Moyenne	Déviat. Standard	Minimum	Maximum
T1	4,43	14,85	0,0	60,0
T2	1,56	3,91	0,0	15,0
T3	57,37	224	0,0	900,0
T4	0,06	0,25	0,0	1,0

Les distributions des variables ne suivent pas une distribution normale (tableau 4.14). Ainsi donc, nous nous servons du test non paramétrique de Kruskal Wallis pour savoir s'il y a des différences significatives entre les effectifs de *M. schreibersii* réfugiés dans les tunnels.

- Test de Kruskal Wallis

Le test nous donne une valeur $w=14,31$ avec une probabilité associée de $p=0,002$. Il existe des différences significatives entre le nombre d'individus qui se réfugient dans chaque tunnel.

- Corrélation

Le coefficient de corrélation est $r=-0,23$; il n'y a pas de corrélation entre le nombre de minioptère de Schreiber et la température.

4.3.1.4.4. Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe dans le tunnel T1

Les liens entre la variation du grand rhinolophe et la température sont représentés dans le graphe:

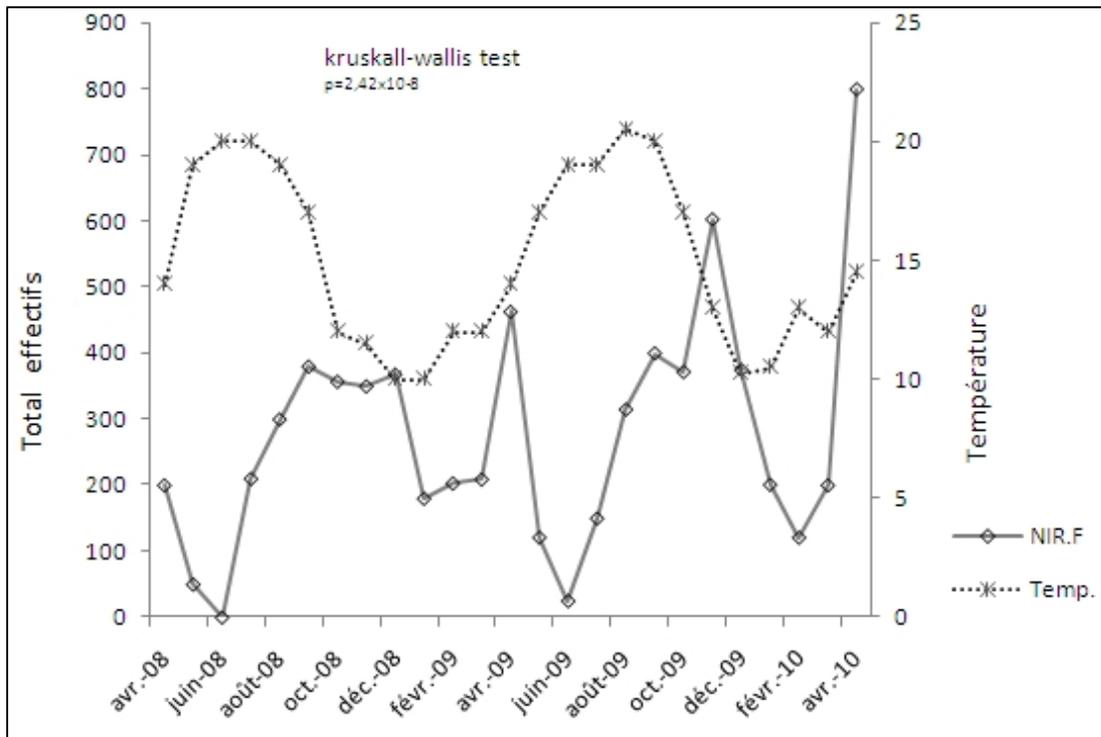


Figure 4.13: Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe dans le tunnel T1 (NIR.F: nombre d'individus du grand rhinolophe, T°: température).

A l'intérieur du tunnel T1 les effectifs de la colonie diminuent nettement les mois de juin 2008 et 2009 quand la température augmente. Le mois d'avril on observe une croissance avant la chute du mois de juin (figure 4.13).

4.3.1.4.5. Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la pipistrelle commune dans le tunnel T1

Les liens entre la variation du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la pipistrelle commune et la température sont représentés dans le graphe:

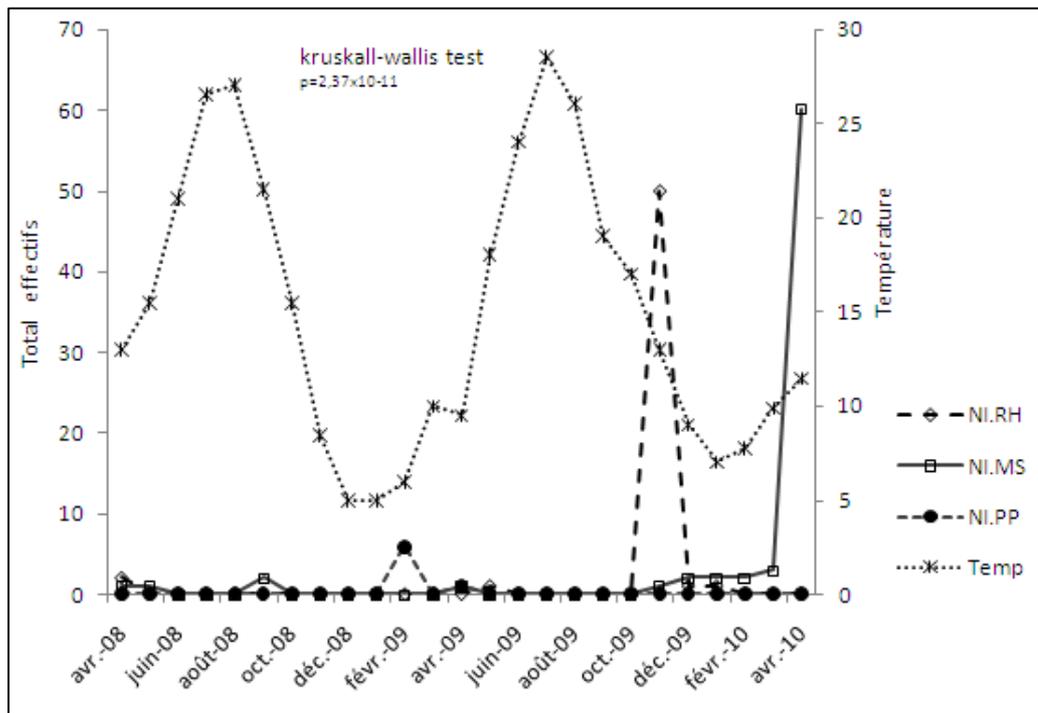


Figure 4.14: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la pipistrelle commune dans le tunnel T1 (NIR.H: nombre d'individus de *R. hipposideros*, NIM.S: nombre d'individus de *M. schreibersii*, NIP.P: nombre d'individus de *P. pipistrellus*, T°: température).

Le nombre des individus des 3 espèces est réduit. Le maximum d'effectifs enregistrés est de 60 pour le minioptère le mois d'avril 2010, 50 pour le petit rhinolophe le mois de novembre 2009 et 5 pour la pipistrelle le mois de février 2009 (figure 4.14).

4.3.1.4.6. Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe dans le tunnel T2

Les liens entre la variation du grand rhinolophe et la température sont testés par une représentation graphique.

Le nombre des individus des 3 espèces est réduit. Le maximum d'ef

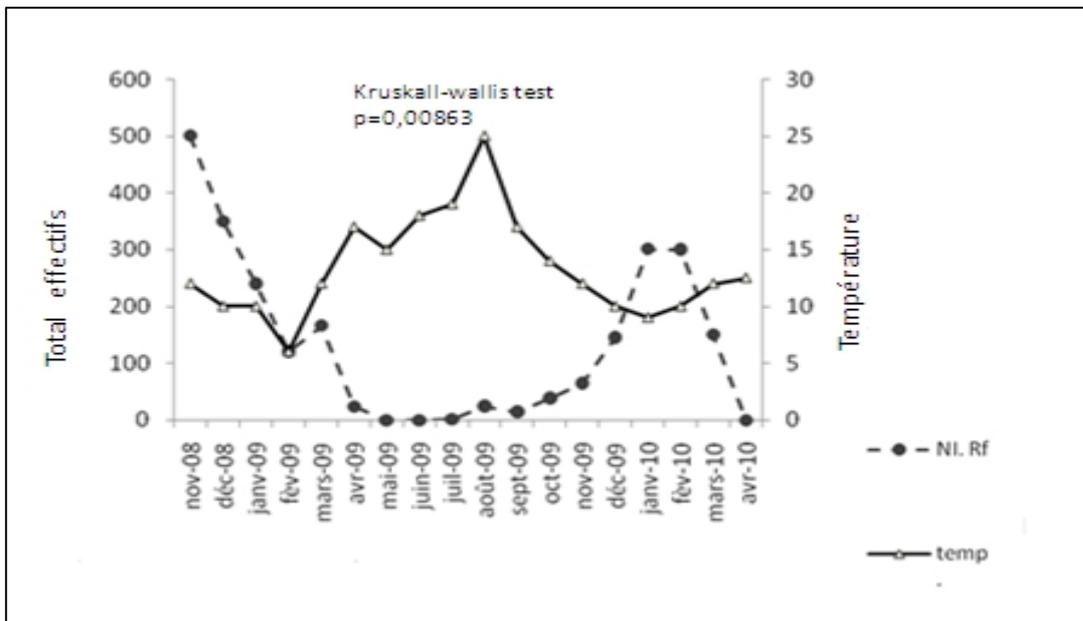


Figure 4.15: Variation annuelle des effectifs de *R. ferrumequinum* dans le tunnel T2 (NI.R.F: nombre d'individus de *R. ferrumequinum*, temp: température).

Le nombre d'individus diminue nettement vers le mois d'avril et pendant l'été des 2 années (figure 4.15).

4.3.1.4.7. Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, le minioptère de Schreiber et la pipistrelle commune dans le tunnel T2

Les liens entre la variation du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la pipistrelle commune et la température sont testés par une représentation graphique.

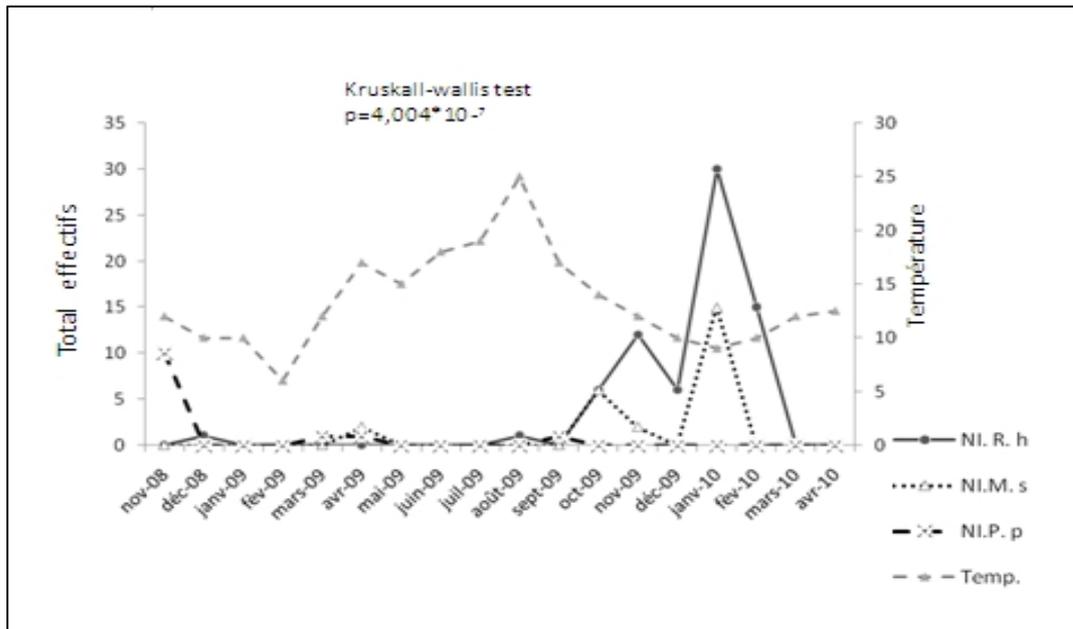


Figure 4.16: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la pipistrelle commune dans le tunnel T2 (NIR.H: nombre d'individus de *R. hipposideros*, NIM.S: nombre d'individus de *M. schreibersii*, NIP.P: nombre d'individus de *P. pipistrellus*, temp: température).

Les 3 espèces se présentent en nombres relativement faible les années 2008 et 2009. Pendant l'hiver 2010, le minioptère et le petit rhinolophe augmente d'effectifs qui a atteint le mois de janvier, respectivement, 10 et 30 (figure 4.16).

4.3.1.4.8. Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe, le minioptère de Schreiber dans le tunnel T3

Les liens entre la variation du grand rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la température sont représentés dans le graphe:

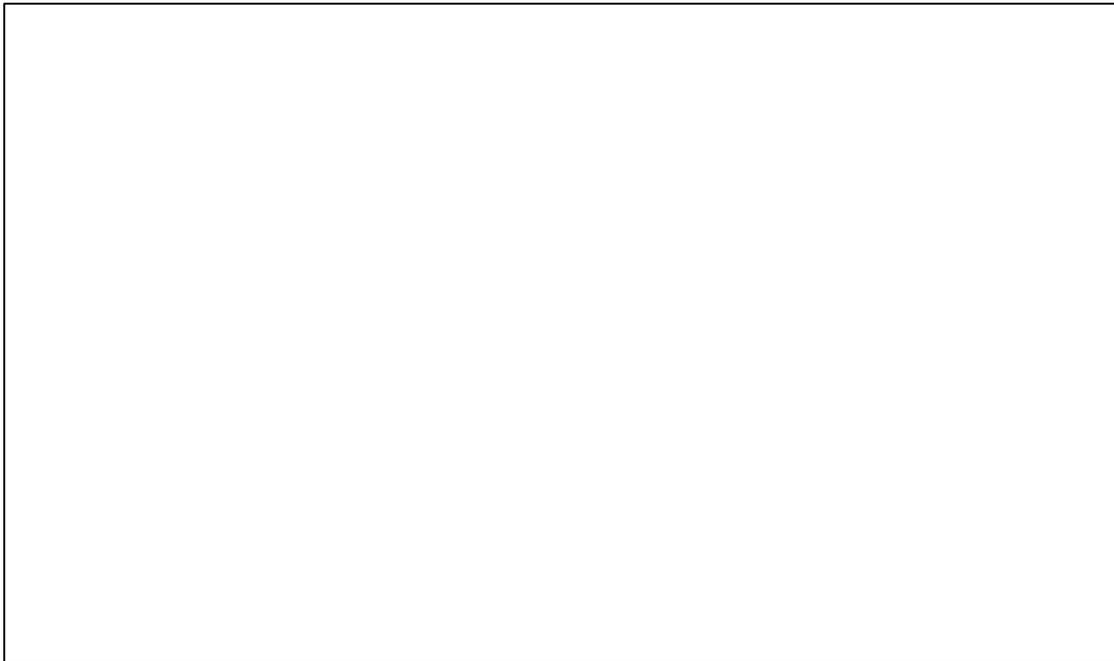


Figure 4.17: Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe et du minioptère de Schreiber dans le tunnel T3 (NIR.F: nombre d'individus de *R. ferrumequinum*, NIM.S: nombre d'individus de *M. schreibersii*, temp: température).

Dans le tunnel T3, les effectifs du grand rhinolophe augmentent lorsque la température est en baisse. Pour le minioptère quelques individus ont été enregistré jusqu'au mois de février 2010 où on a compté plus de 800 individus (figure 4.17).

4.3.1.4.9. Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et du murin du Maghreb dans le tunnel T3

Les liens entre la variation du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber, du murin du Maghreb et la température sont représentés dans le graphe:

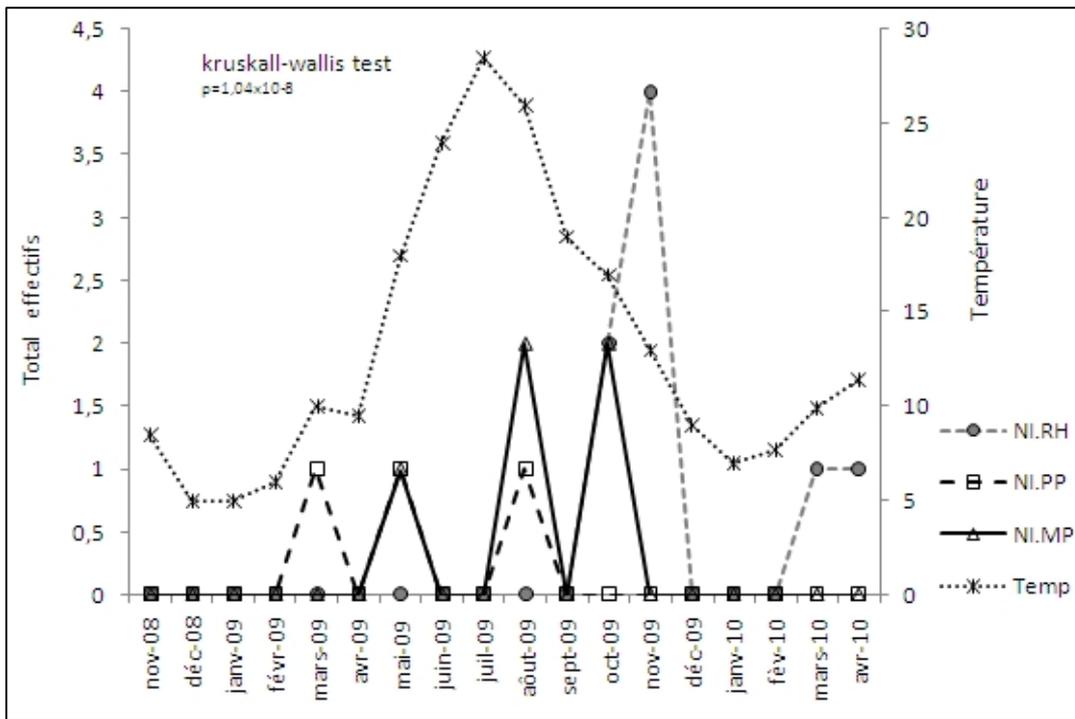


Figure 4.18: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, de la pipistrelle commune et du murin du Maghreb dans le tunnel T3 (NIR.H: nombre d'individus de *R. hipposideros*, NIP.P: nombre d'individus de *P. pipistrellus*, t: température).

Les quelques individus des 3 espèces sont comptés l'hiver 2009 et le printemps 2010 (figure 4.18).

4.3.1.4.10. Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et du murin du Maghreb dans le tunnel T4

Les liens entre la variation du petit rhinolophe, du minioptère de Schreiber et de la pipistrelle commune et la température sont représentés dans le graphe:

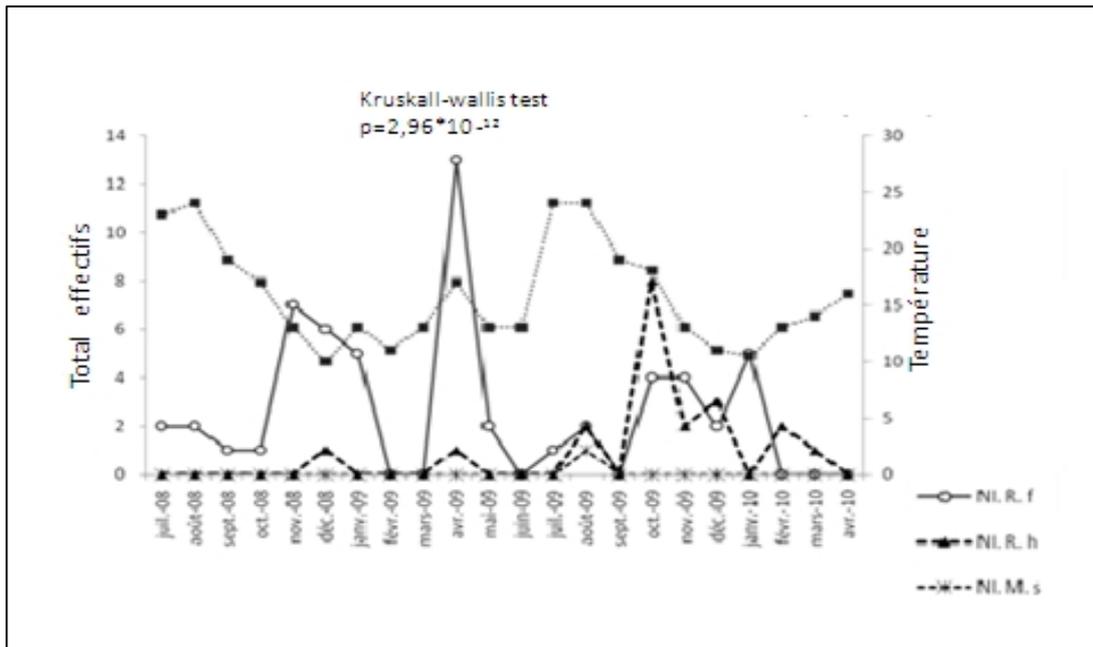


Figure 4.19: Variation annuelle des effectifs du grand rhinolophe, du petit rhinolophe et du minioptère de Schreiber dans le tunnel T4 (NIR.F: nombre d'individus de *R. ferrumequinum*, NIR.H: nombre d'individus de *R. hipposideros*, NIM.S: nombre d'individus de *M. schreibersii*, temp: température).

Quelques individus des 3 espèces ont été enregistrés pendant toutes les saisons. Le maximum est de 13 individus le mois d'avril 2009 pour le grand rhinolophe, 7 le mois d'octobre pour le petit rhinolophe et 1 individu le mois d'août pour le minioptère de Schreiber (figure 4.19).

4.3.1.4.11. Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe et du grand rhinolophe dans le tunnel T5

Les liens entre la variation du petit rhinolophe, du grand rhinolophe et la température sont représentés dans le graphe:

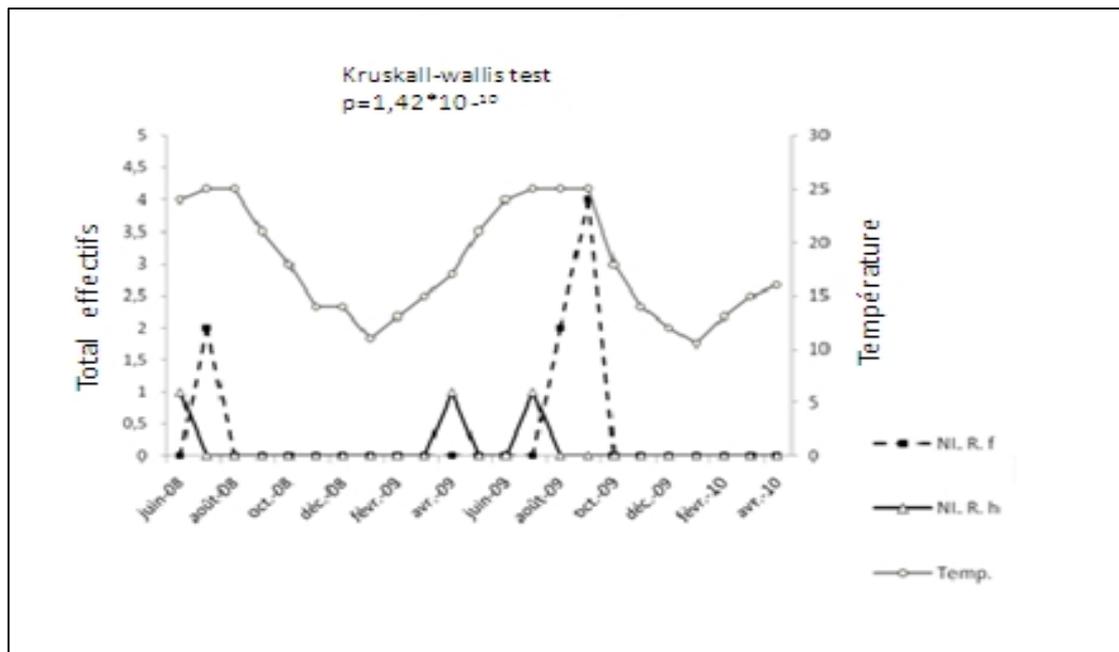


Figure 4.20: Variation annuelle des effectifs du petit rhinolophe et du grand rhinolophe dans le tunnel T5 (NIR.F: nombre d'individus de *R. ferrumequinum*, NIR.H: nombre d'individus de *R. hipposideros*, Temp: température).

Les 2 espèces ont été retrouvées en juin et août 2008, le petit rhinolophe en avril et juillet 2009 et le grand rhinolophe en août et septembre 2009. Le maximum enregistré est de 4 individus pour le grand et de 1 pour le petit rhinolophe (figure 4.20).

4.4. Déplacements des individus entre les différents refuges

Les individus de chiroptères bagués et recapturés pendant la période d'étude entre les différents tunnels sont les suivants:

Station 1. Tunnel T1:

-Un grand rhinolophe mâle, bagué en mai 2008 dans le tunnel T1, a été recapturé le début de mai 2009 dans le même tunnel T1.

- Un autre mâle de la même espèce bagué en mai 2008 dans le tunnel T1, a été recapturé à la fin de mai 2009 au T1.

-Une femelle de grand rhinolophe, bagué le début de mai 2009 dans le tunnel T3, a été recpturée la fin de mai 2009 au tunnel T1.

-Un grand rhinolophe mâle, bagué en mai 2008 dans le tunnel T1, a été recapturé le début février 2009 au même tunnel.

Station 1. Tunnel T2 :

-Auncune recapture n'a été enregistrée.

Station 1. Tunnel T3 :

-Un grand rhinolophe mâle, bagué en mai 2008 dans le tunnel T1, a été recapturé la fin de décembre 2008 au T3.

Station 1. Tunnel T4 :

-Un grand rhinolophe mâle, bagué en mai 2008 dans le tunnel T1, a été recapturé le début juin 2008 au T4.

CHAPITRE 5

DISCUSSION

Le parc national de Chr ea offre une consid erable vari et  de paysages grâce à sa diverse géomorphologie. Les contrastes entre versants, les différences d'altitudes dans des courts parcours, la présence d'oueds ainsi que quelques lacs offrent à la faune et à la flore une riche vari et  de conditions environnementales pour y vivre. Cette richesse permet l'existence d'une biodiversité élevée dans laquelle les espèces de chauves-souris y sont bien représentées. Ce qui explique que nous ayons trouvé, au cours de notre étude, dix espèces différentes représentant les 56% de toutes les espèces citées jusqu'à présent au nord de l'Algérie [115]. Ces espèces appartiennent aux quatre familles de chauves-souris qui habitent au nord algérien. Nous avons trouvé 4 espèces de *Vespertilionidae* (représentant les 45% des *Vespertilionidae* du nord Algérien), les 4 espèces de *Rhinolophidae* de l'Algérie et les familles monospécifiques des *Miniopteridae* et des *Molossidae*. Les données obtenues confirment que la faune chiroptérologique du parc national de Chr ea est représentative de celle du nord algérien.

Le nombre d'espèces du parc national s'av rerait beaucoup plus important, par rapport à la faune chiroptérologique du nord algérien, si le territoire était exploré dans sa totalité. En raison des conditions d'accessibilité au terrain et du temps consacré à cette recherche, nous n'avons pas eu la possibilité d'explorer d'autres sites susceptibles de constituer des refuges pour ces mammifères. Il ne faut pas oublier que les chauves-souris changent de refuges selon leur cycle biologique annuel [28] et que leurs abris ne sont pas toujours faciles à trouver, particulièrement ceux des espèces forestières.

En effet, il s'est avéré difficile et dès le départ, d'entamer cet exercice sur le terrain, compte tenu des mœurs nocturnes caractérisant ces animaux.

D'autres facteurs ont aussi contribué dans la difficulté de notre étude:

D'une part, le manque de données au parc sur ce groupe de mammifères, donc il a fallu démarrer une recherche pionnière puisqu'il n'y avait pas d'informations bibliographiques précédentes. Il a été nécessaire de commencer, d'abords, pour trouver les refuges des chiroptères.

D'autre part le nombre très réduit de grottes au parc national, le substrat étant schisteux et non calcaire, nous a incité à chercher d'autres refuges susceptibles d'abriter ces animaux comme les tunnels désaffectés de la voie ferrée, les anciennes mines d'exploitation du fer, les habitations abandonnées et les forêts. Il faut dire que le relief et le couvert végétal avec sa densité favorisent la présence des espèces arboricoles et fissuricoles qui sont difficiles à trouver. Que ce soit les mines ou les forêts, ce sont deux milieux difficiles pour y mener des études chiroptérologiques.

A l'échelle mondiale, le groupe des chiroptères représentent les 20% des espèces de mammifères. Avec plus de 1150 espèces reparties, à travers la planète, les chauves-souris mènent des fonctions écologiques très importantes soit pour le control des populations d'insectes dont quelques une sont vectrices de maladies, soit pour la pollinisation de certaines plantes ou encore pour leur contribution à la reforestation dans les régions tropicales [3 et 6].

A l'échelle du parc national, ces animaux sont à préserver par le décret N°83-458. Compte tenu de leur importance écologique et du manque d'informations qu'on avait sur ce groupe, il était nécessaire d'aborder son étude au sein du parc national de Chréa.

Ainsi notre étude a été portée sur la diversité chiroptérologique, à travers toutes les stations explorées et sur la dynamique des colonies dans les cinq tunnels des Gorges de la Chiffa. Les méthodes d'inventaires adoptées, au cours de nos explorations au parc, nous ont révélé une diversité certaine dans l'ensemble des différents refuges étudiés.

Les résultats obtenus au niveau des tunnels des Gorges de la Chiffa ont mis en évidence l'importance chiroptérologique de cette station. Dix espèces de quatre familles de chauves-souris qui habitent au nord algérien ont été observées dans les tunnels (tableaux 4.1, 4.2, 4.3, 4.4). Il faut dire que la diversité d'espèces n'est pas la seule caractéristique des tunnels de la Chiffa, Cette

localité héberge en hiver l'une des plus grandes colonies de *Rhinolophus ferrumequinum* connue au nord de l'Afrique (environs 1150 individus). Cette découverte fait l'originalité de notre travail (figure 4.10).

Les tunnels hébergent des espèces troglodytes comme *Myotis punicus*, *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus euryale* et *Rhinolophus hipposideros* et d'autres espèces fissuricoles comme *Pipistrellus pipistrellus*, *Hypsugo savii* et *Tadarida teniotis*. Ces dernières habitent dans les crevasses des falaises des Gorges de la Chiffa et se réfugient occasionnellement dans les fissures des tunnels.

Le rhinolophe euryale, dont 1 individu a été capturé en avril 2008 et 2 autres en juin 2010, est une espèce largement répandue au Maghreb notamment en Algérie où elle fût capturée en 1912 par WEBER à Alger, en 1950 par BROSSET au Maroc, en 1960 par AELLEN et STRINATI en Tunisie et en 1980 par LATASTE à Aokas et Meftah [115].

Il est à noter que *Hypsugo savii* a déjà été mentionné par MAZARI sous l'ancienne dénomination de *Pipistrellus savii* [94]. La présence de *Pipistrellus kuhlii* a été vérifiée par détection ultrasonique dans les alentours des tunnels. Si l'on tient compte de l'éthologie de cette espèce, la quantité de crevasses qui existent dans le refuge et la proximité du lieu d'enregistrement à l'entrée des tunnels, il est très probable que *P. kuhlii* utilise aussi les tunnels pour se réfugier. Cette espèce a été citée par ANCIAUX DE FAVEAUX (1976) et KOWALSKI (1979) *in* [115] à Sétif et Djemila. D'après le même auteur c'est une espèce non cavernicole et abondante en Afrique du nord. La première fois où elle a été capturée en Algérie, c'était à Yakouren par GAISLER en 1983 et après HANAK l'avait mentionné en Lybie [116]. Quant à *Tadarida teniotis*, elle s'est révélée répandue au Maroc oriental et en Tunisie par DIEULEVEUT *et al* [117].

Pourquoi ces tunnels sont-ils importants? Plusieurs facteurs peuvent contribuer à cette importance chiroptérologique. Le substrat schisteux de la région réduit énormément le nombre de grottes par rapport à une région calcaire. Ainsi, les espèces de comportement troglodyte recherchent des refuges plus au moins équivalents aux grottes, dans notre cas, ce sont les tunnels. Ces refuges sont situés non loin d'une rivière où les chauves-souris trouvent des insectes pour se nourrir. Les résultats des détections ultrasoniques nous ont confirmé que *Rhinolophus*

ferrumequinum chasse sur la rivière des Gorges de la Chiffa. Les tunnels sont placés dans un endroit probablement stratégique pour les déplacements saisonniers de certaines espèces, par exemple *Miniopterus schreibersii* [24 et 66]. Les tunnels offrent aussi différents microhabitats, ce qui permet à plusieurs espèces de chauves-souris de se réfugier. L'intérieur des tunnels n'est pas homogène. Il y a des parties où le plafond est rocheux; on y trouve les *Rhinolophus ferrumequinum*, les *Rhinolophus euryale*, les *Miniopterus schreibersii* et quelques *Rhinolophus hipposideros*. Dans ces parties rocheuses abondent les fissures qui peuvent loger les espèces fissuricoles. D'autres parties des tunnels ont les murs et le plafond lisses avec des petits trous à l'intérieur desquels peuvent se cacher les *Hypsugo savii* et les *P. pipistrellus*. Ces tunnels sont caractérisés par une humidité relativement élevée que nous n'avons eu la possibilité de mesurer que la saison hivernale précédente (à partir de janvier 2010). Elle oscille entre 48 et 60%. Même les eaux de sources s'infiltrent à l'intérieur des tunnels T1, T2, T3 et T4 formant ainsi des petites retenues allant jusqu'à 1m². Nous avons remarqué qu'il commence à se constituer des stalactites et des stalagmites à quelques endroits d'écoulement des eaux; on se croirait dans une grotte naturelle et non pas dans des tunnels creusés par des hommes. Aussi, nous avons remarqué que c'est à proximité de ces eaux que le guano est plus fréquent et frais, il suffit de le sentir à distance, dans l'obscurité sans avoir besoin de l'observer. Cela dit, le besoin de ces animaux de l'humidité afin d'assurer leur survie voire leur maintien est confirmé. En effet, la grande surface relative des ailes qui sont nues, l'existence d'abondants capillaires sanguins et le manque de protection contre l'évapotranspiration induisent une perte importante d'eau corporelle qui doit être compensée par la fréquentation de milieux à humidité élevée (SERRA-COBO, com. pers.).

A 9km au sud des Gorges de la Chiffa, les anciennes mines d'exploitation du fer au mont Mouzaïa, ne sont pas moins importantes quant à leur diversité spécifique. Il faut dire que les deux mines ont été visitées une seule fois chacune mais la prospection des chiroptères a également été positive. A ce niveau, dans la mine Tazitoune N°1, l'existence possible du rhinolophe de Blasius avec le murin du Maghreb est à confirmer. En effet, nous n'avons capturé qu'un seul spécimen de *R. blasii*; mais sa photo n'était pas assez nette pour confirmer notre identification *in situ* par le spécialiste co-directeur de cette recherche. Au Maroc, cette espèce a été mentionnée au sud-est dans un climat continental aride et froid [118].

Dans la mine Tazitoune N°2, nous avons répertorié en avril 2010 une colonie du grand rhinolophe estimée à plus de 300 individus et une autre de près de 35 individus du murin du Maghreb. Les 7 spécimens capturés des 2 espèces étaient des mâles. Par contre, les 2 fois où le murin du Maghreb a été contacté dans les tunnels de la Chiffa, il s'agissait d'une femelle enveloppant son petit entre les ailes, c'était le mois d'août et le mois d'octobre 2009. D'après HORACEK et GAISLER (1985) *in* [119], cette espèce est largement répandue en Algérie où elle se reproduit de la fin juillet au début octobre. Elle est plus fréquente à l'est de l'Afrique, c'est en Lybie qu'elle a été mentionnée pour la première fois. La question qui s'impose y'a-t-il un refuge de parturition aux environs ou à l'intérieur même de cet abri? C'est vrai que les chauves-souris peuvent parcourir plusieurs Km pour aller chasser [63], mais les femelles changent de refuge, difficilement, avec les petits sur elles, sauf si le déplacement est très court. Le plus probable c'est qu'il y ait une petite cavité caché dans le tunnel qui abriterait une petite colonie de mise-bas.

Il faut souligner l'intérêt de ces 2 mines en tant que refuges pour les chiroptères. Elles sont situées dans une zone complètement isolée de la fréquentation humaine; il y règne la tranquillité très recherchée par des mammifères comme les chauves-souris [52].

En effet, les mines abandonnées, peu visitées, de parcours relativement long et d'humidité élevée sont souvent colonisées par les chauves-souris [4]. Ainsi, un suivi annuel de l'occupation des chauves-souris dans ces mines pourrait nous démontrer la présence d'un plus grand nombre d'espèces. Pour compléter ce travail, nous envisageons, dans un futur proche, un suivi annuel des chauves-souris de cette 3^{ème} station.

A quelques kilomètres, à vol d'oiseau des mines de Tazitoune, il existe une grotte naturelle et 4 autres mines plus grandes et qui abriteraient, selon les guides de la région, un nombre multiplié de cette faune. Malheureusement, la région n'a pas été visitée depuis une vingtaine d'année, à cause des conditions d'accessibilité du terrain, donc on ne pouvait y accéder.

Notre choix de ces tunnels pour y mener des études de dynamique est dû à l'existence de l'une des plus grandes colonies du grand rhinolophe connues en Algérie et aux caractéristiques des tunnels qui sont morcelés et permettent une comparaison et une étude de la dynamique des différents refuges. En effet ils ne sont pas identiques par rapport à leur longueur, leur température et leur humidité. Ces conditions étant influencées par les conditions extérieures. Par conséquent,

la composition et la distribution de la communauté des chauves-souris change au cours de l'année.

Nos analyses montrent qu'il y a une forte dépendance des températures des tunnels aux températures extérieures (Figure 4.11). Dans le tunnel T1 l'écart annuel de température est d'environ 10°C; il a été enregistré 10°C en janvier 2009 et 20°C en août 2009. L'humidité relative dépasse les 60% en période hivernale. C'est un tunnel droit dont l'une des ouvertures est fermée, ce qui diminue le courant d'air. Par contre le tunnel T2 est situé sur un virage de 80° à courant d'air relativement assez fort. L'écart annuel de température enregistré est de 19°C; entre 6°C le mois de janvier 2009 et 25°C le mois d'août 2009. L'humidité relative est de 54% en période hivernale. Ce tunnel est voisin du tunnel T3 qui est également situé sur un virage de 30°. L'écart annuel de température est de 15°C; entre 5°C le mois de novembre 2008 à 20°C le mois d'août 2009. L'humidité relative est de 50% en hiver.

Quant au tunnel T4, l'écart annuel de la température est de 13,5°C entre août 2010 (25°C) et janvier 2009 (10,5°C). C'est pareil pour le tunnel T5. Les T4 et T5 ont les parcours les plus courts. En basse température les chauves-souris désertent les tunnels T4 et T5.

Les données obtenues montrent que l'occupation des refuges par les chauves-souris est plus importante pendant la période hivernale, spécialement à la fin de l'hiver, Cette caractéristique est particulièrement évidente dans le tunnel T3 où nous avons observé, respectivement, 800 et 1200 individus les mois de février 2009 et 2010 (Figure 4.9).

Les résultats obtenues montrent que la répartition des chauves-souris n'est pas homogène ni dans les cinq tunnels ni au cours de l'année. Il existe une forte différence entre les tunnels T1, T2 et T3, où on trouve la plupart des chauves-souris, et les deux autres tunnels T4 et T5. Dans le premier groupe c'est le T3 qui abrite le plus grand nombre d'individus. L'abondance de chauves-souris dans les deux derniers tunnels est très faible (T4 et T5). Le nombre de chauves-souris qui se réfugient dans les tunnels suit une distribution annuelle avec deux valeurs maximales. Les plus importants sont en hiver (janvier-mars) où nous avons compté 1224 individus de chauves-souris le mois de février 2010 au tunnel T3. C'est pendant cette période que les chauves-souris rentrent en hibernation. Ainsi, les données obtenues nous indiquent que les tunnels des Gorges de la Chiffa, spécialement le T3, constituent un gîte d'hibernation. Le deuxième pic nous l'avons

observé au mois de juin 2009, où nous avons comptabilisé 901 chauves-souris. Le troisième concerne également le tunnel T3, le mois de février 2009 avec 840 individus (Figure 4.9).

Afin de détailler davantage cette variation de la distribution des chiroptères nous avons analysé également chaque espèce à part dans tous les tunnels confondus et nous avons comparé la distribution annuelle des 3 principales espèces en ajoutant aussi la variation de la température (figure 4.10). La figure 4.10 montre clairement que le grand rhinolophe est l'espèce la plus abondante qui se réfugie dans les tunnels. Les tunnels des Gorges de la Chiffa sont un gîte d'hibernation pour *Rhinolophus ferrumequinum* où peuvent se réfugier plus d'un millier d'individus (1164 en février 2009). La période de reproduction du grand rhinolophe est normalement pendant le mois de juin [4]. Donc, si l'on tient compte de la croissance du nombre de *Rhinolophus ferrumequinum* qu'il y avait entre le mois de mai (615 individus) et le mois de juin (925 individus) de l'année 2009, il est fortement probable que les tunnels logent une colonie de mise-bas. Nos résultats se voient confirmés par les données bibliographiques, cette espèce est effectivement, considérée comme l'un des mammifères les plus répandus d'Afrique du nord [120 et 37]. D'après ANCIAUX De FAVEAUX et KOWALSKI qui l'ont étudié à l'Est algérien, le grand rhinolophe est distribué tout au long de la côte méditerranéenne d'Algérie Est [115]; chose qui est confirmée par les effectifs de nos colonies enregistrés notamment dans les tunnels T1 et T3, qui abritent le plus grand nombre d'individus en hiver (figure 4.13 et figure 4.17). L'abondance et l'importance de cette espèce sont les raisons pour lesquelles nous avons analysé ses effectifs, à savoir par la corrélation de sa variation annuelle et des températures extérieures et encore par la variation annuelle du nombre d'individus dans les cinq tunnels. Il existe une corrélation négative entre le nombre d'individus et la température (figure 4.12). Donc les effectifs de la colonie du grand rhinolophe ont tendance à augmenter avec la baisse de la température.

Quant au minioptère de Schreiber, qui est une espèce migratrice, son passage est soudain et très court. Entre les gîtes d'hiver et d'été, *M. schreibersii* lors de son parcours fait une halte au printemps et en automne dans les refuges qu'on appelle «*equinoctial roost*» [66]. Les *Miniopterus schreibersii* profitent des tunnels pour se reposer à la fin de l'hiver et font une «*equinoctial roost*». Aussi l'arrivée aux tunnels est relativement tôt ce qui peut nous indiquer que le refuge d'hibernation n'est pas très loin (figure 4.10). D'après SERRA-COBO et al [66], cette espèce est caractérisée par son utilisation des rivières comme points de repères dans ses

déplacements saisonniers (MULLER 1966 ; WILLIAMS et WILLIAMS, 1967 et GRIFFIN, 1967) in [66]. Au parc national de Chréa, le cours d'eau de la Chiffa peut constituer un couloir pour la migration de cette espèce en Algérie.

La pipistrelle commune, dont quelques individus ont été rencontrés lors de nos visites, est également une espèce méditerranéenne commune en Afrique du nord particulièrement dans les pays du Maghreb [121]. Au Gorges de la Chiffa ses effectifs n'ont pas dépassé 10 individus en période hivernale (figure 4.10). Elle se réfugie occasionnellement dans les tunnels. Par contre, au village de Chréa, des chauves-souris du genre *Pipistrellus* sont observées quotidiennement autour des lampadaires, ce qui met en évidence le fort caractère anthropophile de ces espèces. D'après LUSTRAT [122] *P. pipistrellus* est une espèce ubiquiste qu'on retrouve dans tous les milieux naturels (figure 4.16).

Le petit rhinolophe qui est une espèce sédentaire, utilise généralement un espace relativement restreint de 10 à 20km². La majorité des individus restent dans un rayon de 2-3km autour du gîte de mise-bas et s'éloigne peu entre le gîte estival et le gîte d'hibernation [63]. Les gîtes d'hibernation ne semblent jamais très éloignés de ceux de mise-bas, à tel point qu'ils servent souvent de gîte de repos nocturne durant la saison de chasse [123]. Pendant les périodes froides des 2 années d'études, nous n'avons rencontré aucun dans les caves de la maison de la gare. Ce n'est pas le cas des tunnels où *Rhinolophus hipposideros* hiberne. Il est rencontré dans les tunnels T1, T2, T3 et T4 pendant la période hivernale.

A travers ces observations, nous pouvons avancer une hypothèse que pour le petit rhinolophe, les caves de la gare représentent le gîte d'estivage et les tunnels de la Chiffa un gîte d'automne et d'hivernage. En effet, les individus comptés sont de 50 dans le tunnel T1 le mois de novembre 2009 et de 30 dans le tunnel T2 le mois de janvier 2010. Ce même chiffre aurait été partagé le mois d'octobre de la même année entre les tunnels T2, T3 et T4.

Les recaptures, avec la technique de baguage, ont mis en évidence quelques déplacements de *R. ferrumequinum* entre les différents tunnels. En effet, parmi les 7 recaptures enregistrées, 2 individus du tunnel T1 bagués en mai 2008 ont été retrouvés dans le T4 un mois après et le T3 six mois après. Ce sont deux mâles du grand rhinolophe. Une femelle baguée au tunnel T3 en mai 2009 a été retrouvée au tunnel T1 également un mois après. Les autres chauves-souris se

retrouvent dans le même tunnel qu'en mai 2008 une année après. Ces recaptures nous apportent des informations sur la fidélité des grands rhinolophes aux tunnels qui est l'une des caractéristiques de l'espèce [4].

Il faut dire que pour cette espèce, ils se forment des groupements par classes d'âges où des groupes de jeunes se réunissent loin des adultes (DUFOUR, 1949) *in* [117]. C'est une observation relevée par nous même l'automne 2009 où des petits du grand rhinolophe formaient un groupe isolé à l'entrée du tunnel T1. Même la question des groupements interspécifiques des chauves-souris est toujours posée par les auteurs. S'agit-il d'un phénomène de convergence d'espèces ayant les mêmes exigences ou bien il s'agit d'une vraie attraction sociale d'une espèce pour une autre [124].

Les perturbations environnementales ont un fort impact sur les chauves-souris. Lors des dernières années, il y a eu une réduction de leurs populations, dans différentes régions du monde [125]. Cette réduction est mise en relief par les analyses des données 2010 de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature. Les 23% des populations des 1150 espèces de chauves-souris qui habitent le monde sont en régression [126]. Les facteurs qui influent négativement sur les populations des chauves-souris sont divers. La plupart d'entre eux agissent sur l'habitat et les ressources alimentaires des espèces. Les observations menées en Espagne les dernières années par l'équipe de SERRA-COBO [4] mettent en évidence la fréquente altération des refuges des chauves-souris. L'une des espèces qui, en Europe, a souffert d'une réduction de son habitat est *R. ferrumequinum*. Il faudrait tenir compte de ce qui s'est passé dans le rivage nord de la Méditerranée pour éviter, qu'en Algérie, il se passe la même chose aux populations algériennes de *Rhinolophus ferrumequinum*.

Tous ces résultats nous encouragent à continuer notre suivi sur l'éthologie des chiroptères sur le territoire protégé et nous amènent à proposer des mesures de gestion à la direction du parc national de Chréa. En effet, avec l'exploration de ce site dans la réserve intégrale du singe magot des actions de conservation doivent être concrétisées afin d'assurer le maintien de ces espèces. Parmi les propositions de gestion, nous pouvons citer la clôture des tunnels T3 et T1; une protection qui s'avère urgente. Les mines, au mont Mouzaia, devraient connaître le même sort,

compte tenu de la richesse spécifique à y découvrir. Dans ce sens nous proposons de classer ces tunnels et ces mines dans la liste nationale des refuges chiroptérologiques de l'Algérie.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Il y'a à peine une dizaine d'années des animaux comme les chauves-souris étaient, relativement peu étudiés dans le bassin méditerranéen. En Algérie, le nombre de travaux est très faible. Si, au parc national de Chréa, nous nous sommes livrés à cette étude, c'est pour approfondir notre connaissance de ce groupe faunique dont l'importance écologique est avérée.

En effet, à travers ce travail nous aurons contribué à explorer des sites, méconnus jusqu'alors, représentés par des abris-tunnels d'une voie ferrée désaffectée, une ancienne maison abandonnée et des mines où on exploitait du fer. Ces milieux ont constitué dans notre étude des refuges aux chauves-souris, des mammifères reconnus par leur dissimulation et leur intolérance au dérangement.

Nous aurons également abouti à une liste de 10 espèces, un nombre qui aura enrichi l'inventaire des mammifères du parc national de Chréa.

La découverte de ces espèces de chiroptères à coté de l'importante colonie du grand rhinolophe constitue une originalité de l'étude. Les espèces répertoriées ont fait l'objet de suivi. Nous les avons d'abord géopositionnées sur carte, ensuite nous avons suivi la dynamique de leurs effectifs à travers les différents refuges. Quant au grand rhinolophe, ses colonies ont été régulièrement suivies. En effet, ces dernières se montrent très importantes, alors que de l'autre coté de la méditerranée elles s'avèrent menacées.

La migration des espèces a également été abordée dans notre étude avec la technique de baguage. Elle a mis en évidence des mouvements saisonniers entre les tunnels de la station 1.

Parmi ces tunnels, les T1 et T3 ont démontré un intérêt chiroptérologique notamment en période hivernale. Nous leurs avons attribué le titre de gîtes d'hibernation. A cet effet, ils méritent une considération particulière de la part des gestionnaires du parc national.

D'une part, la présence du grand rhinolophe qui est une espèce sédentaire, dans les tunnels des Gorges de la Chiffa et également dans les mines du mont Mouzaia à 9km, reflète la valeur des cours d'eau de la Chiffa en tant que couloir des déplacements saisonniers de cette espèce.

D'autre part, l'existence de quelques individus du minioptère de Schreiber qui est une espèce migratrice, tout au long de la période d'étude et subitement une grande colonie à la fin de la période d'étude, confirme que ce cours d'eau peut constituer un couloir de la migration des chauves-souris en Algérie.

La cohabitation de 4 familles de chiroptères entre *Rhinolophidae*, *Vespertilionidae*, *Molossidae* et *Miniopteridae* met en relief l'environnement favorable de ce site pour l'évolution des *Chiroptera* dans la partie occidentale du parc national de Chréa.

APPENDICE A
LISTE DES SYMBOLES ET DES ABRÉVIATIONS

UNESCO: Organisation des nations unis pour la science

MAB: Man and Biosphere

PNC: Parc National de Chréa

GPS: Global system positioning

ONM: Office National de la M t eorologie

Q₂: Quotient pluviométrique d'Emberger

RN: Route nationale

CW: Chemin de Wilaya

Stnd: Standard

Echtl: Echantillon

NI: Nombre d'individus

Deviat: Déviation

GIS : système d'information géographique

APPENDICE B (1)

Figure B.1: Le plus ancien fossile de chiroptère [3]

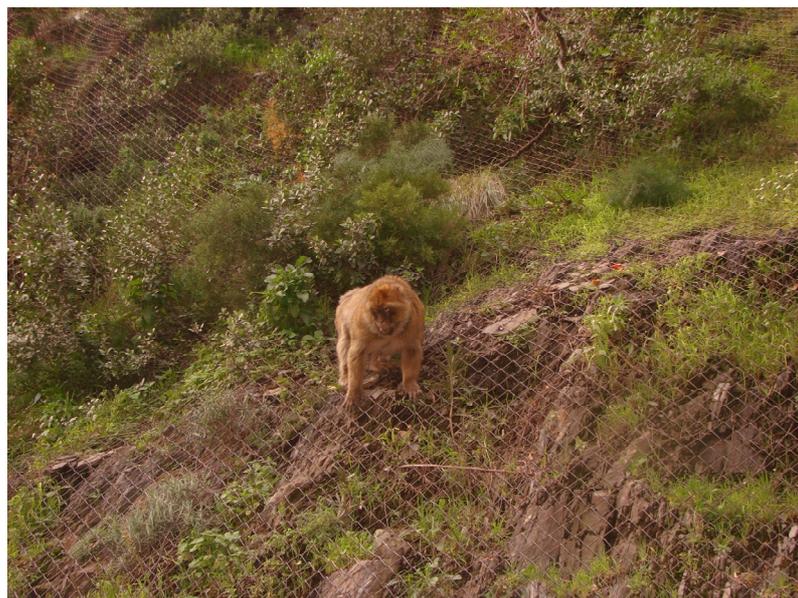
APPENDICE B (2)

Figure B.2: Le singe magot aux Gorges de la Chiffa (photo originale)

APPENDICE B (3)

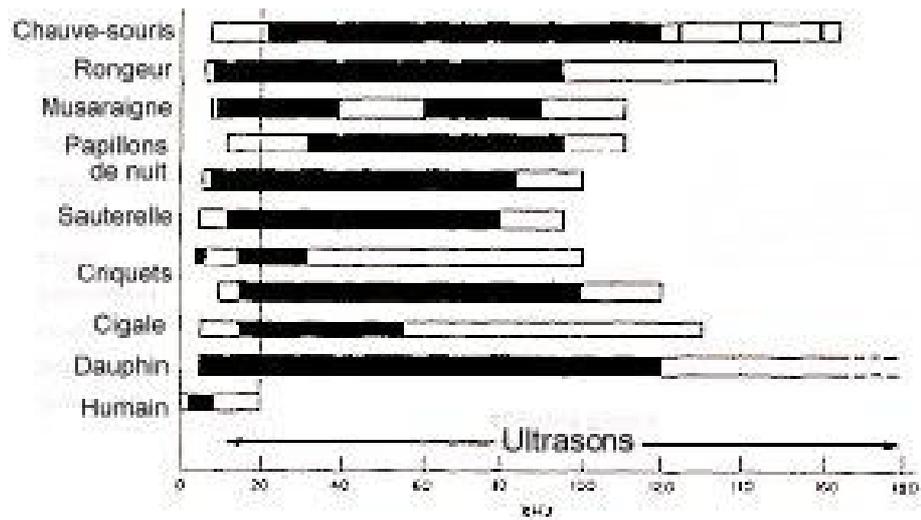


Figure B.3: Histogramme des différents Ultrasons d'animaux [8].

APPENDICE C (1)

LES DONNÉES CLIMATIQUES: LES TEMPERATURES

Température minima Médéa :

mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
jan	4,5	3,1	4,7	5,1	3	4,4	2,0	2,0	6,0	5,0	3,0
fev	2,1	6,1	4,4	6,3	2,6	6,5	1,0	3,0	6,0	6,0	3,0
mar	6,3	7,9	10,1	7,6	7,3	6,3	7,0	7,0	5,0	5,0	7,0
avr	9,1	8,7	8,5	8,5	9	7,8	9,0	12,0	8,0	9,0	6,0
mai	16	14,9	11,7	13,2	13	9,3	15,0	16,0	12,0	11,0	14,0
jun	18	18,2	20,1	20,6	21,4	17,9	19,0	18,0	16,0	16,0	19,0
jul	20	22,2	21,5	20,2	23,8	21,3	22,0	22,0	21,0	21,0	23,0
aoû	23,1	23	22,4	19,5	23,1	21,7	20,0	19,0	21,0	22,0	21,0
sep	17,3	17,5	17,8	16,6	17,1	17,6	15,0	17,0	18,0	17,0	15,0
oct	15	11,4	17	14	13,4	15,3	13,0	16,0	12,0	12,0	13,0
nov	6,5	7,9	7	8,4	8,6	6,8	7,0	10,0	7,0	6,0	10,0
dec	4,3	7,1	4,7	6,6	4,2	4,6	4,0	5,0	4,0	3,0	6,0
moyenne	11,85	12,33	12,49	12,22	12,21	11,63	11,17	12,25	11,33	11,08	11,67

Température maxi Médéa :

mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
jan	8,9	9,2	9,3	10,2	6,7	9,2	8,0	7,0	12,0	11,0	7,0
fev	7,1	12,9	9,8	12,3	7,3	12,8	5,0	8,0	11,0	12,0	9,0
mar	12,6	15,8	17	14	13,4	13,6	13,0	14,0	11,0	12,0	13,0
avr	16,9	17	16,4	15,4	15,5	15	16,0	20,0	14,0	17,0	13,0
mai	24,9	23,7	18,6	21,8	20,6	15,7	24,0	24,0	21,0	20,0	22,0
jun	27,5	27,4	28,8	29,3	30,3	27,2	29,0	28,0	27,0	26,0	29,0
jul	30,1	32,3	31,2	29,2	33,2	31,6	33,0	32,0	32,0	32,0	34,0
aoû	33,2	32,5	31,4	28,3	32	32,5	30,0	30,0	31,0	32,0	31,0
sep	26,6	26,1	25,8	25	25,1	27,3	25,0	25,0	26,0	26,0	23,0
oct	22,6	17,2	24,7	21,8	19,8	23,4	21,0	24,0	19,0	19,0	21,0
nov	11,6	13,1	12,3	12,8	13,2	13,1	13,0	17,0	12,0	11,0	16,0
dec	8,6	11,9	9,1	10,8	8,3	8,6	8,0	9,0	9,0	7,0	12,0
moyenne	19,22	19,93	19,53	19,24	18,78	19,17	18,75	19,83	18,75	18,75	19,17

APPENDICE C (2)

LES DONNÉES CLIMATIQUES : LA PLUVIOMETRIE

Pluviométrie Médéa:

mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
jan	124,7	9,8	205	67,60	226,7	68,6	30,0	77,0	14,0	10,0	93,0
fev	108,3	2,6	47,8	25,40	180,1	52,7	61,0	43,0	53,0	9,0	13,0
mar	72,1	6,7	2,8	63,40	10,3	70,3	20,0	21,0	191,0	49,0	36,0
avr	15,2	33,8	84	34,40	107,7	59,5	11,0	6,0	120,0	5,0	84,0
mai	22,4	19,7	30	18,90	37,6	95,5	1,0	74,0	19,0	43,0	25,0
jun	5,5	0	0,2	0,50	6,5	7,4	0,0	1,0	1,0	12,0	0,0
jul	0	0,7	0,5	7,00	4,2	3	0,0	5,0	0,0	2,0	8,0
aoû	14,6	1,3	1,4	11,60	23,8	3,9	0,0	3,0	8,0	0,0	2,0
sep	11,5	15,1	44	9,30	56,6	27,7	6,0	56,0	5,0	29,0	44,0
oct	44	69,7	4,1	26,60	74,7	37,7	67,0	1,0	37,0	27,0	18,0
nov	65,3	105,7	69,5	149,10	134,2	108,5	44,0	11,0	110,0	43,0	47,0
dec	182,7	36,9	60,9	145,50	151,4	139,4	50,0	80,0	45,0	71,0	53,0
moyenne	666,3	302	550,2	559,30	1013,8	674,2	290	378	603	300	423

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **LESCOMPLEKT, 1988** - Etudes sur les aires de répartition, les types d'habitats et la densité des populations des principales espèces de gibier en Algérie du nord. LESCO MPLEKT ENGINEERING. Bulgarie-1040 Sofia. LESCO BG. Tome 1, 179 p.
2. **BARBAULT R., 2008** - Écologie générale. Structure et fonctionnement de la Biosphère. Ed. Dumod, Paris, 390 p.
3. **TEELING E.C., SPRINGER S., BATES P., STEPHEN J. & WILLIAM J., 2005** - A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. reports. Endocrine Research Unit Mayo Clinic, Rochester MN 55905, USA.
4. **SERRA-COBO J., LOPEZ-ROIG M., BAYER X., AMENGUAL-PIERAS B. & GUASCH F. 2009** – Les chauves-souris. Science et mite. Publications et Editions de l'Université de Barcelona, Barcelona, 267 p.
5. **HILL J. E. & SMITH J. D., 1984** – Bats a natural history. Buhsh. Museum (Natural history) Univ. Texas Press Austin. Pp 182-199.
6. **HUTSON A.M., MICKLEBURGH S.P. & RACEY P.A., 2001** - Microchiropteran Bats: Global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 258 p.
7. **BONNET-GARCIA N., 2003** - La protection des chauves-souris : Ses enjeux écologiques et sanitaires. Th. doc. Institut national de médecine agricole. 76 p.

- 8. VAN-LAERE P., 2008** - L'écholocation chez les chauves-souris. Communiqué de presse du Musée Royal de l'Ontario, 33.
- 9. DELSUC F., MAUFFREY J. F. & DOUZERY E., 2003** - Une nouvelle classification des mammifères. Pour La Science - N° 303 Janvier .
- 10. TEELING E. C., 2009** - Hear, hear: the convergent evolution of echolocation in bats ? Trends in Ecology and Evolution Vol.24 No.7.
- 11. STADELMANN B., LIN L.-K, KUNZ T.H. & RUEDI M., 2006** - Molecular phylogeny of new world *Myotis* (*Chiroptera, Vespertilionidae*) inferred from mitochondrial and nuclear DNA genes. Molecular Phylogenetic and Evolution. Pp. 256 – 261.
- 12. MAITRE E., 2008** - Les chiroptères paléokarstiques d'Europe occidentale, de l'éocène moyen à l'oligocène inférieur, d'après les nouveaux matériaux du Quercy (sw France) : systématique, phylogénie, paléobiologie. Th. Doc. E2M2. Univ. Lyon. 60p.
- 13. VIRET J., 1955** – Chiroptères fossiles. Zoologie XVII. Ed. Grassé.
- 14. RIVEROS-ANGARITA E., 1995** – La chiroptérochorie des graines d'arbres en forêt tropicale. Synthèse bibliographique.Th.Maitre Universitaire. Univ. De Liège. 70 p.
- 15. TEELING E. C., MADSEN O., WILLIAM J.M., SPRINGER M.S. & BRIENC J.O., 2003** - Nuclear gene sequences confirm an ancient link between new Zealand short-tailed bat and south american noctilionoid bats. Molecular Phylogenetic and Evolution. Pp 308–319.
- 16. SERRA-COBO J., LOPEZ-ROIG M., MARQUES J., BAYER X., AMENGUAL B., GUASH C., SANCHEZ A. & OLIVER JA. 2007** – Quinze anys d'estudis quiropterològics a les Illes Balears (1993-2007). *Endins*, 31: 125-140.
- 17. XUDONG Z., HUAYING S., ZHANHUI T., FLANDERS J., ZHANG S. & YUANYE M. 2010** - Characterization of the sleep architecture in two species of fruit bat. Behavioural Brain Research. Journal homepage: ELSEVIER.
- 18. ARTHUR L. & LEMAIRE M. 2005** - Les chauves-souris : maîtresses de la nuit. Delachaux et Niestlé, Paris, 265p.

19. **CAUCHY J. C., 1994** – Animaux. Ed. L'olympie le grand livre. 300 p.
20. **NABET F., 2005** - Les chauves-souris de chartreuse : biologie et mesures de protection. Th. doc. Univ. Claude-Bernard-Lyon (Médecine-Pharmacie). 100 p.
21. **RIZET G., 2007** – Suivi national des chauves-souris communes. Master 2 professionnel : biogéo-espaces et milieux. Univ. Paris Diderot, 103 p.
22. **BUSSE R.V., WOLF M., JOHANSSON CH., MUIJRES F., WINTER & HEDENSTRÖM A., 2009** - Comparison of kinematics and aerodynamics between two nectar feeding species. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A, 153 p.
23. **HAQUART A., BAYLE P., COSSON E. & ROMBAUT D., 1997** - Chiroptères observés dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Var. Groupe Chiroptères de Provence / Espaces Naturels de Provence. Faune de Provence (C.E.E.P.) n° 18.
24. **SERRA-COBO J., LOPEZ-ROIG M., MARQUES-BONET T. & MARTINEZ-RICA J.P., 2000a** - Body condition changes of *Miniopterus schreibersii* in autumn and winter. Instituto Pirenaico de Ecologia (CSIC). Department animal biology, University of Barcelona.
25. **PARK K. J., JONES G. & RANSOME R. D., 2000** - Torpor, arousal and activity of hibernating greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Functional Ecology* 14. Pp 580–588.
26. **SERRA-COBO J., 1989** – Biological and ecological study of *Miniopterus schreibersii*. Th. University of Barcelona. 1000 p.
27. **GERSON H., 1984** - Habitat management guidelines for bats of Ontario. ISBN 0-7794-2347-x. Ontario Ministry of natural resources. August 1984.
28. **KUNZ T.H., 1982** – Roosting ecology of bats. Plenum publishing corporation. Univ. Boston.
29. **WEBB N. J. & TIDEMANN C. R., 1997** - Mobility of australian flying-foxes, pteropus spp. (megachiroptera): evidence from genetic variation. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 263 : 497-502.

- 30. JOHNSON S. A., BRACK V. & ROLLEY R. E., 1998** - Overwinter weight loss of indiana bats (*Myotis sodalis*) from hibernacula subject to human visitation. Am. Midl. Nat. 139. Pp 255-261.
- 31. MCCRACKEN G.F. & WILKINSON G.S., 2000** - Bat mating systems. Reproduction Biology of bats. Academic Press 0-12.
- 32. MASING M., & LUTSAR L., 2007** - Hibernation temperatures in seven species of sedentary bats (*Chiroptera*) in northeastern Europe. Acta Zoologica Lituanica, 2007, Volumen 17, Numerus 1. ISSN 1392-1657.
- 33. FRENCH A. R., 1985** - Allometries of the durations of torpid and euthermic intervals during mammalian hibernation: a test of the theory of metabolic control of the timing of changes in body temperature. J. Comp. Physiol B 156. Pp 13-19.
- 34. GEISER F., 1988** - Reduction of metabolism during hibernation and daily torpor in mammals and birds. J. Comp. Physiol. B 158. Pp 25-37.
- 35. SPEAKMAN J. R. & RACEY P. A., 1989** - Hibernation ecology of the pipistrelle bat: energy expenditure, water requirements and mass loss, implications for survival and the function of winter emergence flights. Journal of Animal Ecology, 58. Pp 797-813.
- 36. WITHERS P. C. & HOSKEN D. J., 1997** - Temperature regulation and metabolism of an Australian bat, *Chalinolobus gouldii* (*Chiroptera: Vespertilionidae*) when euthermic and torpid. J. Comp. Physiol. B 167. Pp 71-89.
- 37. TESTUD G., PIERROUX A., FRANCOIS R., GUISLAIN M., DRON P. & LEEMAN C., FROISSART C. 2009** - Les chauves souris : profondément endormies dans les souterrains, tout réveil peut leur être fatal. Par le Conservatoire des Sites naturels de Picardie .CSNP n° 15. 7p.
- 38. BROSSET A., 1977.-** Rapport sur l'évolution des populations de chauves-souris en France. Recommandation en vue de leur protection. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Vie, 40 p.
- 39. GAUTHIER B., MURAZ S., GATTUS J. & TEISSIER B., 2003** – Gestion de l'habitat des chiroptères. Site Natura 2000 n° 9301511 - Octobre 2003. Partie "analyse et définition des objectifs". 332 p.

- 40. BARANAUSKAS K., 2003** - The first data about the hibernation of daubenton.s bat (*Myotis daubentonii*) in the paneriai tunnel. (*Vilnius, Lithuania*). Acta Zoologica Lituanica, 2003, Volumen 13, Numerus 4. ISSN 1648-6919.
- 41. BOIREAU J. & NICOLAS N., 2001-** Les chauves-souris en presqu'île de crozon- Bilan de 10 ans d'études et de suivi par le Groupe Mammalogique Breton – Avel Gornog, n°9, juillet 2001, p 36-42.
- 42. GRINDAL S.D., COLLARD T.S., BRIGHAM R. M. & BARC LAY M. R., 1992** - The influence of precipitation on reproduction by *Myotis* bats in British columbia. Am., 1992. Midl. Nat. 128. Pp 339-344.
- 43. HUMPHREY, S.R. 1975** - Nursery roosts and community diversity of nearctic bats. J. Mammal. 56(2): 321-346.
- 44. FENTON M.B. & BOGDANOWICZ W., 2002** - Relationships between external morphology and foraging behaviour: bats in the genus *myotis*. Edit. CNRC Canada. J. Zool. 80(6).
- 45. RUSSO D., CISTRONE L., GARONNAD A. & JONES G., 2009** - The early bat catches the fly : daylight foraging in soprano pipistrelles. Mamm. Biol. ELSEVIER.
- 46. VIARD M., 2007** – La saga des arbres.La Maison Rustique. Ed. FLAMMARION. Paris. 95p.
- 47. KEEN R. & HITCHCOCK B., 1980** - Survival and longevity of the little brown bat (*Myotis lucifugus*) in southeastern ontario. Journal of Mammalogy. Published quaterly by the american society of Mammalogists. Vol. 61. N° 1.
- 48. WILLIS K.R., BARCLAY M.R., BOYLES G. BRIGHAM R., BRACKJR Vi., WALDIEN L. & REICHARD J., 2010** - Bats are not birds and other problems with Sovacool's (2009) analysis of animal fatalities due to electricity generation. ELSEVIER n° 38. 3p.
- 49. MUNSHI-SOUTH J. & WILKINSON G.S., 2010** - Bats and birds: exceptional longevity despite high metabolic rates. Ageing Research Reviews. 12-19. ELSEVIER.
- 50. BROSSET, 1966** – La biologie des chiroptères. Ed. Masson. Paris. 230p.

- 51. GLOVER A. & ALTRINGHAM J., 2008** - Cave selection and use by swarming bat species. Institute of Integrative and Comparative Biology (and Earth and Biosphere Institute), Faculty of Biological Sciences, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK. ELSEVIER. Biological Conservation.
- 52. HUGH G. BRODERS, GRAHAM J. FORBES & RUSSELL, 2004** - Interspecific and intersexual variation in roost-site selection of northern long-eared and little brown bats in the greater fundy national park ecosystem : Journal of Wildlife Management. Pp 602-610.
- 53. HAQUART A., 1995.-** Note sur les chiroptères de Camargue (bouches-du-rhone). Faune de Provence, 16. Pp 107-109.
- 54. LUSTRAT P., 2001-** Les territoires de chasse des chiroptères de la forêt de Fontainebleau (France). Le Rhinolophe. Revue internationale de chiroptérologie. No 15.
- 55. LUCAN R., HANA V. & HORA I., 2009** - Long-term re-use of tree roosts by european forest bats. Forest Ecology and Management 258.
- 56. BORNGRÄBER S., 2008** - Les maths à l'aide des chauves-souris. fonds national suisse • Horizons mars 2008 . Pp 19-21.
- 57. BÄRTSCHI D., 2001** - Utilisation de l'habitat en milieu urbain, suburbain et rural en relation avec les éclairages publics par *ptesicus nilssoni* et *pipistrellus pipistrellus*. Le Rhinolophe. Revue internationale de chiroptérologie. No 15.
- 58. VEDOVATI B. & VANPEENE A., 2005** - etude des continuités biologiques à l'échelle de la zone centrale de l'aire urbaine de belfort-montbeliard. CETE de LYON.
- 59. HUTSON T., 2002** – Etude de faisabilité sur des accords supplémentaires concernant les chauves-souris au titre de la CMS. Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage. UNEP/CMS/Doc.7
- 60. BEUNEUX G., 2004** - Morphometrics and ecology of *myotis punicus* (chiroptera, vespertilionidae) in corsica. *Mammalia* 68 (4): 269-273.

- 61. BROSSET A. & POILLET A., 1985** – Structure d'une population de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* dans l'est de la France. Mammalia, t. 49, n° 2.
- 62. CRYANA P. M. & BROWN A., 2007** - Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. Biological Conservation. Journal Homepage : Elsevier.
- 63. BIOTOPE & al., 2008** -Referentiel regional concernant les especes de chauve-souris inscrites a l'annexe ii de la directive habitats faune-flore. Catalogue des mesures de gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Diren Languedoc-Roussillon.
- 64. HUTTERER, R. & MANNERT, M., 2006** - Faszination Natur: Tiere, Säugetiere 1 & 2. 880 pp. F.A. Brockhaus, Leipzig & Mannheim.
- 65. MEME-LAFOND B., NOËL F. & LPO ANJOU, 2009** - Plan national d'action pour les chiropteres – declinaison regionale en pays de la Loire. Groupe Chiroptères. 134p.
- 66. SERRA-COBO J., SANZ-TRULLEN V. & MARTINEZ-RICA J. P., 1998** – Migratory movements of *Miniopterus schreibersii* in the north of Spain. Acta Theriologica 43 (3). Pp 271-283.
- 67. BALCELLS E. & SERRA-COBO J., 2006**– Migraciones de quiropteros en espasia. El Ministerio de Medio Ambiente agradece sus comentarios : 1-18.
- 68. SERRA-COBO J., LOPEZ-ROIG M., MARQUES-BONET T. & LAHUERTA E., 2000b** – Rivers as possible landmarks in the orientation flight of *Miniopterus schreibersii*. Acta Theriologica 45. Pp 347-352.
- 69. AMENGUAL B., LOPEZ-ROIG M. & SERRA-COBO J., 2007** – First record of seasonal over sea migration of *Miniopterus schreibersi* and *Myotis capaccicii* between Balearic Islands (SPAIN). Chiropterologica. Pp 319 – 321.
- 70. HOLLAND M. & RICHARD A., 2006** - Studying the Migratory Behavior of Individual Bats: Current Techniques and Future Directions. Journal of Mammalogy 90(6). Pp 1324-1329.
- 71. WANG Y., PAN Y. & ZHANG S., 2007** – Bats respond to polarity of a magnetic field. Proc. R. Soc. Pp 1-5.

- 72. PAPADATOU E., BUTLIN R. K., PRADEL R. & ALTRINGHAM J.D., 2009** – Sex-specific roost movements and population dynamics of the vulnerable long-fingered bat, *myotis capaccinii*. Elsevier. [Biological Conservation](#).
- 73. CRYANA P. M. & BROWN A., 2007** - Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. *Biological Conservation*. Journal Homepage : Elsevier.
- 74. DIETZ C., DIETZ I., IVANOVA T & SIEMERS B., 2007** - Aspects of ecomorphology in the five european horseshoe bats (*Chiroptera: Rhinolophidae*) in the area of sympatry. Grades eines Doktors der Natur wissenschaften. der Fakultät für Biologie der Eberhard Karls Univ. Tübingen. 237p.
- 75. BEUNEUX G., 2004** -morphometrics and ecology of *Myotis punicus* (*Chiroptera, Vespertilionidae*) in Corsica. *Mammalia* 68 (4) . Pp 269-273.
- 76. STOFFBERG S., STOFFBERG S., DAVID S. JACOBS A., IAIN J., MACKIE C., CONRAD A. & MATTHEE B., 2010** - Molecular phylogenetics and historical biogeography of rhinolophus bats. United Kingdom. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54.ELSEVIER.
- 77. SCHNEIDER J. F., 2002** – Gîtes à chiroptères du Warndt. Document d’objectifs. C.P.E.P.E.S.C. Site n°20. Site Natura 2000.
- 78. RODRIGUES L., IVANOVA T. & UHRIN M., 2002** - Report of intersessional working group on migration routes of bats. Doc. Eurobats. Ac 7.11
- 79. JEANNET M. & VITAL J., 2009** - La grotte de la chauve-souris a Donzère (drome, France). L’environnement holocène par la méthode quantitative appliquée aux microvertébrés. Essai de définition et application. *Revue de Paléobiologie*, vol. 28, n° 1.
- 80. GAISLER J., 1991** – The status of *Rhinolophus hipposideros* in S-Moravia. *Myotis*. Band 29. Pp 105-108.
- 81. ANONYME, 2000** – Plan de gestion I. Période quinquennale 2000– 2005. Parc national de Chréa. 160 p.

- 82. HADDAD A., 1998** – Contribution à l'étude de la productivité du cèdre de L'Atlas en fonction des facteurs stationnels dans le parc.
- 83. MEDDOUR R., 1994** – Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro-orientale du parc national de chrea. essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'atlas blideen. Th. Magister. INA. Alger. 330p.
- 84. BNEF, 1984** – Etude du milieu du parc national de chrea. Bureau national des études forestières. Blida. 150 p.
- 85. UNESCO, 2005** – Communiqué de presse n° 2002 87. Presse.
- 86. CHEKCHAK C., 1985** – Etude de la végétation d'une partie du parc national de chrea. Th. Ing. Agro. INA. Alger. 131 p.
- 87. SBABDJI M., 1997** – Contribution à l'étude de la perte de croissance de *Cedrus atlantica* Manetti suite aux attaques de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* schiff. Th. Magister. INA. Alger. 116 p.
- 88. SBABDJI M., OLDACHE E. H., HADDAD A., KADIK B. & LAMBS L., 2009** – Cedar tree growth (*Cedrus atlantica* Manetti) in chréa national park, algeria, and the influence of defoliation by the pin processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa* schiff). Rev. Écol. (*Terre vie*), vol. 64.
- 89. DELEAU P., 1945** – Etude géologique des crêtes de chrea (atlas de blida). aperçu sur la répartition des cèdres à chrea. Bull. Hist. Nat. Afr. Nord, 36 (8-9), pp 174-181.
- 90. ANONYME, 2010** – Plan de gestion III. période quinquennale 2010 – 2014. Parc national de Chréa. 60 p.
- 91. ANONYME, 2005a** – Plan de gestion II. période quinquennale 2005 – 2009. Parc national de Chréa. 230 p.
- 92. QUEZEL & SANTA, 1962** – Nouvelle flore de l'algerie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. PARIS, T1 ET 2, 1170 P.
- 93. MEFTAHA T., 1985** – Etude des grands mammifères de ghellaie au parc national de chrea. Th. Ing. Agro. INA. ALGER. 116 p.

- 94. MAZARI G., 1995** – Etude faunistique de quelques stations du parc national de chrea. Th. Magister. Sciences Agronomiques. INA. ALGER. 165 p.
- 95. BAZI A., 1988** - Contribution a l'étude de l'avifaune du parc national de chrea station ghellaie. Th. Ing. Ines. Agro. 110p.
- 96. YAICH ACHOUR M., 1991** – Contribution a l'étude de l'avifaune forestiere nicheuse du parc national de chrea. Th. Ing. USTB. 94 p.
- 97. MORSLI S., 2005** - Ecologie des pontes et des nids de la processionnaire du pin *thaumetopoea pityocampa* denis et schiffer muller (*lep. thaumetopoidae*) dans le parc national de chrea et dans la pinède de la region de djelfa. Th. Ing. INA. 60p.
- 98. KHOUMERI N., 2006** - Contribution a l'étude du peuplement entomologique en chataigneraie et en yeuseraie dans le parc national de chrea. Th. Ing. INA. 80p.
- 99. BELLABES Z., 2007** – Etude des pontes de *Lymantria dispar* (*Lep. Lymantridae*) sur le chene vert et sur le cedre de l'atlas dans le parc national de chrea. Th. Ing. INA. 58p.
- 100. BELLATRECHE M., 2008** – Diversité fonctionnelle comparée de l'entomofaune dans deux chenaies au parc national de chrea. Th. Ing. USTB. 72 p.
- 101. MECELEM D., 2009** - Bioecologie et faune associee au Bombyx *Lymantria dispar* en phase de gradation dans le massif forestier de l'atlas blideen. Th. Magister. Sciences Agronomiques. INA. ALGER. 103 p.
- 102. KERKAR A., 2010** – Contribution à l'étude des communautés de coléoptères dans L'Arboretum de Beni Ali (Parc national de Chréa). Th. Ing. USTB. 82p.
- 103. ARAB A., 1989** – Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds mouzaia et chiffa. Th. Ing. USTHB. 140 p.
- 104. ANONYME, 2009** – Google Earth 2009.
- 105. BAGNOULS & GAUSSEN, 1953** – Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88 : 193-239.

- 106. STEWART P.H., 1969** – Quotient pluviométrique et dégradation de la biosphère. Quelques réflexions. Bull. Soc. His. Nat. De l’Afrique du Nord. Tome 59, pp 23-37.
- 107. MIGOT R., 1987** – Les gorges de la Chiffa. Préface de Louis Bertrand. Horizons de France. Pp 55-63.
- 108. BELLATRECHE M., 2009** – Le canard colvert *Anas platyrhynchos*. Lettre du parc national de Chréa. Pp 1-3.
- 109. DIETZ C. & VON HELVERSEN O., 2004** - Clé d’identification illustrée des chauves-souris d’Europe. Publication électronique. Version 1.0. Tuebingen & Erlangen. Allemagne.
- 110. DUFF J. & BRUNET R., 2006** – Réseau quebecois d’inventaire acoustique de chauves-souris. Guide du participant. Envirotel INC.
- 111. FRECHKOP S., 1981** – Faune de Belgique. Mammifères. Inst. Roy. Sc. Nat. Pp 90-102 .
- 112. ANONYME, 2010** – [www. Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)
- 113. ANONYME, 2008** - " Rhinolophe de Blasius ".Animaux infos.www.animaux.org
- 114. VILLY A., 1955** - *Rhinolophus blasii* PETERS (1866), chauve-souris nouvelle pour l’Afrique du Nord. Mammalia. Museum d’Histoires naturelles. Genève. Volume 19, Pages 361–366.
- 115. GAISLER J., 1983**– Nouvelles données sur les chiroptères du nord algérien. Mammalia, t. 47, n° 3.
- 116. HANAK V. et GAISLER J., 1983** – *Nyctalus leisleri*, une espèce nouvelle pour le continent africain. Mammalia, t. 47, n° 4.
- 117. DIEULEVET T., LIERON V. et HINGRAT Y., 2010** – Nouvelles données sur la répartition des chiroptères dans le Maroc oriental (années 2007 à 2009). Bull. Inst. Scientifique. Rabat. Sciences de la vie. N°32.
- 118. AULAGNIER S. et DESTRE R., 1985** – Introduction à l’étude des chiroptères du Tafilalt (sud-est marocain). Mammalia, t. 49, n° 3.

- 119. MAZIN B., 1983** – Occurrence and zoogeographical implications of *Myotis blythi* (tomes, 1857) in Lybia. *Mammalia*, t. 47, n°3.
- 120. O. DE PAZ, 1995** – Geographic variation of the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in the west-half of the palearctic region. *Rev. Myotis*. Pp 32-33.
- 121. BENDA P., HULVA P. & GAISLER J., 2004** - Systematic status of African populations of *Pipistrellus pipistrellus*. complex (Chiroptera: Vespertilionidae), with a description of a new species from Cyrenaica, Libya. *Acta Chiropterologica*: 193–217, 2004. PL ISSN 1508-1109 © Museum and Institute of Zoology PAS.
- 123. LUSTRAT P., 1997** – Les chauves-souris de la forêt de Fontainebleau. *Le courrier de la nature* n° 167.
- 123. ANONYME, 2005b** - Le petit rhinolophe, *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800). 21p.
- 124. BROSSET A., 1988** - Structure sociale des populations de Chauves-souris. *Journal de psychologie*. Pp 88-102.
- 125. JONES G, JACOBS DS, Kunz TH, Willing MR and RACEY PA., 2009**-Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8: 93-115.
- 126. IUCN, 2010** – IUCN red list categories prepared by the IUCN species survival comission, gland. Switzerland.