

CYCLE ANNUEL D'ACTIVITÉ DES CHIROPTÈRES DU PARC NATIONAL  
DE BOU-HEDMA (TUNISIE)Ridha DALHOUMI<sup>1</sup>, Patricia AISSA<sup>1</sup> & Stéphane AULAGNIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Biosurveillance de l'Environnement, Faculté des sciences de Bizerte, 7021 Zarzouna (Tunisie). E-mail : ridhadalhouni@gmail.com

<sup>2</sup> Comportement et Écologie de la Faune Sauvage, I.N.R.A., CS 52627, 31326 Castanet Tolosan cedex (France). E-mail : Stephane.Aulagnier@toulouse.inra.fr

**SUMMARY.**— *Annual activity cycle of bats in Bou-Hedma National Park (Tunisia).*— Bats were mist-netted in six main habitats of the Bou-Hedma National Park over two years. Most of the seven recorded species are widely distributed in northwestern Africa, except the Saharan *Otonycteris hemprichii*. Basins of Bordj and Nouh were the most attractive for bats, mainly in early summer. Oued Bou-Hedma was less attractive, particularly in winter. No bat was mist-netted in the steppe and the two types of Acacia forest, which supports the major role of water bodies in the Mediterranean area. Winter activity of bats was detected and tentatively quantified. Also informative is the fact that captures peaked when most *Pipistrellus kuhlii* and *Eptesicus isabellinus* were pregnant or lactating.

**RÉSUMÉ.**— La capture mensuelle des Chiroptères dans six des principaux habitats du Parc National de Bou-Hedma sur une période de 26 mois a permis d'inventorier sept espèces, assez largement répandues au Maghreb, à l'exception de la saharienne *Otonycteris hemprichii*. Les bassins du Bordj et de Nouh sont les plus attractifs, surtout au début de l'été, l'oued Bou-Hedma est beaucoup moins fréquenté, surtout en hiver. Aucune capture n'a été réalisée dans la steppe et dans les forêts claire et dense d'acacias, ce qui confirme l'attractivité des plans d'eau pour toutes les espèces dans la région méditerranéenne. Une activité hivernale a été mise en évidence et la période de reproduction de *Pipistrellus kuhlii* et *Eptesicus isabellinus*, qui correspond au pic de captures, a été précisée.

---

Dans les régions tempérées l'hibernation permet aux animaux endothermes de survivre lors de périodes prolongées de froid et de réduction de nourriture disponible (Humphries *et al.*, 2006). Selon les conditions climatiques l'hibernation peut durer des jours, des semaines ou des mois (Neuweiler, 2000). Dans la région méditerranéenne, dès 1912 Weber rapporte que des chauves-souris volent par les soirées très fraîches d'Alger en décembre, janvier ou février, tout en notant que certains individus hibernent lors de ses visites dans des sites souterrains en février alors que d'autres, de la même espèce, sont éveillés. Au contraire, le maximum d'activité s'observe en printemps et en automne en Crête (Georgiakakis *et al.*, 2010). Dans les régions désertiques certaines chauves-souris présentent un cycle saisonnier d'engraissement et d'amaigrissement, qui répond aux mêmes contraintes de faible abondance des proies et se traduit par un séjour nocturne au gîte en hiver (Brosset, 1966).

Si l'occupation saisonnière des gîtes, principalement cavernicoles, est abondamment étudiée en Europe (e.g. Horáček, 2010), voire en Afrique du Nord (Aulagnier & Destre, 1985 ; Kowalski *et al.* 1986), l'activité hivernale des chauves-souris reste mal connue malgré l'étude déjà relativement ancienne de Verschuren (1949). La rareté des sessions de captures hivernales sur les terrains de chasse explique cette méconnaissance, seul le suivi réalisé par Gaisler (1983-1984) quantifie l'activité saisonnière des chauves-souris pour la région de Sétif (Algérie). Aussi, dans la zone de transition méditerranéo-saharienne de l'Afrique du Nord où cohabitent des espèces aux comportements différents, le cycle annuel d'activité des chauves-souris est-il rapporté par la seule étude de Gaisler & Kowalski (1986) qui combine les données de sites algériens répartis de la côte méditerranéenne au nord du Sahara. En Tunisie seules sont disponibles quelques observations ponctuelles (Dalhoumi *et al.*, 2011 ; Puechmaille *et al.*, 2012). L'objectif principal de ce travail a

donc consisté à étudier la dynamique saisonnière du peuplement de Chiroptères dans les principaux habitats du Parc National de Bou-Hedma, situé dans une région présaharienne au centre de la Tunisie.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### SITE D'ÉTUDE

Situé entre les parallèles 34°27'-34°32'N et les méridiens 09°23'-09°41'E, le Parc National de Bou-Hedma (16488 ha) abrite une pseudo-savane de l'Afrique du Nord caractérisée par la présence de l'unique forêt d'*Acacia tortilis raddiana* en Tunisie (Zaafouri *et al.*, 1997). La moyenne de la température du mois le plus froid est de l'ordre de 3 à 4°C et celle du mois le plus chaud est comprise entre 30 et 35°C (Le Houérou, 1995). Des températures négatives jusqu'à -4°C ont été enregistrées aux mois de décembre, janvier et février (Zaafouri *et al.*, 1997). Avec des précipitations moyennes annuelles autour de 180 mm (Noumi, 2010) et des périodes sèches pouvant durer jusqu'à 10 mois/an (Karem *et al.*, 1993), il est classé dans l'étage bioclimatique aride (Chaieb & Boukhris, 1998).

Répertorié comme milieu semi-désertique couvert de pâturages extensifs, le parc présente quatre grands types de milieux : les massifs montagneux ou djebels, les glacis intermédiaires, la plaine et les talwegs. Des micro-milieux humides comme les ravins, les marécages, les sources et la rigole qui parcourt le pseudo savane, complètent le paysage.

Le couvert végétal du parc est assez diversifié et comprend plus de 500 espèces végétales (Lazher Hamdi, comm. pers.) dont 8 espèces en première priorité de protection comme *Acacia tortilis raddiana*, *Juniperus phoenicea*, *Pistacia atlantica*, *Thymelia sempervirens*, *Tetrapogon villosus*, *Tricholaena teneriffae*, *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria nodosa*.

Réserve de Biosphère, le Parc National de Bou-Hedma est subdivisé en huit zones (Fig. 1). Dans la zone (A), six habitats ont été échantillonnés : le bassin du Bordj, le bassin de Nouh, l'oued Bou-Hedma, la steppe, la forêt claire d'acacias et la forêt dense d'acacias (Tab. I).

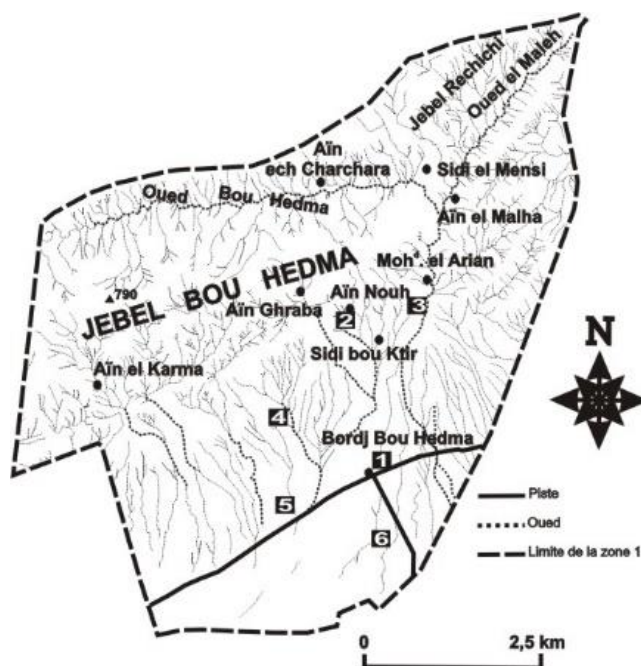


Figure 1.— Sites de capture des Chiroptères dans la zone de protection intégrale A du Parc National de Bou-Hedma (Tunisie) : 1 - Bassin du Bordj, 2 - Bassin de Nouh, 3 - Oued Bou-Hedma, 4 - Steppe, 5 - Forêt claire d'acacias, 6 - Forêt dense d'acacias.

### COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES

La mesure de l'activité et l'utilisation des habitats par les chauves-souris peuvent être abordés par deux principales techniques, la capture au filet (Flaquer *et al.*, 2007 ; Kunz *et al.*, 2009 ; Hayes *et al.*, 2009) et la détection des émissions ultrasonores (Barataud, 1992 ; Vaughan *et al.*, 1997 ; Russo & Jones, 2003 ; Hayes *et al.*, 2009) ou la combinaison de ces

techniques (Duffy *et al.*, 2000 ; Kingston, 2009). Plus économique et permettant d'étudier le cycle reproducteur des espèces, c'est la capture au filet qui a été mise en œuvre.

Les chauves-souris ont été capturées à l'aide d'un filet (2,5 m\*12 m; 16 mm\*16 mm) et identifiées en utilisant les guides de Dietz & Helversen (2004), Dietz (2005), Dietz *et al.* (2007) et Aulagnier *et al.* (2009). Les spécimens capturés ont été sexés, pesés à l'aide d'un peson (Pesola, Suisse, Précision  $\pm$  0,25 g) et mesurés (avant-bras, 3<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> doigts) à l'aide d'un pied à coulisse ( $\pm$  0,1 mm).

TABLEAU I

Caractéristiques des six habitats de capture des Chiroptères dans le Parc National de Bou-Hedma (Tunisie)

Site	Coordonnées	Caractéristiques
Bassin du Bordj	34°28'28,8"N 09°37'58,2"E	Habitat ouvert correspondant à un plan d'eau artificiel, alimenté perpétuellement, entouré par quelques acacias et situé à proximité des logements du parc.
Bassin de Nouh	34°29'36,9"N 09°38'39,2"E	Habitat fermé situé au pied de la montagne de Bou-Hedma correspondant un plan d'eau artificiel situé à 10-75 cm au-dessus du sol, alimenté par la source de Nouh et entouré par des pieds de palmiers dattiers ( <i>Phoenix dactylifera</i> ) et d' <i>Eucalyptus</i> sp.
Oued Bou-Hedma	34°29'40,7"N 09°39'23,3"E	Habitat semi-ouvert caractérisé par la présence de phragmites avec parfois de l'eau courante et/ou stagnante dans l'oued.
Steppe	34°28'43,3"N 09°37'58,2"E	Habitat assez ouvert caractérisé par la présence de quelques pieds d' <i>Acacia raddiana</i> , <i>Retama raetam</i> , <i>Zizyphus lotus</i> et l'abondance des herbacées : <i>Helianthemum lippii</i> , <i>Astragalus algerianus</i> ...
Forêt claire d'acacias	34°28'05,2"N 09°38'10,0"E	Habitat ouvert occupé par plusieurs espèces herbacées comme <i>Haloxylon scoparium</i> , <i>Astragalus armatus</i> et caractérisé par la présence de bosquets âgés d' <i>Acacia raddiana</i> .
Forêt dense d'acacias	34°27'47,4"N 09°39'00,7"E	Habitat fermé au milieu d'une plantation dense de jeunes acacias associés à des pieds de palmiers dattiers et des herbacées comme <i>Haloxylon schmittianum</i> , <i>Lycium arabicum</i> , <i>Rhantherium suaveolens</i> , <i>Retama raetam</i> ...

Chaque séance de capture, une par mois dans chacun des six habitats, a commencé 15 minutes après le coucher du soleil et s'est poursuivie durant 3 heures ; ce suivi mensuel a été réalisé de mai 2009 à juin 2011 (absence de séance en août 2009, séance fin-octobre – début-novembre 2009, un seul habitat (bassin du Bordj) échantillonné en septembre 2009). Douze séances de capture de 3 heures ont aussi été réalisées avant l'aube au niveau du bassin du Bordj de Bou-Hedma en juillet-août, novembre-décembre 2009, janvier et mai septembre 2010.

Sites de capture et périodes nocturnes (début vs fin de nuit, pour le bassin du Bordj) ont été comparés au moyen de tests de chi-carré, test qui a aussi été utilisé pour comparer la phénologie des deux espèces les plus capturées (comparaison des captures mensuelles avec regroupement de mois pour obtenir des effectifs théoriques  $\geq$  5). Le seuil de signification a été fixé à 0,05.

## RÉSULTATS

### BILAN DES CAPTURES

Au total 1109 chauves-souris de sept espèces (Tab. II) ont été capturées durant 82 séances (246 h) dont 899 au crépuscule durant 70 séances (210 h) et 210 à l'aube durant 12 séances (36 h). La fréquence de capture a été très variable en fonction de l'habitat, de l'espèce et de la saison.

Toutes les captures ont été concentrées au niveau des points d'eau. Le bassin du Bordj constitue l'habitat le plus fréquenté avec 503 spécimens capturés (55,95 % des captures au crépuscule) et six espèces. Le bassin de Nouh représente aussi un habitat fréquenté avec 354 spécimens de trois espèces (39,38 % des captures). Avec 42 spécimens (4,67 % des captures) mais 5 espèces, l'oued Bou-Hedma a été moins fréquenté que les deux bassins. Aucun spécimen n'a été capturé dans les autres habitats.

Lors des captures crépusculaires un seul mâle de Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) a été capturé le 19 mars 2011 dans le lit de l'oued Bou-Hedma. Cinq femelles et 3 mâles de Minioptère

de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) ont été capturés au-dessus du bassin du Bordj durant la période estivale, à l'exception d'une femelle capturée le 18 décembre 2010. L'Oreillard d'Hemprich (*Otonycteris hemprichii*) a été assez rare avec 1 mâle et 1 femelle le 01 novembre 2010, 1 femelle le 19 mars 2010 capturés à l'oued Bou-Hedma et un mâle le 06 juillet 2010 au Bassin du Bordj. Le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*) n'a été capturé qu'au bassin de Bordj (cinq femelles et deux mâles). Les spécimens (5 femelles et 2 mâles) de l'Oreillard du Maghreb (*Plecotus gaisleri*) ont été capturés au niveau des trois points d'eau.

TABLEAU II

Paramètres biométriques des espèces de Chiroptères capturés dans le Parc National de Bou-Hedma (Tunisie)  
moyenne  $\pm$  écart-type

Espèces	Nombre - Sexe	Avant-bras (mm)	5 <sup>ème</sup> doigt (mm)	3 <sup>ème</sup> doigt (mm)
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	1 ♂	61,3	60,0	109,5
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	1 ♂ 4 ♀	44,0 45,70 $\pm$ 1,57	48,0 51,90 $\pm$ 2,05	82,0 85,03 $\pm$ 3,73
<i>Eptesicus isabellinus</i> (Temminck, 1840)	16 ♂ 15 ♀	47,27 $\pm$ 1,85 48,57 $\pm$ 1,22	57,68 $\pm$ 2,24 58,31 $\pm$ 2,88	80,41 $\pm$ 2,52 83,17 $\pm$ 3,23
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	15 ♂ 15 ♀	32,93 $\pm$ 0,94 34,17 $\pm$ 1,10	42,24 $\pm$ 1,42 43,78 $\pm$ 1,88	57,57 $\pm$ 1,85 58,80 $\pm$ 2,06
<i>Otonycteris hemprichii</i> Peters, 1859	4 ♂ 1 ♀	59,25 $\pm$ 2,09 63,3	72,13 $\pm$ 2,12 75,0	96,43 $\pm$ 4,80 103,2
<i>Plecotus gaisleri</i> Benda, Kiefer, Hanák & Veith, 2004	2 ♂ 1 ♀	39,00 $\pm$ 0,00 40,0	52,45 $\pm$ 1,48 52,8	65,35 $\pm$ 2,62 65,8
<i>Myotis punicus</i> Felten, 1977	2 ♂ 4 ♀	59,25 $\pm$ 0,35 61,87 $\pm$ 1,57	71,25 $\pm$ 1,06 80,55 $\pm$ 6,93	95,05 $\pm$ 3,46 97,45 $\pm$ 4,02

Avec respectivement 137 femelles - 63 mâles et 403 femelles - 269 mâles la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et la Sérotine isabelle (*Eptesicus isabellinus*) représentent l'essentiel des captures crépusculaires au niveau des trois plans d'eau. Cependant l'effectif le plus important de *P. kuhlii* a été observé au niveau du bassin du Bordj (169 spécimens en 72 h vs 24 en 69 h au bassin de Nouh et 7 spécimens en 69 h à l'oued Bou-Hedma, chi-carré = 226,0 ; ddl = 2 ; p < 0,001), alors qu'*E. isabellinus* a été capturée particulièrement aux bassins (327 spécimens au bassin de Nouh et 315 au bassin de Bordj vs 30 à l'oued Bou-Hedma, chi-carré = 245,6 ; ddl = 2 ; p < 0,001). La plupart des spécimens piégés au bord du bassin du Bordj étaient partiellement mouillés et certains spécimens de *P. kuhlii* présentaient des trous dans leur plagiopatagium.

À l'aube, les captures ont été significativement moins nombreuses (chi-carré = 4,8 ; ddl = 1 ; p < 0,05), limitées à la période estivale (aucun spécimen n'a été capturé en novembre 2009, décembre 2009 et janvier 2010) et moins diversifiées avec seulement cinq espèces : *P. kuhlii* (46 ♀ et 25 ♂), *E. isabellinus* (68 ♀ et 54 ♂), *Miniopterus schreibersii* (8 ♀ et 5 ♂), *Myotis punicus* (1 ♀) et *Plecotus gaisleri* (1 ♀ et 2 ♂).

#### CYCLE ANNUEL DES CAPTURES

La distribution des captures crépusculaires montre que des chauves-souris sont actives toute l'année dans le Parc National de Bou-Hedma (Fig. 2). Toutefois, une période de captures nombreuses est observée entre les mois d'avril et de juin, avec un pic au mois de juin 2009. De décembre à février l'activité est minimale, mais des captures sont opérées chaque mois, à l'exception de janvier 2010.

Alors que les espèces peu capturées ont été prises essentiellement de mars à juillet, les deux espèces les plus fréquentes, *Pipistrellus kuhlii* et *E. isabellinus*, présentent sensiblement le même

patron, avec cependant un déficit de *P. kuhlii* en mai 2009, février à mai 2010 et février 2011 (chi-carré = 64,0 ; ddl = 18 ; p < 0,001). Les pipistrelles étaient toujours actives au bassin du Bordj, même en hiver. Au contraire, les sérotines ont été capturées en hiver surtout au bassin du Nouh, aucun spécimen n'a été capturé en novembre, décembre et janvier au bassin du Bordj.

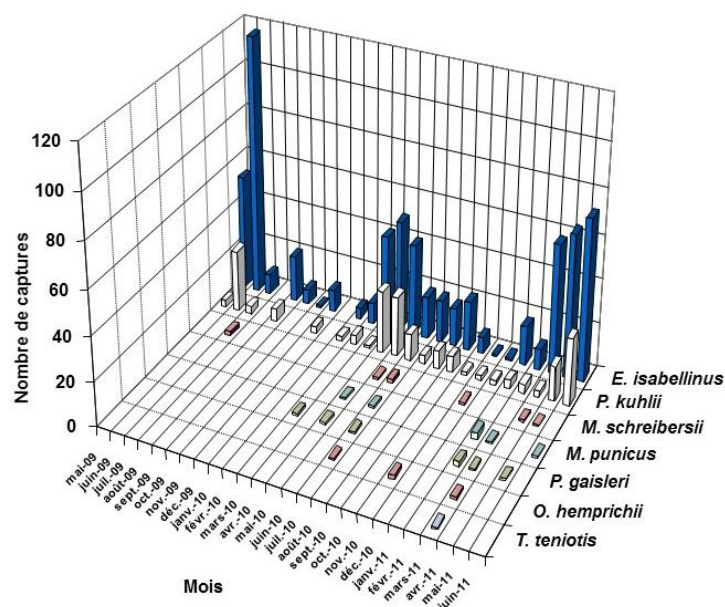


Figure 2.— Effectifs mensuels des Chiroptères capturés dans trois habitats (bassin du Bordj, bassin de Nouh, oued Bou-Hedma) du Parc National de Bou-Hedma (Tunisie) de mai 2009 à juin 2011.

Au bassin du Bordj les femelles de *P. kuhlii* ont été notées gestantes surtout en mai (7/11 des femelles le 09 mai 2011 vs 1/26 le 06 juin 2011) et allaitantes en juin (21/26 le 06 juin 2010). Au total, 17 juvéniles de *P. kuhlii* ont été capturés : 6 femelles et 1 mâle en juin, 1 femelle et 7 mâles en juillet, 3 femelles et 2 mâles en août.

Les femelles gestantes d'*E. isabellinus* ont été observées en avril (100 % des femelles capturées au niveau des deux bassins), en mai (26/28 au bassin du Bordj le 09 mai 2011, 2/18 au bassin de Nouh le 18 mai 2011), en juin (14/31 au bassin du Bordj le 06 juin 2011, 1/15 au bassin de Nouh le 12 juin 2011), mais aussi en août (1/6 au bassin de Nouh le 03 août 2010). Sur les 18 femelles capturées le 18 mai 2010 au bassin de Nouh, cinq possédaient des vulves hémorragiques et une était allaitante. En juin 2011, 17/31 des femelles capturées au bassin du Bordj étaient allaitantes. Deux femelles ayant des vulves tuméfiées et des sécrétions vaginales souillant le pelage ont encore été capturées le 25 octobre 2010 au bassin de Nouh. Seuls deux juvéniles ont été capturés : un mâle au bassin du Bordj le 17 juin 2010 et une femelle le 11 octobre 2010 au bassin de Nouh.

## DISCUSSION

La capture mensuelle des chauves-souris dans le Parc National du Bou-Hedma constitue le premier suivi sur un cycle annuel réalisé en Tunisie (Dalhoumi *et al.*, 2011 ; Puechmaille *et al.*, 2012). Sept espèces ont été identifiées, soit deux espèces additionnelles aux captures précédentes (Hizem & Allegrini, 2009 ; Puechmaille *et al.*, 2012) : *Plecotus gaisleri* et *Otonycteris hemprichii*, cinquième mention de l'espèce pour la Tunisie après Puechmaille *et al.* (2012). Toutefois deux

espèces signalées dans le parc, le Petit Rhinopome (*Rhinopoma cystops*) et le Rhinolophe de Méhely (*Rhinolophus mehelyi*) (GOPA-DGF 2005), n'ont pas été capturées ; les habitats échantillonnés et l'utilisation d'un seul filet bas, qui s'est avéré inefficace dans la steppe et la forêt d'acacias, pourraient expliquer ces absences. Cette diversité spécifique est faible à l'échelle de la Tunisie qui héberge au moins 19 espèces (Dalhoumi *et al.*, 2011).

Si *Tadarida teniotis*, *Eptesicus isabellinus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Plecotus gaisleri* et *Myotis punicus* sont assez largement distribués en Tunisie (Dalhoumi *et al.*, 2011 ; Puechmaille *et al.*, 2012) et dans tout le Maghreb (Aulagnier *et al.*, 2009), *Miniopterus schreibersii* n'a jusqu'alors été signalé qu'au nord de la région des chotts alors qu'*Otonycteris hemprichii* est inféodé aux zones arides et sahariennes. Ainsi le Parc National de Bou-Hedma correspond bien à une zone de contact entre les faunes méditerranéenne et saharienne, avec toutefois l'absence des espèces les plus septentrionales comme la Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Dalhoumi *et al.*, 2011 ; Puechmaille *et al.*, 2012) ou le Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus* capturé au filet également 100 km plus au nord dans le Parc National du Jbel Mghilla (Dalhoumi *et al.*, 2014). L'absence des rhinolophes tient probablement à leur aptitude à éviter le filet car, outre *Rhinolophus mehelyi* déjà recensé dans le Parc National de Bou-Hedma, le Grand Rhinolophe *R. ferrumequinum* est connu plus au sud (Dalhoumi *et al.*, 2011).

La dominance de *P. kuhlii* et d'*E. isabellinus* dans les captures de Chiroptères du Parc National de Bou-Hedma peut être expliquée aussi par les caractéristiques des gîtes disponibles. L'obstruction de gîtes cavernicoles (10 grottes recensées dans le parc ont été fermées pour raison de sécurité) peut expliquer la rareté de *Miniopterus schreibersii*, *Plecotus gaisleri*, *Myotis punicus*, et des rhinolophes. Comme *Tadarida teniotis* (Ibáñez & Arlettaz, 2013), *Otonycteris hemprichii* utilise généralement les fissures rocheuses, nombreuses dans le Jbel Bou-Hedma, et parfois des fentes dans les bâtiments (Fenton *et al.*, 1999 ; Gharaibeh & Qumsiyeh, 1995). En Afrique du Nord, *Pipistrellus kuhlii* cherche aussi les fissures des murs (Dalhoumi, obs. pers.), les anfractuosités des rochers (Deleuil & Labbé, 1955), sous l'écorce des vieux arbres (Aulagnier & Thévenot, 1986) et les trous d'arbres creux (Kowalski & Rzebik-Kowalska, 1991), gîtes qui sont très disponibles dans le parc. Ainsi une colonie de mise bas a été découverte sous les écorces décollées d'un gommier (*Acacia tortilis raddiana*) mort en mai 2008 (Hizem & Allegrini, 2009), trois colonies ont été observées lors de la chute d'écorces décollées d'acacias morts en décembre 2010, janvier et mai 2011 (Dalhoumi, obs. pers.). Enfin, opportuniste, *Eptesicus isabellinus* fréquente les bâtiments (Aulagnier & Thévenot, 1986), mais aussi les fissures de rochers ou de ruines, voire les grottes (Dietz *et al.*, 2007) ; une colonie de maternité a aussi été signalée dans un palmier dattier creux en Algérie (Kowalski & Rzebik-Kowalska, 1991) ; les gîtes potentiels sont donc nombreux dans le Parc National de Bou-Hedma.

Toutes les captures ont été opérées dans les trois habitats offrant une surface d'eau libre, l'oued offrant une surface variable selon les saisons qui limite sa fréquentation, même par les espèces communes. Dans les zones méditerranéennes les chauves-souris chassent particulièrement au niveau des plans d'eaux (Glendell & Vaughan, 2002 ; Russo & Jones, 2003 ; Di Salvo *et al.*, 2009 ; Lisón & Calvo, 2011, 2014 ; Dalhoumi *et al.*, 2014). Dans les régions désertiques elles se concentrent au niveau des points d'eaux (O'Farrel & Bradley, 1970 ; Williams & Dickman, 2004 ; Korine & Pinshow, 2004 ; Rabe & Rosenstock, 2005 ; Rebelo & Carlos Brito, 2006 ; Razgour *et al.*, 2010) et peuvent être limités à des oasis et des habitats humides en raison de leurs exigences alimentaires (Happold & Happold, 1988). Les chauves-souris utilisant les plans d'eau pour boire et/ou chasser (Vaughan *et al.*, 1997 ; Grindal *et al.*, 1999 ; Adams & Simmons, 2002 ; Tuttle *et al.*, 2006), la fréquentation des bassins et de l'oued était prévisible dans l'environnement aride du Parc National de Bou-Hedma. La différence entre les fréquences de capture aux trois points d'eaux peut être liée à leurs dimensions (Rabe & Rosenstock, 2005 ; Francl, 2008), à des spécialisations et des différences morphologiques entre espèces (Patterson *et al.*, 2003). Dans le Parc National de Bou-Hedma la présence d'eau libre dans l'oued, la hauteur d'eau dans le bassin du Bordj et la

profondeur du niveau d'eau par rapport aux bordures dans le bassin de Nouh conditionneraient l'activité des chauves-souris selon nos observations personnelles. L'absence de captures dans la steppe et surtout dans les forêts d'acacias est très certainement liée à une plus faible activité, mais aussi un possible évitement du dispositif de capture, d'autant que certaines espèces sont présentes, comme *P. kuhlii* qui gîte sous les écorces décollées d'acacias (Dalhoumi, obs. pers.). Une autre technique, comme la détection ultrasonore, devra être mise en œuvre pour vérifier la fréquentation de ces habitats par les chauves-souris.

Les captures de Chiroptères dans le Parc National de Bou-Hedma présentent une cyclicité caractéristique des régions tempérées avec toutefois deux particularités : des captures hivernales conséquentes et un pic d'avril à juin. Alors que grâce aux suivis dans les gîtes d'hibernation il est établi depuis longtemps que les chauves-souris ont une activité hivernale (e.g. Verschuren, 1949 ; Hooper & Hooper, 1956), peu nombreuses sont les études qui montrent une activité de chasse (e.g. Kaňuch *et al.*, 2005 ; Williams *et al.*, 2011 ; Miková *et al.*, 2013 ; Hope *et al.* 2014) et encore moins une activité sur de potentiels terrains de chasse. À la suite d'Avery (1985) la détection ultrasonore des chauves-souris a permis de quantifier leur activité en période hivernale. Par la capture Taylor & Savva (1990) ont étudié l'activité d'un peuplement de Chiroptères en Tasmanie qui présente des similitudes avec notre étude. Tant la richesse spécifique (8 espèces) que le rythme des captures des différentes espèces (saisonnier vs toute l'année, minimum au cœur de l'hiver) sont comparables avec nos résultats. De même, Gaisler (1983-1984) et Gaisler & Kowalski (1986) avec quatre (un site) et 12 espèces (25 localités) respectivement rapportent un nombre de captures minimal, mais non nul, en hiver. Au Nouveau Mexique les captures hivernales au-dessus de plans d'eau concernent majoritairement la Pipistrelle de l'Ouest *Pipistrellus hesperus* (Geluso, 2007). Les pipistrelles, *P. pipistrellus* et *P. kuhlii* représentent aussi l'essentiel des captures hivernales dans le nord algérien (Gaisler, 1983-1984) alors qu'*E. isabellinus* est régulièrement plus abondante que *P. kuhlii* dans le Parc National de Bou-Hedma.

Le pic de captures d'avril à juin correspond à la période de gestation et d'allaitement chez les deux espèces les plus capturées avec une précocité plus grande pour *E. isabellinus*. Il est suivi par un niveau constant de captures pendant tout l'été et le début de l'automne, mais moins élevé malgré la présence de juvéniles volants. Réduction de l'activité, plus grande aptitude à éviter le filet ou déplacement vers des habitats plus favorables sont les trois hypothèses à tester pour expliquer ce patron. Dans le nord algérien, en l'absence de séances estivales, Gaisler (1983-1984) rapporte des captures irrégulières et maximales en décembre ! Pour l'ensemble des sites algériens (Gaisler & Kowalski, 1986), le nombre de captures augmente de mars à août et retombe à un niveau très bas dès septembre. Ce pic estival conforte l'hypothèse d'un possible déplacement hors de la zone étudiée du Parc National de Bou-Hedma qui attirerait tant *P. kuhlii* et *E. isabellinus* que les espèces rarement capturées en période de reproduction.

## CONCLUSION

La capture au filet des Chiroptères du Parc National de Bou-Hedma n'a permis d'identifier que sept espèces. Cette faible diversité peut être liée à la technique d'étude (Kunz & Brock, 1975), aux habitats échantillonnés et à la disponibilité des gîtes dans le parc. Ainsi avec l'utilisation d'un détecteur d'ultrasons et la prospection des autres zones du parc, il sera sans doute possible d'enrichir cette liste par d'autres espèces qui volent à haute altitude et/ou qui détectent le filet. Les reliefs accidentés de Bou-Hedma et la disponibilité des gîtes arboricoles et anthropiques peuvent contribuer à favoriser certaines espèces. Les falaises et fissures, associées à l'absence de grotte accessible, favorisent la présence des espèces généralistes comme *E. isabellinus* et *P. kuhlii* en toutes saisons. Cette étude a aussi conforté l'importance des points d'eaux pour les chauves-souris, surtout au printemps. Par ses micro-habitats humides (bassins, sources, ravins et seguia), le Parc National de Bou-Hedma peut jouer un rôle important dans la reproduction des Chiroptères du

centre tunisien. Des recherches complémentaires devront être menées pour trouver les gîtes des espèces capturées et préciser leur utilisation des autres habitats du parc tout au long de l'année.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les partenaires qui ont participé à cette étude, dont EUROBATS par le financement du projet EPI « Bats of the Bou Hedma National Park: habitat use and conservation ». La capture des chauves-souris a été réalisée grâce à l'autorisation délivrée par la Direction Générale de la Forêt (Ministère de l'Agriculture) et le CRDA de Sidi Bouzid. Les sorties sur le terrain ont bénéficié de l'aide précieuse de Lazher Hamdi (conservateur du Parc National de Bou-Hedma durant la période d'étude). L'identification des espèces a été confirmée par Dino Scaravelli et Frédéric Leblanc. Ce texte a bénéficié des commentaires de quatre relecteurs anonymes.

## RÉFÉRENCES

- ADAMS, R.A. & SIMMONS, J.A. (2002).— Directionality of drinking passes by bats at water holes: is there cooperation? *Acta Chiropterol.*, 4: 1-5.
- AULAGNIER, S., HAFFNER, P., MITCHELL-JONES, T., MOUTOU, F. & ZIMA, J. (2009).— *Mammals of Europe, North Africa and the Middle East*. A&C Black Publ., London.
- AULAGNIER, S. & DESTRE, R. (1985).— Introduction à l'étude des Chiroptères du Tafilalt (sud-est marocain). *Mammalia*, 49: 329-337.
- AULAGNIER, S. & THÉVENOT, M. (1986).— Catalogue des Mammifères sauvages du Maroc. *Trav. Inst. Sci., Sér. Zool.*, 41: 1-163.
- AVERY, M.I. (1985).— Winter activity in pipistrelle bats. *J. Anim. Ecol.*, 54: 721-738.
- BARATAUD, M. (1992).— L'activité crépusculaire et nocturne de 18 espèces de Chiroptères, révélée par marquage luminescent et suivi acoustique. *Rhinolophe*, 9: 33-57.
- BROSSET, A. (1966).— *La biologie des Chiroptères*. Masson, Paris.
- CHAIIEB, M. & BOUKHRIS, M. (1998).— *Flore succincte et illustrée des zones arides et sahariennes de Tunisie*. L'Or du Temps, Tunis.
- DALHOUMI, R., AISSA, P. & AULAGNIER, S. (2011).— Taxonomie et répartition des Chiroptères de Tunisie. *Rev. suisse Zool.*, 118: 265-292.
- DALHOUMI, R., HEDFI, A., AISSA, P. & AULAGNIER, S. (2014).— Bats of Jebel Mghilla National Park (central Tunisia): first survey and habitat-related activity. *Trop. Zool.*, 27: 53-62.
- DELEUIL, R. & LABBÉ, A. (1955).— Sur la variabilité de la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*). *Bull. Soc. Sci. nat. Tunisie*, 8: 237-242.
- DI SALVO, I., RUSSO, D. & SARÀ, M. (2009).— Habitat preferences of bats in a rural area of Sicily determined by acoustic surveys. *Hystrix, It. J. Mammal.*, 20: 137-146.
- DIETZ, C. (2005).— *Illustrated identification key to the bats of Egypt, version 1.0*. Electronic publication: <http://www.mammalwatching.com/Palearctic/Otherreports/Bat%20Key%20for%20Egypt.pdf>
- DIETZ, C. & HELVERSEN, O. VON (2004).— *Illustrated identification key to the bats of Europe*. Electronic publication: <http://www.mammalwatching.com/palearctic/otherreports/batkey.pdf>
- DIETZ, C., HELVERSEN, O. VON & NILL, D. (2007).— *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas*. Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- DUFFY, A.M., LUMSDEN, L.F., CADDLE, C.R., CHICK, R.R. & NEWELL, G.R. (2000).— The efficacy of AnaBat ultrasonic detectors and harp traps for surveying microchiropterans in south-eastern Australia. *Acta Chiropterol.*, 2: 127-144.
- FENTON, M.B., SHALMON, B. & MAKIN, D. (1999).— Roost switching, foraging behaviour, and diet of the vesperilionid bat, *Otonycteris hemprichii*. *Israel J. Zool.*, 45: 501-506.
- FLAQUER, C., TORRE, I. & ARRIZABALAGA, A. (2007).— Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *J. Mammal.*, 88: 526-533.
- FRANCL, K.E. (2008).— Summer bat activity at woodland seasonal pools in the northern Great Lakes region. *Wetlands* 28: 117-124.
- GAISLER, J. (1983-1984).— Bats of northern Algeria and their winter activity. *Myotis*, 21-22: 89-95.
- GAISLER, J. & KOWALSKI, K. (1986).— Results of the netting of bats in Algeria (Mammalia, Chiroptera). *Věst. čs. Společ. zool.*, 50: 161-173.
- GELUSO, K. (2007).— Winter activity of bats over water and along flyways in New Mexico. *Southwest. Natural.*, 52: 482-492.



- GEORGIAKAKIS, P., VASILAKOPOULOS, P., MYLONAS, M. & RUSSO, D. (2010).— Bat species richness and activity over an elevation gradient in Mediterranean shrublands of Crete. *Hystrix, It. J. Mammal.*, 21: 43-56.
- GHARAIBEH, B.M. & QUMSIYEH, M.B. (1995).— *Otonycteris hemprichii*. *Mammal. Spec.*, 514: 1-4.
- GLENDELL, M. & VAUGHAN, N. (2002).— Foraging activity of bats in historic landscape parks in relation to habitat composition and park management. *Anim. Conserv.*, 5: 309-316.
- GOPA – DGF. (2005).— *Plan d'aménagement et de gestion du Parc National de Bou Hedma et de sa périphérie - rapport final*. IGIP - GOPA Consultants, Tunis - Bad Hamburg.
- GRINDAL, S.D., MORISSETTE, J.L. & BRIGHAM, R.M. (1999).— Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Can. J. Zool.*, 77: 972-977.
- HAPPOLD, D.C.D. & HAPPOLD, M. (1988).— Renal form and function in relation to the ecology of bats (Chiroptera) from Malawi, Central Africa. *J. Zool., Lond.*, 215: 629-655.
- HAYES, J.P., OBER, H.K. & SHERWIN, R.E., 2009.— Survey and monitoring of bats. Pp 112-129 in: T.H. Kunz & S. Parsons (eds). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Second edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- HIZEM, M.W. & ALLEGRINI, B. (2009).— Contribution à la connaissance des Chiroptères du Parc National de Bou Hedma (Tunisie). *Poiretia*, 1: 5-9.
- HOOPER, J.H.D. & HOOPER, W.M. (1956).— Habits and movements of cave dwelling bats in Devonshire. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 127: 1-26.
- HOPE, P.R., BOHMANN, K., GILBERT, M.T.P., LISANDRA EZPEDA-MENDOZA, M., RAZGOUR, O. & JONES, G. (2014).— Second generation sequencing and morphological faecal analysis reveal unexpected foraging behaviour by *Myotis nattereri* (Chiroptera, Vespertilionidae) in winter. *Front. Zool.*, 11: 39.
- HORÁČEK, I. (2010).— Monitoring bats in underground habitats. Pp 93-109 in: I. Horáček & M. Uhrin (eds). *A tribute to bats*. Publishing House, Prague.
- HUMPHRIES, M.M., SPEAKMAN, J.R. & THOMAS, D.W. (2006).— Temperature, hibernation energetic, and the cave and continental distributions of Little Brown Myotis. Pp 23-37 in: A. Zubaid, G.F. McCracken & T.H. Kunz (eds). *Functional and evolutionary ecology of bats*. Oxford University Press, Oxford.
- IBÁÑEZ, C. & ARLETTAZ, R. (2013).— *Tadarida teniotis* European Free-tailed Bat. Pp 533-535 in: M. Happold & D.C.D. Happold (eds). *Mammals of Africa. Volume IV. Hedgehogs, shrews and bats*. Bloomsbury Publishing, London.
- KAŇUCH, P., JANEČKOVÁ, K. & KRIŠTÍN, A. (2005).— Winter diet of the Noctule Bat (*Nyctalus noctula*). *Folia Zool.*, 54: 53-60.
- KAREM, A., KSANTTINI, M., SOENBERGER, T. & WAIBEL, T. (1993).— *Contribution à la régénération de la végétation dans les parcs nationaux en Tunisie aride*. Ministère de l'Agriculture, Tunis.
- KINGSTON, T. (2009).— Analysis of species diversity of bat assemblages. Pp 195-215 in: T.H. Kunz & S. Parsons (eds). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Second edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- KORINE, C. & PINSHOW, B. (2004).— Guild structure, foraging space use, and distribution in a community of insectivorous bats in the Negev Desert. *J. Zool., Lond.*, 262: 187-196.
- KOWALSKI, K., GAISLER, J., BESSAM, H., ISSAAD, C. & KSANTINI, H. (1986).— Annual life cycle of cave bats in Northern Algeria. *Acta Theriol.*, 13: 185-206.
- KOWALSKI, K. & RZEBIK-KOWALSKA, B. (1991).— *Mammals of Algeria*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław.
- KUNZ, T.H. & BROCK, C.E. (1975).— A comparison of mist-nets and ultrasonic detectors for monitoring flight activity of bats. *J. Mammal.*, 56: 907-911.
- KUNZ, T.H., HODKISON, R. & WEISE, C.D. (2009).— Methods of capturing and handling bats. Pp 3-35 in: T.H. Kunz & S. Parsons (eds). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Second edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- LE HOUÉROU, H.N. (1995).— *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique*. CIHEAM, Options méditerranéennes, Montpellier.
- LISÓN, F. & CALVO, J.F. (2011).— The significance of water infrastructures for the conservation of bats in a semiarid Mediterranean landscape. *Anim. Conserv.*, 14: 533-541.
- LISÓN, F. & CALVO, J.F. (2014).— Bat activity over small ponds in dry Mediterranean forests: implications for conservation. *Acta Chiropterol.*, 16: 95-101.
- MIKOVÁ, E., VARCHOLOVÁ, K., BOLDOGH, S. & UHRIN, M. (2013).— Winter diet analysis in *Rhinolophus euryale* (Chiroptera). *Cent. Eur. J. Biol.*, 8: 848-853.
- NEUWEILER, G. (2000).— *The biology of bats*. Oxford University Press, Oxford.
- NOUMI, Z. (2010).— *Acacia tortilis subsp. raddiana en Tunisie pré-saharienne : structure du peuplement, réponses et effets biologiques et environnementaux*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Sfax & Université Bordeaux I.

- O'FARREL, M.J. & BRADLEY, W.G. (1970).— Activity patterns of bats over a desert spring. *J. Mammal.*, 51: 18-26.
- PATTERSON, B.D., WILLIG, M.R. & STEVENS, R.D. (2003).— Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp 536-579.in: T.H. Kunz & M.B. Fenton (eds). *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- PUECHMAILLE, S., HIZEM, W.M., ALLEGRINI, B. & ABIADH, A. (2012).— Bat fauna of Tunisia: review of records and new records, morphometrics and echolocation data. *Vespertilio*, 16: 211-239.
- RABE, M.J. & ROSENSTOCK, S.S. (2005).— Influence of water size and type on bat captures in the lower Sonoran desert. *West. North Am. Natur.*, 65: 87-90.
- RAZGOUR, O., KORINE, C. & SALTZ, D. (2010).— Pond characteristics as determinants of species diversity and community composition in desert bats. *Anim. Conserv.*, 13: 505-513.
- REBELO, H. & BRITO, J.C. (2006).— Bat guild structure and habitat use in the Sahara desert. *Afr. J. Ecol.*, 45: 228-230.
- RUSSO, D. & JONES, G. (2003).— Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography*, 26: 197-209.
- TAYLOR, R.J. & SAVVA, N.M. (1990).— Annual activity and weight cycles of bats in south-eastern Tasmania. *Aust. Wildl. Res.*, 17: 181-188.
- TUTTLE, N.M., BENSON, D.P. & SPARKS, D.W. (2006).— Diet of *Myotis sodalis* (Indiana Bat) at an urban/rural interface. *Northeast. Natural.*, 13: 435-442.
- VAUGHAN, N., JONES, G. & HARRIS, S. (1997).— Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad band acoustic method. *J. appl. Ecol.*, 34: 716-730.
- VERSCHUREN, J. (1949).— L'activité et les déplacements hivernaux des Chiroptères en Belgique. *Bull. Inst. Roy. Sci. nat. Belg.*, 25: 1-7.
- WILLIAMS, A.J. & DICKMAN, C.R. (2004).— The ecology of insectivorous bats in the Simpson Desert, central Australia: habitat use. *Aust. Mammal.*, 26: 205-214.
- WILLIAMS, C., SALTER, L. & JONES, G. (2011).— The winter diet of the Lesser Horseshoe Bat (*Rhinolophus hipposideros*) in Britain and Ireland. *Hystrix, Ital. J. Mammal.*, 22: 159-166.
- ZAAFOURI, M.S., ZOUAGHI, M., AKRIMI, N. & JEDER, H. (1997).— La forêt steppe à *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* var. *raddiana* de la Tunisie aride : dynamique et évolution. *Rev. Régions arides*, n° spéc.: 258-271.