

## Au sujet de quelques nouvelles données ultrasonores sur la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774) au Maroc

### *Some new ultrasonic data about Greater Noctule bat (*Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774) in Morocco*

Fabrice CUZIN

BP 1172, Bab Agnaw, 40.000 Marrakech, Maroc (fabcuzin@yahoo.fr)

**Résumé.** La Grande Noctule, *Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774, est une espèce considérée comme rare en Afrique du Nord. Des détections ultrasonores ont cependant permis de détecter assez fréquemment l'espèce dans diverses régions du Maroc où elle était inconnue (Plateau Central, Moyen Atlas central et méridional). Les paramètres des cris sont présentés. L'espèce est assez régulière dans divers types d'habitats forestiers de futaie (cédraie, ilîçaie, subéraie, oliveraie), mais ce n'est que dans l'ilîçaie de Bou Idmouma (Moyen Atlas méridional) que sa fréquence semble remarquablement élevée.

**Mots-clés :** Chiroptera, *Nyctalus lasiopterus*, distribution, Moyen Atlas, Plateau Central, Maroc.

**Abstract.** The Greater Noctule bat, *Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774, is a species considered rare in North Africa. However, ultrasound detection has allowed it to be detected in more regions of Morocco than previously known (Central Plateau, Central and Southern Middle Atlas). The parameters of calls are presented. The species is often present in various forest habitats with a high density of tall trees, notably mature cedar, holm oak, cork oak or cultivated olive trees. It has until now been detected most frequently in the holm oak forest of Bou Idmouma (Southern Middle Atlas).

**Keywords :** Chiroptera, *Nyctalus lasiopterus*, distribution, Middle Atlas, Central Plateau, Morocco.

#### Abridged English version

##### Introduction

Previously, the Greater Noctule bat, *Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774, was only found in 3 different locations in Morocco, from individuals caught in Rabat and in Northern Morocco, and echolocation data in Southern Middle Atlas. This species is considered one of the rarest bats throughout North Africa. Its Western Palearctic distribution is wide (Fig. 1).

##### Materials and methods

In 2015, unplanned, random prospecting was undertaken in April and August, and orientated mainly on tall forests in Central Plateau, Southern and Central Middle Atlas. In 2016, a second visit was done in Bou Idmouma in August, where the species seemed to be more abundant.

Data was collected exclusively from ultrasound recordings, during whole nights, when weather permitted. An ultrasound detector/recorder Batlogger M (Elekon AG, Luzern, Switzerland) was used. \*wav recorded files were analysed with BatExplorer v 1.11.3.0 (Elekon AG, Luzern, Switzerland) software, for species identification and figures, and Batsound v 4.2.1 (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden) software for measuring parameters.

Classical call parameters were measured:

- Time parameters, in ms (duration of each call, and, if possible, intervals between calls);
- Frequency parameters, in kHz (Initial frequency, FI ; Maximal energy frequency, FEM ; Terminal frequency,

For species identification, we followed the criteria of Haquart & Disca (2007), Estók & Siemers (2009), Haquart & al. (2010) and Barataud (2015). Bad quality calls, social calls and "pseudobuzz" (sequency of short and very modulated calls, with short intervals, similar to buzz calls emitted by numerous bat species when capturing prey, but on a slower rythm, Haquard *et al.* 2010) calls were not used for this analysis.

##### Results

From more than 7000 recorded sequences, 47 sequences including 253 calls were attributed to *Nyctalus lasiopterus*. Table 1 sums up the analysis of ultrasounds attributed to the species, by separating QFC calls (LB<4 or 5 kHz), from FM calls (LB≥4 or 5 kHz). Measured values fit well in European values. The volume of data has led to increased extreme values.

In North Africa, ultrasounds calls of three bat species could be confused with those of the Greater Noctule:

- *Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814), constantly present in all locations, emits ultrasounds which present characteristics nowadays well documented, compared with those of the Greater Noctule bat (Haquart & Disca 2007; Barataud 2015). QFC calls of the Greater Noctule bat can be differentiated at low final frequency (ie between 12 and 14 kHz, usually considered as the most confusing), by their narrower bandwidth (less than 3 kHz) and longer duration (more than 20 ms).

- *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) seems to be absent in North Africa. However this species, present in Southern Spain, could possibly remain undetected in North Africa. In Europe, the frequency of ultrasounds emitted by this species

are notably higher than those emitted by the Greater Noctule bat.

- *Nyctinomus aegyptiacus* (E. Geoffroy, 1806) seems to be restricted in Maghreb to Saharan and Pre-saharan areas (Bernard & Happold 2013). In Africa, its calls are modulated, without alternating frequencies, with a duration shorter than 15 ms, FEM between 18 and 25 kHz, and a terminal frequency between 17,4 and 24,3 kHz (Fenton & Bell 1981 ; Taylor 1999 ; Monadjem *et al.* 2010 ; Taylor *et al.* 2013 ; Moores & Brown 2017). Some sequences show an irregular and weakly contrasted alternation, which is a characteristic of the species (Estók & Siemers 2009; Haquart *et al.* 2010; Barataud 2015). A sample of the different kinds of calls is presented in figures 2 and 3. The new distribution data are presented in figure 4. Data about habitat is summed up in table 2. The species was detected only in four kinds of tall tree forests, dominated by *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Cedrus atlantica* and cultivated olive trees. These forests are either dense or a mosaic of forests with clearings or matorral. According to Emberger's bioclimate zonation (Sauvage 1963), these habitats are in humid or subhumid bioclimates, with high rainfalls. The recorded altitude range for the species is from 60 up to 2190 m in the Central Middle Atlas.

### Discussion

Greater Noctule bat often flies high (more than 50 m from the ground), and it roosts mainly in tall trees (Ibañez *et al.* 2004; Dietz *et al.* 2009) : the probability of capture by using classical techniques is quite low. So ultrasound detection is more practical and furnishes a high volume of data (see for example Bec *et al.* 2010). But ultrasound detectors have their limitations too: many detectors have a low frequency filter, hence limiting the probability of detection of this species (Haquart *et al.* 2010) ; quite often, the apparent rarity of the species requires a whole night

recording ; low frequency ultrasounds emitted by this species can be detected from far away, but they are emitted from high from the ground, and the use of good quality microphones is necessary.

In the *Quercus ilex* tall forest of Bou Idmouma, the number of sequences and calls recorded is maximal (in 2015, 7 sequences with 18 calls recorded in one night, and, in 2016, 31 sequences and 199 calls during 2,5 nights) ; in other places, the maximum number of sequences is 3 / night, corresponding probably to moving solitary animals. The habitat of Bou Idmouma is probably very favourable, due to the density of high trees, with numerous holes (large dead branches, loose barks, holes of *Dendrocopos major*...). Bou Idmouma is the only site where social calls were recorded, and these calls will be analysed in a later paper.

### Conclusion

The Greater Noctule bat is not as rare as previously thought, as it was detected in 6 new locations, each night in tall forests, mainly in the Middle Atlas. Further prospections in other tall forest sites would probably increase its known distribution, in Morocco and in the Maghreb. In the Maghreb, this species, because of its link to tall trees, is very probably threatened, as most tall forests have been cut, especially *Quercus ilex* tall forests, which are presently very rare in Morocco.

In the Southern Middle Atlas, the *Quercus ilex* high forest at Bou Idmouma, above Zawyat Echeikh, seems to be a preferred habitat for the species. This forest also hosts many other bats species, numerous species of birds, Barbary monkey (*Macaca sylvanus*), numerous species of birds (Cuzin, unpublished data). This site is threatened by some charcoal making, and it should be protected, as a Biological and Ecological Interest Site (SIBE), for later integration in the national network of protected areas.

## INTRODUCTION

Selon les quelques données disponibles actuellement, la Grande Noctule semble être l'une des espèces de Chiroptères les plus rares au Maroc, parmi les 29 espèces recensées à ce jour. En effet, dans la base de données sur les Mammifères sauvages du Maroc, utilisée pour la rédaction par Aulagnier *et al.* (2017) d'un nouvel Atlas de distribution des Mammifères sauvages, seules 3 observations antérieures à cette étude se réfèrent à cette espèce.

Ailleurs en Afrique du Nord, l'espèce n'est connue avec certitude que de la Lybie (Ibañez 2013). L'espèce présente une vaste distribution dans l'ouest Paléarctique (Fig. 1).

Au Maroc, Laurent (1937) a originellement identifié un animal collecté à Rabat en 1925 par Barruel comme Noctule commune, identification corrigée par Palmeirim (1982), qui l'a déterminé comme étant une Grande Noctule. En 1987, dans le nord du pays, au Jbel Alam, Ibañez (1988) a capturé une femelle dans une chênaie à *Quercus suber* et *Q. canariensis*. Enfin, en 2005, Prié (2007) a enregistré une séquence d'ultrasons aux environs de Bzou (Moyen Atlas méridional), attribuée à la Grande Noctule.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

La prospection n'a pas été systématique, mais effectuée en fonction de déplacements organisés pour d'autres raisons.

En 2015, les données ont été collectées au cours de deux missions, la première au niveau du Plateau Central (région d'Oulmès) au début avril et la deuxième dans le Moyen Atlas central et méridional à la mi-août, avec recherche systématique de futaies bien développées et âgées. A la mi-août 2016, une mission a été spécialement orientée vers la futaie de Bou Idmouma, dans le Moyen Atlas méridional, où la fréquence de l'espèce semblait la plus élevée en 2015.

Les données proviennent exclusivement d'enregistrements d'ultrasons émis par des Chiroptères en vol, effectués lors de nuits entières, quand la météorologie (absence de pluie) le permettait. Les enregistrements ont été réalisés au moyen d'un détecteur/enregistreur d'ultrasons Batlogger M (Elekon AG, Luzern, Suisse), en temps réel, en mode d'enregistrement automatique (c'est à dire déclenché par une émission d'ultrasons), et avec une fréquence d'échantillonnage de 312,5 kHz. Les mesures de fréquences des fichiers de 'format .wav' en 16 bits produits ont permis l'identification de l'espèce et la production de figures au

moyen du logiciel BatExplorer v 1.11.3.0 (Elekon AG, Luzern, Suisse); pour l'ensemble des fichiers ainsi obtenus, les mesures des paramètres ont été vérifiées au moyen du logiciel Batsound v 4.2.1 (Petersson Elektronik AB, Uppsala, Suède), selon les réglages préconisés par Barataud

(2015) (FFT de 512 pt et « Hanning window »); ce logiciel étant largement utilisé dans les analyses acoustiques de Chiroptères.

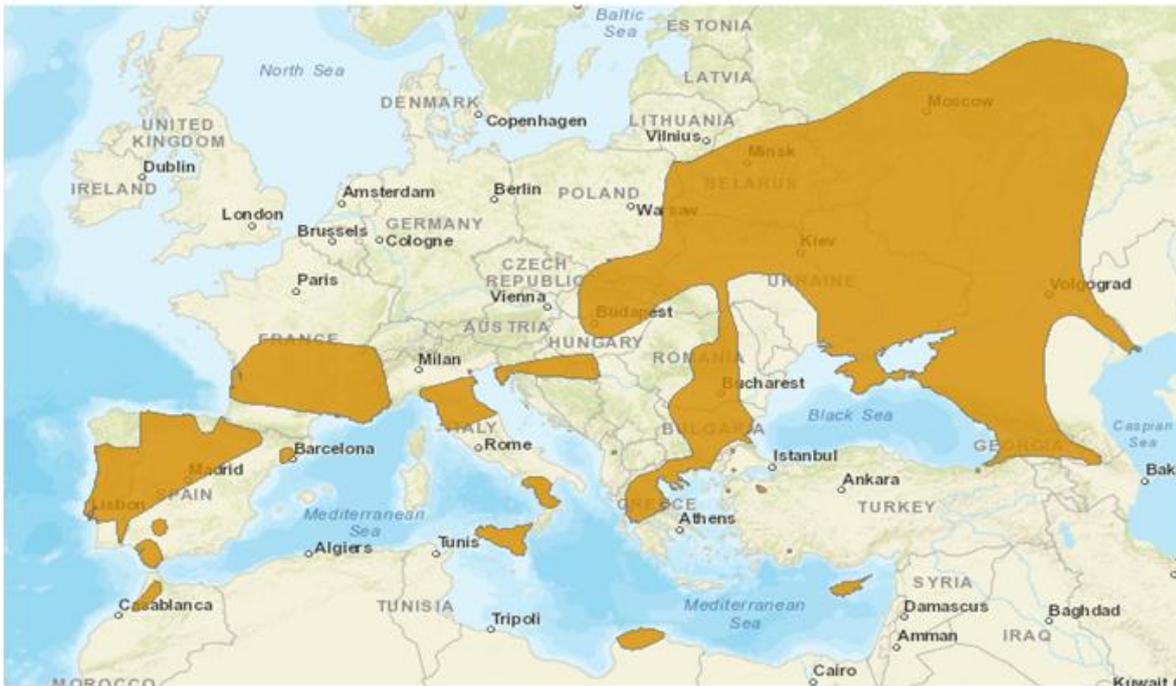


Figure 1. Distribution mondiale de *Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774 (IUCN 2016).

Figure 1. Global distribution of *Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1774 (IUCN 2016).

Pour l'identification des ultrasons de l'espèce, nous avons suivi les critères identifiés et définis par Haquart & Disca (2007), Estók & Siemers (2009), Haquart *et al.* (2010) et Barataud (2015). Les cris de qualité médiocre, les cris sociaux et les cris de type "pseudobuzz" (séquence de cris brefs très modulés, avec intervalles courts, analogues aux buzz de captures émis par de nombreux Chiroptères, mais sur un rythme plus lent, Haquart *et al.* (2010)) n'ont pas été analysés. Pour chaque cri, les paramètres acoustiques suivants ont été mesurés :

- Paramètres temporels, en ms (durée de chaque cri, intervalle entre cris, si la séquence en comporte plusieurs, et si un seul individu a été enregistré)
- Paramètres de fréquence, en kHz (Fréquence initiale, FI ; fréquence d'énergie maximale, FEM ; fréquence terminale, FT ; largeur de bande, LB)

Ces mesures ont été effectuées directement au moyen du curseur de mesure, sauf pour la FEM, mesurée par analyse de densité spectrale (Power Spectrum).

Afin de permettre une distinction avec des espèces émettant des cris similaires, nous avons procédé à une analyse séparée des cris en quasi fréquence constante (QFC) et des cris en modulation de fréquence (FM). Pour pouvoir comparer les données enregistrées avec les 2 jeux de données européennes disponibles, le seuil entre la largeur de bande entre cris en QFC et cris en FM est défini à 4 kHz (Haquart *et al.* 2010) ou 5 kHz (Barataud 2015).

## RESULTATS

### Analyse des ultrasons

Parmi plus de 7000 séquences enregistrées, 253 cris provenant de 47 séquences ont été attribués à *Nyctalus lasiopterus*.

Le tableau 1 résume l'analyse des ultrasons attribués à l'espèce, en différenciant les cris en QFC (LB < 4 ou 5 kHz), et les cris en FM (LB ≥ 4 ou 5 kHz).

Notons que le nombre important de données a conduit à un accroissement des valeurs extrêmes par rapport aux valeurs mesurées en Europe.

En Afrique du Nord, trois espèces potentielles présentent un risque de confusion avec la Grande Noctule par identification acoustique :

*Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814), présent dans la totalité des stations prospectées, émet des ultrasons parfois similaires à ceux de la Grande Noctule, mais les critères de distinction sont maintenant bien établis (Haquart & Disca 2007 ; Barataud 2015). En particulier, dans la tranche de FT de 12 à 14 kHz, les cris sont en QFC, et un risque de confusion est possible : selon Haquart & Disca (2007) et Barataud (2015), la largeur de bande réduite (généralement inférieure à 3 kHz), associée à la durée des sons de plus de 20 ms permettent d'attribuer ces cris à la Grande noctule. Isolément, quelques cris ne respectent pas ces critères, mais ils se trouvent dans des séquences où la majorité des cris sont sans ambiguïté.

Tableau 1. Caractéristiques acoustiques des cris attribués à *Nyctalus lasiopterus* au Maroc (présente étude) et comparaison avec les données européennes. Limite QFC/FM à 4kHz : Haquart *et al.* 2010 ; limite QFC/FM à 5kHz : Barataud 2015. Durées (en ms) : durée de chaque cri ; IP intervalle entre cris. Fréquences (en kHz) : FI fréquence initiale du cri ; FEM fréquence d'énergie maximale du cri ; FT fréquence terminale du cri ; LB largeur de bande. Pour chaque donnée, sont indiqués successivement la valeur moyenne, l'écart-type, puis, entre parenthèses, les valeurs extrêmes. n nombre de cris analysés. nd valeur non disponible.

Table 1. Acoustic characteristics of *Nyctalus lasiopterus* calls in Morocco (present study) and comparison with European data. Limit QFC/FM at 4kHz : Haquart *et al.* 2010 ; limit QFC/FM at 5kHz : Barataud 2015. Durées (in ms) : call length ; IP interval between calls. Frequencies (in kHz): FI initial frequency of the call; FEM maximal energy frequency of the call; FT final frequency of the call ; LB bandwidth. For each data type, average value, standard deviation, and extreme values (in brackets) are presented. nd value not available.

		Durée (ms)	IP (ms)	FI (kHz)	FEM (kHz)	FT (kHz)	LB (kHz)
<b>QFC</b> (LB <4kHz)	Présente étude (n=75)	22,4 ± 3,4 (14-31)	594 ± 168 (362-957)	16,5 ± 1,5 (13,5-20,9)	15,1 ± 1,2 (12,9-18,9)	13,7 ± 1,1 (12-17,2)	2,7 ± 0,7 (1,2-4)
	Haquart <i>et al.</i> (2010)	nd (20-30)	800 (400-1200)	nd	nd	nd	nd (1-3)
<b>FM</b> (LB ≥4kHz)	Présente étude (n=178)	16,4 ± 4 (7-28)	388 ± 156 (109-735)	23,6 ± 3,9 (17,4-35,1)	18,7 ± 2 (14,7-23,1)	16,5 ± 1,8 (12,5-21,2)	7,1 ± 2,4 (4-15,4)
	Haquart <i>et al.</i> (2010)	nd (10-20)	280	nd	nd	nd	nd (4-10)
		Durée (ms)	IP (ms)	FI (kHz)	FEM (kHz)	FT (kHz)	LB (kHz)
<b>QFC</b> (LB <5kHz)	Présente étude (n=110)	21,1 ± 3,7 (13-31)	629 ± 163 (452-957)	17,4 ± 2 (13,5-23)	15,6 ± 1,5 (12,9-20,3)	14,1 ± 1,2 (12-18,1)	3,3 ± 1,1 (1,2-4,9)
	Barataud (2015) (n=77)	22,7 ± 3,3 (15,3-34,5)	526,8 ± 196,8 (20,8-1349)	17,1 ± 2,3 nd	15,2 ± 1,5 (11,1-19)	14,5 ± 2,4 (11,1-19,1)	2,7 ± 1,2 (0,4-5)
<b>FM</b> (LB ≥5kHz)	Présente étude (n=143)	16 ± 4,2 (7-28)	331 ± 117 (109-553)	24,6 ± 3,6 (18,5-35,1)	19,1 ± 1,9 (14,7-23,1)	16,9 ± 1,7 (13,1-21,2)	7,7 ± 2,3 (5-15,4)
	Barataud (2015) (n=89)	19,2 ± 3,3 (9,3-25,7)	297,2 ± 97,1 (75-540)	27,8 ± 5,3 nd	18, ± 1,8 (16,2-26)	17,1 ± 1,7 (14,5-22)	10,7 ± 3,9 (5,1-19,6)

*Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) semble absente en Afrique du Nord, aucun individu n'ayant été identifié avec certitude (Aulagnier 2013). Mais il reste possible que cette espèce, présente jusque dans le sud de l'Espagne, n'ait pas encore été découverte au Maghreb.

En Europe, cette espèce émet dans une gamme de fréquences notablement plus élevée que la Grande noctule. Seuls des cris modulés isolés pouvant prêter à confusion, mais la moyenne des séquences enregistrées permet de trancher sans ambiguïté.

*Nyctinomus aegyptiacus* (E. Geoffroy, 1806) présente au Maghreb une distribution qui semble limitée, en l'état des connaissances actuelles, au Sahara et dans les régions présahariennes (Bernard & Happold 2013).

En Afrique, cette espèce émet des cris modulés sans alternance dont la durée est inférieure à 15 ms, avec une FEM comprise entre 18 et 25 kHz, et une FT de 17,4 à 24,3 kHz (Fenton & Bell 1981 ; Taylor 1999 ; Monadjem *et al.* 2010 ; Taylor *et al.* 2013 ; Moores & Brown 2017).

Enfin, quelques séquences montrent une alternance irrégulière et peu contrastée, caractéristique de l'espèce (Estók & Siemers 2009 ; Haquart *et al.* 2010 ; Barataud 2015). Un échantillon des divers types de cris est représenté dans les figures 2 et 3.

## Distribution et habitat

Les nouvelles données de distribution de l'espèce sont représentées sur la figure 4. Les données sur l'habitat, antérieures et collectées au cours de cette étude, sont résumées dans le tableau 2.

L'espèce a donc été rencontrée dans quatre types de milieux forestiers, tous de type futaie : les cédraies, milieu forestier avec de nombreuses clairières, les subéraies, l'iliçaie et les oliveraies avec de grands arbres (Fig. 5). Ces formations végétales peuvent être relativement fermées ou constituées de mosaïque, avec des clairières ou du matorral. Dans le Moyen Atlas, les seules stations où l'espèce n'a pas été détectée après une nuit entière de prospection se trouvaient dans un milieu de taillis élevé de chêne vert. Ce dernier est régulièrement coupé pour du charbonnage, avec des arbres de petite taille (maximum 5m), et sur un plateau dominé par du cèdre et du genévrier thurifère où les clairières représentaient plus de 50% de l'habitat.

Au niveau bioclimatique au sens d'Emberger (Sauvage 1963), les bioclimats vont de l'humide au subhumide, avec des niveaux de précipitations élevés pour l'Afrique du Nord. Les altitudes où l'espèce a été observée se situent entre 60 m et 2190 m dans le Moyen Atlas central.

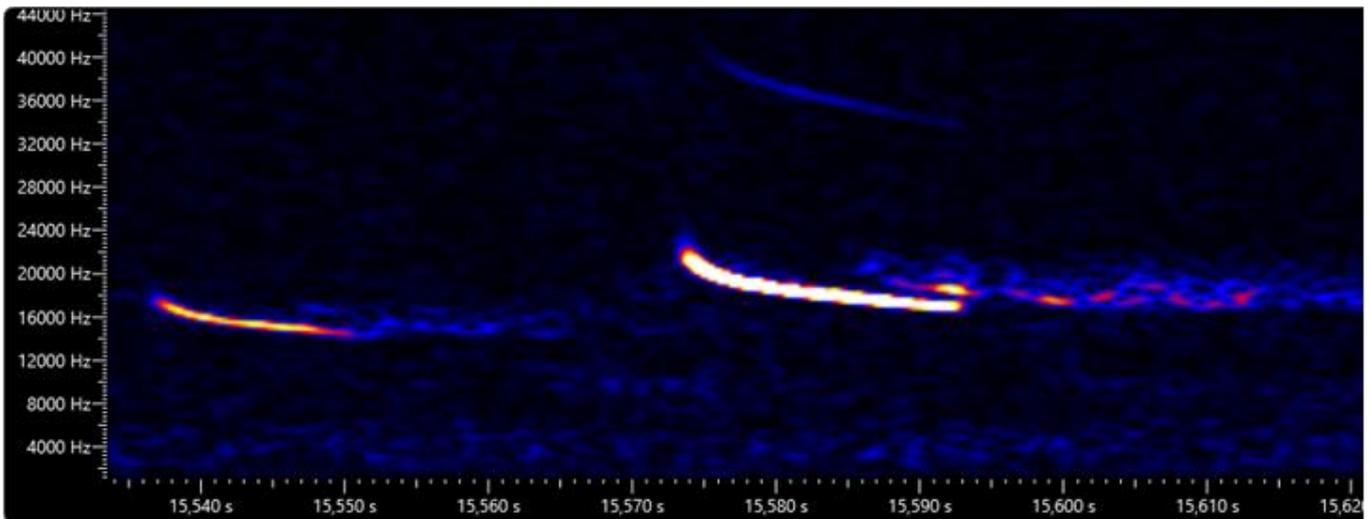
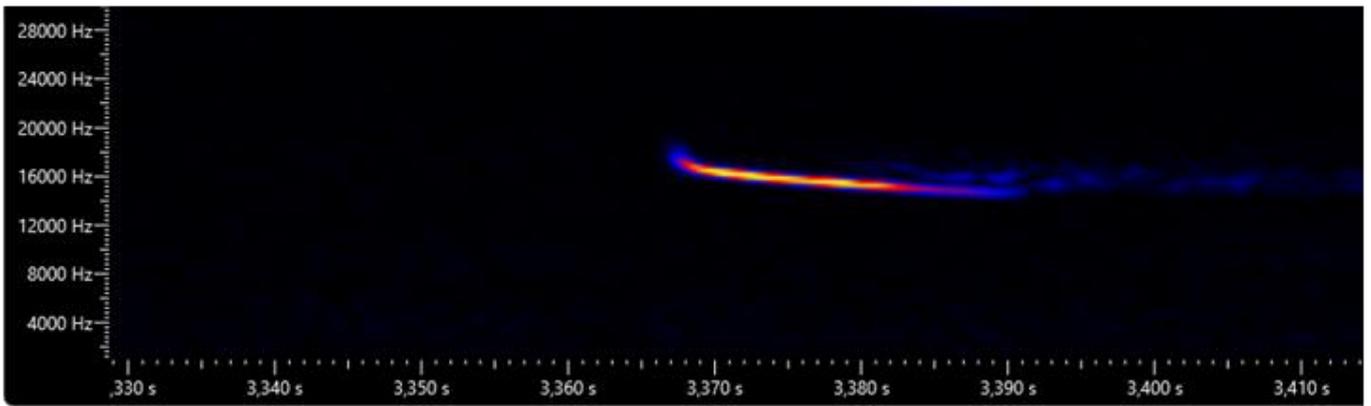


Figure 2. Cris isolés typiques de *Nyctalus lasiopterus* (en haut, QFC, en bas, FM). Localité : Iliçiaie de Bou Idmouma (Moyen Atlas méridional), 11-08-2016. (Figures réalisées avec BatExplorer v.1.11.4.0, Elekon AG).

Figure 2. Typical isolated calls of *Nyctalus lasiopterus* (up, QFC, down FM). Location : *Quercus ilex* forest, Bou Idmouma (Southern Middle Atlas), 11-08-2016.

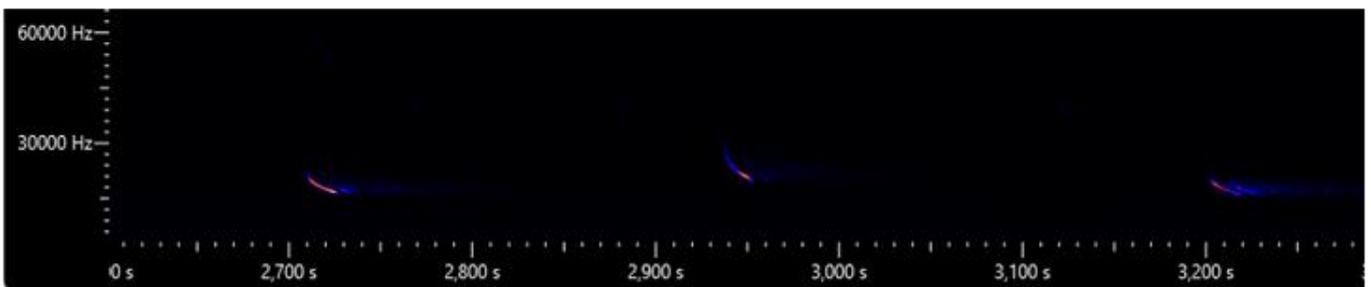


Figure 3. Séquence d'alternance de *Nyctalus lasiopterus*. Localité : Iliçiaie de Bou Idmouma (Moyen Atlas méridional), 11-08-2016.

Figure 3. Alternating sequence of *Nyctalus lasiopterus*. Location : *Quercus ilex* forest, Bou Idmouma (Southern Middle Atlas), 11-08-2016.

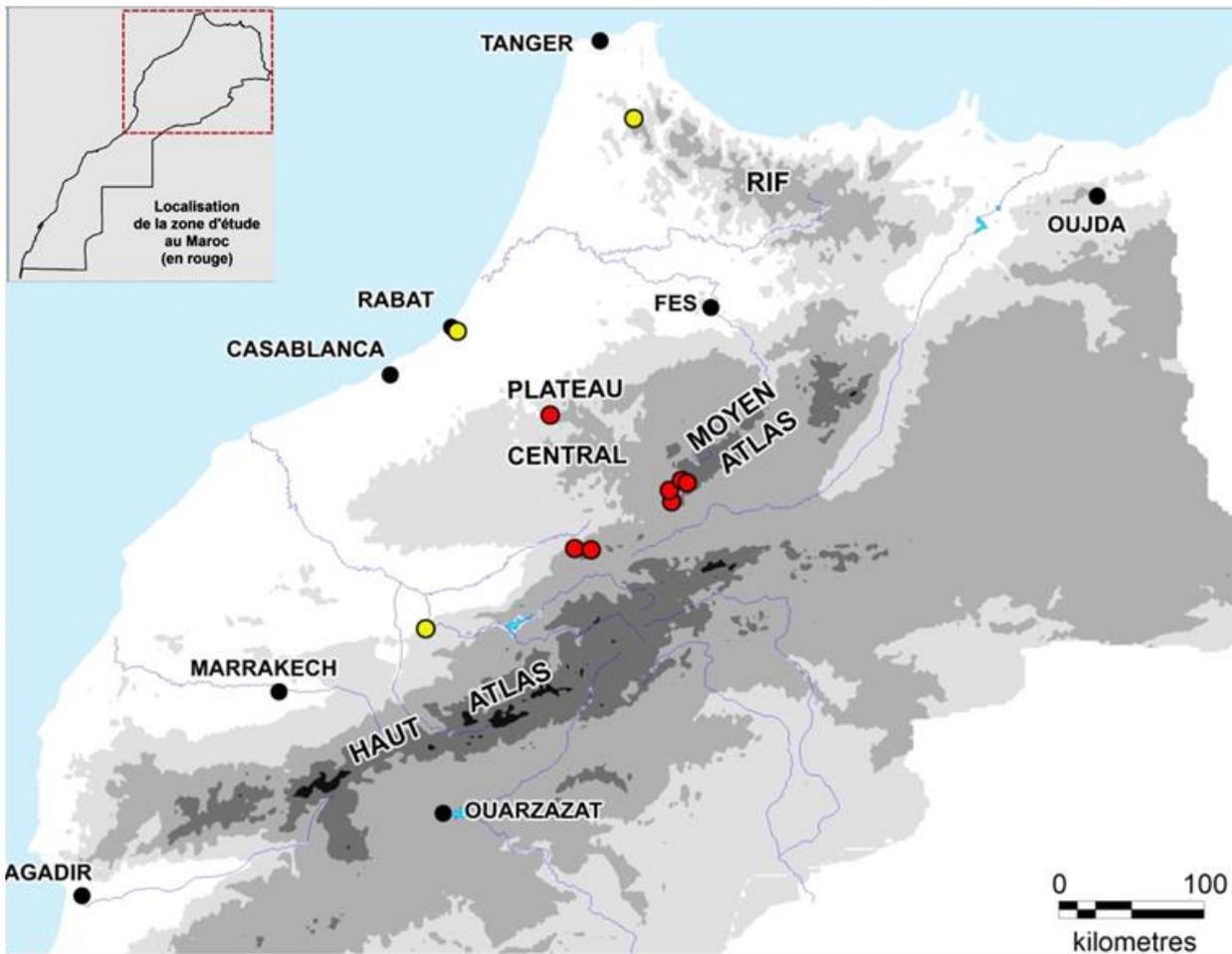


Figure 4. Distribution des données de *Nyctalus lasiopterus* antérieures à cette étude (cercles jaunes) et récentes (présente étude, cercles rouges) au Nord du Maroc.

Figure 4. Distribution of observations of *Nyctalus lasiopterus* prior this study (yellow circles) et recent (this study, red circles) in North Morocco.



Figure 5. Les principaux types d'habitat de *Nyctalus lasiopterus*. (à gauche, cédraie de Talrhemt, Moyen Atlas central, à droite iliciaie de Bou Idmouma, Moyen Atlas méridional)

Figure 5. Principal habitats of *Nyctalus lasiopterus*. (left, *Cedrus atlantica* forest, Talrhemt, Central Middle Atlas ; right, *Quercus ilex* forest, Bou Idmouma, Southern Middle Atlas)

Tableau 2. Données sur l'habitat de *Nyctalus lasiopterus* au Maroc (coordonnées en projection Merchich).

Table 2. Data about habitat of *Nyctalus lasiopterus* in Morocco (coordinates in Merchich projection).

Source	Date	Région	Localité	Milieu (hauteur des arbres)	Altitude (m)	Coordonnées X / Y	Données
Laurent (1937)	1925		Rabat	?	60 ?	-6,84 /34,03	1 animal collecté
Ibañez (1988)	16-05-1987	Rif occidental	Bou Hachem, près de Moulay Abdeslam	Ruisseau dans forêt de <i>Quercus suber</i> et <i>Q. canariensis</i>	environ 800	-5,51 /35,32	1 femelle adulte capturée
Prié (2007)	26-12-2006	Limite Tadla - Moyen Atlas méridional	Bzou	Oliveraie et oued	450	-7,05 /32,1	Quelques sons isolés
Présente étude	07-04-2015	Plateau Central	Vers Tergou, Ouest d'Oulmes	Limite futaie de <i>Quercus suber</i> (15m) et matorral	925	-6,1273 /33,4485	1 séquence et 1 son isolé
	13-08-2015	Moyen Atlas central	Versant N Jbel Tabarhine	<i>Cedrus atlantica</i> (20 m) forêt clairière sur grès	1850	-5,23199 /32,89693	1 séquence et 2 sons isolés
	14-08-2015		Versant N plateau Talrhent	<i>Cedrus atlantica</i> (25m) forêt clairière sur calcaire	2190	-5,2501 /32,9715	3 séquences
	15-08-2015		Versant N Aari n'Saa	clairière avec <i>Cedrus atlantica</i> (30m) sur calcaire	2030	-5,1619 /33,0335	1 séquence
	17-08-2015	Moyen Atlas méridional	Ourtan, près de Zawyat Ech Cheikh	Oliveraie (10m)	900	-5,9496 /32,6028	1 son isolé
	18-08-2015		Bou Idmouma, au-dessus de Zawyat Ech Cheikh	Futaie de <i>Quercus ilex</i> (25m) sur calcaire avec clairières	1865	-5,8267 /32,5947	4 séquences et 3 sons isolés, Cris sociaux ?
	09-08-2016			Futaie de <i>Quercus ilex</i> (25m) sur calcaire	1780	-5,8314 /32,5983	2 séquences, Cris sociaux ?
	11-08-2016			Lisière de futaie très dense de <i>Quercus ilex</i> (30m) sur calcaire	1560	-5,8365 /32,6011	17 séquences et 10 sons isolés, Cris sociaux ?
	12-08-2016			Bord de clairière en futaie de <i>Quercus ilex</i> (25m) sur calcaire	1580	-5,8344 /32,6012	2 séquences Cris sociaux ?

## DISCUSSION

### Délectabilité

La Grande Noctule est une espèce qui vole fréquemment à une hauteur importante (plus de 50 m du sol), et qui gîte surtout dans les arbres élevés (Ibañez *et al.* 2004 ; Dietz *et al.* 2009). De ce fait, la probabilité de capture par des méthodes classiques (filets) est faible, ce qui explique le nombre restreint de données antérieures.

En considérant, à titre d'exemple, l'évolution des connaissances sur la distribution de l'espèce en France (Bec *et al.* 2010), on constate que la détection ultrasonore a multiplié les contacts avec l'espèce, et a notablement amélioré l'état des connaissances sur sa distribution. Malgré l'obtention de données beaucoup plus nombreuses, les méthodes d'enregistrement d'ultrasons ont aussi des limites : la majorité des appareils de détection ultrasonores sont pourvus d'un filtre atténuant la détection des fréquences les plus basses, ce qui réduit la probabilité de détection de l'espèce (Haquart *et al.* 2010) ; la rareté apparente de l'espèce suppose un enregistrement en continu pendant toute la nuit, afin d'optimiser la probabilité de détection ; enfin, si les ultrasons émis par cette espèce ont une longue portée, du fait de leur fréquence basse, leur émission à une altitude notable suppose l'utilisation d'un microphone performant.

### Habitat optimal

Dans la futaie de chêne vert de Bou Idmouma, le nombre de séquences et de sons isolés est maximal (en 2015, 7 séquences avec 18 cris détectés en une nuit, et, en 2016, 31 séquences avec 199 cris détectés en 2,5 nuits), alors que dans les autres sites, le nombre de séquences ne dépasse pas 3 par nuit, évoquant des animaux isolés en déplacement. Il est probable que l'habitat à Bou Idmouma soit particulièrement favorable, ce qui reste cependant à confirmer, en particulier par des enregistrements répétés, à des mois variés. C'est dans cet habitat que nous avons pu observer un maximum de possibilités de gîtes : arbres et grosses branches mortes, écorces décollées, avec un grand nombre de cavités, en particulier forées par le Pic épeiche (*Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758)), dont les trous sont connus comme gîte de l'espèce. Enfin, Bou Idmouma est le seul site où des cris apparemment de type social ont pu être enregistrés ; la présentation et l'analyse de ces enregistrements sera effectuée ultérieurement.

## CONCLUSION

La Grande Noctule ne semble donc pas aussi rare que considérée auparavant : lors des séances d'enregistrement en continu, l'espèce a été détectée chaque nuit au niveau des futaies du Moyen Atlas. Par rapport aux 3 stations où l'espèce était connue ou suspectée (Rabat, Rif occidental, Moyen Atlas méridional), 6 nouvelles stations ont été découvertes (Plateau Central, Moyen Atlas central et méridional), étendant considérablement l'aire connue de l'espèce. Des prospections ultérieures orientées vers les futaies permettraient très probablement d'étendre notablement son aire de distribution au Maroc, comme sans doute ailleurs au Maghreb.

Il est cependant probable que cette espèce arboricole soit menacée, du fait de la régression sévère des forêts au Maghreb : les futaies se raréfient, en particulier celles présentant du bois mort. De même, les futaies de chêne vert sont pour leur grande majorité devenues des taillis suite aux coupes intensives pour la production de charbon de bois et de bois de feu, ainsi que pour l'usage local.

Dans le Moyen Atlas méridional, la futaie de chêne vert de Bou Idmouma, située à une dizaine de kilomètres au sud-est de Zawyat Echeikh, au-dessus de Komch, semble constituer un habitat préférentiel pour la Grande Noctule, ce qui devrait être confirmé par de nouvelles visites. Par ailleurs, ce site présente un cortège important de Chiroptères, d'avifaune et on y relève la présence du Magot (*Macaca sylvanus*) (Cuzin, données non publiées). Du simple point de vue du milieu, cette forêt est exceptionnelle au Maroc, car une grande majorité des forêts marocaines de chêne vert se présente sous forme de taillis ne dépassant pas quelques mètres de hauteur, les futaies étant très rares. Ce site, menacé par un début d'activité de charbonnage, devrait pour le moins être maintenu en l'état, et bénéficier d'un statut de Site d'Intérêt Biologique et Ecologique (SIBE), qui le vouerait à terme à être intégré dans le réseau national des aires protégées marocaines.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification et Mr Zouhair Amhaouch, Chef de la Division des Parcs et Réserves Naturelles, pour leur confiance pour la réalisation d'un plan d'action d'urgence de la Réserve de Tergou - Oulmès, ainsi que la GIZ (Deutsche Gesellschaft für Zusammenarbeit) qui a financé cette mission. Thierry Disca, par l'intermédiaire du groupe Batsound, nous a toujours aidé pour l'identification des ultrasons de Chiroptères, qu'il en soit chaleureusement remercié. Nous remercions également Stéphane Aulagnier pour l'aide bibliographique. Enfin, nous tenons à remercier les deux relecteurs du manuscrit, Yannick Beucher et Thibault Dieuleveut, pour leurs commentaires avisés.

## REFERENCES

- Aulagnier, S. 2013. *Genus Nyctalus Noctules*. In: J. Kingdon and M. Hoffmann (eds.) *Mammals of Africa, IV: Hedgehogs, Shrews and Bats*, Bloomsbury Publishing, London, 589-590.
- Aulagnier, S., Cuzin F. & Thévenot M. 2017. *Mammifères sauvages du Maroc. Peuplement, Répartition, Ecologie*. Société française pour l'étude et la protection des mammifères, Paris. 339 p.
- Barataud, M. 2015. *Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leur habitat et comportements de chasse*. Biotope Editions, Publications Scientifiques du Museum, Mèze, Paris (France), 344p.
- Bec J., Haquart A. & Julien J.-F. 2010. La Grande Noctule, *Nyctalus lasiopterus*, en France : synthèse de sa répartition et hypothèse pour ses préférences d'habitats. *Symbioses*, nouvelle série, 25, 1-4.
- Bernard R. T. P. & Happold M. 2013. *Tadarida aegyptiaca Egyptian Free-tailed bat*. In: J. Kingdon and M. Hoffmann (eds.) *Mammals of Africa, IV: Hedgehogs, Shrews and Bats*. Bloomsbury Publishing, London, 490-493.

- Dietz, C., Von Helversen O. & Nill D. 2009. *Bats of Britain, Europe and Northwest Africa*. A&C Black Publishers Ltd, London, 400 p.
- Estók, P. & Siemers B. M. 2009. Calls of a bird-eater: the echolocation behaviour of the enigmatic greater noctule, *Nyctalus lasiopterus*. *Acta Chiropterologica* 11, 2, 405–414.
- Fenton, M. B. & Bell G. P. 1981. Recognition of species of insectivorous bats by their echolocation calls. *Journal of Mammalogy* 62, 2, 233-243.
- Haquart, A. & Disca T. 2007. Caractéristiques acoustiques et nouvelles données de Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) en France. *Le Vespère* 1, 15-20.
- Haquart, A., Julien J.-F., Bec J. & Disca T. 2010. Critères de détermination acoustique de la Grande noctule, *Nyctalus lasiopterus*. *Symbioses*, nouvelle série 25, 80-84.
- Ibañez C. 1988. - Note on the bats from Morocco. *Mammalia* 52, 278-281.
- Ibañez C., Guillen A. & Bogdanowicz W. 2004. - *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) - *Riesenabendsegler*. In *Handbuch der Säugetiere Europas*, Krapp, F. (Ed.). Wiesbaden: AULA-Verlag. 4, 695-716.
- Ibañez C. 2013. - *Nyctalus lasiopterus* Giant Noctule. In: J. Kingdon and M. Hoffmann (eds.) *Mammals of Africa*. IV: Hedgehogs, Shrews and Bats. Bloomsbury Publishing, London, 590-592.
- IUCN 2016. *Nyctalus lasiopterus*. The IUCN Redlist of Threatened species. <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=14918>.
- Laurent. 1937. Une chauve-souris nouvelle pour le Maroc : la Noctule, *Nyctalus noctula* Schreber, à Rabat. *Bulletin de la Société de Sciences naturelles du Maroc*, 17, 145-150.
- Monadjem A., Taylor P. J., Cotterill F. P. D. & Schoeman M. C. 2010. *Bats of Southern and Central Africa. A biogeographic and taxonomic synthesis*. Wits University Press, Johannesburg, 608 p.
- Moores, R. & Brown D. 2017. New records of bats from southern Morocco (Atlantic Sahara) and notes on echolocation. *Mammalia*. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2016-0028>.
- Palmeirim J. M. 1982. On the presence of *Nyctalus lasiopterus* in North Africa (Mammalia: Chiroptera). *Mammalia* 46, 401-403.
- Prié V. 2007. Nouvelle donnée de Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus* (Schreber 1774) au Maroc. *Le Vespère* 1 : 66-68.
- Sauvage C. 1963. *Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc, Notices explicatives*, 6b, Rabat, 44p.
- Taylor P. J. 1999. Echolocation calls of twenty southern African bat species. *South African Journal of Zoology* 34, 3, 114-124.
- Taylor P. J., S. Sawler, Schoeman M. C. & Monadjem A. 2013. Diversity of bats in the Soutpansberg and Blouberg Mountains of northern South Africa: complementarity of acoustic and non-acoustic survey methods. *South African Journal of Wildlife Research* 43, 1, 12-26.

Manuscrit reçu le 22/06/2017

Version révisée acceptée le 08/03/2018

Version finale reçue le 26/03/2018

Mise en ligne le 27/03/2018