

Sommaire

Préface de Jean Roché	8
Préface de Philippe Jourde	10
Remerciements	12
Avant-propos	18
Liste des espèces étudiées	21
Glossaire des termes utilisés	22
Liste des abréviations	31

Chapitre 1

Sons et sonar biologique **33**

Généralités	34
Introduction	34
Historique	34
Principe général de la localisation acoustique	36
Quelques notions de physique acoustique	38
Nature du son	38
Caractéristiques des ondes sonores	38
Propagation des sons	39
Sons simples et sons complexes	40
Analyse des sons	41
Fonctions des sons	42
Émission et réception	43
Émission	43
Réception	43
Cris sonar et cris sociaux	44

Chapitre 2

Détecteurs d'ultrasons **47**

Caractéristiques techniques	48
Le microphone	48
Traitement des ultrasons perçus	49
Systèmes de décodage des ultrasons	51
La division de fréquence	51
L'hétérodyne	53
L'expansion de temps	54
L'analyse assistée par ordinateur	56
Quel détecteur pour quel usage ?	59
Outils associant l'observateur sur le terrain	59
<i>Détecteurs hétérodyne seul</i>	59
<i>Détecteurs avec division de fréquence</i>	60
<i>Détecteurs avec expansion de temps</i>	60
Outils d'enregistrement automatique	60
<i>Systèmes à expansion de temps/enregistreurs hautes fréquences</i>	61
<i>Systèmes à division de fréquence</i>	61
Quelles caractéristiques techniques pour quelle étude ?	61
<i>Inventaires qualitatifs (liste d'espèces)</i>	61
<i>Inventaires quantitatifs (mesure de l'activité : étude d'habitats)</i>	63
<i>Inventaires qualitatifs et quantitatifs</i>	63
<i>Recherches sur le sonar</i>	64

Chapitre 3 Signaux sonar de chiroptères : classification et interprétation 67

Méthode d'analyse auditive	68
Principe méthodologique	68
Processus d'identification	69
Entraînement auditif	69
Méthode d'analyse informatique	71
Utilisation du logiciel d'analyse BatSound	71
Lecture des types de représentation graphique	76
<i>Le spectrogramme ; représentation de la structure</i>	77
<i>L'oscillogramme ; représentation de l'enveloppe</i>	78
<i>La densité spectrale ; représentation de la répartition fréquentielle de l'énergie</i>	79
Interprétation des types de structure des signaux	80
<i>Structure FM abrupte</i>	80
<i>Structure QFC</i>	81
<i>Structure FM aplanie (FM/QFC)</i>	84
<i>Structure FC (FMa/FC/FMd), ou la « technologie Doppler »</i>	85
<i>Les harmoniques</i>	87
Méthodologie de mesures des signaux	88
<i>Généralités</i>	89
<i>Mesures d'un signal FM</i>	90
<i>Mesures d'un signal QFC (LB < 5 kHz)</i>	92
<i>Mesures d'un signal FM/QFC ou FM aplanie</i>	95
<i>Mesures d'un signal FMa/FC/FMd</i>	96

Chapitre 4 Identification acoustique des chiroptères 99

Méthode et matériel	100
L'identification auditive grâce à l'hétérodyne	103
Critères à utiliser pour l'identification	104
<i>La fréquence du maximum d'énergie</i>	104
<i>La structure</i>	104
<i>Le rythme</i>	107
<i>L'intensité</i>	109
Confusions possibles	109
Identification des FC longues (FM/QFC/FM des Rhinolophes)	110
Identification des QFC et FM aplanies	112
<i>Groupe des QFC ou FM aplanie de durées courtes à moyennes, FME > 30 kHz</i> ..	112
<i>Groupe des QFC ou FM aplanie de durées moyennes à longues, FME < 30 kHz</i> ..	117
Identification des FM abruptes	123
Identification grâce aux cris sociaux	125
Clé d'identification simplifiée en hétérodyne	126
L'identification auditive et informatique grâce à l'expansion de temps ...	127
Critères à utiliser pour l'identification	129
<i>La structure</i>	129
<i>La largeur de bande</i>	133
<i>La durée</i>	134
<i>Le timbre</i>	135

<i>La hauteur de la bande de fréquences</i>	137
<i>La répartition de l'énergie</i>	137
<i>Le rythme</i>	142
<i>La lecture des graphiques bivariés</i>	143
Identification des FC (Rhinolophes).....	147
Identification des QFC/FM descendante.....	150
Identification des QFC, FM/QFC et FM aplanies.....	153
<i>FME < 30 kHz</i>	155
Signaux QFC	155
Cas particuliers des signaux QFC < 20 kHz	157
Signaux QFC ou FM aplanie alternés en fréquence.....	158
Signaux FM/QFC, FM aplanie (ou FM bande étroite).....	161
Séquences de signaux QFC, FM/QFC et FM aplanie avec FME < 30 kHz	166
<i>FME > 30 kHz</i>	168
Signaux QFC.....	171
Signaux FM/QFC, FM aplanie (ou FM bande étroite).....	174
Séquences de signaux QFC, FM/QFC et FM aplanie avec FME > 30 kHz	179
Identification des FM.....	183
<i>Timbre nasillard</i>	185
Différenciation entre genres <i>Barbastella</i> et <i>Plecotus</i>	185
Différenciation spécifique au sein du genre <i>Plecotus</i>	188
Séquences de signaux FM à timbre nasillard	191
<i>Timbre sifflé</i>	194
Différenciation des espèces FM/QFC en approche et FM types	194
Cas particulier des signaux « alternance » de <i>B. barbastellus</i>	197
FME < 35 kHz	201
FME > 35 kHz (genre <i>Myotis</i>)	201
Identification grâce aux cris sociaux	245
<i>Genre Myotis</i>	246
<i>Genre Pipistrellus</i>	246
<i>Genres Hypsugo et Vespertilio</i>	251
<i>Genre Nyctalus</i>	252
<i>Genre Plecotus</i>	252
Clé d'identification générale	256

Chapitre 5

Applications

259

Recherche de gîtes	260
Introduction et objectifs	260
Conditions préalables	260
Préparation	260
Recherche des terrains de chasse	261
Recherche des voies de déplacement	261
Recherche des gîtes.....	261
Recherche des territoires nuptiaux	263
La méthode en pratique.....	264
Suivis de populations.....	266
Études d'habitats.....	270
Le détecteur à ultrasons est-il un outil objectif pour accorder une valeur aux habitats ?	270
Biais d'inconstance spatiotemporelle	272
Sites et stations d'écoute.....	272

Unité de mesure de l'activité	274
Identification.....	277
Détectabilité des espèces.....	278
Types d'activités : chasse, transit, social.....	279
Indices d'activité.....	279
Séances d'écoute	283
Transects et points d'écoute.....	285
Durée et répétition des points d'écoute.....	286
Variables descriptives des habitats	287
Méthode d'enregistrement en continu	289

Chapitre 6 **Écologie acoustique** **301**

Concept.....	302
Exemple 1 : le sonar de la Barbastelle.....	304
Description des signaux alternés de <i>B. barbastellus</i>	304
Circonstances d'émission des signaux alternés	306
Comparaison entre signaux alternés de <i>B. barbastellus</i> et <i>N. noctula</i> ...	306
Hypothèse d'un rapport entre les signaux alternés de <i>B. barbastellus</i> et son régime alimentaire	307
Exemple 2 : le sonar de la Grande noctule.....	310
Audiogramme des passereaux migrateurs nocturnes	311
Pression de prédation	312
Contre-stratégie du prédateur	313
Pistes de recherche	318
Les émissions « explosives » de <i>Nyctalus leisleri</i>	318
Les signaux des Oreillards.....	318
Les signaux alternés en intensité de <i>Miniopterus schreibersii</i>	320
L'amplitude des variations fréquentielles chez les Rhinolophes.....	321
Les différences de structure, concave <i>versus</i> convexe.....	321
Le déterminisme du claquement final ; une spécialisation forte chez <i>Myotis nattereri</i> ?.....	322

Chapitre 7 **Questions couramment posées sur la détection et l'identification acoustique** **325**

À propos de l'hétérodyne	326
À propos de l'expansion de temps	328
À propos des graphiques bivariés sur Excel.....	329
À propos de l'étude de l'activité	332

Chapitre 8 **Perspectives** **335**

Évolution du matériel.....	336
Évolution de la méthode	336
Extension de la méthode.....	337
Transmission du savoir	337

Annexes **341**

Bibliographie	342
Graphiques d'identification des signaux des trois espèces d'Oreillards étudiées	344
Index.....	350