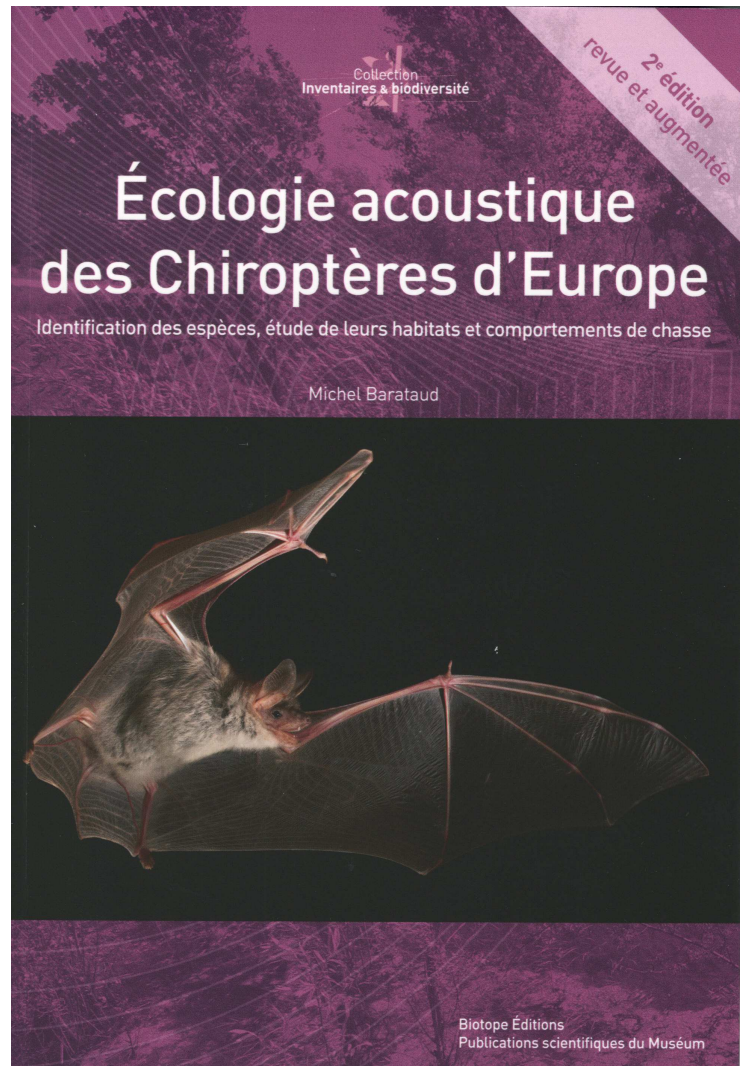


BARATAUD, M. 2014.

Écologie acoustique des chiroptères d'Europe.

Identification des espèces,
études de leurs habitats
et comportements de chasse.

Biotope, Mèze ;
Muséum national d'histoire naturelle,
Paris (collection Inventaires et
Biodiversité),
344 p.



2^e EDITION ; février 2014

MODIFICATIONS

mise à jour datée de juin 2019

Les parties à modifier sont en **rouge**, les corrections en **bleu**.

Livre :

- ❖ **p. 12** : alinéa « Ingemar Alhén », ligne 3 ; corriger : « ... puisque je ne l'ai jamais rencontré, **et que nos échanges épistolaires datent seulement de l'automne 2014.** ».
- ❖ **p. 12** : alinéa « Grégory Beuneux... », ligne 3 ; corriger : « ... ces joyeux compagnons **furent des guides efficaces lors de mes enregistrements** de *N. lasiopterus*... ».
- ❖ **p. 12** : alinéa « André Brosset » en bas de page, ligne 2 ; corriger : « ... l'Ancien **de** du Nouveau Mondes, et... par « ... l'Ancien **et** du Nouveau Mondes, et... ».
- ❖ **p. 13** : alinéa « Daniel Demontoux », ligne 3 ; corriger : « ... réalisé ensemble dans cette zone durant **quatorze** années... ».
- ❖ **p. 15** : avant dernier § ; insérer entre Laurent Arthur et Thomas Bernard : « **Julien Barataud** (l'idée du coefficient de détectabilité est née de nos discussions communes) ; » et entre Serge Mazaud et Thierry Pottier : « **Mauro Mucedda** (enregistrements de *R. mehelyi*) ; ».
- ❖ **p. 21** : légende du tableau ; modifier : « Liste des 42 espèces de chauves-souris décrites en Europe en **2007** (Dietz et al., **2009**) ; ».
- ❖ **p. 21** : ligne *Rhinolophus mehelyi* du Tableau ; cocher la colonne « Traitées dans l'ouvrage » ; le total (dernière ligne) de cette colonne est « 35 ».
- ❖ **p. 22** : § Bande de fréquences, ligne 2 ; remplacer : « **La largeur de bande est déterminée par le différentiel entre fréquence initiale (en début de signal) et fréquence terminale (en fin de signal).** » par « **Pour un signal sonar FM (avec ou sans composante QFC), la largeur de bande est déterminée par le différentiel entre fréquence initiale (en début de signal) et fréquence terminale (en fin de signal) ; pour les signaux FMa/FC/FMd des Rhinolophes, la largeur de bande est comprise entre la FME de la partie FC et la fréquence terminale de la partie FMd.** ».
- ❖ **p. 22** : § Convexe, ligne 7 ; remplacer : « **Les signaux convexes sont une spécificité de certaines espèces tropicales (familles des Emballonuridés et Molossidés (genre *Molossus*) notamment), alors que la quasi totalité des espèces européennes (hormis *B. barbastellus*, *M. daubentonii*, *M. nattereri*) produit des signaux sonar linéaires ou concaves.** » par « **Les signaux convexes sont une spécificité de certaines espèces tropicales (familles des Emballonuridés et Molossidés (genre *Molossus*) notamment), alors que la quasi totalité des espèces européennes (Rhinolophidés mis à part) produit des signaux sonar linéaires ou concaves hormis *B. barbastellus*, *M. daubentonii* et *M. nattereri*.** ».
- ❖ **p. 28** : fin de l'avant-dernier § de la partie « Répartition de l'énergie » (commençant p. 27) ; remplacer : « Ces critères de répartition de l'énergie sont incontournables dans l'identification des espèces de *Myotis*, **et utiles dans celle du genre *Plecotus*.** » par « Ces critères de répartition de l'énergie sont incontournables dans l'identification des espèces de *Myotis*, **et très utiles dans la différenciation entre les genres *Plecotus* et *Barbastella*.** ».
- ❖ **p. 29** : § 2) Le rythme d'approche, ligne 14 ; remplacer : « **Ces données sont précieuses à exploiter, afin d'interpréter le comportement de l'individu à identifier ; la qualité de ce comportement, associée au(x) type(s) de structure(s) rencontrées au sein de la séquence, constituent souvent un paramètre incontournable pour l'appréciation**

du degré de fiabilité d'une identification spécifique. » par : « L'interprétation du couple de variables "rythme et structure", particulièrement pour ce qui concerne le rythme d'approche, permet d'optimiser la fiabilité de l'identification spécifique, notamment au sein du genre *Myotis*. Ces modifications du comportement acoustique sont par ailleurs révélatrices de modifications du comportement de vol (en relation avec la variation de la distance et la nature des obstacles environnants) ; cela permet à "l'observateur aveugle" de reconstruire le micro habitat de vol d'un chiroptère et/ou son degré de curiosité, grâce à l'écoute d'une séquence de signaux sonar. ».

- ❖ p. 30 : § Structure, FM, bande étroite, ligne 4 ; supprimer « très » dans « milieu très encombré ».
- ❖ p. 37 : lignes 1 et 2 ; ajouter : « Il en est de même pour un genre du sous-ordre des Mégachiroptères (selon Dobson, 1875 & 1878) qui regroupe les grandes chauves-souris frugivores d'Afrique et d'Asie. ».
- ❖ p. 38 : § « Caractéristiques des ondes sonores » ; mettre en **gras** les mots en *italiques* « **célérité** », « **fréquence** », **période** » et « **longueur d'onde** ».
- ❖ p. 38 : § « Caractéristiques des ondes sonores », remplacer la dernière phrase « Un phénomène qui a lieu tous les 36 du mois est défini par une fréquence inférieure au picohertz (10^{-12} hertz). » par « Une revue mise en vente tous les mois, dite mensuelle, est publiée à une fréquence de 370 nanohertz. ».
- ❖ p. 39 : supprimer la figure en bas de page (Représentation schématique de la propagation d'un son dans un plan...) avec sa légende et les formules associées.
- ❖ p. 41 : dernières lignes du premier § : remplacer « Pour une octave nous ne pouvons percevoir qu'une centaine de niveaux de fréquences. Ceci est valable aussi bien pour une octave entre 10 et 20 kHz qu'entre 40 et 50 kHz. » par « Pour une octave nous ne pouvons percevoir que 250 niveaux de fréquences. Ceci est valable aussi bien pour une octave entre 10 et 20 kHz qu'entre 40 et 80 kHz. ».
- ❖ p. 43 : § Réception, lignes 1 et 2 ; ajouter : « La réception des cris qu'ils soient sociaux ou sonar se fait par les oreilles. Celles des microchiroptères (selon Dobson, 1875 & 1878) ressemblent aux nôtres. ».
- ❖ p. 45 : fin du dernier § ; insérer le § suivant : « En théorie, la distinction entre signaux sonar et signaux de communication sociale est simple, mais au moins deux paramètres viennent complexifier cette dichotomie : 1) des signaux sonar de chasse qui sont émis par un chiroptère donné dans le but unique de localisation acoustique, peuvent être utilisés comme indice de présence de proies potentielles par un autre chiroptère (de la même espèce ou non) ; nous sommes alors dans le domaine de la communication passive : le premier n'a pas l'intention de communiquer (c'est même souvent contraire à son intérêt, à l'instar du voleur qui laisse un indice au policier avec ses empreintes digitales sur le coffre-fort) mais il le fait quand même, à son insu ; 2) certains types de signaux semblent (d'après leur structure et leurs conditions d'émission) ambivalents : ils pourraient avoir une double fonction d'écholocalisation et de communication (Voigt-Heucke *et al.*, 2010). Si cette hypothèse est exacte, la frontière est donc parfois fragile. ».
- ❖ p. 48 : § 1, ligne 8 ; remplacer la phrase : « Les détecteurs actuels donnent des transposition auditives ou graphiques (anabat SD2/SD1 + Pad, EM3, Ultramic + Tablet PC...) et qui peuvent être archivées directement sur carte mémoire ou, en multipliant les conversion analogiques/numériques, sur du matériel audio standard. »

par « Les détecteurs actuels donnent des transposition auditives ou graphiques qui peuvent être archivées directement sur carte mémoire. ».

- ❖ **p. 49** : § 1, ligne 6 ; supprimer la phrase : « Tout ceci est valable pour un cri de structure simple, sans harmonique, dont l'énergie est concentrée sur une seule fréquence au même instant. En revanche pour un cri complexe, l'énergie est dispersée sur plusieurs harmoniques qui ne présentent pas leur minimum de sensibilité à 62 kHz au même moment, cette répartition énergétique augmente la valeur du minimum du fondamental. ».
- ❖ **p. 49** : remplacer le titre du § 2 « Directivité d'un microphone » par « Traitement des ultrasons perçus ».
- ❖ **p. 49** : § 2, ligne 6 ; modifier la phrase suivante : « Un microphone à condensateur avec une membrane fine de grand diamètre est plus sensible et plus directif qu'un microphone électret de petit diamètre. En plaçant dans le même axe deux détecteurs, l'un équipé d'un microphone à condensateur et membrane fine et l'autre électret, une chauve-souris dans l'axe est entendue de plus loin avec le premier ; ».
- ❖ **p. 50** : § 2, ligne 2 ; supprimer la parenthèse « (DSP/ampli) ».
- ❖ **p. 50** : fin du § 2 ; rajouter : « ...des chauves-souris une fréquence d'échantillonnage de 300 kHz est un minimum. Sur beaucoup de détecteurs cette fréquence d'échantillonnage n'est pas réglable, mais par défaut elle est souvent de 384 ou 441 kHz ; sur d'autres modèles le choix est possible, et l'on veillera à ce que le minimum de 300 kHz (les fréquences initiales du fondamental de certains signaux émis par le genre *Myotis* montent jusqu'à 140 kHz) soit respecté. Lorsque la séquence expansée doit être enregistrée sur un enregistreur périphérique (cas des détecteurs non équipés d'une carte mémoire interne SD ou CF), il est inutile que la fréquence d'échantillonnage de l'enregistreur soit supérieure à 44,1 kHz puisque les fréquences d'origine sont divisées par 10 après expansion. ».
- ❖ **p. 50** : § 3, ligne 3 ; modifier la phrase suivante : « A ce stade, la fréquence d'échantillonnage du détecteur est associée à cette mémoire et aux caractéristiques de la séquence enregistrée. ».
- ❖ **p. 52** : légende de la figure 7 ; remplacer : « A gauche : spectrogramme d'un signal comportant un fondamental et un harmonique très atténué ; à droite : un écho apparaît dans le bruit de fond ; le même signal traité en division de fréquence. » par « A gauche : spectrogramme d'un signal comportant un fondamental et un harmonique très atténué ; un écho apparaît dans le bruit de fond ; à droite : le même signal traité en division de fréquence. ».
- ❖ **p. 54** : § Expansion de temps ; ligne 17 ; corriger : « Or, les émissions sonores des chauves-souris se situent entre 20000 et 120000 Hz et la plupart d'entre elles autour de 40000 Hz. Un ralenti de 20 restitue donc entre 1000 et 6000 Hz, 40000 Hz s'entend à 2000 Hz. Avec un ralenti de 10 la restitution se fait entre 2000 Hz et 12000 Hz et le 40000 Hz s'entend à 4000 Hz. A titre de comparaison la musique orchestrale se situe entre 30 et 10000 Hz avec une prépondérance des fréquences entre 100 et 2000 Hz. ».
- ❖ **p. 55** : § 2, ligne 2 ; modifier comme suit : « A l'heure actuelle la plupart des modèles de détecteurs fonctionnant en manuel nécessitent un enregistreur périphérique. Une autre possibilité récente, plus simple et rapide, est l'intégration du module d'enregistrement dans le détecteur lui-même. » par « A l'heure actuelle plusieurs modèles de détecteurs fonctionnant en manuel nécessitent encore un enregistreur

périphérique. Depuis le début des années 2000, les modèles récents intègrent de manière avantageuse le module d'enregistrement dans le détecteur lui-même. ».

- ❖ **p. 56** : § L'analyse assistée par ordinateur ; ligne 19 ; corriger : « On ne peut étudier que des séquences de durée finie, souvent 2,4 secondes, et de ce fait ... ».
- ❖ **p. 57** : § 3 ; alinéa 3 en bas de page ; remplacer : « la pertinence de ces choix est affectée par un taux d'échantillonnage (utilisé lors de la numérisation) supérieur à 50 kHz : à 96 kHz par exemple il faut diviser par deux la taille de la fenêtre FFT pour obtenir un résultat graphique équivalent. » par « la pertinence de ces choix est affectée par le taux d'échantillonnage utilisé lors de la numérisation : pour une fréquence d'échantillonnage (en expansion par 10) de valeur moyenne (38,4 ou 44,1 kHz) une fenêtre FFT de 512 points est correcte ; à 70 ou 96 kHz la fenêtre FFT doit être divisée par deux (256 points) et à 19,2 kHz elle doit être multipliée par deux (1024 points) pour obtenir un résultat graphique équivalent. ».
- ❖ **p. 59** : § « Outils associant l'observateur sur le terrain » ; ligne 1 ; modifier la phrase : « La plupart des modèles de détecteurs disponibles actuellement... » par « Beaucoup des modèles de détecteurs disponibles actuellement... ».
- ❖ **p. 59** : § « Outils associant l'observateur sur le terrain » ; ligne 3 ; supprimer la parenthèse : « (dans ce cas on se reportera à la section 2 ci-dessous) ».
- ❖ **p. 60** : § Détecteurs avec division de fréquence, ligne 9 ; remplacer la phrase « combiner l'hétérodyne et la division de fréquence, chacun dans une oreille, permet d'optimiser détection et appréciation de la sonorité et de la FME : dès qu'un train... » par « combiner l'hétérodyne et la division de fréquence, chacun dans une oreille, permet d'optimiser appréciation de la sonorité et de la FME d'une part, et détection d'autre part : dès qu'un train... ».
- ❖ **p. 60** : dernier § en bas de page (se poursuivant p. 61), de « Ces dispositifs enregistrent... de sonagrammes affichés en temps réel. » à supprimer et remplacer par « Ces dispositifs enregistrent la totalité de l'enveloppe sonore (attention toutefois à certains modèles dont la fréquence d'échantillonnage, limitée à 192 kHz, est insuffisante pour les signaux de *Myotis*). L'enregistrement peut être programmé, déclenché par l'utilisateur ou grâce à une combinaison de filtres (seuil d'énergie, fréquence, durée, succession de signaux similaires...). Plusieurs systèmes se limitent à un microphone et un logiciel, permettant de visualiser en direct les spectrogrammes sur une tablette. ».
- ❖ **p. 61** : § Systèmes à expansion de temps/enregistreurs hautes fréquences ; modifier comme suit les lignes 10 et suivantes : « Les informations recueillies nécessitent un temps long de dépouillage, de classification et d'analyse des séquences, ceci se faisant manuellement sur beaucoup de modèles. Un pré triage peut être cependant réalisé de façon relativement efficace en utilisant un logiciel de mesure des cris de chiroptères comme SCAN'R (Binary Acoustic Technology, et un programme de reconnaissance (tel que Sonochiro développé par Biotope et le MNHN) dont les algorithmes sont basés sur une grande série de données issues d'enregistrements fiables. Les erreurs d'identification issues de ce tri automatique oscillent entre 1% pour les groupes faciles (Rhinolophes) à 30 % pour les groupes difficiles (Murins). Elles obligent donc l'observateur à contrôler manuellement les résultats paraissant aberrants, ou concernant des groupes complexes ; mais ce biais ne peut que s'améliorer dans les temps à venir. » par « La quantité de séquences recueillies est grande, rendant fastidieux un dépouillage et une analyse manuels. Un tri automatique des séquences

contenant des signaux de chiroptères puis une identification des espèces ou groupes d'espèces (assortie d'un niveau de probabilité) peuvent cependant être réalisés par des logiciels adaptés. Les taux d'erreur d'identification issus de ces systèmes automatiques sont variables ; ils sont souvent assez faibles pour des espèces comme *P. pipistrellus* (représentant souvent la majorité des contacts) mais peuvent dépasser 60 % pour les groupes d'espèces complexes (*Myotis* spp, *N. leisleri* & *V. murinus*, etc.). Ces imprécisions obligent donc l'observateur à contrôler manuellement une partie des résultats. Souhaitons que la recherche continue dans ce domaine et apporte des améliorations notables. ».

- ❖ p. 61 : § Systèmes à division de fréquences ; ligne 1 ; remplacer : « **Le système ANABAT™ domine actuellement le marché pour ce type de technique.** » par « **Le système ANABAT™ a longtemps dominé le marché des enregistrements automatiques.** ».
- ❖ p. 61 : § Systèmes à division de fréquences ; ligne 4 ; remplacer : « , ...et par suite une **quantification** des séquences... » par « , ...et par suite une **comptabilité** des séquences... ».
- ❖ p. 62 : § 2, ligne 4 : remplacer « **s'il s'avère très pratique pour différencier à l'écoute instantanée les signaux comprenant une partie QFC et les signaux FM, il est totalement inadapté à l'identification des espèces spécialistes de cette dernière structure (genres *Myotis* et *Plecotus*)...** » par « **s'il s'avère très pratique pour différencier à l'écoute instantanée les signaux FM des signaux comprenant une partie QFC, il est totalement inadapté à l'identification des espèces spécialistes de la FM (genres *Myotis* et *Plecotus*)...** ».
- ❖ p. 62 : § 3, ligne 6 : remplacer « ... **manquer en direct les séquences sur hautes et basses fréquences.** » par « **manquer en direct les signaux quelle que soit leur gamme de fréquences.** ».
- ❖ p. 62 : § 4, ligne 6 : remplacer « Parmi les **34** espèces étudiées, seuls *M. nattereri* et *M. escaleraei* n'offrent aucune possibilité... » par « Parmi les **35** espèces étudiées, seuls *R. mehelyi*, *M. nattereri* et *M. escaleraei* n'offrent aucune possibilité... ».
- ❖ p. 63 : § INVENTAIRES QUALITATIFS ET QUANTITATIFS, ligne 9 ; remplacer « **l'observateur devra par contre dépouiller et analyser toutes les séquences une à une, y compris les nombreuses de Pipistrelles dont l'identification instantanée sur le terrain est aisée.** » par « **par contre l'observateur devra soit dépouiller et analyser toutes les séquences une à une (y compris les nombreuses de Pipistrelles dont l'identification instantanée sur le terrain est aisée), soit utiliser un logiciel de tri et d'identification automatique des séquences (qui nécessite quand même un certain nombre de vérifications manuelles).** ».
- ❖ p. 64 : § RECHERCHES SUR LE SONAR, ligne 8 ; remplacer « en maintes régions du monde, pour étudier la variabilité **intraspécifique, les** moteurs de cette variabilité... » par « en maintes régions du monde, pour étudier la variabilité **intraspécifique et les** moteurs de cette variabilité... ».
- ❖ p. 64 : § RECHERCHES SUR LE SONAR, ligne 21 ; remplacer « ...est essentielle pour mettre en évidence **l'évolution** du sonar en lien avec... » par « ...est essentielle pour mettre en évidence **les variations** du sonar en lien avec... ».

- ❖ **p 69** : § « Processus d'identification », dernière ligne ; remplacer « « **Etudes d'habitats** », p. 262 » par « « **L'identification auditive et informatique grâce à l'expansion de temps** », p. 127 » ;
- ❖ **p. 71** : lignes 7 et 8 ; remplacer « la conversion en hétérodyne des séquences expansées, avec **variation** du battement zéro (virtual bat detector). » par « la conversion en hétérodyne des séquences expansées, avec **manipulation autour** du battement zéro (virtual bat detector). ».
- ❖ **p. 72** : insérer sous la figure 13 l'encadré suivant :

Quelques rappels concernant la fréquence d'échantillonnage (FE) :

- hormis la qualité générale de restitution des signaux, elle conditionne la hauteur de la fenêtre fréquentielle maximale sur un spectrogramme ; cette dernière sera égale à la FE divisée par deux ; ainsi certains détecteurs dotés d'une FE trop basse (192 kHz par ex.) ne laissent pas apparaître les fréquences supérieures à 96 kHz ;
- la FE d'une séquence s'affiche sur BatSound dans la fenêtre Sound Format ; toute modification de la FE entraîne un changement de l'échelle des fréquences du spectrogramme et du taux d'expansion (donc par suite des erreurs d'écoute et de mesures des signaux : si l'on double la FE d'une séquence de Sérotine sur 24 kHz elle se transforme en une séquence de Pipistrelle sur 48 kHz !) ;
- pour les détecteurs non équipés d'une carte mémoire intégrée pour les enregistrements, une FE est appliquée à chaque processus de numérisation : dans le détecteur puis à l'entrée de l'enregistreur périphérique ; pour ce dernier il est inutile de sélectionner une FE supérieure à celle du détecteur (par défaut choisir 44,1 kHz) ;
- pour les détecteurs équipés d'une carte mémoire intégrée, les séquences enregistrées sur la carte SD ou CF sont dites en « hautes fréquences » (c'est à dire en fréquences réelles) ; pour être lues en expansion de temps x 10, leur FE (variable selon les détecteurs) doit être divisée par 10 sur BatSound dans la fenêtre Sound Format ; le facteur d'expansion doit être de 10 au lieu de 1 pour ajuster les échelles de temps et de fréquences (à noter que les mesures de signaux restent valables et identiques que l'on soit sur 384000 et 1 ou 38400 et 10 ; c'est l'écoute qui est modifiée).

- ❖ **p. 72** : § 2 (« une fois BatSound ouvert... »), alinéa 1 ; modifier la phrase « **Dans la fenêtre « Sound Format » (onglet « Sound ») : sélectionner plutôt 16 bits, mono (sauf dans le cas d'enregistrements avec un détecteur offrant en sortie l'hétérodyne sur une voie et l'expansion sur l'autre voie), 44 100 de fréquence d'échantillonnage, 10 pour le facteur expansion de temps ; avec les enregistreurs numériques, le paramètre d'échantillonnage est déjà inscrit dans le fichier et s'affiche automatiquement ; avec les détecteurs a carte mémoire, il faut le diviser par 10 pour expander la séquence.** » comme suit : « **Dans la fenêtre « Sound Format » (onglet « Sound ») : sélectionner 10 pour le facteur expansion de temps (pour faire correspondre à l'expansion par 10 les échelles de durée et de fréquences dans les représentations graphiques) ; la fréquence d'échantillonnage correspondant à l'enregistrement est déjà cochée ou inscrite : elle ne doit pas être changée sauf dans le cas des détecteurs à carte mémoire interne où il faut la diviser par 10 pour expander la séquence.** ».
- ❖ **p. 73** : lignes 4 et suivantes ; remplacer « Après de nombreux essais comparatifs, il s'avère qu'une fenêtre de **512** est un excellent compromis pour tous les types de

signaux (lorsque la fréquence d'échantillonnage est inférieure ou égale à 50kHz), et apportera peu de biais lors des différentes mesures à effectuer avec la croix ; cette configuration est donc fortement recommandée. Attention ! Si l'on passe à l'écran de la fenêtre de « niveau inférieur » à « plein écran », la taille de fenêtre FFT va passer de 512 à 1024 ; le paramétrage sera alors à refaire. » par « Après de nombreux essais comparatifs, il s'avère qu'une fenêtre de 512 est un excellent compromis pour tous les types de signaux ; cette configuration est donc à utiliser impérativement pour que vos mesures correspondent aux valeurs de référence présentées dans cet ouvrage. Attention cependant à deux cas particuliers : 1) sur un ordinateur dont l'écran dépasse 30 cm de largeur, si l'on change la taille de la fenêtre du logiciel de « niveau inférieur » à « plein écran », la taille de fenêtre FFT peut passer de 512 à 1024 ; le paramétrage sera alors à refaire (clic droit, Spectrogram settings, current diagram). 2) la valeur de fenêtre FFT est dépendante de la fréquence d'échantillonnage à laquelle votre enregistrement a été effectué. La plupart des détecteurs échantillonnent à 384, 441 ou 500 kHz (ce qui donne après expansion respectivement 38,4 ; 44,1 ; 50 kHz) et les enregistreurs périphériques à 44,1 kHz : pour ces valeurs (consultables dans la fenêtre « Sound Format ») on retiendra 512 points de fenêtre FFT. Certains modèles de SM2 (Wildlife Acoustics) n'échantillonnent qu'à 192 kHz : on paramétera alors 1024 points de fenêtre FFT pour avoir le même type de représentation. ».

- ❖ **p. 74** : § 2 (sur les cartes mémoires), ligne 11 ; modifier la phrase comme suit : « Lorsque cette carte mémoire provient d'un enregistreur périphérique, les deux voies d'enregistrement peuvent être identiques (cas du Pettersson D980) ou différentes (cas du Pettersson D240X : hétérodyne sur l'une et expansion de temps sur l'autre). ».
- ❖ **p. 86** : ligne 8, rajouter : « ... ou buccale (tous les Vespertilionidés, Molossidés et Miniopteridés) le son... ».
- ❖ **p. 100** : ligne 8 ; remplacer « de nombreux tests, et lors des 28 sessions de formation menées depuis 1994. » par « de nombreux tests, et lors des 33 sessions de formation menées depuis 1994. ».
- ❖ **p. 101** : tableau 1 ; certaines valeurs sont modifiées au fur et à mesure des nouvelles analyses (voir graphiques et valeurs dans les fichiers Excel déposés sur le blog) ; la version ci-dessous est à jour :

Tableau 1 : Liste des 35 espèces dont les signaux ont fait l'objet d'analyses informatique dans le cadre de notre programme de recherche.

Espèces	N. séquences	N. signaux FM	N. signaux FC & QFC	TOTAL signaux
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	129		129	129
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	53		53	53
<i>Rhinolophus euryale</i>	151		151	151
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	26		26	26
<i>Myotis daubentonii</i>	34	312		312
<i>Myotis capaccinii</i>	45	387		387
<i>Myotis dasycneme</i>	38	332		332
<i>Myotis brandtii</i>	40	672		672
<i>Myotis mystacinus</i>	31	329		329

<i>Myotis alcaethoe</i>	16	285		285
<i>Myotis emarginatus</i>	30	216		216
<i>Myotis nattereri</i>	47	185		185
<i>Myotis escalerae</i>	8	70		70
<i>Myotis bechsteinii</i>	31	270		270
<i>Myotis myotis</i>	41	237		237
<i>Myotis oxygnathus</i>	20	199		199
<i>Myotis punicus</i>	7	70		70
<i>Nyctalus noctula</i>	19	113	85	198
<i>Nyctalus leisleri</i>	14	50	73	123
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	27	119	77	196
<i>Eptesicus isabellinus</i>	10	19	16	35
<i>Eptesicus serotinus</i>	37	238	9	247
<i>Eptesicus nilssonii</i>	28	96	93	189
<i>Vespertilio murinus</i>	16	107	71	178
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	27	92	61	153
<i>Pipistrellus nathusii</i>	13	59	49	108
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	34	163	59	184
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	30	79	61	140
<i>Hypsugo savii</i>	11	49	32	81
<i>Plecotus auritus</i>	33	246		246
<i>Plecotus austriacus</i>	14	252		252
<i>Plecotus macrobullaris</i>	19	188		188
<i>Barbastella barbastellus</i>	16	109	1	110
<i>Miniopterus schreibersii</i>	22	84	40	124
<i>Tadarida teniotis</i>	33	52	92	144
TOTAL	1150	5679	1178	6857

- ❖ **p. 102** : lignes 7 et 8 ; remplacer « ; *Rhinolophus mehelyi* et *R. blasii* (respectivement proche de l'extinction et absent de France) sont traités d'après les données bibliographiques ; » par « ; *Rhinolophus mehelyi* n'est connu que grâce aux enregistrements (en sortie et à l'intérieur du gîte) réalisés et aimablement communiqués par Mauro Mucedda en Sardaigne ; *R. blasii* est traité d'après les données bibliographiques ; ».
- ❖ **p. 102** : ligne 9 ; supprimer « *Eptesicus isabellinus*, ».
- ❖ **p. 102** : dernière ligne du § 5 ; ajouter : « (individu perché, ou sélection de la partie – généralement celle contenant les signaux les plus intenses – correspondant à la fréquence propre de l'individu). ».
- ❖ **p. 105** : § Signaux QFC, ligne 2 ; ajouter : « *Eptesicus nilssonii*, *Eptesicus isabellinus*, *Pipistrellus nathusii*) : la bande... ».
- ❖ **p. 111** : remplacer les 3 premiers § d'énumération par les suivants :
 - *Rhinolophus hipposideros* présente la variabilité fréquentielle la plus grande ; chaque individu est calé sur une fréquence précise dont il ne s'écarte que très peu,

mais les membres d'une même colonie peuvent s'étager entre 102,5 et 113 kHz (c'est la plus variable des 3 espèces étudiées dans ce programme de recherche) . Le maximum enregistré provient d'un individu espagnol (116,1 kHz). Le minimum (2 cas sur 129 mesures) est de 102,5 kHz, cependant 86,8 % des individus étudiés affichent des valeurs supérieures à 106 kHz.

- *Rhinolophus euryale* est proche, puisque les extrêmes mesurés en France sur 151 individus vont de 100 à 106,4 kHz ; 39 % des individus se situent en dessous de 102,5 kHz, donc en dehors de la zone recouvrement avec *R. hipposideros*. Entre 102,5 et 106,5 kHz (zone de recouvrement), on rencontre 17,8 % des *R. hipposideros* testés, et 60,9 % des *R. euryale* testés. Là où les deux espèces sont sympatriques, la certitude absolue ne peut ainsi être établie pour *R. euryale* qu'en dessous de 102,5 kHz.
 - *Rhinolophus mehelyi* a été étudié à travers 26 séquences enregistrées par Mauro Mucedda en Sardaigne. Les fréquences mesurées vont de 104.3 à 111.2 kHz. Il est donc en recouvrement total avec *R. hipposideros*.
- ❖ p. 117 : § Groupes des QFC ou FM aplanies... ; ligne 6 ; ajouter : « *E. nilssonii*, *E. isabellinus*, *V. murinus* et *T. teniotis* émettent de la QFC... ».
- ❖ p. 118 : dernier § ; ligne 1 ; ajouter : « Groupe *E. nilssonii* / *E. serotinus* / *E. isabellinus* / *V. murinus* / *N. leisleri* : le recouvrement... ».
- ❖ p. 126 : § ③ Structures QFC et FM aplanie de la clé : insérer une ligne entre *Tadarida teniotis* et *Vespertilio murinus* : « 21 à 25 kHz QFC rythme irrégulier (3 tps) ; (Espagne) *Eptesicus isabellinus* ».
- ❖ p. 131 : ligne 2 ; ajouter : « *Vespertilio*, *Hypsugo*, *Nyctalus*, *Tadarida*, *Eptesicus nilssonii*, *Eptesicus isabellinus*, *Pipistrellus nathusii* ; ».
- ❖ p. 135 : lignes 3 et 4, remplacer la phrase « Il est difficile de définir des seuils précis, mais les valeurs suivantes trouvent une cohérence dans les faits : » par « Il est difficile de définir des seuils précis, mais les valeurs présentées dans le Tableau 4a trouvent une cohérence dans les faits. ». Après la ligne 4, remplacer les 3 alinéas par le tableau suivant :

Tableau 4a : Valeurs approximatives des tranches de durée (en ms) des signaux sonar des chiroptères, selon le type de structure. NB : ces limites sont à considérer comme des approximations et non comme des valeurs absolues précises. Elles sont déterminées, pour chaque groupe d'espèces considéré, en fonction de nombreuses mesures réalisées sur spectrogramme et de l'appréciation des seuils de variation de comportement (sous contrainte de la distance entre l'individu émetteur et les obstacles ou proies).

Grandes espèces ; FME < 30 kHz (<i>Eptesicus</i> , <i>Vespertilio</i> , <i>Nyctalus</i> , <i>Tadarida</i>)			
Structures signaux sonar	Courte	Moyenne	Longue
QFC (LB < 5 kHz)	< 12	12 à 20	> 20
FM/QFC (LB > 5 kHz)	< 8	8 à 15	> 15
FM (approche)	< 5	5 à 10	

Petites espèces ; FME > 30 kHz (<i>Hypsugo</i> , <i>Pipistrellus</i> , <i>Miniopterus</i>)			
Structures signaux sonar	Courte	Moyenne	Longue
QFC (LB < 5 kHz)	< 8	8 à 12	> 12
FM/QFC (LB > 5 kHz)	< 5	5 à 10	10 à 15
FM (approche)	< 3	3 à 5	

Espèces FM (*Myotis*, *Plecotus*, *Barbastella*)

Structures signaux sonar	Courte	Moyenne	Longue
QFC (LB < 5 kHz)			
FM/QFC/FM (<i>M.dasycneme</i>)	5 à 10	10 à 15	> 15
FM	< 3	3 à 6	> 6

- ❖ p. 136 : légende Figure 65 : 5^e ligne, remplacer « **encombré** » par « **semi ouvert** » ; dernière ligne, remplacer la phrase : « **ce signal a une sonorité sifflée (bien que différente de celle d'un *Myotis*)** » par « **ce signal a une sonorité non nasillarde, mais différente de la sonorité sifflée des *Myotis* sans doute à cause de la faible largeur de bande et de la FME basse ; elle pourrait être qualifiée de « miaulée ».** ».
- ❖ p. 137 : § Amorce explosive (am), ligne 8 ; remplacer « **clac** » par « **crac** ».
- ❖ p. 138 : ligne 3 ; ajouter : « ...par exemple le cri fin du Bruant zizi *Emberiza cirulus* (amorce explosive) et celui du Bruant fou *Emberiza cia* (amorce progressive) ; ».
- ❖ p. 138 : § Modulation d'amplitude sinusoïdale (mod ampl), ligne 3 ; remplacer : « ... donnant une forme sinusoïdale **en densité spectrale ou sur oscillogramme.** » par « **donnant une forme sinusoïdale sur oscillogramme et une succession de dômes en densité spectrale.** ».
- ❖ p. 138 : § Modulation d'amplitude sinusoïdale (mod ampl), ligne 15 ; ajouter : « ... les cris du Martinet noir *Apus apus* ou du Gobe-mouche gris *Muscicapa striata* ; ».
- ❖ p. 143 : ligne 2 ; remplacer « Plus de **5600** signaux de **33** espèces » par « Plus de **6100** signaux de **35** espèces ».
- ❖ p. 146 : ligne 5 en partant du bas de page ; corriger : « ...la durée de cette même partie, pour les **quatre** espèces étudiées. ».
- ❖ p. 148-149 : modifier la Figure 77 (voir fichier xls *Identification_Rhinolophus_Barataud-*), le Tableau 5 et le texte qui le suit, selon les indications suivantes :

Figure 77 : Distribution des valeurs (durée / FME de la partie FC) issues des mesures de signaux des **quatre** espèces de Rhinolophes étudiés. **Les durées courtes chez *R. mehelyi* proviennent sans doute des conditions d'enregistrement, mais les FME n'en sont pas pour autant modifiées.**

Tableau 5 : Variables mesurées sur les **quatre** espèces de Rhinolophes étudiés.

Espèce	N. séquences	N. signaux	FME partie FC	
			Moyenne	Ecart-type
<i>R. ferrumequinum</i>	53	53	82,4	1,7
<i>R. euryale</i>	151	151	102,8	1,2
<i>R. mehelyi</i>	26	26	107,2	2,0
<i>R. hipposideros</i>	129	129	109,4	2,8

La clé d'identification des **quatre** espèces de Rhinolophes étudiés, **basée sur les valeurs de FME de la partie FC**, peut se résumer ainsi :

- 76 à 85 kHz *R. ferrumequinum*
- 100 à 102,5 kHz *R. euryale*
- 102,5 à 104 kHz : *R. euryale* / *R. hipposideros* (*R. euryale* probable à 94,5 %)
- 104 à 106,5 kHz : *R. euryale* / *R. hipposideros* / *R. mehelyi*
- 106,5 à 111,5 kHz : *R. hipposideros* / *R. mehelyi*

- 111,5 à 116 kHz *R. hipposideros*

Les données bibliographiques sur *Rhinolophus blasii* indiquent une FME de 92 à 98 kHz (Papadatou *et al.*, 2008 ; Siemers *et al.*, 2005).

- ❖ **p. 149** : après la ligne 3, rajouter le § suivant : « **Quels sont les éléments à prendre en compte lorsqu'on recueille une séquence de Rhinolophe entre 102,5 et 106,5 kHz, dans l'aire de distribution de *R. euryale* ?**

D'abord la FME de la partie FC doit se prendre sur les signaux les plus intenses de la séquence pour éviter la distorsion fréquentielle due à l'effet Doppler lorsque l'individu est en vol.

Ensuite, pour ce qui est d'attribuer la donnée à telle ou telle espèce (*R. hipposideros* ou *R. euryale*) suivant la FME mesurée, il ne faut pas confondre deux probabilités :

- l'une statistique, calculée d'après les mesures sur un échantillonnage de signaux issu de plusieurs régions (principalement françaises) ;
- l'autre évaluée et non quantifiable, fait appel aux connaissances actuelles d'un contexte local, se rapportant à la probabilité de rencontrer telle ou telle espèce en tel ou tel endroit (*R. euryale* est supposé rare ou absent dans de nombreuses zones y compris au sein de son aire de distribution générale).

Les deux probabilités sont indépendantes ; elles sont également importantes dans l'interprétation de la donnée.

Une probabilité statistique de 95 % en faveur de *R. euryale* sur la base de la fréquence des signaux, dans une zone géographique où il n'est pas connu, signifie aussi que la probabilité d'être confronté à un individu de *R. hipposideros* émettant entre 102,5 et 106,5 kHz est de 5 %, autrement dit faible mais loin d'être nulle.

Il est donc aussi incorrect de conclure en faveur de l'une ou l'autre espèce sur la base unique de la gamme de fréquences, que de le faire en fonction de l'absence constatée jusque-là de *R. euryale* dans la zone considérée : une note « égarée » de *R. euryale*, sauf circonstances extrêmes (régions nordiques, plus de 1000 à 1500 m d'altitude, etc.) est toujours possible.

Il est ainsi conseillé de souligner l'incertitude en écrivant le taxon « *R. euryale/hipposideros* » et de commenter les deux probabilités de manière indépendante. ».

- ❖ **p. 149** : après la ligne 3 sous l'encadré, rajouter l'alinéa suivant : « - *P. kuhlii* : voir encadré p. 228. ».
- ❖ **p. 149** : ligne 17 sous l'encadré ; ajouter : « l'individu en QFC/FM. Il est ainsi possible que ces signaux aient une double fonction sonar-social. Les signaux les plus longs, en milieu ouvert, débutent parfois... ».
- ❖ **p. 151** : légende Figure 82, ligne 2 : remplacer « Signal type **B** modulé en QFC / FM » par « Signal type **A** modulé en QFC / FM ».
- ❖ **p. 152** : § 2 sous encadré, ligne 2 ; ajouter : « *T. teniotis*, *Nyctalus* spp, *Eptesicus nilssonii*, *E. isabellinus*, *V. murinus*... ».
- ❖ **p. 154 à 231** : tous les tableaux et les graphiques de mesures de signaux sont à réactualiser (voir fichiers xls mis à jour sur le site ecologieacoustique.fr).
- ❖ **p. 155** : insérer après la ligne 26 le § suivant : « A l'inverse, certaines Sérotines émettant en QFC (notamment *V. murinus*, voir son DVD 3.36a), lors de phases de

croisière en recherche active de proies et/ou d'obstacles, traduisent leur haute curiosité par une alternance plus ou moins régulière de signaux décalés en structure et/ou en FME ; les écarts de FME sont alors faibles (souvent < 1 kHz) et se justifient par le comportement de recherche active (une phase de signaux d'approche progressive est souvent présente) ; une fois cette phase de curiosité passée, les QFC typiques sans alternance sont seules présentes, mais ces critères réclament de longues séquences pour apprécier le comportement. ».

- ❖ **p. 161** : Figure 93a à insérer entre les deux séries de spectrogrammes de la légende Figure 93 ; **légende Figure 93a à supprimer** ; légende Figure 93 à modifier comme suit : « Figure 93 : spectrogrammes montrant l'évolution de structure du signal selon la diminution (de gauche à droite : croisière, début d'approche, fin d'approche) de la distance aux obstacles ; en haut : *V. murinus* [espèce QFC : noter l'intensité maximale dès le début des signaux en milieu ouvert (à gauche)] ; au centre : *E. isabellinus* [espèce QFC ; noter la cassure brutale souvent présente sur les signaux FM/QFC (au centre et à droite)] ; en bas : *E. serotinus* (espèce FM aplanie ; l'amorce est progressive et la courbe généralement régulière). ».
- ❖ **p. 164** : insérer entre les § son DVD 3.36 et son DVD 3.37, le § suivant : « **son DVD 3.36a** : séquence débutant par des signaux QFC à bande moyenne puis par des FM aplanie à bande étroite, sur 26-27 kHz ; on constate une alternance irrégulière de FME, mais dont l'écart est faible (< 1 kHz le plus souvent : il est utile d'écouter en hétérodyne avec le virtual bat detector de BatSound pour bien faire la différence avec *N. leisleri* par ex.). Une QFC basse juste avant l'approche est intrigante (phénomène déjà enregistré chez *N. lasiopterus*, voir **son DVD 3.48**) et pourrait révéler un souci de détection d'arrière plan lointain ou une stratégie de brouillage vis-à-vis d'une proie tympanée. Le rythme rapide de la dernière partie en QFC sans alternance ne convient pas à un transit passif de *Nlei* sans alternance, et de plus, les durées sont supérieures à 20 ms : *V. murinus* ; niveau de confiance : probable à certain. ».
- ❖ **p. 164-165** : § **son DVD 3.37a** : signaux QFC longue durée (18 à 21,5 ms, **ce qui est trop long pour *N. leisleri* en transit**) avec une FME aux environs de 22 kHz ; l'amorce est explosive. Une légère augmentation de la récurrence en première moitié de séquence indique une curiosité de l'animal peu compatible avec un transit passif (ce qui élimine *E. serotinus*). La localité géographique (Espagne, Extremadure) rend *V. murinus* peu probable, d'autant que certaines FT sont en dessous de 21 kHz. Cette séquence est typique d'*E. isabellinus* lorsqu'elle pratique son mode de chasse classique (au moins au crépuscule) très aérien, avec de fréquentes séries de QFC longue durée ; par contre lorsqu'elle se rapproche des obstacles, ses signaux FM aplanie sont en recouvrement avec ceux des autres espèces, *E. serotinus* notamment. *E. isabellinus* ; niveau de confiance : certain.
- ❖ **p. 168** : 2^e alinéa (« en milieu ouvert »), lignes 4 à 6 ; ajouter : « pour *P. kuhlii* et 39-40 pour *P. nathusii* (en zone de sympatrie avec *P. kuhlii*, plus bas ailleurs), 42-48 (l'amplitude est plus grande que chez les autres espèces, avec deux groupes de FME sur env. 43 et 47 kHz) pour *P. pipistrellus*, 50-52 pour *M. schreibersii* (qui ne produit pas de QFC plane), 50-53 pour *P. pygmaeus* ; ».
- ❖ **p. 168** : § Cas particuliers ; insérer entre les 2^e et le 3^e alinéa, l'alinéa suivant : « - ces deux derniers exemples montrent qu'une certaine prudence doit être de mise dès que des émissions sonar QFC et FM aplanie entre 32 et 38 kHz sont captées ; il semble possible que *P. nathusii* et *P. kuhlii* puissent décaler leurs gammes fréquentielles (peut-être dans le but d'éviter au mieux le recouvrement de leurs niches acoustiques)

habituelles notamment dans les régions proches de l'Atlantique où ces deux espèces sont de manière plus ou moins saisonnière en présence l'une de l'autre ; d'autant que dans ces régions, si *H. savii* est jugée absente ou rare, des individus erratiques peuvent apparaître rendant encore plus complexe la tâche de l'identificateur. Des examens de courbures des signaux dont la largeur de bande se situe entre 2 et 15 kHz montrent des différences entre ces trois espèces qu'il peut être intéressant d'utiliser en complément des autres critères (mesures, comportement, contexte...) : sur plusieurs dizaines de séquences vérifiées, une majorité de signaux d' *H. savii* montre une cassure en début de signal alors que chez *P. kuhlii* on note une courbure plus régulière et plus décalée vers le centre du signal ; *P. nathusii* montre une configuration proche de celle d' *H. savii* (voir spectrogrammes dans fichier xls « Identification_Hypsugo-Pipistrellus-Miniopterus » du DVD).

❖ p. 168 : § Cas particuliers ; insérer après le 3^e alinéa, l'encadré suivant :

Le recouvrement de niches acoustiques : une contrainte pour les espèces QFC et FM aplanie ?

Les chiroptères utilisent un arsenal de filtres neuronaux qui évitent les interférences entre leurs propres émissions sonar et leur environnement sonore ; la reconnaissance de leurs propres échos est donc en théorie peu perturbée par les émissions environnantes des autres chiroptères. Plusieurs observations (au sein du genre *Pipistrellus* notamment) viennent cependant nuancer ces déductions issues de travaux en laboratoire :

- la niche acoustique fréquentielle d'une espèce donnée est plus étendue lorsqu'elle est mesurée sur des individus évoluant en groupes que sur des individus isolés ;
- cette niche acoustique peut également s'étendre en situation allopatrique et se restreindre en situation sympatrique ; quelques exemples :
 - *P. nathusii* semble fréquemment se cantonner au-dessus de 38 kHz dans la zone de répartition de *P. kuhlii* alors qu'elle descend couramment plus bas (QFC 34-35 kHz) au nord de cette zone ;
 - *P. kuhlii* dans l'ouest de la France (où *P. nathusii* est fréquente) semble plus fréquemment qu'ailleurs émettre entre 33 et 36 kHz en activité de chasse ;
 - toujours à proximité du littoral atlantique, *P. pipistrellus* semble augmenter la fréquence de ses QFC (46 à 50 kHz) là où *P. nathusii* est bien présente (Ouvrard, comm. pers.) ;
 - dans le sud de la France ou en Espagne (où *P. pipistrellus* est moins fréquente), *P. pygmaeus* peut descendre en QFC sur 49-50 kHz lorsqu'elle chasse seule, et monte au-dessus de 52-53 en présence de *P. pipistrellus*.

Ainsi les gammes fréquentielles peuvent localement ou ponctuellement subir des variations. Les contextes biogéographiques et comportementaux doivent donc être intégrés dans le processus d'analyse interprétative des mesures de signaux.

❖ p. 174 : § 2 ; modifier et ajouter comme suit :

Pour ce dernier groupe la prise en compte d'autres critères que les mesures de signaux est nécessaire :

- intégration des comportements acoustiques : *P. kuhlii* est une espèce FM/QFC alors que *P. nathusii* est une espèce QFC qui pratique cette structure même en chasse active : la présence de QFC dans une séquence de chasse caractérisée indique donc cette dernière ;
- courbure des signaux sur spectrogramme : les signaux dont la largeur de bande se situe entre 2 et 15 kHz montrent chez *H. savii* une cassure en début de signal alors que chez

P. kuhlii on note une courbure plus régulière et plus décalée vers le centre du signal ; *P. nathusii* montre une configuration proche de celle d' *H. savii* (voir spectrogrammes dans fichier xls « Identification_Hypsugo-Pipistrellus-Miniopterus » du DVD).

- l'émission de cris sociaux n'est pas rares chez ces espèces sur leurs terrains de chasse ; or ils sont très différents entre ces deux Pipistrelles (voir chapitre IV.C.6) ;
- concernant *M. schreibersii*, *P. pipistrellus* et *P. pygmaeus*, nous détaillons ci-dessous un critère intéressant lié à la forme du signal ; de plus les sons **DVD 3. n° 58 et 59** et leurs commentaires détaillent des particularités liés à l'intensité et la séquence de capture chez *M. schreibersii*.
- ❖ **p. 183** : § SONORITE NASILLARDE ; § Circonstances d'émission ; genre *Plecotus*, ligne 6 ; ajouter : « la sonorité est peu ou pas nasillarde mais reste très particulière (« miaulée ») à cause de caractéristiques spécifiques... ».
- ❖ **p. 184** : lignes 3 et 4 ; modifier : « Chez *B. barbastellus* la courbe du signal peut être rarement concave (**figure 113**), le plus souvent convexe (**figure 115**) et parfois linéaire, alors qu'elle est toujours concave chez *Plecotus* spp.
- ❖ **p. 188** : encadré haut de page, ligne 2 ; ajouter « la sonorité « miaulée » n'est plus vraiment nasillarde... ».
- ❖ **p. 188** : § son DVD 3. n° 78, dernière ligne ; remplacer « (voir FME < 35 kHz », page 196) par « (voir « Cas particulier des signaux « alternance » de *B. barbastellus* », page 192) ».
- ❖ **p. 194** : dernier § ; modifier : « A l'écoute d'une séquence en expansion de temps enregistrée depuis le sol (voir Chapitre 6) on note que le type A est presque toujours plus intense que le type B, ce dernier n'étant parfois pas audible sur une séquence faible d'un individu éloigné : on veillera alors à s'entraîner pour une reconnaissance auditive sans faille du type A seul. ».
- ❖ **p. 196** : modifier § son DVD 3.95 : alternance régulière typique de *B. barbastellus* ; cet enregistrement effectué depuis le sol laisse entendre un type A plus intense que le type B. L'ensemble des critères permet une identification auditive certaine, sans aucune confusion possible (sauf cas particulier illustré par la séquence DVD 3.99).
- ❖ **p. 196** : insérer entre les sons 95 et 96 : « son DVD 3.95a : séquence alternée de *B. barbastellus* volant en sous-bois, enregistrée depuis un micro déposé à 25 mètres dans la canopée : le type B paraît plus fort au contraire des séquences enregistrées depuis le sol (voir Chap. 6, Ex. 1, Le sonar de la Barbastelle). ».
- ❖ **p. 201** : Tableau 17, ligne *M. mystacinus*, colonne « Milieu semi-ouvert » ; remplacer « am ht/moy/(abs moy) » par « (am ht)/am moy/abs moy ».
- ❖ **p. 202** : § 1, ligne 3 ; enlever le « s » à la fin de « espèces » dans « la moyenne est de 3,7 types par espèces (elle est de 4,1 si on enlève *M. escaleraei* et... ».
- ❖ **p. 202** : § en gras ; modifier : « Trois règles générales doivent alors être appliquées : 1) lorsqu'un pic existe il est souvent plus facile de le mettre en évidence lorsque l'animal s'approche ou s'éloigne et que le niveau d'intensité global des signaux n'est pas au maximum, révélant mieux l'amorce ou le claquement ; 2) les signaux faibles provenant d'un individu éloigné peuvent donner une fausse sensation de pic d'énergie, sans doute due au fait que seule la zone de FME est restituée, « compactant » ainsi chaque signal ; 3) si l'incertitude persiste ne pas hésiter à classer la séquence en *Myotis* sp ; une telle décision valorise la probité de son auteur, alors qu'une erreur d'identification le discrédite. ».

- ❖ **p. 211** : § *FME > 35 kHz – Amorce & claquement (am & claq)*, § 3 ; modifier : « L'analyse (**figures 135 et 136**) a **inclus de manière logique** les signaux-types... ».
- ❖ **p. 219** : § *FME > 35 kHz – Absence de pic moyennes fréquences (abs moy)* ; ligne 9 ; remplacer : « *M. oxygnathus* ne figure pas dans ce type, mais il peut pratiquer, même en milieu ouvert, des séries généralement courtes de signaux dont la FT est supérieure à 23 kHz (la durée est alors comprise entre 7 et 9 ms ; voir section suivante : abs bas). » par « *M. oxygnathus* disperse le plus souvent des signaux abs moy au sein de séquences abs bas mais il peut pratiquer, en milieu ouvert, des séries complètes de signaux dont la FT est supérieure à 23 kHz (la durée est alors comprise entre 8 et 11 ms, ce qui est discriminant). ».
- ❖ **p. 220** : § 3 ; compléter : « Le nombre d'espèces concernées et la convergence forte dans les circonstances d'émissions génèrent un recouvrement très important des variables mesurées. Les quelques possibilités d'identification spécifique concernent des extrêmes (FT basse chez *M. bechsteinii*, LB grande chez *M. brandtii* et faible chez *M. capaccinii* et *M. dasynceme*) croisés avec des critères comportementaux (réurrence, transition de types). Cependant on remarque deux groupes de FME de part et d'autre du seuil des 45 kHz environ ; en dessous nous avons *M. mystacinus* (qui n'utilise ce type qu'en transit, donc sans aucune phase d'approche), *M. myotis* (usage ponctuel en milieu encombré) et *M. bechsteinii* (usage très courant en chasse active) ; au-dessus nous avons *M. brandtii* (usage souvent mêlé d'am & claq) et *M. daubentonii* (usage permanent en chasse en lisière ou sous-bois) : ainsi le comportement permet souvent d'accorder une bonne probabilité à l'une ou l'autre de ces espèces au sein de chacun des deux groupes fréquentiels. ».
- ❖ **p. 220** : insérer en fin du dernier § : « ... corrélée à un rythme plus lent et surtout plus irrégulier ; chez *M. dasynceme*, la LB et la FME diminuent fortement. ».
- ❖ **p. 223 et 224** : les graphiques des Figures 154 et 155, sont à réactualiser (voir fichiers xls mis à jour sur le site ecologieacoustique.fr).
- ❖ **p. 227** : insérer l'encadré de deux pages intitulé « Les signaux FM sigmoïde de *Pipistrellus kuhlii* : à ne pas confondre avec des signaux FM abs moy de *Myotis* ! » (fichier « Edition3_Addendum1_janvier2019_P-kuhlii_signaux-sigmoïdes »).
- ❖ **p. 227** : insérer après l'alinéa « son DVD 3.173a » les deux alinéas suivants : « **son DVD 3.173b** : séquence débutant par des signaux QFC-FM sur environ 38 kHz de FME, ces signaux prenant progressivement (et de façon irrégulière) de la largeur de bande par une augmentation de la fréquence initiale, leur donnant une structure FM sigmoïde ; l'analyse auditive pourrait conclure à de la FM abrupte de *Myotis* en abs moy, mais les variations de structure et de largeur de bande parfois d'un signal à l'autre donne l'alerte ; de plus, deux individus sont présents, et des trilles sociales sur 30 kHz environ sont produites par l'un d'eux. Il s'agit d'un comportement social ponctuel de *P. kuhlii*. Enregistrement : Julien Vittier.
son DVD 3.173c : séquence où deux individus de *P. kuhlii* sont présents ; les signaux FM aplanie typiques du début se déforment peu à peu pour adopter la structure FM sigmoïde du comportement social décrit dans la séquence 3.173b ; les trilles sont également présentes. Enregistrement : Loïc Bellion.
- ❖ **p. 228** : ligne 14 ; supprimer : « *M. myotis/oxygnathus* et » pour obtenir la phrase suivant « On remarquera (**son DVD 3.174**, début de séquence) que les signaux abs bas de *M. nattereri* ont presque toujours un très léger claquement final ».
- ❖ **p. 232** : § *Myotis alcathoe* en bas de page ; modifier et compléter : « **spécialiste**

exclusif de l'am ht, sa caractéristique est donc de pratiquer ce type dans toutes les circonstances de vol, et donc toutes les récurrences ; la FT ne descend guère en dessous de 40 kHz et pas en dessous de 35 kHz ; l'amorce est parfois faiblement marquée, surtout sur les signaux de transit en milieu plus ouvert ; (voir son DVD 3. n° 142). » par « spécialiste exclusif de l'am ht, sa caractéristique est donc de pratiquer ce type dans toutes les circonstances de vol, et donc toutes les récurrences ; la FT est souvent au-dessus de 40 kHz et ne descend que rarement en dessous de 35 kHz ; l'amorce est parfois faiblement marquée, surtout sur les signaux de transit en milieu plus ouvert ; (voir son DVD 3. n° 142). L'identification de cette espèce est confortée par des FT supérieures à 40 kHz lors de phases de croisière à récurrence moyenne à lente (> 80 ms d'intervalles). *M. alcathe* chasse souvent en canopée, mais une petite zone humide en sous-bois (ornière inondée, souille d'ongulé) l'amène souvent à chasser près du sol parfois durant plus d'une heure. ».

- ❖ p. 233 : § *Myotis bechsteinii* ; modifier et compléter le début du § : « les signaux abs bas distillés en série ou isolément au sein de séquences abs moy sont le marqueur fiable de l'espèce ; lorsque seuls les signaux abs moy sont présents (chasse active, récurrence forte), les FME < 45 kHz avec une LB > 70 kHz sont discriminantes car le recouvrement avec *M. mystacinus* n'est que biométrique, ce dernier ne pratiquant l'abs moy qu'en milieu ouvert avec une récurrence moyenne à faible ; les transitions claq ht ou moy / abs moy sont en recouvrement avec *M. brandtii* même si ce dernier ne les pratique que très rarement ; ... » par « les signaux abs bas distillés en série ou isolément au sein de séquences abs moy sont le marqueur fiable de l'espèce. Lorsque seuls les signaux abs moy sont présents dans une séquence (chasse active, récurrence moyenne à forte), les FME sont le plus souvent inférieures à 45 kHz ce qui limite le recouvrement à trois espèces : *M. mystacinus* ne pratique l'abs moy qu'en transit ou recherche passive en milieu ouvert (ce peut n'être qu'une petite clairière en sous-bois) avec une récurrence moyenne à faible sans phase d'approche ; *M. myotis* en sous-bois a très souvent un rythme particulier en abs moy (lent et irrégulier), sa FME est souvent en dessous de 40 kHz et il inclut fréquemment des groupes de signaux hautes fréquences ; *M. bechsteinii* est donc le seul à chasser activement en abs moy avec une FME quasi invariable entre 40 et 44 kHz quel que soit le rythme, et ce parfois sur de longues périodes au même endroit. Les transitions claq ht ou moy / abs moy sont en recouvrement avec *M. brandtii* même si ce dernier ne les pratique que très rarement ; ... ».

- ❖ p. 234 : § *Myotis daubentonii* ; ligne 7 ; modifier : « Dans les autres circonstances, *M. daubentonii* est sans doute l'espèce du genre la plus difficile à diagnostiquer car elle manque de traits marquants : ses émissions abs moy sont en recouvrement fort avec les autres espèces, et la transition abs moy / claq moy est également utilisée par *M. brandtii* et *M. bechsteinii*... Seules les émissions abs ht permettent son identification dans plusieurs cas, ... » par « Dans les autres circonstances de chasse (lisière et sous-bois), *M. daubentonii* est moins aisé à identifier. Plusieurs critères peuvent alors être utilisés : sa FME reste supérieure à 47 kHz ce qui ne le met en recouvrement qu'avec *M. brandtii* (qui lui utilise souvent l'am & claq), les autres espèces ne transgressant cette limite que de façon anecdotique ; sa LB est inférieure à 70 kHz (souvent supérieure à cette valeur chez *M. brandtii*) ; lorsque *M. daubentonii* est en abs moy avec un comportement de transit actif en sous-bois il n'utilise que très rarement des transitions de types acoustiques même en phase d'approche, alors que *M. brandtii* ne reste pas en abs moy dans ces circonstances. Chez *M. daubentonii* le claq moy est utilisé parfois en phase finale d'approche, l'am moy parfois en début de phase

d'approche, mais les transitions de type acoustique sont plutôt rares par rapport à *M. brandtii*. Le type abs ht permet son identification dans plusieurs cas, ... ».

- ❖ **p. 235** : § *Myotis emarginatus* ; ligne 12 ; ajouter : « ... ne descend pas en dessous de cette valeur ; ainsi des signaux donnant la (fausse) sensation auditive... ».
- ❖ **p. 236** : ajouter à la fin du § *Myotis myotis* : « ... dépassant souvent les 8 ms. Le son **DVD 3. n° 192a** reprend plusieurs caractéristiques des émissions de *M. myotis* en chasse en sous-bois. Les premiers signaux sont en abs moy avec une FME entre 40 et 44 kHz ; le rythme particulièrement lent (intervalles 110 à 300 ms) rend *M. bechsteinii* (qui serait alors en abs bas) et *M. mystacinus* (qui même en milieu ouvert a des intervalles moyens inférieurs à 100 ms) très peu probables ; la différence d'intensité entre signaux est également une caractéristique. Après 1,5 secondes les signaux augmentent brusquement en FME (30 kHz environ) avec un rythme d'abord lent puis croissant, la FT est aux alentours de 30 kHz. Entre 7 et 7,5 secondes un signal se distingue brutalement des autres par son intensité plus forte. Tous ces critères (réurrence faible en abs moy ; variations de rythme, d'intensité, de FME) sont autant de signatures du comportement typique de l'espèce en sous-bois. ».
- ❖ **p. 237** : insérer à la fin du § « *Myotis mystacinus* » les phrases suivantes : « Le son **DVD 3. n° 166a** illustre le comportement d'un individu en vol dans une petite clairière, non loin de la lisière arborée ; mis à part quelques phases d'am moy (entre 8000 et 10000 ms par ex) la plupart des signaux sont en abs moy (entre 5000 et 7000 ms par ex aucune amorce n'est audible ; attention : la saturation de quelques signaux génère un craquement artefactuel à ne pas confondre avec un pic d'énergie). Sur de nombreux signaux on perçoit une légère amorce, si peu marquée que la frontière avec l'abs moy est ténue : on sent que l'animal « hésite » entre les deux ; vers 12000 ms on entend une phase de capture : le comportement acoustique de recherche passive en milieu semi ouvert n'empêche pas l'individu de profiter d'une opportunité. ».
- ❖ **p. 237** : § *Myotis oxygnathus*, remplacer le § **complet** par le suivant : « la principale difficulté réside dans la séparation des deux grands *Myotis* lorsqu'ils utilisent l'abs bas et l'abs moy. En abs bas, le Petit murin peut utiliser une FME et une LB < 30 kHz ce qui le différencie du Grand murin (voir son **DVD 3. n° 178**). Au contraire de ce dernier, le Petit murin utilise l'abs moy lors de transit en milieu ouvert, avec un rythme lent et plutôt régulier ; la durée de ses signaux est alors supérieure à 8 ms, avec le plus souvent une FME < 35 kHz et une LB < 45 kHz ce qui semble discriminant selon nos connaissances actuelles. L'abs bas est utilisé fréquemment lors des phases de chasse en milieux prairiaux ou buissonnants ; dès que l'espèce évolue en milieu forestier les signaux abs bas alternent au gré de la densité des obstacles avec l'am ht (avec des signaux souvent longs en durée et d'une FME < 50 kHz), et/ou les claq moy et bas. ».
- ❖ **p. 238** : § 2, ligne 3 ; insérer : « Le but n'est pas ici de dresser un catalogue de toutes les émissions à caractère social avéré ou supposé, enregistrées au cours de ce programme de recherche sur bon nombre d'espèces. Pour une revue plus complète sur les émissions à caractère social des chiroptères européens, se reporter à Middleton *et al.* (2014) et Pfalzer & Kush (2002). La liste des espèces et des cas traités se limite à ceux... ».
- ❖ **p. 248** : ajouter en bas de page une ligne entre celles de *N. leisleri* et *V. murinus* : « **c**) FME = 21 à 25 kHz, rythme 3 temps, sud Espagne *E. isabellinus* » ; puis remplacer les lettres c) et d) par d) et e) pour les deux lignes suivantes.

- ❖ **p. 248** : dernière ligne ; corriger : « **d** FME = 27 à 30 kHz, FT = 26,5 à 29 **ms** *E. nilssoni* » par « **d** FME = 27 à 30 kHz, FT = 26,5 à 29 **kHz** *E. nilssonii* ».
- ❖ **p. 260** : § 2, fin de la ligne 6 ; remplacer « **inter** individuelle » par « **intra** individuelle ».
- ❖ **p. 263** : § 2, ligne 6 ; remplacer « Lors d'une étude de radio pistage, l'évaluation ne porte donc que sur un nombre limité d'espèces (souvent une seule) et sur quelques individus, **entraînant une redondance forte dans les** résultats ; » par « Lors d'une étude de radio pistage, l'évaluation ne porte donc que sur un nombre limité d'espèces (souvent une seule) et sur quelques individus, **réduisant les possibilités d'extrapolation des** résultats ; ».
- ❖ **p. 264** : § Biais d'inconstance spatiotemporelle ; lignes X et X ; remplacer « Ce biais peut être **corrigé** par des tests de répétition sur une même station, et par le nombre de stations inventoriées... » par « Ce biais peut être **évalué** par des tests de répétition sur une même station, et **corrigé** par le nombre de stations inventoriées... ».
- ❖ **p. 264** : insérer après le § Biais d'inconstance spatiotemporelle , un nouveau § :

Sites et stations d'écoute

L'étendue spatiale des relevés acoustiques recouvre trois unités hiérarchisées : la zone d'étude, le site et la station. Tous trois sont soumis à des variations, mais sous des influences différentes.

La zone d'étude peut être d'étendue très variable (une région, une réserve naturelle, une vallée, une forêt, etc.), principalement en lien avec les objectifs des relevés acoustiques (étude comparative d'un ou plusieurs habitats, étude ciblant une ou plusieurs espèces, inventaire ponctuel, etc.).

Le site est un ensemble paysager homogène en regard de la typologie d'habitats retenue ; il comprend plusieurs stations. Son étendue spatiale comme sa composition sont susceptibles de fortes variations, principalement en lien avec deux paramètres : les degrés de finesse de la typologie d'habitats et de la fragmentation de ces habitats dans la zone d'étude. Dans un étude sur les forêts visant à mettre en évidence des différences de composition et de structure par exemple, un site sera un lieu où l'habitat ciblé est homogène (futaie feuillue irrégulière, ou taillis sous futaie, ou futaie résineuse régulière, etc.). Le site est le premier stade qui définit la variabilité de l'échantillonnage.

La station est un sous-ensemble du site ; elle correspond à un **point d'écoute géoréférencé**. Ce point peut être choisi de manière aléatoire, ou en lien avec des microstructures recherchées au sein de l'habitat (clairière, trouée, sous-bois dense, etc.) ; il représente donc un deuxième niveau d'importance de l'échantillonnage. **Il est une circonstance où station et point d'écoute seront différenciés** : celle où deux microphones (ou plus) sont décalés verticalement, lors d'écoutes simultanées en forêt (sol et canopée) où sur un mât de mesure éolien ; les deux microphones sont sur un même point en projection au sol mais les deux stations sont distinctes, car la station a une définition d'ordre physique de la plus haute importance : c'est le volume de perception d'un microphone, qui représente le plus petit niveau d'échantillonnage spatial. Ce volume est variable en taille et en forme ; au moins sept facteurs de variabilité peuvent être identifiés (hors conditions météorologiques) :

- le type de microphone. Certains détecteurs manuels haut de gamme sont équipés de microphones à membrane de Mylar ; leur grand diamètre leur confère une forte directionnalité (ceci d'autant plus que les fréquences reçues sont hautes), et leur qualité de construction une grande sensibilité. La plupart des détecteurs manuels et

enregistreurs automatiques est équipée de microphones à électret ; ils sont de faible diamètre ce qui les rend peu directionnels, et leur sensibilité est souvent moins grande. Ainsi, entre ces deux catégories, la forme et le volume de la station d'écoute vont être différents ; la forme est oblongue pour un microphone à membrane (une Pipistrelle commune chassant en sous-bois sera captée jusqu'à 25-30 mètres dans l'axe du microphone, mais à moins de 20 mètres en dehors de cet axe), alors qu'elle est de type hémisphérique pour un microphone à électret situé près du sol et sphérique s'il est situé en hauteur (la même Pipistrelle sera captée à 20 mètres environ dans l'axe comme à l'opposé) ;

- l'orientation du microphone. Ce facteur est surtout prégnant pour un microphone à membrane, plus directionnel. Il faut garder à l'esprit la forme oblongue du volume stationnel, afin qu'il opère dans l'habitat visé par le protocole : par exemple dans un sous-bois de forêt basse, un microphone dirigé verticalement débordera inutilement (si l'on veut se restreindre aux espèces de sous-bois) au-dessus de la canopée ; une inclinaison entre 30 et 45° ciblera mieux les chiroptères volant en milieu intra forestier ;
- l'environnement du microphone. Des signaux provenant d'un chiroptère ne seront pas transmis au microphone avec la même intensité (ni la même qualité !) selon la quantité et la nature des obstacles situés entre l'émetteur et le récepteur. Ainsi les inventaires en sous-bois induisent toujours des stations d'écoute moins volumineuses que ceux menés en milieu ouvert ; ce phénomène est accentué par le fait qu'une même chauve-souris volant en sous-bois émet généralement des signaux moins intenses à la source qu'en milieu ouvert ;
- le bon état de fonctionnement du microphone. Certains microphones électret vieillissent rapidement et sont à remplacer régulièrement. Les microphones à membrane sont plus robustes et durables ; il peut se déposer à la longue un léger film de poussières et de graisses sur la membrane, qu'il est aisé de nettoyer avec un chiffon doux ; en cas de lésion elle peut être remplacée facilement par l'utilisateur (voir avec le constructeur) ;
- les paramétrages du détecteur. Selon le réglage du gain (niveau de sensibilité du microphone) le volume de la station peut varier fortement. De même, dans le cas des enregistreurs automatiques, il existe plusieurs filtres (limitant le nombre de déclenchements intempestifs) dont l'un paramètre le niveau minimal d'intensité qui permet de déclencher une séquence : lorsque le réglage est modifié, la station change de volume. Ainsi, il n'est possible de comparer les résultats entre deux modèles de détecteur que s'ils ont des caractéristiques proches ; il est donc généralement fallacieux de comparer les résultats obtenus par un détecteur manuel d'une part, et un enregistreur automatique d'autre part ;
- l'intensité du signal capté par le microphone. La disparité d'intensité des signaux sonar entre espèces de chiroptères ou entre comportements (environnements de vol, type d'activité, etc.) génère autant de volumes d'écoute que de cas différents. Cette variation très forte peut être pondérée par les coefficients de détectabilité acoustique appliqués aux espèces, qui uniformisent le volume des stations en concordance avec celui d'une Pipistrelle commune (voir le § 8. Indices d'activité) ;
- le rapport signal/bruit. Dans un bruit de fond important (vent dans le feuillage, bord de rivière courante, stridulations d'insectes, etc.), les signaux les plus faibles sont noyés et souvent inaudibles ; cela diminue d'autant le volume d'écoute.

Ainsi, bien que la notion de station soit d'une grande importance dans le traitement des données acoustiques, nous constatons la difficulté de lisser les volumes d'échantillonnage en fonction du type de matériel, son état, sa disposition, son

paramétrage... Différentes parades peuvent atténuer ces variations (uniformisation du matériel, de son état et de son paramétrage pour une étude donnée) ; d'autres préconisations sont abordées dans les sections suivantes (voir notamment le § 8. Indices d'activité).

- ❖ **p. 264** : Unité de mesure de l'activité, modifier le § « **Le contact acoustique est l'élément de base, l'unité quantitative de l'activité qui va permettre la comparaison entre études menées par des auteurs différents. Plusieurs travaux (Barataud, 2002b, 2006 ; Barataud & Giosa, 2010, 2012, 2014 ; Barataud *et. al.*, 2013b, 2014, 2014a, 2014b) ont déjà testé et adopté les principes ci dessous ; il peut donc être souhaitable que les études à venir s'en inspirent.** » comme suit : « **Le contact acoustique est l'élément de base de la comptabilité de l'activité**, qui va permettre la comparaison entre études menées par des auteurs différents. Sa définition est donc cruciale, et sa standardisation souhaitable. Plusieurs travaux (Barataud, 2002b, 2006 ; Barataud & Giosa, 2010, 2012, 2014 ; Barataud *et. al.*, 2013b, 2014, 2014a, 2014b) ont déjà testé et adopté les principes ci-dessous, dont les études à venir peuvent s'inspirer. ».

- ❖ **p. 267** : après le § Méthode semi quantitative rajouter (après un interligne) le § suivant :

« **Quelle unité retenir pour exprimer l'activité acoustique des chiroptères ?**

Certaines études réalisées le long de transects en voiture ont utilisé une unité de mesure spatiale (le kilomètre par exemple) ; cette unité, non applicable pour des points d'écoute fixes, s'avère peu pertinente.

L'unité temporelle est la seule qui s'applique à toutes les méthodes de relevés, elle sera donc privilégiée. Certains travaux expriment l'activité en nombre de contacts par heure, d'autres en nombre de contacts (ou en minutes positives) par nuit ; quel choix s'avère le plus pertinent ?

Lorsqu'on travaille sur un grand nombre de nuits complètes (grâce à des enregistreurs automatiques), il peut sembler souhaitable, d'un point de vue statistique, de lisser une éventuelle variabilité de l'activité tout au long de la nuit, en faisant de cette dernière un ensemble indivisible, une unité temporelle. Mais ce souci de lissage a aussi des effets pervers, car on se prive de l'étude d'une variable écologique très informative : la variation du niveau d'activité au cours d'une nuit, d'une espèce à l'autre et d'une période à l'autre. Enfin et surtout, l'utilisation de la nuit comme unité se heurte à un problème essentiel : la durée de la nuit est un paramètre temporel très instable (44 % de variation entre le solstice de printemps et l'équinoxe d'automne !), ce qui est contraire à la notion d'unité de mesure, par définition stable. Cette variabilité de la durée de la nuit génère un biais notable, sans doute encore plus élevé pour ce qui concerne les espèces qui chassent tout au long de la nuit comme les Oreillards ou les Murins : plus la nuit est longue et plus l'indice est élevé, et inversement ; par suite, l'effet évident de la variation de l'unité de mesure peut masquer d'autres causes éventuelles, écologiques celles-ci, de différences d'activité entre périodes.

Il est donc préférable d'utiliser l'unité temporelle de l'heure, pour ces deux raisons : respecter le principe de stabilité d'une unité de mesure, et ne pas se priver d'une exploitation de la phénologie de l'activité nocturne. Le dilemme est résolu si l'on utilise l'unité stable en contacts/heure, que l'on calcule la moyenne ou la médiane pour chaque nuit inventoriée, et que l'on adapte la présentation narrative : "... l'activité est de XX c/h pour les nuits complètes de telle période...". »

- ❖ **p. 269** : § Indices d'activité ; insérer entre les § 1 et 2 :
« ...et elle est plus facile à mesurer.

L'indice d'activité en nombre de contacts par heure peut s'appliquer à n'importe quelle échelle spatiale : un point précis, un site de plusieurs hectares, un type d'habitat, une région, etc. Mais il est important de garder à l'esprit que l'unité de base du relevé acoustique reste le volume de perception du microphone, appelé « station d'écoute ». Ce volume est variable selon le type de microphone, son orientation, l'environnement immédiat plus ou moins encombré d'obstacles faisant écran, et bien entendu l'intensité d'émission du chiroptère contacté, dépendante de l'espèce et de son comportement (voir ci-dessous). Cette notion d'unité spatiale est importante car elle conditionne notre façon d'interpréter les résultats acoustiques, notamment par le fait qu'à cet espace correspond un temps qui lui est propre. Ainsi, dix observateurs réalisant simultanément dix points d'écoute d'une heure dans une même forêt, au moment de cumuler leurs résultats, considéreront chaque volume de perception et son temps d'écoute comme une entité indissociable ; leurs relevés auront en effet pour échelle réelle la somme de leurs stations et non pas l'espace forestier, ce dernier ne pouvant être appréhendé à un même moment dans son ensemble de manière exhaustive. Les observateurs feront la moyenne de leurs dix indices horaires respectifs, au lieu de prendre la somme de leurs contacts cumulés sur l'unique heure d'inventaire. La station d'écoute est donc le volume de perception relatif à un microphone ; elle représente l'unité spatiotemporelle des inventaires acoustiques.

Les indices d'activité... ».

- ❖ **p. 269** : dernière ligne ; remplacer « ... comparaisons d'abondance d'activité intra groupe... » par « ... comparaisons des niveaux d'activités intra groupe... ».
- ❖ **p. 271** : insérer à la fin du § 1 : « ...donc avec la même probabilité de détection. Une espèce acoustiquement discrète présente plus de risque de ne pas apparaître dans un inventaire (la pression d'écoute est le paramètre principal d'atténuation de ce risque) ; le coefficient de détectabilité, quant à lui, corrige la discrétion de cette espèce dès qu'elle est contactée, en donnant plus de poids aux contacts acoustiques. L'utilité de ces coefficients de détectabilité s'applique aussi à l'homogénéisation du volume de la station d'écoute : tous les volumes spécifiques sont ramenés à celui d'une pipistrelle. L'application d'un coefficient pour une espèce donnée dépend des contextes environnemental et comportemental. Selon le degré d'ouverture du milieu, l'intensité du sonar varie généralement en conséquence chez certaines espèces, comme le suggèrent les deux tableaux 28a et 28b qui, pour des raisons de simplification, séparent schématiquement le degré d'encombrement du milieu en deux classes. Mais, lorsque l'observateur en a la possibilité (c'est toujours le cas lorsque les séquences sont analysées manuellement), il doit aussi tenir compte du comportement des individus, qui échappe parfois à la règle générale. Ainsi, par exemple, un Oreillard contacté en sous-bois mais produisant des signaux sonar longs et bas en fréquence donc plus intenses (comme c'est souvent le cas chez *P. austriacus*) se verra appliquer un coefficient de 1,25 comme en milieu ouvert ; de même, les cris sociaux non accompagnés de signaux sonar doivent avoir un coefficient différent de ces derniers car ils sont plus intenses : par exemple 0,83 (au lieu de 1) pour le genre *Pipistrellus*, 1,25 (au lieu de 5) pour un *Plecotus*, 0,17 (au lieu de 0,31) pour *N. leisleri* ; lorsque cris sociaux et signaux sonar sont mélangés dans une même séquence pour un même individu, on retiendra le coefficient des signaux sonar car l'activité de chasse prime sur l'activité sociale dans le diagnostic d'habitat. A l'opposé, en prairie ouverte, il arrive de contacter de l'Oreillard ou du Murin de Natterer avec des signaux sonar courts et faibles en intensité parce que ces derniers sondent la surface de la

végétation : leurs coefficients seront alors respectivement de 5 et 3,1 comme en milieu forestier. ».

- ❖ **p. 272** : titre de l'encadré ; remplacer « ... juger **de l'abondance** d'activité... » par « ... juger **du niveau** d'activité... ».
- ❖ **p. 273** : tableau en bas de l'encadré, colonne droite ligne 4 ; remplacer « Barataud *et al.* (**sous presse**) » par « Barataud *et al.* (2014a) ».
- ❖ **p. 276** : § 4, ligne 3 ; remplacer « ... systématiquement **une abondance** d'activité... » par « systématiquement **un niveau** d'activité... ».
- ❖ **p. 278 à 281** : remplacer les encadrés « **cas d'école n° 1 et cas d'école n° 2** » par les encadrés du fichier PDF : « [Edition3_Addendum2_fevrier2019_descrition-habitat_classification-especes](#) ».
- ❖ **p. 283** : corriger les rubriques erronées du tableau (voir en fin de document).
- ❖ **p. 288** : § 1, lignes 3 et 4 ; ajouter : « ... et **de mises à jour plus récentes** (Barataud, 2011 ; Barataud *et al.*, 2014b).
- ❖ **p. 288** : § 2, ligne 4 ; ajouter : « ...**espaces libres sous** canopée) de la végétation arborée (Barataud, 1999, Barataud *et al.*, 2014b).
- ❖ **p. 288** : chap. « Description des signaux alternés de *B. barbastellus* », § 2 (alt. type B), ligne 4 ; remplacer : « ; **le type A est presque toujours plus intense que le type B, quelles que soient les circonstances de vol et la position de l'observateur par rapport à l'animal émetteur ; l'amplitude de cette différence ne peut s'expliquer uniquement par les fréquences du type B qui seraient plus atténuées que les fréquences du type A plus basses de 9 kHz. Souvent lorsque l'individu s'éloigne le type B est à peine audible alors que le type A l'est encore correctement.** » par « . Le type A est toujours reçu avec une intensité plus forte que le type B par un observateur situé au sol ; pour un observateur écoutant depuis une situation élevée (micro situé en canopée par exemple) cette disposition s'inverse comme de nombreux tests effectués en Limousin en 2014 le démontrent (**son DVD 3.95a**). Cette caractéristique pourrait être due au fait que le type A est émis par la bouche et le type B par les narines, comme semblent l'attester leurs différences de sonorité et de répartition de l'énergie entre fondamental et harmonique 1. Les émissions buccales du type A seraient dirigées vers le bas, et les émissions nasales du type B seraient naturellement dirigées vers le haut grâce à une conformation particulière des conduits nasaux (Seibert *et al.*, 2015). ».
- ❖ **p. 290** : § « Comparaison entre signaux alternés de *B. barbastellus* et *N. noctula* », , fin du § 2 ; ajouter : « ... et déterminer la position dans l'espace d'une proie éventuelle à moyenne distance (FM aplanie). **L'alternance de signaux différents peut aussi, pour ces espèces à grande portée du signal, leur permettre de rattacher un écho reçu à son homologue émis en diminuant le risque de confusion.** ».
- ❖ **p. 291** : lignes 3 à 6 ; modifier : « Lors de l'approche de sa proie, la Barbastelle continue donc à émettre ses signaux alternés avec sa récurrence de croisière (18 à 20 Hz) jusqu'au dernier moment avant la poursuite finale. **L'absence de phase d'approche typique serait compensée par l'écoute passive des battements d'ailes du papillon (Arlettaz, comm. pers).** Cette utilisation, **jusqu'au dernier moment**, d'une alternance régulière de deux types de signaux aux caractéristiques très différentes (en intensité à cause de **l'écart directionnel entre les deux signaux**, en structure et en fréquence),... ».

- ❖ **p. 292** : § 3, ligne 5 ; remplacer : « **Or la Barbastelle utilise deux types de signaux, l'un faible mais l'autre à l'intensité bien plus forte.** » par « **Or la Barbastelle utilise deux types de signaux dont l'intensité paraît faible pour l'un et forte pour l'autre grâce à des différences de directivité.** ».
- ❖ **p. 294** : dernier §, ligne 3 ; remplacer : « ...stimulation sensorielle (technique **d'auto émission** par exemple) ; pour... » par « ...stimulation sensorielle (technique **d'oto-émission** par exemple) ».
- ❖ **p. 302** : lignes 4-5 ; remplacer « (**Barataud, 2009**) » par « (**Barataud et al., 2013a**) » ;
- ❖ **p. 313** : § « A propos de l'activité » ; remplacer « **Pour les séquences longues sans interruption, on compte un contact supplémentaire pour chaque nouvelle tranche de 5 secondes écoulée ; selon cette règle des tranches de 5 secondes pleines, on ne comptabilisera donc deux contacts qu'à partir de la dixième seconde : ainsi 9 secondes font 1 contact, 10 ou 14 secondes font 2 contacts, 60 secondes font 12 contacts, etc.** » par « **Pour les séquences longues sans interruption, on compte un contact supplémentaire pour chaque nouvelle tranche de 5 secondes commencée ; selon cette règle, on ne comptabilisera donc deux contacts qu'à partir de la sixième seconde : ainsi 6 ou 9 secondes font 2 contacts, 11 ou 14 secondes font 3 contacts, 60 secondes font 12 contacts, etc.** ».
- ❖ **p. 314** : premier §, modifier comme suit : « Si bien sûr : le raisonnement ci-dessus ne vaut que pour les séquences **moyennes à** longues (à partir de 5 secondes), mais toute séquence de moins de 5 secondes (même quelques signaux sur moins d'une seconde) vaut un contact. ».
- ❖ **p. 314** : modifier titre du § : « **Vaut-il mieux comptabiliser en semi quantitatif ou en qualitatif ?** » par « **Vaut-il mieux comptabiliser en semi quantitatif ou en quantitatif ?** ».
- ❖ **p. 315** : ligne 2 ; remplacer « ... différents (**abondance** d'activité variant parfois... » par « ... différents (**niveau** d'activité variant parfois... ».
- ❖ **p. 318** : § « Evolution du matériel », ligne 1 ; modifier : « Entre 1980 et **2015**... ».
- ❖ **p. 319** : § « Extension de la méthode », ligne 9 ; modifier : « de l'étude d'habitats ou de l'écologie acoustique, **des processus et leurs résultats** ont pu être rapidement élaborés... ».
- ❖ **p. 319 et 320** : § « Transmission du savoir » ; remplacer : « **Publier c'est faire savoir.** Ballades dans l'inaudible, manuel pratique dédié à l'identification auditive, a touché plusieurs milliers de personnes en **Europe**. **Ce** nouvel ouvrage de synthèse a vocation à compléter l'information des initiés, et conduire les premiers pas des débutants. Il a été, autant que possible, réalisé avec le souci de rendre l'observateur indépendant d'une transmission orale de la part des collègues confirmés ; si une bonne part des lecteurs motivés peut accéder à l'autonomie dans le domaine de l'identification acoustique des chiroptères avec la seule aide de ce manuel, l'objectif souhaité sera atteint. L'expérience de ces **quinze** dernières années montre cependant que la communication directe entre individus est une aide précieuse dans le processus **d'apprentissage**. **Le** premier stage d'initiation à cette méthode d'identification (uniquement auditive à cette époque) a eu lieu en 1995. Jusqu'en 2006, à raison d'une session de quatre jours par an, un groupe restreint de stagiaires (environ cinquante) issus de la plupart des régions de France et de quelques pays limitrophes a reçu une formation continue, dans le but que chacun puisse à son tour devenir formateur et organiser des stages

interrégionaux ; c'est le cas depuis 2007, alors que les sessions de formation nationales continuent à destination des professionnels des Parcs Nationaux, réserves, ONF, bureaux d'études, associations, etc. **A ce jour ce sont plus de 300 personnes qui ont eu accès à ces stages.** » par « **Publier c'est faire don de ce que l'on a appris.** Ballades dans l'in audible, manuel pratique dédié à l'identification auditive, a touché plusieurs milliers de personnes en Europe grâce à ses versions française, anglaise et allemande. Ce nouvel ouvrage de synthèse a vocation à compléter l'information des initiés, et conduire les premiers pas des débutants. Il a été, autant que possible, réalisé avec le souci de rendre l'observateur indépendant d'une transmission orale de la part des collègues confirmés ; si une bonne part des lecteurs motivés peut accéder à l'autonomie dans le domaine de l'identification acoustique des chiroptères avec la seule aide de ce manuel, l'objectif souhaité sera atteint.

L'expérience de ces vingt dernières années montre cependant que la communication directe entre individus est une aide précieuse dans le processus d'apprentissage.

Le premier « **European Bat Detector Workshop** » a été organisé en 1991 aux Pays-Bas grâce à l'initiative de Kees Kaptein et Herman Limpens. Depuis, des sessions de formation à l'acoustique ont eu lieu dans plusieurs pays. En France, le premier stage d'initiation à cette méthode d'identification (uniquement auditive à cette époque) a eu lieu en 1995. Jusqu'en 2006, à raison d'une session de quatre jours par an, un groupe restreint de stagiaires (environ cinquante) issus de la plupart des régions de France et de quelques pays limitrophes a reçu une formation continue, dans le but que chacun puisse à son tour devenir formateur et organiser des stages interrégionaux ; c'est le cas depuis 2007, alors que les sessions de formation nationales continuent à destination des professionnels des Parcs Nationaux, réserves, ONF, bureaux d'études, associations, etc. **Un décompte réalisé en 2014 montre que les 88 stages nationaux et interrégionaux organisés en France ont cumulé 1485 participants.**

❖ **p. 324** : rajouter ou compléter (suivant l'ordre alphabétique) les références suivantes :

BARATAUD, M., D. DEMONTOUX & S. GIOSA. 2014a. Fréquentation des prairies de fauche par les chiroptères en chasse dans les Alpes du sud. *Le Vespère* 3 : 195-208. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, M., S. GIOSA, , G. ISSARTEL & J. JEMIN. 2014. Bio évaluation des forêts de Martinique par l'étude de l'activité des guildes de chiroptères. Rapport final, SFPEM, Paris. 68 pp. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, J., M. BARATAUD, S. GIOSA & J. VITTIER. 2014b. Suivi temporel acoustique des chiroptères forestiers du Limousin. Saison 2014. Application du protocole, année 1. GMHL, Limoges. Rapport 20 pp. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

DOBSON, G.E. 1875. Conspectus of the Suborders, Families, and Genera of Chiroptera arranged according to their Natural Affinities. *Mag. Natural History* 16: 345-350.

DOBSON, G.E. 1878. Catalogue of the Chiroptera in the collection of the British Museum. 367 p. London, Trustees British Museum.

LONG, G.R. & H.U. SCHNITZLER. 1975. Behavioral audiograms from the bat, *Rhinolophus ferrumequinum*. *Journal of Comparative Physiology* **100**: 211–219.

MIDDLETON, N., A. FROUD and K. FRENCH. 2014. Social calls of the bats of Britain and Ireland. Exeter: Pelagic Publishing. 176 pp. ISBN 978-1-907807-97-8 (Pbk).

PAPADATOU E., R. K BUTLIN & J. D ALTRINGHAM. 2008. Identification of bat species in Greece from their echolocation calls. *Acta Chiropterologica* 10 (1): 127-143.

PFALZER, G. & J. KUSH. 2002. Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *Journal of Zoology* 261: 21-33.

SEIBERT, A-M., J.C. KOBLITZ, A. DENZINGER & H-U. SCHNITZLER. 2015. Bidirectional echolocation in the bat *Barbastella barbastellus*: Different signals of low source level are emitted upward through the nose and downward through the mouth. <http://dx.doi.org/10.7910/DVN/29104> Harvard Dataverse Network.

SIEMERS B. M., K. BEEDHOLM, C. DIETZ, I. DIETZ & T. IVANOVA. 2005. Is species identity, sex, age or individual quality conveyed by echolocation call frequency in European horseshoe bats? *Acta Chiropterologica* 7 (2): 259-274.

VOIGT-HEUCKE, S.L., M. TABORSKY & D.N.K. DECHMANN. 2010. A dual function of echolocation: bats use echolocation calls to identify familiar and unfamiliar individuals. *Animal Behaviour* 80: 59-67.

DVD :

- ❖ dossier « SONS » ; sous-dossier « 3_Expansion de temps x 10 » ; fichier PDF « Commentaires_sequences_expansion x 10 » ; ajouter les § suivants :
 - **son DVD 3.36a** : séquence débutant par des signaux QFC à bande moyenne puis par des FM aplanie à bande étroite, sur 26-27 kHz ; on constate une alternance irrégulière de FME, mais dont l'écart est faible (< 1 kHz le plus souvent : il est utile d'écouter en hétérodyne avec le virtual bat detector de BatSound pour bien faire la différence avec *N. leisleri* par ex.). Une QFC basse juste avant l'approche est intrigante (phénomène déjà enregistré chez *N. lasiopterus*, voir **son DVD 3.48**) et pourrait révéler un souci de détection d'arrière plan lointain ou une stratégie de brouillage vis-à-vis d'une proie tympanée. Le rythme rapide de la dernière partie en QFC sans alternance ne convient pas à un transit passif de *Nlei* sans alternance, et de plus, les durées sont supérieures à 20 ms : *V. murinus* ; niveau de confiance : probable à certain.
 - **son DVD 3.95a** : séquence alternée de *B. barbastellus* volant en sous-bois, enregistrée depuis un micro déposé à 25 mètres dans la canopée : le type B paraît plus fort au contraire des séquences enregistrées depuis le sol (voir Chap. 6, Ex. 1, Le sonar de la Barbastelle).
 - **son DVD 3.166a** : *M. mystacinus* en vol dans une petite clairière, non loin de la lisière arborée ; mis à part quelques phases d'am moy (entre 8000 et 10000 ms par ex) la plupart des signaux sont en abs moy (entre 5000 et 7000 ms par ex aucune amorce n'est audible ; attention : la saturation de quelques signaux génère un craquement artefactuel à ne pas confondre avec un pic d'énergie). Sur de nombreux signaux on perçoit une légère amorce, si peu marquée que la frontière avec l'abs moy est ténue : on sent que l'animal « hésite » entre les deux. Vers 12000 ms on entend une phase de capture : le comportement acoustique de recherche passive en milieu semi ouvert n'empêche pas l'individu de profiter d'une opportunité.
 - **son DVD 3.173b** : séquence débutant par des signaux QFC-FM sur environ 38 kHz de FME, ces signaux prenant progressivement (et de façon irrégulière) de la largeur de bande par une augmentation de la fréquence initiale, leur donnant une structure FM sigmoïde ; l'analyse auditive pourrait conclure à de la FM

abrupte de *Myotis* en abs moy, mais les variations de structure et de largeur de bande parfois d'un signal à l'autre donne l'alerte ; de plus, deux individus sont présents, et des trilles sociales sur 30 kHz environ sont produites par l'un d'eux. Il s'agit d'un comportement social ponctuel de *P. kuhlii*. Enregistrement : Julien Vittier.

- **son DVD 3.173c** : séquence où deux individus de *P. kuhlii* sont présents ; les signaux FM aplanie typiques du début se déforment peu à peu pour adopter la structure FM sigmoïde du comportement social décrit dans la séquence 3.173b ; les trilles sont également présentes. Enregistrement : Loïc Bellion.
- **son DVD 3.192a** : cette séquence reprend plusieurs caractéristiques des émissions de *M. myotis* en chasse en sous-bois. Les premiers signaux sont en abs moy avec une FME entre 40 et 44 kHz ; le rythme particulièrement lent (intervalles 110 à 300 ms) rend *M. bechsteinii* (qui serait alors en abs bas) et *M. mystacinus* (qui même en milieu ouvert a des intervalles moyens inférieurs à 100 ms) très peu probables ; la différence d'intensité entre signaux est également une caractéristique. Après 1,5 secondes les signaux augmentent brusquement en FME (30 kHz environ) un rythme d'abord lent puis croissant, la FT est aux alentours de 30 kHz. Entre 7 et 7,5 secondes un signal se distingue brutalement des autres par son intensité plus forte. Tous ces critères (réurrence faible en abs moy ; variations de rythme, d'intensité, de FME) sont autant de signatures du comportement typique de l'espèce en sous-bois.

RUBRIQUE	TYPE	Sous-type	DEFINITION
Météo	Vent	nul, faible, moyen, fort	
	Pluie	avant ou pendant relevé	
	Lune	absente ; 1/2 ; pleine	
	Température		
Altitude		par tranches de 100m en plaine, voire + en montagne	
Tranche horaire	Heure		légale ou UTM au choix
	Minutes		tranches de 1 à 12 sur cadran montre : 1 = entre 1 et 5' ; 2 = entre 5 et 10' ; etc.
Nombre contacts			1 contact = occurrence acoustique d'un individu (max. décelable : 5) pour chaque tranche de 5 secondes.
Activité	Chasse		rythme caractéristique (rapide et régulier, phase de capture) d'une activité de recherche de proies
	Transit		rythme lent sur passage unique
	Social		émissions à caractère social (structure et/ou rythmique particulière)
Type forestier	Feuillus		feuillus dominants à + de 80 % en étage supérieur
	Résineux		résineux dominants à + de 80 % en étage supérieur
	Mixte		feuillus et résineux mélangés (pied par pied ou par bouquets)
Structure	Futaie	régulière	1 classe d'âge et absence de sous étage ligneux
		irrégulière	au moins deux classes d'âge arborées + sous étage arbustif présent
	Taillis sous futaie (TSF)		Mélange de cépées et de semenciers, en disposition ponctuelle ou linéaire (bord de chemin avec vieux arbres en taillis pur par ex)
	Taillis		Tiges en cépées uniquement
Age	Arbres futaie (futaies, TSF)	30 ; 50 ; 80 ; 120 et +	Pour le TSF : noter seulement âge futaie si taillis < 50 ans ; si taillis > 50 ans, classer en futaie irrégulière ; l'âge réel est moins important que l'âge relatif (allure des arbres : diamètre du tronc, structure des charpentières = allure de peuplement plus ou moins jeune, mature, vieux).
	Taillis	15 ; 30 ; 50 et +	
Essences			Essences dominantes (niveau genre au minimum)
Ecotone	Lisière (couloir de vol ouvert verticalement et/ou latéralement)	Lisière route	revêtement goudronné, couloir à ciel ouvert ou tunnel sous-bois
		Lisière piste	revêtement non goudronné, couloir à ciel ouvert
		Lisière prairie	Lisière sur végétation herbacée (culture, prairie, friche)
		Lisière eau	Lisière sur rivière ou plan d'eau
		Lisière clairière	Lisière sur friche arbustive de surface > 500m² env.
	Lisière trouée	Lisière sur trouée dans canopée de surface < 500m² env.	
	Chemin ss-bois		chemin ou sentier formant tunnel de vol différencié dans sous-bois
Sous-bois		absence de tunnel de vol différencié	
N° enreg.		Code auteur et n° séquence	
Espèce			pour les groupes d'espèces : par ordre alphabétique sauf si ordre de probabilité (indiquer dans remarques)