

BARATAUD, M. 2020.

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),
360 p.



4^e EDITION ; octobre 2020

MODIFICATIONS

mise à jour datée du 13 mai 2022

(les parties à corriger sont en rouge ; les parties corrigées ou ajoutées sont en bleu)

- ❖ p. 17 : dernier paragraphe ; ajouter : « ... de plus le « nous » correspond à une convenance traditionnelle en matière de littérature scientifique, favorisant par ailleurs la modestie (et n'ayant donc rien à voir avec le prétentieux et divin « nous » de majesté !).
- ❖ p. 74 : ligne 1 ; remplacer « les enregistreurs périphériques à 44,1 kHz... » par « les enregistreurs périphériques à 441 kHz... ».
- ❖ p. 74 : § Densité spectrale (Power spectrum), ligne 1 ; remplacer « La fenêtre « Oscillogram settings – default values » ; les éléments... » par « La fenêtre « Power spectrum settings – default values » ; les éléments... ».
- ❖ p. 74 : 5^e ligne avant bas de page ; remplacer « ...le choix du nombre de points se fait en fonction de la structure du signal : 256 pour les mesures de signaux (ou portion de signal) QFC, et 512 pour les signaux FM ; » par « ...le choix du nombre de points se fait en fonction de la structure du signal et du type de mesure : 256 pour mesurer la fréquence initiale d'une QFC, et 512 pour tous les autres cas ; ».
- ❖ p. 75 : fin du § 3 (phrase en gras) ; supprimer (en rouge) et ajouter (en bleu) : « La fréquence d'échantillonnage doit par contre être divisée par 10 lorsque la séquence provient d'un enregistreur hautes fréquences (Pettersson D1000X et D500X, SM2 ou EM3 de Wildlife Acoustics...), afin de permettre une lecture en expansion par 10 (le fait de diviser par 10 la fréquence d'échantillonnage dans « Sound Format » ne modifie pas cette dernière, mais modifie seulement la vitesse de lecture). ».
- ❖ p. 76 : avant-dernier alinéa ; remplacer « ...va subir selon le matériel utilisé jusqu'à cinq conversions analogique/numérique, qui en théorie... » par « ...va subir selon le matériel utilisé de une (détecteur à carte mémoire intégrée) à trois (détecteur avec enregistreur numérique périphérique) conversions analogique/numérique, qui en théorie... ».
- ❖ p. 77 : déplacer l'encadré sous le titre « LE SPECTROGRAMME ; REPRESENTATION DE LA STRUCTURE ».
- ❖ p. 77 : fin du 2^e § ; rajouter : « ...selon une tendance cohérente avec une interprétation « écologique »). Il est possible que ces phénomènes uniquement audibles d'amorce et de claquement soient trop brefs pour les visualiser à l'aide d'une analyse FFT (algorithme couramment utilisé en traitement numérique du signal pour transformer des données discrètes du domaine temporel dans le domaine fréquentiel), qui utilise une large fenêtre temporelle. La solution pourrait être d'avoir une fréquence d'échantillonnage beaucoup plus élevée pour diminuer la fenêtre temporelle d'une FFT. En fait, les canaux d'analyse humaine n'ont quasiment pas de fenêtre temporelle ; notre oreille pourrait être comparée à une colonne de filtres étroits qui analyse l'intensité en permanence dans leur domaine de fréquence. Il est déjà possible d'implémenter ce type de fonctionnement dans de nouveaux composants spécialisés. Reste à attendre que ces techniques soient appliquées à l'analyse des signaux des chiroptères (J-D. Vignault, comm. pers.). ».
- ❖ p. 92 : alinéa Fréquence initiale (FI) ; fin du § ; remplacer : « Détail important : afin d'améliorer la précision du pic d'énergie, il faut donner à la largeur de fenêtre FFT de la densité spectrale une valeur de 256 points – au lieu de 512 pour les FM (clic droit

sur Power spectrum, Settings – current diagram, FFT size : 256) ; la prise de mesure se fait ainsi sur une fenêtre plus étroite. Ce paramétrage doit être vérifié pour toute mesure de densité spectrale sur QFC ou FC. » par « Détail important : afin de mesurer la fréquence au tout début du signal (car c'est là que se produit une modulation descendante lorsqu'elle existe), il faut travailler sur une fenêtre temporelle plus étroite, donc donner à la largeur de fenêtre FFT de la densité spectrale une valeur de **256** points au lieu de 512 (clic droit sur Power spectrum, Settings – current diagram, FFT size : 256). Ce paramétrage ne concerne que la mesure de fréquence initiale d'une QFC ; pour toutes les autres mesures on reviendra à 512 points. Nous sommes ici face à un dilemme, car réduire la largeur de fenêtre FFT a aussi pour effet de réduire la précision de la mesure fréquentielle : avec une FE de 384 kHz, la précision de mesure de fréquences est de 0,75 kHz avec 512 points, et de 1,5 kHz à 256 points. Il en résulte, sur analyse spectrale, un dôme ou cône tronqué sur 256 points au lieu d'un pic plus étroit sur 512 points. Plusieurs tests montrent que sur 256 points, en positionnant la croix de mesure sur la médiane du dôme ou cône (figure 42), la marge d'erreur est réduite à 0,5 kHz ; on retiendra donc cette façon de procéder. ».

- ❖ **p. 96** : alinéa « **Durée partie FC** » ; remplacer et ajouter : « la croix de mesure doit être positionnée sur le trait fin de la FC à la **naissance** de la FM initiale (clic gauche), puis à la naissance de la FM terminale (sans cliquer) ; » par « la croix de mesure doit être positionnée sur le trait fin de la FC à la **fin** de la FM initiale (clic gauche), puis à la naissance de la FM terminale (sans cliquer). **A noter que cette mesure n'est pas discriminante pour l'identification des espèces, elle ne sert qu'à disperser la seule variable informative (fréquence de la partie FC) ; elle n'a donc pas besoin d'être précise ;** »
- ❖ **p. 97** : alinéa « **Fréquence de la partie FC** » ; remplacer : « elle s'effectue grâce à la densité spectrale avec une fenêtre FFT de **256** ; la sélection peut englober toute la durée de la FC ou une partie seulement de celle-ci sans que la valeur en soit modifiée ; il est **recommandé par contre** de sélectionner les signaux les plus intenses de la séquence pour éviter le décalage fréquentiel Doppler dû au déplacement de l'animal. » par « elle s'effectue grâce à la densité spectrale avec une fenêtre FFT de **512 points** (voire 1024 si on veut être encore plus précis : avec une longue FC cette fenêtre est bien adaptée) ; si la courbe affiche un cône tronqué au lieu d'un pic étroit, positionner la croix de mesure sur la médiane du cône ; la sélection peut englober toute la durée de la FC ou une partie seulement de celle-ci sans que la valeur en soit modifiée ; il est **indispensable** de sélectionner les signaux les plus intenses de la séquence pour éviter le décalage fréquentiel Doppler dû au déplacement de l'animal. »
- ❖ **p. 130** : remplacer la légende du § son 3.5 par « **signaux FM aplanie (voir figure 56) de durée longue (> 15 ms) sur 25 kHz environ de FME.** »
- ❖ **p. 130** : remplacer la légende du § son 3.6 par « **signaux FM/QFC (voir figure 57) de durée courte (6 à 7 ms) sur 38 kHz environ de FME.** »
- ❖ **p. 141** : ajouter (en gras) en fin de texte de la légende figure 70 : « **Voir plus de détails dans l'encadré ci-dessous.** »
- ❖ **p. 142** : supprimer la phrase : « **Les exemples suivants montrent, pour mémoire, une sélection de cas où la sensation auditive trouve un corollaire plus ou moins ostensible sur différentes représentations graphiques (figures 66 à 69).** »
- ❖ **p. 142** : ajouter l'encadré suivant, juste au-dessus du début du chapitre « LE RYTHME »

Les faux claquements dus à un écho : quelle parade ?

La **figure 70** illustre un cas fréquent d'écho juste après chaque signal d'une séquence, souvent bien visible sur spectrogramme. Cet artefact, sur une FM abrupte de *Myotis*, peu s'ajouter à un claquement final bien réel (mais non visible), ou donner une fausse sensation de claquement sur un signal « absence de pic » ou « amorce explosive », entraînant une erreur dans le processus d'identification. Une oreille exercée parvient dans la plupart des cas à séparer le vrai du faux, grâce à deux décalages : fréquentiel (le pic d'énergie est au niveau de la FME et non au niveau de la FT) et temporel (si l'écho est suffisamment distant du signal). Mais lorsque l'écho est bien visible sur le spectrogramme et que l'on est pas sûr de son analyse auditive, un procédé simple et rapide sur le spectrogramme offre une solution fiable.

Dans un premier temps, il est toujours préférable de commencer par filtrer négativement les basses fréquences de la séquence, en dessous de la FT des signaux (voir explications page **75**).

Il faut ensuite, sur la partie de séquence où le claquement est entendu et où l'écho est visible :

- 1) sélectionner (avec le « Marking cursor ») une bande temporelle (similaire à la durée de l'écho, traînée comprise) de bruit de fond neutre (sans signal ni écho) entre deux signaux, la copier (Ctrl + C) ;
- 2) sélectionner la bande temporelle correspondant à l'écho et sa traînée juste après le premier signal, puis coller (Ctrl + V) à la place la bande de bruit de fond neutre ;
- 3) répéter l'opération 2) sur quelques signaux successifs ;
- 4) écouter cette partie de la séquence où le filtrage temporel a été effectué, pour vérifier si le claquement a disparu ; s'il est encore audible, alors c'est un vrai claquement.

Autre cas classique de faux claquement : les signaux de *Myotis* liés aux surfaces aquatiques (*M. capaccinii*, *M. dasycneme*, *M. daubentonii*).

Ceux-ci ont une distribution de l'énergie en modulation d'amplitude sinusoïdale, artefact qui les fait apparaître sur spectrogramme sous la forme d'un chapelet de billes (chacune représentant un pic d'énergie). Sur ces signaux, il est très fréquent qu'un écho prolonge le signal sous la FT, tel une bille supplémentaire : c'est cet artefact qui produit un faux claquement. On évitera toute confusion en gardant à l'esprit que c'est bien la réflexion des signaux sur l'eau (ou toute autre surface lisse) qui provoque le faux claquement, car aucune de ces espèces ne pratique des signaux avec vrai claquement lorsqu'elles chassent au-dessus de l'eau.

❖ **p. 150** : 5^e ligne sous encadré ; supprimer la répétition de « **sont** ».

❖ **p. 207** : § son 3.104 ; rajouter « **3.** » à deux endroits : « **son 3.104** : les signaux hésitent quelque peu entre une légère amorce explosive à peine perceptible (signaux 1 et 3 par exemple), et l'absence haute typique (signaux n° 3.2, **3.7**, **3.9** et suivants) ; cette séquence sera classée en abs ht, mais on tiendra compte de la capacité de l'individu à produire aussi de l'am ht dans le choix des espèces possibles (ce qui éliminera *M. daubentonii*). »

- ❖ **p. 252** : rajouter le § suivant après celui du son 3.208 : « **son 3.208a** : autre séquence de chant de *N. leisleri*. Vers 1 min. 15 sec. un autre individu arrive en mode sonar (double fonction sonar-social ?), avec des signaux très variables en LB et structure ; la plupart sont des FM sigmoïdes, mais on note une QFC de 2,5 ms, ce qui est un record de brièveté pour cette espèce.
- ❖ **p. 231** : rajouter le § suivant après celui du son 3.166 : « **son 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. »
- ❖ **p. 239** : § *Myotis alcathoe*, ligne 5 ; remplacer : « ... 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). » par « ... l'amorce est parfois faiblement marquée, surtout sur les signaux de transit en milieu plus ouvert (voir **son DVD 3. n° 142**), jusqu'à parfois disparaître sur quelques signaux, créant ainsi des courtes séries de signaux abs ht (attention alors à la confusion avec *M. emarginatus*). L'identification de cette espèce est permise par des FT presque toujours supérieures à 40 kHz (contrairement à *M. mystacinus* qui pratique en chasse active des FT variant de 35 à 42 kHz, et descend en dessous de 35 kHz en recherche passive), notamment lors de phases de croisière à récurrence moyenne à lente (> 80 ms d'intervalles). »
- ❖ **p. 308** : fin du 1^{er} §, après « Ce concept nous semble novateur chez les chiroptères. », rajouter le § suivant :

Cette hypothèse est confortée par l'étude (Barataud *et al.*, 2020) des fréquences des signaux sonar de types A et B pratiqués par *Barbastella barbastellus guanchae* présente dans les îles de Tenerife et La Gomera (Canaries). Sur ces îles, les valeurs de FME sont plus basses que celles relevées sur le continent (**Tableau 29**), où elles se superposent aux couples d'espèces les plus abondants localement selon les contextes géographiques (**Figure 190a**). Mais le cortège spécifique aux Canaries est plus restreint et ne comprend pas d'espèce FM aplaniée sur des FME supérieures à 42 kHz (*P. maderensis* occupe cette niche fréquentielle mais émet la plupart du temps des signaux FM sigmoïde à bande moyenne à large, proches de ceux des *Myotis* continentaux). *B. barbastellus guanchae* a donc certainement dû diminuer la FME de ses signaux pour se superposer aux fréquences FM aplaniées les plus fréquentes sur l'île, qui correspondent à *H. savii* et *N. leisleri*, par ailleurs toutes deux plus élevées en FME que sur le continent (**Figure 190a**).

Tableau 29 : comparaison des valeurs de LB (largeur de bande) et FME (fréquence du maximum d'énergie) entre les signaux sonar de types A et B émis par *B. barbastellus* sur le continent européen et aux Canaries.

| Espèces | Type | Origine | LB | | FME | |
|--------------------------------|------|----------|------|--------|------|--------|
| | | | Moy. | E-Type | Moy. | E-Type |
| <i>B.barbastellus guanchae</i> | A | Tenerife | 12,1 | 1,9 | 32,6 | 0,8 |
| <i>B.barbastellus</i> | A | Europe | 9,8 | 2,0 | 34,5 | 1,5 |
| <i>B.barbastellus guanchae</i> | B | Tenerife | 11,1 | 2,3 | 41,2 | 1,9 |
| <i>B.barbastellus</i> | B | Europe | 11,3 | 3,8 | 43,1 | 2,3 |

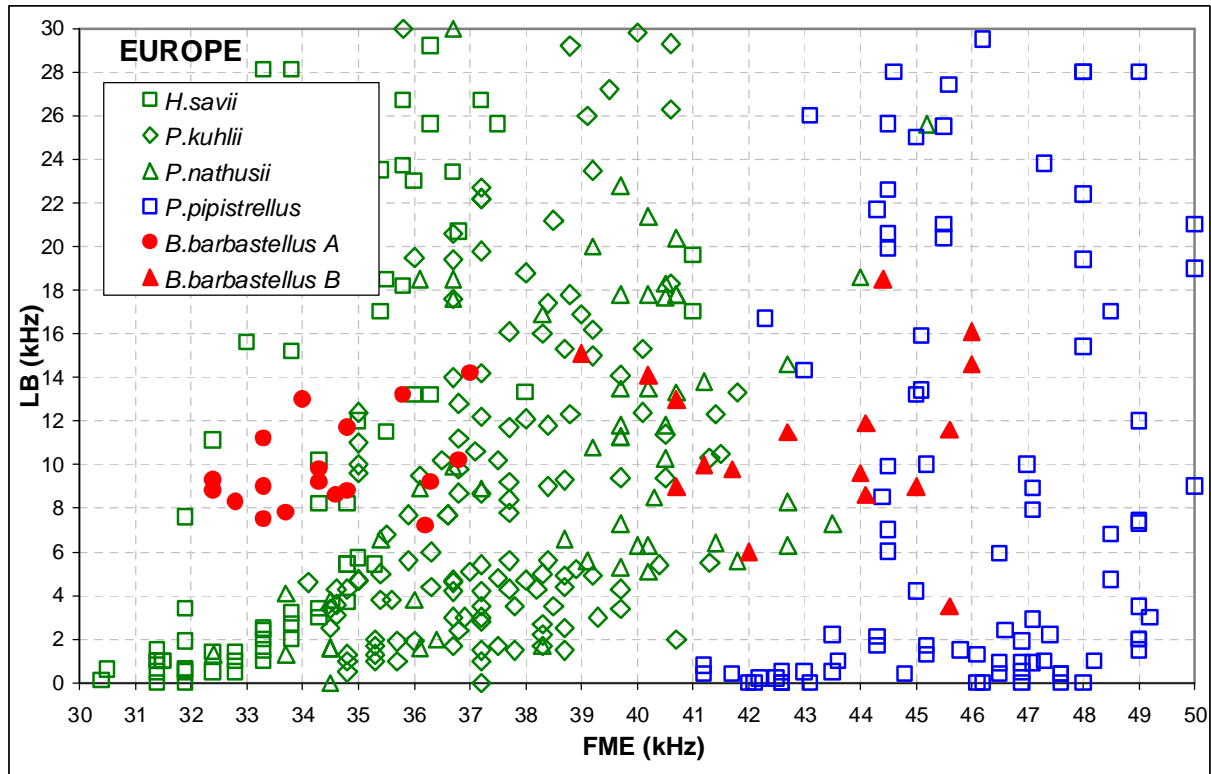


Figure 190a : en Europe, recouvrement des valeurs de FME (fréquence du maximum d'énergie) et LB (largeur de bande) de signaux de types A et B de *B. barbastellus*, avec celles d'autres espèces dont les signaux sonar constituent un « bruit de fond » courant selon les zones géographiques.

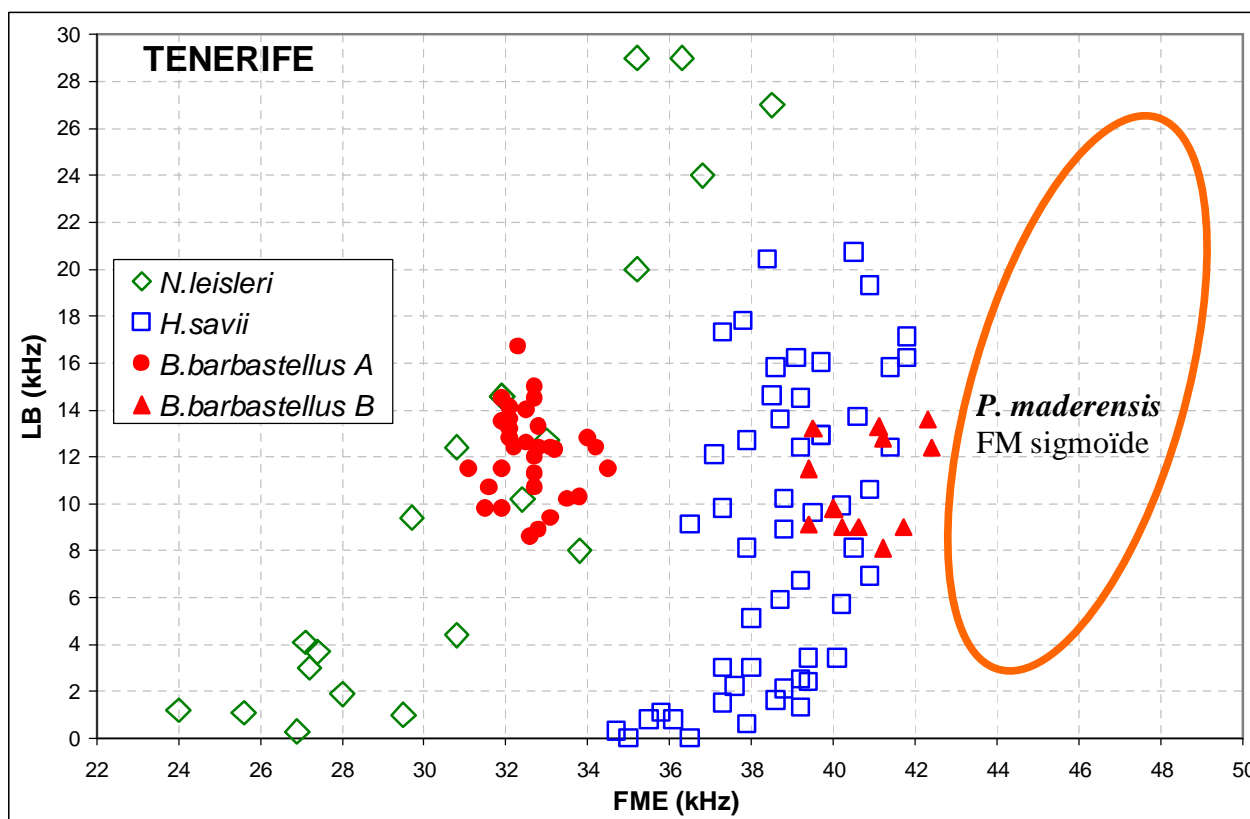


Figure 190b : sur Tenerife, recouvrement des valeurs de FME (fréquence du maximum d'énergie) et LB (largeur de bande) de signaux de types A et B de *B. barbastellus guanchae*, avec celles d'autres espèces dont les signaux sonar constituent un « bruit de fond » en FM aplanie, courant sur ces îles.

- ❖ **p. 308** : ligne 1 du 2e §, remplacer « **Chez les chiroptères consommant régulièrement ce type de proies on constate des adaptations visant à diminuer la perception de leurs signaux sonar par les insectes.** » par : « **Chez les chiroptères consommant régulièrement des proies tympanées on constate des adaptations visant à être acoustiquement discrets vis-à-vis de ces insectes.** »
- ❖ **p. 342** : rajouter en 2^e référence colonne de gauche : « **BARATAUD, J., M. BARATAUD & Y. BAS. 2020. Comportement acoustique des chiroptères de Tenerife (archipel des Canaries). *Plume de Naturalistes* 4 : 1-26.** »

Fichiers téléchargeables en ligne :

- ❖ **dossier « SONS » ; sous-dossier « 3_Expansion de temps x 10 » ; fichier PDF « Commentaires_sequences_expansion x 10 » ; ajouter le § suivant :**

son 3.208a : autre séquence de chant de *N. leisleri*. Vers 1 min. 15 sec. un autre individu arrive en mode sonar (double fonction sonar-social ?), avec des signaux très variables en LB et structure ; la plupart sont des FM sigmoïdes, mais on note une QFC de 2,5 ms, ce qui est un record de brièveté pour cette espèce.