

Différences de courbures des signaux sonar entre le Murin de Daubenton et le Murin des marais.

Marc Van De Sijpe ; marc.van.de.sijpe@telenet.be
Groupe de travail chauves-souris Natuurpunt v.z.w. (Belgique)

L'apparition et évolution des détecteurs à ultrasons portables, du logiciel pour l'analyse informatique sonore et des clefs pour l'identification acoustique des chiroptères pendant les 30 dernières années ont apporté énormément aux études chiroptérologiques. L'analyse informatique des cris d'écholocation des chauves-souris n'est pas limitée à la mesure de la durée, l'intervalle, la fréquence initiale, la fréquence terminale et la fréquence du maximum d'énergie, mais peut comprendre également l'évaluation visuelle des signaux tels qu'ils apparaissent sur un spectrogramme. Ce critère des courbures peut être un outil très intéressant pour la distinction entre le Murin de Daubenton et le Murin des marais.

Dans les régions du nord-ouest de l'Europe, le Murin de Daubenton et le Murin des marais sont les seules espèces qui chassent presque en permanence au ras de l'eau. Elles sont spécialisées dans la capture des arthropodes qui flottent à la surface de l'eau ou volent à faible hauteur au-dessus de la surface.

Pendant la phase de croisière, ils volent dans un plan horizontal à quelques dizaines de cm de hauteur et gardent l'axe du corps plus ou moins parallèle à la surface de l'eau. Comme décrit dans l'Atlas des chauves-souris néerlandaise (LIMPENS *et al.*, 1997) le Murin de Natterer peut également chasser au ras de l'eau, mais le vol est plus chaotique et l'angle de l'axe du corps par rapport à la surface change constamment. Grâce aux observations visuelles du comportement de vol de la chauve-souris, il est alors possible de distinguer le Murin de Natterer d'une part et le Murin de Daubenton et le Murin des marais d'autre part.

Le Murin de Daubenton et le Murin des marais volant au ras de l'eau sont souvent faciles à identifier avec un détecteur d'ultrasons hétérodyne (VAN DE SIJPE, 2011). Les sons hétérodynes du Murin de Daubenton sont aperçus comme une crécelle sèche ('tec'), tandis que chez le Murin des marais le son est mouillé ('blijf'). L'observation visuelle du comportement de vol des chauves-souris au ras de l'eau permet d'éliminer les autres espèces de *Myotis*. En vol, l'envergure du Murin des marais est visiblement plus grande que celle du Murin de Daubenton. La différence de taille est bien perceptible quand les chauves-souris volent à proximité, mais plus difficile quand elles évoluent plus loin. Le Murin des marais vole souvent à grande vitesse le long de la médiane des cours d'eau larges, tandis que le Murin de Daubenton vole souvent en cercles ou en trajectoires en forme de huit. Mais le Murin des marais peut également voler plus lentement en cercles et en huit, et le Murin de Daubenton peut dans de rares cas voler vite et droit...

Les sons d'écholocation du Murin de Daubenton comprennent toujours des signaux FM (modulation de fréquence) de courte durée. La durée ne dépasse généralement pas 7 à 8 ms. Ces sons sont perçus comme une crécelle sèche en hétérodyne. Il y a quand même des exceptions. Dans de rares cas le Murin de Daubenton peut utiliser des cris d'écholocation avec une durée de plus de 10 ms. Ces signaux relativement longs possèdent une fréquence du maximum d'énergie de 35 à 38 kHz, donc il existe un risque de confusion avec le Murin des marais qui utilise ces mêmes fréquences du maximum d'énergie. Contrairement au Murin des marais, les signaux longs du Murin de Daubenton ne possèdent pas une partie QFC (quasi fréquence constante). Quand chez le Murin de Daubenton la durée du signal augmente, une plus grande bande de fréquences dans le milieu du signal est étirée de façon uniforme. Des signaux de 10 ms du Murin de Daubenton sont perçus en hétérodyne comme des sons légèrement mouillés, mais en balayant les fréquences on ne trouve pas de battement zéro distinct. En hétérodyne ces cris sonnent de manière similaire à 35 kHz, 40 kHz ou 45 kHz, toujours un peu aigu. Nul part on entend des sonorités typiques des Pipistrelles par exemple, qui pourrait trahir la présence d'une partie QFC. Au contraire, les signaux de 10 ms du Murin des marais ont toujours un battement zéro distinct près de 35 kHz, facile à trouver en hétérodyne. Si la fréquence du détecteur hétérodyne est ajusté vers 40 kHz, on s'éloigne de la partie QFC, et la tonalité devient plus aiguë. En balayant les fréquences on aperçoit alors un changement de tonalité qui est typique des signaux mixtes composés de parties FM et QFC. Le Murin des marais utilise souvent des signaux FM-QFC-FM de durée moyenne à longue (8-15 ms). Grâce à cette caractéristique il est facile à reconnaître en hétérodyne ou par analyse informatique. Il utilise aussi des signaux FM-QFC-FM de très longue durée (15 – 26 ms). Si on a la chance de contacter de tels signaux tout confusion disparaît.

A proximité d'obstacles la partie QFC disparaît chez le Murin des marais et la séquence ne contient que des signaux FM de courte durée. Dans ces circonstances, la confusion avec le Murin de Daubenton devient plus grande. L'analyse informatique d'enregistrements provenant d'un Pettersson D1000x (détecteur très sensible

dans les hautes fréquences) nous a appris que la fréquence initiale des signaux FM de courte durée du Murin des marais peut atteindre 100 kHz, tout comme chez le Murin de Daubenton. Ce critère ne semble donc pas pertinent pour une identification fiable. Les signaux FM courte durée du Murin des marais peuvent avoir une fréquence du maximum d'énergie supérieure à 40 kHz, bien que dans la majorité des cas cette valeur reste en dessous du seuil des 40 kHz. Ainsi les caractéristiques des signaux de courte durée de ces deux espèces de *Myotis* se chevauchent de plus en plus. Plus la durée des signaux devient plus courte, plus la fréquence du maximum d'énergie augmente, aussi bien chez le Murin des marais que chez le Daubenton. Si on compare des signaux de durées similaires on retrouve quand même dans la plupart des cas une fréquence du maximum d'énergie un peu plus basse chez le Murin des marais. Pour des signaux courts la fréquence du maximum d'énergie reste donc le critère le plus fiable pour la distinction entre le Murin des marais et le Murin de Daubenton.

L'observation visuelle de la courbure du signal dans le spectrogramme peut clarifier les choses dans ces cas difficiles. Les deux espèces semblent utiliser chacune leur type de courbure, qui reste constant quelle que soit la durée. Pour illustrer ceci, quelques exemples de cris d'écholocation ont été choisis avec des durées similaires, montrant les courbures bien différentes. Les fenêtres des spectrogrammes originaux dont sont issus les signaux comparés respectent une échelle identique (200 kHz x 200 ms).

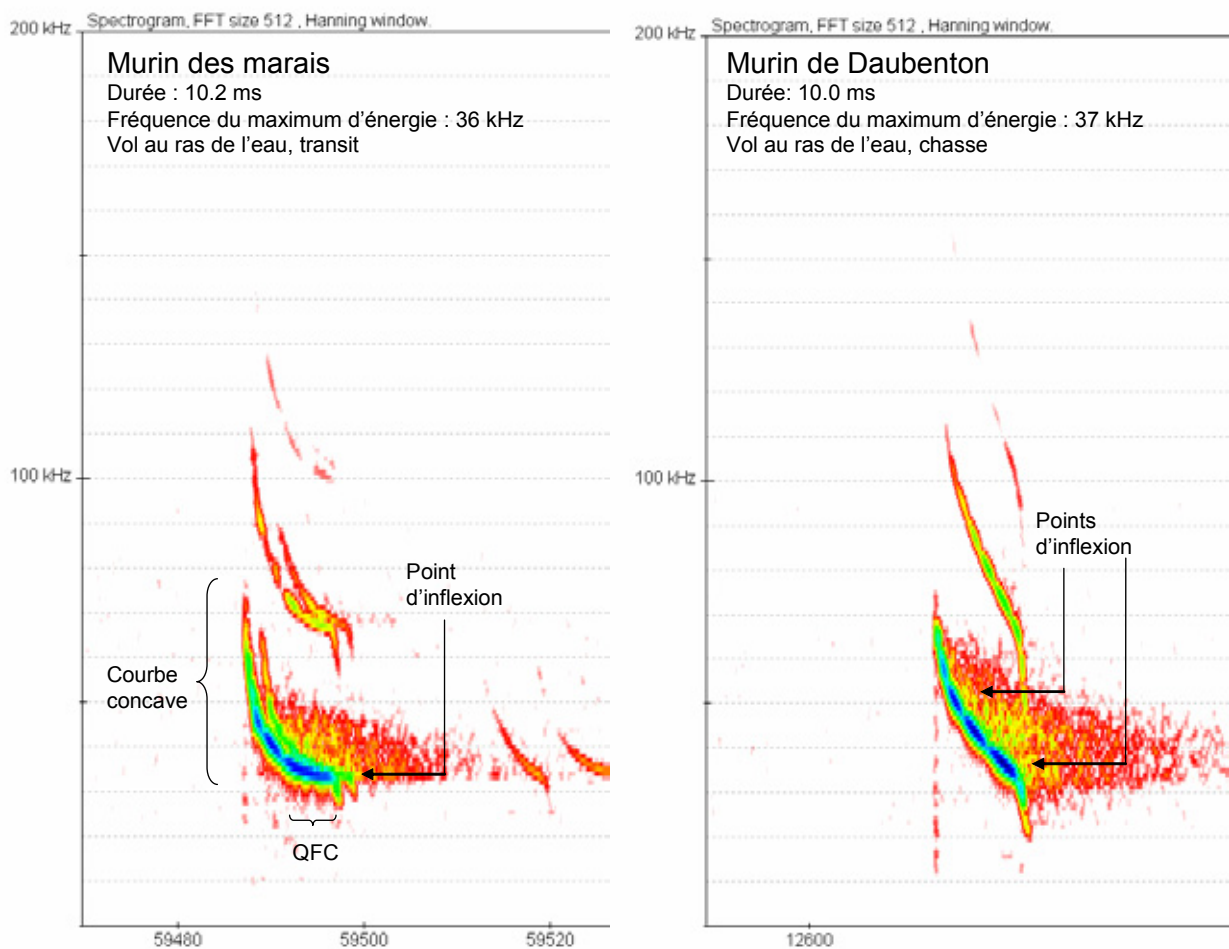


Figure 1 : Signaux de Murin des marais (à gauche) et de Murin de Daubenton (à droite) ; vol au ras de l'eau ; durée 10 ms

La Fig. 1 (gauche) montre un signal d'écholocation d'un Murin des marais en transit au ras de la surface d'un large canal dans les polders (paysage très ouvert) ; la partie droite de la Fig. 1 montre un signal d'écholocation d'un Murin de Daubenton en chasse au ras de l'eau d'une grande surface d'un large canal entourant les remparts d'une ville (enregistrement après minuit en été, temps sec, chaud et sans vent). Bien que la durée et la fréquence du maximum d'énergie soient très similaires, la courbure est bien différente. Chez le Murin des marais on

aperçoit un seul point d'inflexion à la fin du signal. La fréquence descend rapidement au début, puis plus lentement, graduellement jusqu'au point d'inflexion après lequel la fréquence descend rapidement à nouveau. La partie au-dessus du point d'inflexion forme une courbe concave. Juste au-dessus du point d'inflexion la fréquence descend tellement lentement qu'elle préfigure l'amorce d'une partie QFC (comme pourrait le faire une Pipistrelle ou une Sérotine en approche d'obstacles, avec une FM aplanie tronquée). Chez le Murin de Daubenton au contraire, le signal est en 3 parties avec 2 points d'inflexion visibles (forme sigmoïde). Dans la première partie du signal, du début jusqu'au point d'inflexion supérieure, la fréquence descend rapidement. Dans la deuxième partie entre les 2 points d'inflexion, la fréquence descend plus lentement mais de façon plus ou moins régulière. Dans la troisième partie, entre le point d'inflexion inférieur et la fin du signal, la fréquence descend à nouveau rapidement. Juste au-dessus du point d'inflexion inférieur, la pente de la courbe est bien plus raide que chez le Murin des marais. La partie médiane de signal est étirée uniformément. La fréquence terminale est dans ce cas-ci plus basse chez le Murin de Daubenton (20 kHz) comparée à celle du Murin des marais (28 kHz). La largeur de bande de la partie FM abrupte à la fin du signal (après le point d'inflexion inférieure) est plus grande chez le Murin de Daubenton (10 kHz) que chez le Murin des marais (5 kHz). Le Murin des marais peut aussi émettre des signaux d'une durée de 10 ms avec deux points d'inflexion, tout comme chez le Murin de Daubenton ; mais dans ce cas les deux points d'inflexion sont plus proches l'un de l'autre et donc la pente n'est pas aussi raide juste au-dessus du point d'inflexion inférieur.

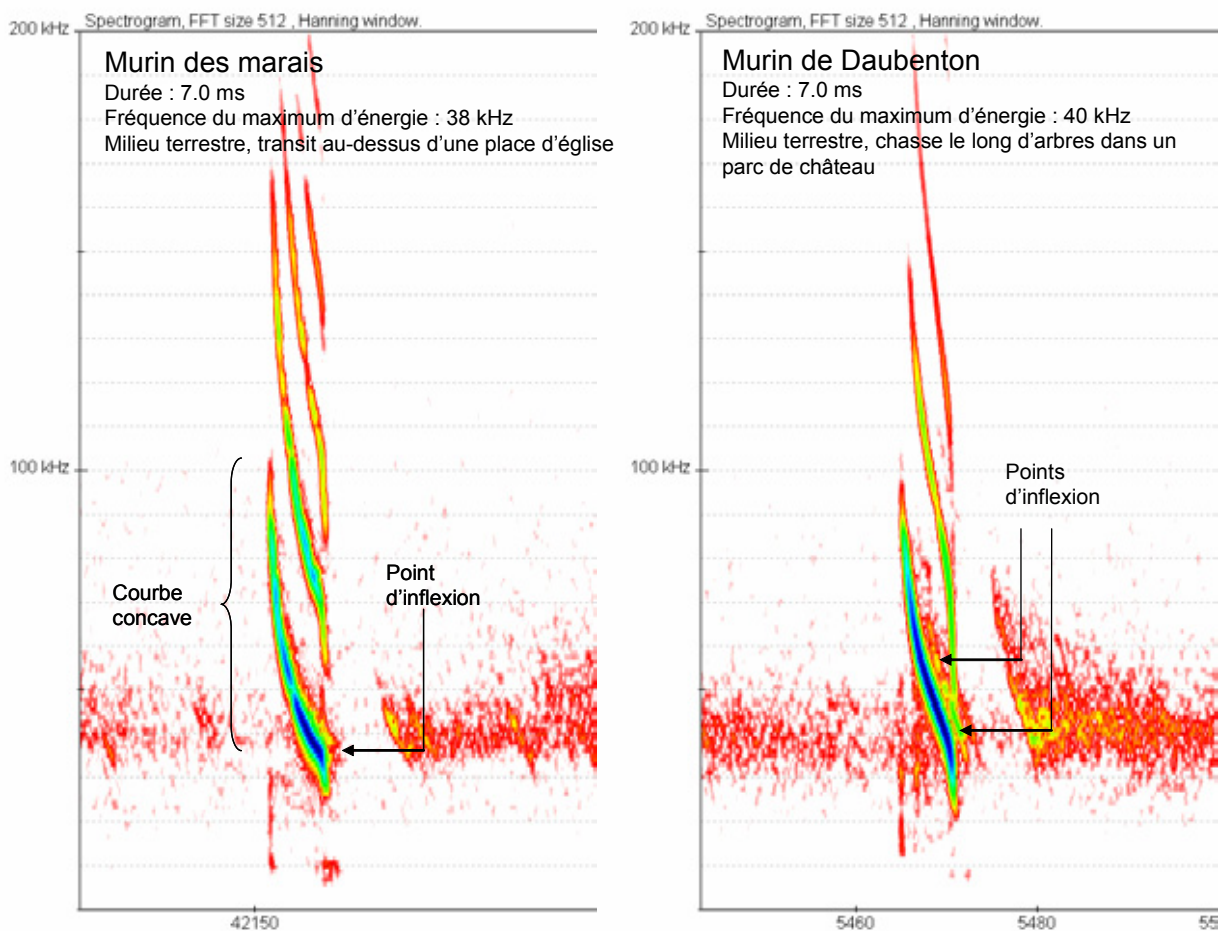


Figure 2 : Signaux de Murin des marais (à gauche) et de Murin de Daubenton (à droite) ; vol en milieu terrestre ; durée 7 ms

La Fig. 2 (à gauche) montre un signal d'écholocation d'un Murin des marais en transit, 3 m au-dessus de la place de l'église où un gîte de mise bas est situé ; la partie droite de la Fig. 2 montre un signal d'écholocation d'un Murin de Daubenton qui chasse le long d'arbres dans un parc de château avant de poursuivre sa route vers un grand étang et marais. Dans les deux cas les animaux volent en milieu semi ouvert. La durée est identique, la fréquence du maximum d'énergie est légèrement plus basse chez le Murin des marais. La différence des

courbures est à nouveau très claire. Le signal du Murin des marais n'a qu'un point d'inflexion à la fin. La fréquence descend rapidement au début, puis graduellement, plus lentement, jusqu'au point d'inflexion. Chez le Murin de Daubenton on aperçoit deux points d'inflexion. Le signal est composé de trois parties, chacun avec sa propre pente, avec à nouveau une forme sigmoïde. Dans la deuxième partie, entre les deux points d'inflexion, la chute de fréquences est relativement régulière mais plus lente qu'en première et troisième partie, où la fréquence descend rapidement. Ces signaux de 7 ms sont trop courts pour produire un son mouillé en hétérodyne, le son est alors sec dans les deux cas. Chez le Daubenton, la fréquence terminale de la partie FM abrupte à la fin, après le point d'inflexion inférieur, est un peu plus basse et possède une largeur de bande plus grande que chez le Murin des marais. Les fréquences initiales sont très similaires (env. 100 kHz).

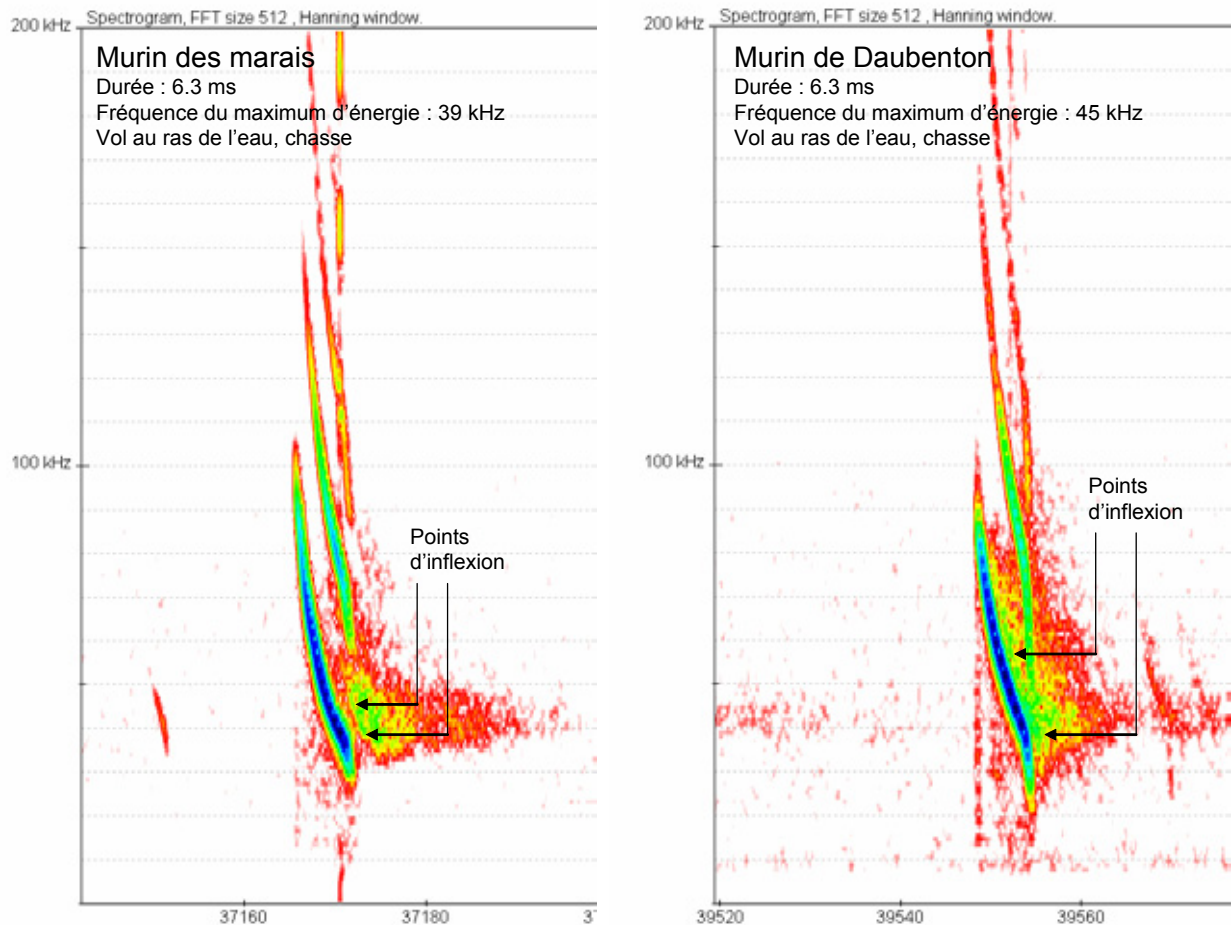


Figure 3: Signaux de Murin des marais (à gauche) et de Murin de Daubenton (à droite) ; vol au ras de l'eau ; durée 6 ms

La Fig. 3 (à gauche) montre un signal d'écholocation d'un Murin des marais chassant en été au ras de la surface d'un large canal, et se rapprochant d'une proie proche de la berge ; la partie droite de la Fig. 3 montre un signal d'écholocation d'un Murin de Daubenton chassant au-dessus d'un étang dans un parc de château. Les durées sont identiques (6 ms) et dans les deux cas on aperçoit 2 points d'inflexion. Chez le Murin des marais les points d'inflexion sont plus proches l'un de l'autre (resp. 38 et 45 kHz), que chez le Murin de Daubenton (resp. 38 et 58 kHz). Ainsi les deux signaux ont une forme sigmoïde mais celle du Murin de Daubenton est mieux équilibrée, ce qui donne une différence bien perceptible entre les deux espèces. La fréquence du maximum d'énergie est plus basse chez le Murin des marais alors que la fréquence terminale est plus basse chez le Murin de Daubenton ; la partie FM finale après le point d'inflexion inférieure est plus grande (largeur de bande plus élevée) chez le Murin de Daubenton. Les fréquences initiales sont à nouveau similaires (100 kHz).

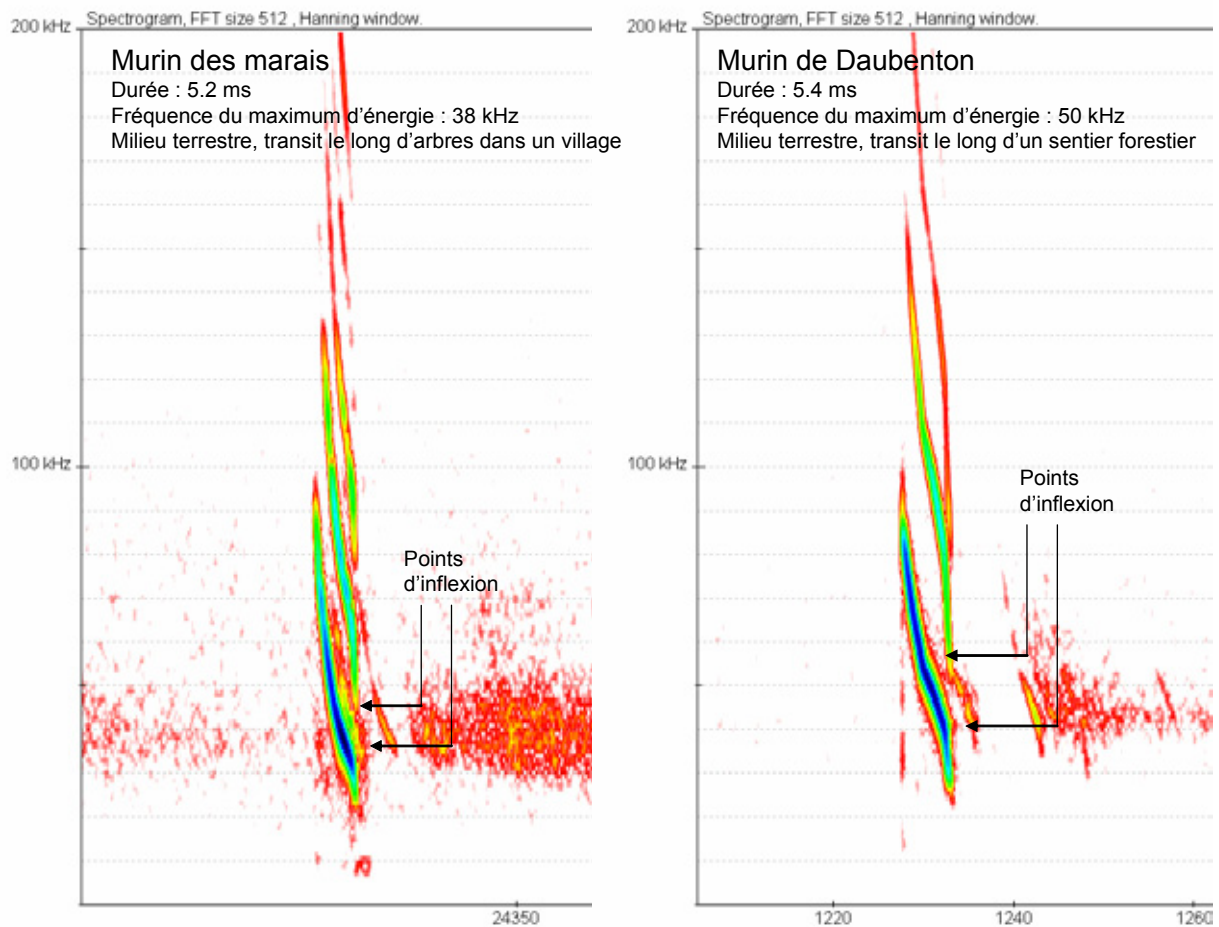


Figure 4 : Signaux de Murin des marais (à gauche) et de Murin de Daubenton (à droite) ; vol en milieu terrestre ; durée 5 ms

La Fig 4. (à gauche) montre les signaux d'écholocation d'un Murin des marais en transit proche des arbres et (à droite) d'un Murin de Daubenton en transit au-dessus d'un sentier forestier vers un étang forestier. Les mêmes différences de courbure apparaissent : points d'inflexion plus proche l'un de l'autre chez le Murin des marais, fréquence du maximum d'énergie plus basse chez le Murin des marais, largeur de bande de la partie FM finale après le point d'inflexion inférieure plus grande chez le Daubenton. Les fréquences initiales et terminales sont similaires dans ce cas-ci. En hétérodyne on entend des sons secs dans les deux cas.

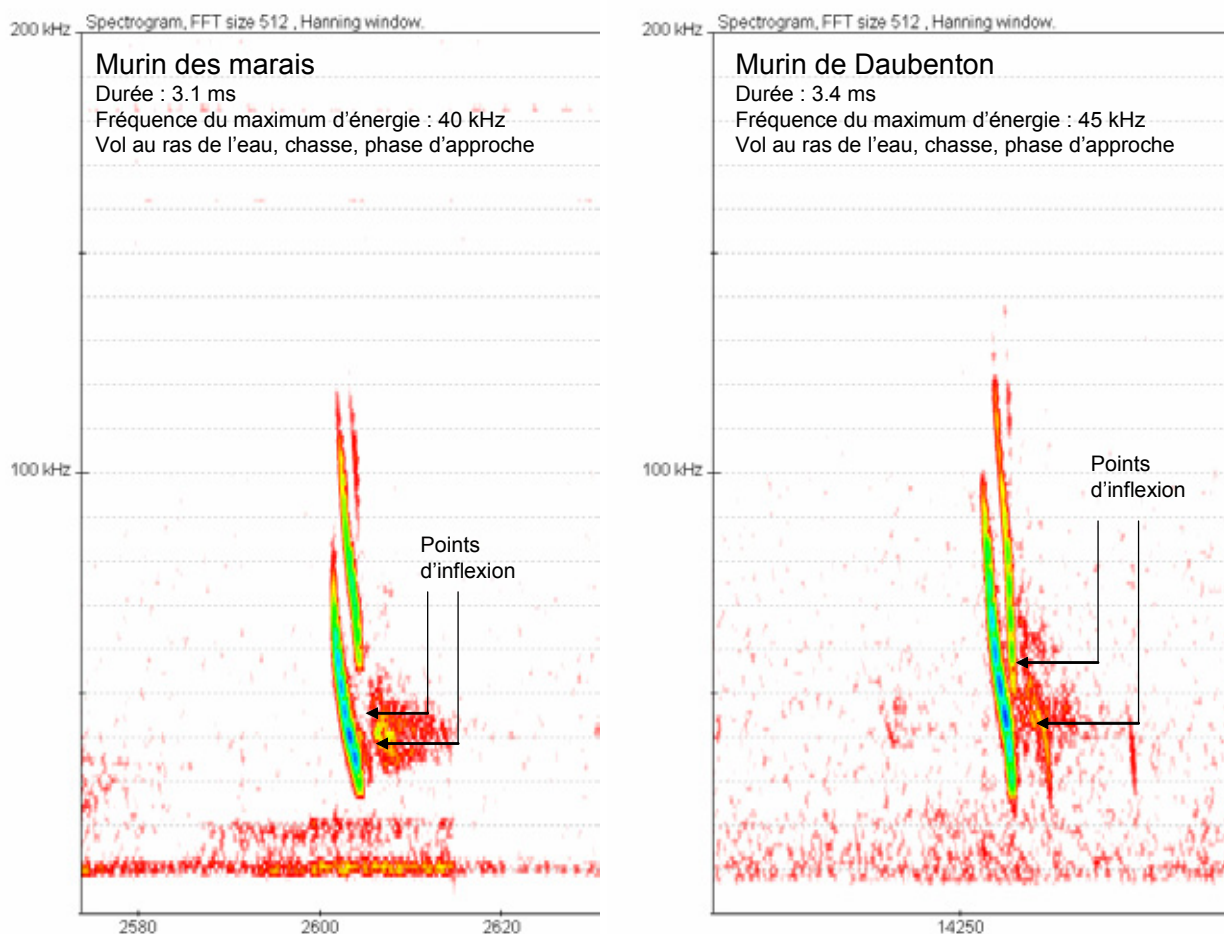


Figure 5 : Signaux de Murin des marais (à gauche) et de Murin de Daubenton (à droite) ; vol au ras de l'eau ; durée 3 ms

La Fig. 5 montre les signaux d'écholocation de courte durée produits lors des phases d'approche au ras de l'eau (Murin des marais à gauche, Murin de Daubenton à droite). Au fur et à mesure que les signaux d'écholocation deviennent plus courts lors d'une phase d'approche, les signaux adoptent une forme plus linéaire. Dans ce cas les durées ne sont que 3 ms. Les points d'inflexion sont encore visibles bien que de façon moins nette.

Conclusion

La distinction entre le Murin des marais et le Murin de Daubenton, basée sur des différences de courbures visibles sur spectrogramme, est presque toujours possible. La différence n'est pas seulement visible sur les signaux de durée moyenne, mais également sur les signaux de courte durée (qui produisent en hétérodyne des sons secs), que les chauves-souris volent au ras de l'eau ou en milieux terrestres. Pour chaque espèce, la courbure visible sur le spectrogramme change avec la durée ; afin de pouvoir comparer il faudrait avoir un catalogue référentiel de spectrogrammes des signaux typiques pour chaque durée. Si vous observez un grand nombre de signaux typiques dans le spectrogramme, en gardant toujours la même échelle, votre mémoire est entraînée et avec le temps et l'entraînement vous reconnaîtrez rapidement les signaux sur spectrogramme. Cet entraînement visuel est similaire à l'entraînement auditif utilisé dans la méthode acoustique naturaliste (BARATAUD, 2012). La reconnaissance visuelle des courbures peut être un complément utile à cette dernière méthode (qui par ailleurs l'utilise pour d'autres groupes de taxons : *M. myotis* & *E. serotinus*, *M. myotis* & *M. nattereri*, *M. schreibersii* & *P. pipistrellus/pygmaeus*).

Les courbures sont plus faciles à reconnaître si les signaux sont forts avec un bon rapport signal bruit, donc d'individus volant à proximité du détecteur.

Quelques informations additionnelles concernant les longs signaux du Murin de Daubenton :

Le comportement de chasse durant lequel le Murin de Daubenton utilise des signaux remarquablement longs (10 ms, jusqu'à 14 ms) se situe en deuxième partie de la saison d'activité, pendant les nuits de beau temps (milieu été jusqu'en automne). Lors de ces nuits beaucoup de grands insectes sont en vol le long des cours d'eaux larges ou au-dessus des plans d'eau de grande surface. Ce décor acoustique diffère alors de celui du printemps quand, par temps froid, les grands insectes sont absents et les seules proies sont de petits insectes comme les chironomes flottant ou volant très bas au-dessus de la surface. Le changement du décor acoustique au cours de la saison, avec l'apparition de grands insectes peut provoquer un changement acoustique chez les *Myotis* de surface. En comparaison avec le Murin de Daubenton, le Murin des marais est mieux adapté à la capture de grands insectes au vol rapide, grâce à sa propre grande vitesse, sa taille et sa spécialisation acoustique (très longs signaux, partie QFC, caractéristiques similaires aux grands chiroptères de poursuite aérienne de haut vol). En plein été on rencontre ce type de chasse alors plus souvent chez le Murin des marais, et de façon beaucoup plus rare chez le Daubenton. Une combinaison d'observations visuelles avec amplificateur de lumière et d'enregistrements acoustiques en expansion de temps révèle quand même ce type de chasse chez le Daubenton : vol de croisière rapide (vitesse nettement plus élevée que lors de la chasse aux chironomes) et linéaire au ras de l'eau, pendant laquelle des silences alternent avec des phases de signaux très forts. Chez le Daubenton les plus longues durées (8-14 ms) sont émis au début d'une séquence sonore après un silence. Après les premiers signaux longs, la durée diminue et le reste de la séquence ne contient que des durées normales (4-7 ms). Après cette séquence un nouveau silence apparaît. Avec ces longs signaux le chiroptère essaye de sonder le plus loin possible, afin de détecter d'éventuelles grandes proies à proximité. Les chauves-souris poursuivent de temps en temps des insectes de grande taille un peu plus haut au dessus de l'eau (1-2 m). Les phases de capture sont longues quand elles attrapent un grand insecte, nettement plus longues que lors de la capture d'une petite proie de surface. Chez le Murin des marais les durées peuvent augmenter jusqu'à 25 ms, la vitesse pendant le vol de croisière linéaire est plus élevée. La phase de capture dure plus longtemps, et le Murin des marais vole plus haut (3-5 m) au-dessus de la surface ; il peut poursuivre des proies au-dessus des roselières ou des saulaies riveraines. Le comportement atypique et rare du Murin de Daubenton décrit ci-dessus semble donc être une version atténuée d'un comportement de chasse rencontré plus régulièrement chez le Murin des marais. Le fait que ce type de chasse est rare chez le Daubenton montre que ce dernier n'est pas particulièrement bien adapté à cette stratégie de chasse, et qu'il ne le pratique que lorsque les circonstances sont optimales.

Merci à Michel Barataud pour la relecture de la version française.

Bibliographie

- BARATAUD, M. 2012. Ecologie 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.
- LIMPENS, H., K. MOSTERT & W. BONGERS. 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. KNNV Uitgeverij eds. 260 pp.
- VAN DE SIJPE, M. 2011. Differentiating the echolocation calls of Daubenton's bats, pond bats and long-fingered bats in natural flight conditions. *Lutra* 54 (1): 17-38.