

Le barrissement d'éléphant, un exemple de propagation acoustique non linéaire

Joël Gilbert

Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans (LAUM), UMR CNRS 6613, Institut d'Acoustique - Graduate School (IA-GS), CNRS, Le Mans Université, 72085 Le Mans, France
joel.gilbert@univ-lemans.fr

Les éléphants produisent une grande diversité de sons allant des grondements infrasoniques aux barrissements de fréquence beaucoup plus élevée. Les barrissements sont des signaux vocaux très forts émis par des éléphants très excités, et semblent être produits par une forte expulsion d'air par la trompe. Certains barrissements ont une qualité très unique dans le règne animal, mais ressemblent aux sons "cuivrés" produits par des instruments de musique de type cuivre tels que les trompettes ou les trombones [1].

Les sons musicaux cuivrés sont caractérisés par un spectre très riche en harmoniques de rang élevé causé par la propagation non linéaire de l'onde acoustique [2] lorsqu'elle se propage dans le long tube de l'instrument. L'ampleur de ce phénomène, qui se produit normalement à des niveaux d'intensité élevés (par exemple, fortissimo), dépend de la fréquence fondamentale de la source ainsi que de la longueur du tube. Il est intéressant de noter que la longueur du conduit vocal de l'éléphant (mesurée des plis vocaux à l'extrémité de la trompe) se rapproche de la longueur critique pour la formation d'une onde de choc, compte tenu de la fréquence fondamentale et de l'intensité des barrissements. Nous suggérons que ce phénomène pourrait expliquer la qualité cuivrée unique et distinctive des barrissements des éléphants [3].

Par ailleurs certains barrissements sont également caractérisés par des paliers fréquentiels. Nous avons utilisé l'analyse spectrale pour étudier la composition fréquentielle des barrissements d'un éléphant d'Asie et d'un éléphant d'Afrique. Nous avons constaté que l'intervalle de fréquence entre les paliers correspondait aux résonances attendues dans le tractus vocal exceptionnellement long des éléphants. De tels régimes sont couramment observés dans les cuivres, car les oscillations auto-entretenues s'alignent sur les fréquences de résonance de l'instrument pendant les arpèges. Nous suggérons que ce mécanisme de production pourrait constituer un exemple rare d'interaction source-filtre (où les propriétés du filtre affectent le comportement de la source) dans le système vocal d'un mammifère terrestre. Ces observations préliminaires soulignent également comment la généralisation des modèles acoustiques musicaux peut fournir un aperçu utile de la production des signaux vocaux animaux [1].

Des illustrations sonores au trombone, y compris une imitation du barrissement, seront effectuées en direct par l'orateur !

Références

1. M. CAMPBELL, J. GILBERT & A. MYERS, *The Science of Brass Instruments*, Springer Nature, Cham, Switzerland (2021).
2. M.F. HAMILTON & D.T. BLACKSTOCK, *Nonlinear Acoustics*, New York : Academic Press (1998).
3. J. GILBERT, J.P. DALMONT, R. POTIER & D. REBY, *Is nonlinear propagation responsible for the brassiness of the elephant trumpet calls?*, *Acustica united with Acta Acustica*, **100**, 734–738 (2014).