

LARYNX ET INFRASONS CHEZ L'ÉLEPHANT D'AFRIQUE

(*Loxodonta africana*)

Les **sons** sont des mouvements vibratoires de fréquence très étendue qui se classent en 3 catégories selon leur perception ou non par l'oreille interne humaine :

1. les **sons audibles** ont une fréquence comprise entre 20 et 20000 Hz (1 Hz = 1 vibration/seconde),
2. les **sons inaudibles BF ou infrasons** ont une fréquence inférieure à 20 Hz.
3. les **sons inaudibles HF ou ultrasons** ont une fréquence supérieure à 20000 Hz.

Si les animaux percevant des ultrasons sont assez nombreux (certains Dauphins : jusqu'à 200000 Hz, Marsouin : 150000 Hz, certaines Chauve-Souris : 110000 Hz, Souris : 91000 Hz, Rat : 76000 Hz, Chat : 64000 Hz, Chien : 60000 Hz, Cobaye : 50000 Hz, Lapin : 42000 Hz, Vache : 35000 Hz, ceux sensibles aux infrasons sont beaucoup plus rares : Poisson rouge : un peu moins de 20 Hz, **Éléphant**, Furet : 16 Hz, certains Dauphins : 9 Hz.

2. La production des sons et ses mécanismes

Chez les Mammifères, les sons sont produits par les vibrations des deux paires (supérieure et inférieure) des soit disant « **cordes vocales** », qui ne sont en réalité que des **replis membraneux** (ou **lames**) **fibro-élastiques** souples de la **muqueuse laryngée**, soutenus par les cartilages thyroïdes et cricoïdes du larynx. Leur partie libre est mise en vibration par l'**air expiré** par les poumons et produit un son. La **hauteur** du son est modifiée principalement par la **contraction des muscles intrinsèques du larynx** situés à la base des « cordes » vocales qui augmente la tension et l'épaisseur de celles-ci. Le larynx est donc un organe remarquable par la très grande étendue des sons qu'il émet.

Il y a au moins **deux mécanismes de production de sons** par les « cordes » vocales des Mammifères¹ :

Le **mécanisme classique** dit « **myoelastic-aerodynamic** » (**MEAD**) ou « **flux chassé** » produit, à chaque **expiration**, des sons intervenant dans la **communication** entre individus de la même espèce (parole et chant de l'Homme : 20 à 20000 Hz. berrissement de l'Éléphant : 20 à 12000 Hz, hennissement du Cheval : 55 à 33500 Hz, miaulement du Chat : 45 à 64000 Hz....). La hauteur du son est fonction du degré de **contraction** des muscles intrinsèques du larynx et aussi de la **position** de celui-ci dans la gorge (voix de tête quand le larynx est monté dans la gorge et voix de poitrine quand il est descendu). Elle atteint 200000 Hz chez certains Dauphins, mais serait limitée physiquement par la taille de l'oscillateur (les « cordes » vocales).

Le **mécanisme** dit « **active muscular contraction** » (**AMC**) ou **ronnement**. Contrairement au précédent, la production des sons est causée par une modulation périodique du flux respiratoire (**tant à l'expiration qu'à l'inspiration**) commandée par le **système nerveux central**. Elle résulte de l'activation intermittente et régulière des

muscles laryngés intrinsèques dont la fréquence (20 à 30/sec) limite la hauteur des sons à 200 Hz. Chaque contraction de ces muscles ferme la glotte², entraîne une surpression de l'air expiré en amont (de l'air inspiré en aval) qui génère un son chaque fois que la glotte s'ouvre et que l'air passe sur les cordes vocales. Ce mécanisme est bien connu dans la production de sons BF chez les différentes espèces de Chats (surtout entre 25 et 50 Hz). Il représente une **vocalisation sociale du jeune** pendant la période d'**allaitement** et traduit le plus souvent une **manifestation de satisfaction** vis à vis de sa mère (qui lui répond par un ronronnement de même signification). Le ronronnement est limité aux **Mammifères Carnivores** et, parmi eux, à certains **Félinés** (Chats domestique et sauvages, Guépard, Puma, Lynx, Serval, Ocelot, mais reste équivoque chez les « rugissants » : Lion, Tigre, Jaguar, Guépard, Léopard, Panthère), et à certains **Viverridés** (Genettes). Le fait que le ronronnement, qui est avant tout une vocalisation sociale, se poursuive exceptionnellement chez le **Chat domestique adulte**, pourrait avoir été favorisé par son contact particulier et permanent avec l'Homme, lié à la domestication.

3. Les deux types de sons de l'Éléphant d'Afrique

Certains Mammifères produisent **deux types de sons**. Ainsi, l'Éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*) produit des sons audibles par l'homme dans une gamme de 20 à 12000 Hz ; ils correspondent au **barrissement** et sont produits par le mécanisme laryngien classique MEAD, comme le sont la parole ou le chant chez l'Homme. Ce type de communication n'intervient que quand les animaux sont **proches**. Mais il produit aussi des **infrasons de 16 Hz**, inaudibles par l'Homme, dont l'origine (mécanismes MEAD ou AMC ?) et la signification (ronronnement ou non ?) sont discutées³. S'agirait-il d'un ronronnement dans le domaine des infrasons ?

Pour répondre à cette question des travaux expérimentaux ont été entrepris récemment (2010) par une équipe autrichienne (Vienne)⁴. Comme il était difficile de placer un endoscope dans le larynx d'un éléphant vivant pour visualiser son fonctionnement, les auteurs ont prélevé le larynx et la langue d'une éléphante d'Afrique âgée de 25 ans et pesant 2,5 t, quelques heures après sa mort au zoo de Berlin. Le larynx est donc dénervé, ce qui supprime le mécanisme AMC de production d'infrasons et le ronronnement éventuel (*cf. supra*). L'objectif de l'expérience est donc d'obtenir dans ces conditions une production d'infrasons par le seul mécanisme MEAD, ou de ne pas en obtenir ce qui impliquerait le mécanisme AMC et le ronronnement en infrasons. Un « poumon » artificiel a été confectionné, capable de pulser à travers le larynx de l'air comprimé entre 9 et 60 millibars, chauffé à 26°C et ayant une teneur en humidité de 100% pour approcher au plus près des conditions *in vivo*. A l'autre extrémité du larynx, une caméra à haute vitesse permet de décomposer les vibrations dues au passage de l'air sur les « cordes » vocales et les mouvements de la glotte. Dans ces conditions expérimentales, le larynx peut produire des infrasons de fréquences très voisines de celles des vocalisations infrasoniques de l'animal vivant, ce qui suggère l'hypothèse du mécanisme MEAD dans la production des infrasons. Cette hypothèse est confirmée par l'examen des images du larynx fournies par la caméra. La fréquence moyenne des infrasons émis est de 16,38 Hz, très proche de la fréquence observée *in vivo* (16 Hz). Les infrasons émis par l'Éléphant ne correspondent donc pas à un ronronnement, mais ne

seraient que des **sons BF de communication**, inaudibles par l'Homme, mais qui portent loin et permettraient à l'animal de communiquer jusqu'à une dizaine de km de distance⁵.

Est-il pour autant prouvé que l'Éléphant ne ronronne pas ? Certes le mécanisme MEAD **suffit** à expliquer la production d'infrasons. Mais, dans la mesure où l'excision du larynx supprime son innervation et ainsi les contractions musculaires actives qui jouent un rôle clé dans le mécanisme AMC, on ne peut exclure la possibilité d'un tel ronronnement dans le domaine des infrasons chez l'Éléphant vivant. Cependant, cette étude montre qu'il n'y a pas nécessité d'un ronronnement pour produire les infrasons de l'Éléphant d'Afrique.

Un autre mode de **communication à longue distance** (jusqu'à une trentaine de km) est réalisé par les **ondes sismiques** produites par la frappe du sol par une des pattes avant de l'Éléphant. Transmises par le sol, elles sont perçues par la partie **vestibulaire** de l'oreille interne (crêtes des ampoules des canaux semi-circulaires, macules utriculaires et sacculaires).

Références

1. C.P. Elemans et al., J. Neurosci. 30, 13246 (2010).
2. Orifice du larynx au niveau des "cordes"vocales inférieures.
3. M. Garstang, J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural Behav. Physiol. 190, 791 (2004).
4. C.T. Herbst et al., Science, 337, 595 (2012).
5. W.R. Langbauer, Zoo Biol. 19, 425 (2000).

André Beaumont