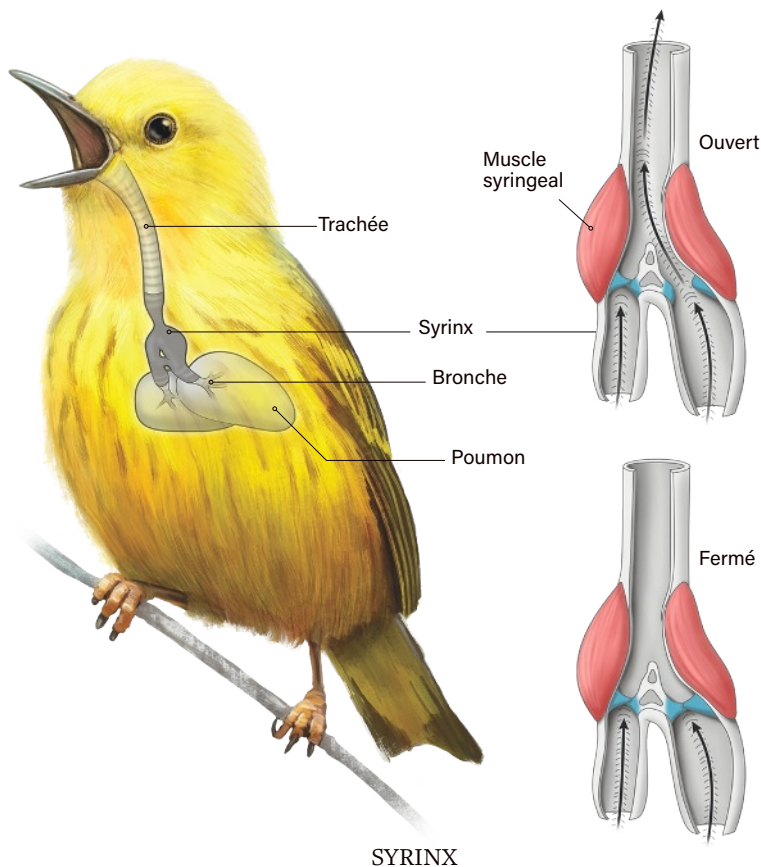




SYRINX

Outre un larynx (atrophié), les oiseaux sont dotés d'une syrinx, une structure vocale qu'ils utilisent pour produire chants et cris parfois complexes. Elle est située en bas de la trachée, à l'endroit où celle-ci se ramifie en bronches vers les poumons. Grâce à cette disposition, les volatiles d'une part produisent plus de sons qu'avec un larynx pour un même coût énergétique, et d'autre part distinguent les flux d'air provenant des poumons gauche et droit pour produire des sons différents. Les oiseaux fossiles les plus anciens ont 150 millions d'années, mais la syrinx est probablement plus récente.

des poumons droit et gauche. Les oiseaux chanteurs sont particulièrement doués pour jouer de cette caractéristique et produire des sons, simultanément ou indépendamment, distincts selon la bronche. Parfois, les côtés sont spécialisés dans des plages de fréquences données : l'animal fait alors des duos tout seul ! Le magnifique chant de la grive solitaire *Catharus guttatus* en est un bel exemple.

Les origines de la syrinx sont encore mal connues, et la plus ancienne jamais mise au jour provient de *Vegavis iaai*, un oiseau ayant vécu à la fin du Crétacé, il y a 69 à 66 millions d'années, et décrit en 2016 par Julia Clarke. Mais cette syrinx était déjà assez spécialisée, avec un espace de résonance élargi et une asymétrie associée à la production de sons à deux entrées. Une version plus primitive de l'organe est sans doute apparue plus tôt.

Les autres vertébrés volants du Mésozoïque, les ptérosaures, n'avaient pas de syrinx, et ne produisaient donc pas les mêmes sons que les oiseaux, contrairement à ce que Hollywood tente parfois de nous faire croire. Leurs cris

ressemblaient plus probablement à ceux d'autres reptiles (grognement, sifflement, cliquètement...). Peut-être claquaient-ils aussi du bec, ce qui de la part d'un ptérosaure géant, avec un crâne de près de 3 mètres de longueur, a pu être assourdissant pour qui se trouvait à proximité.

VOIR AVEC LE SON

Après la disparition des dinosaures et l'entrée dans le Cénozoïque, il y a 66 millions d'années, une toute nouvelle façon de percevoir le monde, basée sur les sons, est très tôt apparue : l'écholocation. Apanage des chauves-souris et des cétacés, ce sens nécessite une anatomie assez complexe. L'animal doit produire un faisceau de sons, le diriger dans la direction souhaitée, percevoir les échos et les analyser pour déterminer la distance, la vitesse et la forme générale de l'objet sur lequel les sons ont rebondi. Néanmoins, l'écholocation est idéale pour naviguer et chasser dans le ciel nocturne ou dans des eaux troubles.

Comme pour la lumière, la taille du plus petit objet visible par écholocation est égale à la moitié de la longueur d'onde du faisceau émis. Cependant, les ondes sonores sont beaucoup plus longues que les ondes lumineuses, de sorte que pour obtenir une « image » exploitable de l'environnement ou pour détecter de minuscules insectes, l'émetteur doit produire des sons à très haute fréquence (et donc à courte longueur d'onde). Chez les chauves-souris, ces cris, produits par le larynx et la langue, nous sont généralement inaudibles. L'ouïe humaine plafonne à environ 20 000 hertz, alors que les ultrasons des chauves-souris s'étendent jusqu'à 200 000 hertz. Nous n'entendons jamais que les cris à basse fréquence des chauves-souris, ces grincements aigus à notre oreille équivalents pour elles à des voix de baryton-basse.

Grâce aux fossiles, nous savons à peu près quand les chauves-souris ont commencé à écholocaliser. Pour percevoir les échos, ces animaux ont besoin de cochlées (la structure primaire de l'audition, constituant l'oreille interne, dans le crâne) relativement grandes. Vos deux cochlées tiendraient largement sur une pièce de deux centimes, alors que celles d'une chauve-souris, rapportées à notre échelle, auraient chacune la taille d'une balle de golf. *Icaronycteris index*, l'une des plus anciennes chauves-souris connues, présentait déjà il y a plus de 50 millions d'années les caractéristiques du crâne associées à l'écholocation ultrasonique des chauves-souris actuelles.

Cette évolution chez les chauves-souris a marqué une révolution écologique majeure : les vertébrés pouvaient désormais chasser les insectes volants dans l'obscurité totale, mettant fin à 275 millions d'années de relative tranquillité

pour ces arthropodes. Les chauves-souris ont prospéré grâce à cette innovation, au point qu'elles représentent aujourd'hui à elles seules environ 20% des espèces de mammifères.

Si l'écholocation fonctionne bien dans les environnements aériens, elle est encore mieux adaptée aux milieux aquatiques, car l'eau transporte l'énergie sonore avec beaucoup moins de perte de signal par unité de distance, ce qui donne aux écholocalisateurs immergés une plus grande portée que leurs homologues aériens. Les sons à haute fréquence ont toujours une portée réduite par rapport à ceux à basse fréquence dans le même environnement, mais dans l'eau, certains dauphins, avec des ondes sonores de seulement 100 à 150 hertz, parviennent à distinguer des objets par écholocation jusqu'à une distance de 200 mètres, contre «seulement» 50 à 100 mètres pour les chauves-souris avec de gros objets (c'est plus court avec de petits insectes).

Les dauphins marins, notamment le grand dauphin *Tursiops truncatus*, utilisent l'écholocation pour un «premier regard» à longue distance dans les eaux sombres ou turbides. Les dauphins de rivière, comme ceux du fleuve Amazone, comptent beaucoup plus sur l'écholocation dans leur environnement exceptionnellement trouble. De fait, les dauphins d'eau douce ont des yeux plus petits et donc une acuité visuelle réduite par rapport aux autres cétacés.

Les mammifères marins détiennent quelques records en matière de sons. Si le but est de produire un son qui se propage aussi loin que possible, plutôt que d'essayer d'entendre les échos, la meilleure option est d'utiliser des sons de très basse fréquence. Par leur taille, et les capacités de résonance qu'elle offre, les grands animaux aquatiques ont ici un avantage naturel. Il n'est donc pas surprenant que les champions de la portée sonore soient les baleines géantes. Avec des larynx jusqu'à 60 centimètres de long et des cris si bas qu'un humain est incapable de les entendre, le chant de certaines de ces baleines porte sur des centaines, voire des milliers de kilomètres. Entre les chauves-souris et les baleines, le monde est encore plus bruyant que nous ne le pensons.

LA RÉVOLUTION DU LANGAGE

Quelque 230 millions d'années après que les sons des premiers mammifères ont commencé à résonner, la vocalisation a pris un tour nouveau avec l'apparition du langage humain. Les conditions anatomiques préalables, notamment un larynx capable de s'adapter rapidement et une coordination du larynx et de la langue, semblent remonter au moins à l'origine du genre *Homo*. Nos ancêtres ont donc pu avoir une certaine forme de communication vocale il y a déjà 2,8 millions d'années. Cependant, la



Le chant de certaines baleines porte sur des centaines, voire des milliers de kilomètres



date de l'apparition du langage et la première espèce à en avoir bénéficié restent débattues, car cette faculté ne dépend pas seulement de l'anatomie, mais aussi des capacités cognitives de pensée symbolique. À en croire les restes d'activité lithique notamment, *Homo erectus* en aurait été le premier doté, il y a environ 1,8 million d'années. Mais le langage humain pleinement formé, avec ses règles complexes de grammaire et de syntaxe, serait propre à notre espèce, et ne serait alors apparu qu'au cours des dernières centaines de milliers d'années.

Son développement s'est accompagné de celui de capacités uniques et particulièrement utiles, comme enseigner et apprendre ce même langage. Des singes ont certes réussi à pratiquer les rudiments de la langue des signes, mais aucun d'eux n'a jamais enseigné cette langue à d'autres membres de son espèce, même lorsqu'il en avait l'occasion. Ainsi, lorsqu'un chimpanzé de l'université Duke à qui on avait appris à signer a réintégré son groupe, il a essayé d'utiliser ses nouvelles compétences pour communiquer avec ses congénères. Au bout d'une semaine, ses gardiens l'ont retrouvé isolé dans un coin de l'enclos. À la question, posée en langue des signes: «Pourquoi n'es-tu pas avec les autres?», il aurait répondu: «Parce que ce sont des insectes.»

Le langage humain est l'une des «inventions» du vivant les plus marquantes sur laquelle repose la formation de nos groupes sociaux, de nos sociétés et de nos civilisations. Nos sons ne sont ni les premiers du monde animal, ni les plus puissants, ni les plus mélodieux, mais ils sont indubitablement ceux qui ont le plus changé le monde. En facilitant la coordination de nos efforts, notre langage est à la base de toutes nos innovations, de l'agriculture au néolithique jusqu'aux stations spatiales d'aujourd'hui, en passant par les moyens de transport, les machines de nos usines et tout ce qui contribue aux paysages sonores – plus ou moins tolérables – de notre époque. ■

BIBLIOGRAPHIE

La sonothèque du Muséum national d'histoire naturelle : sonothèque.mnhn.fr

T. Riede et al., **The evolution of the syrinx : An acoustic theory**, *Plos Biology*, 2019.

J. Clarke et al., **Fossil evidence of the avian vocal organ from the Mesozoic**, *Nature*, 2016.

J.-J. Gu et al., **Wing stridulation in a Jurassic katydid (Insecta, Orthoptera) produced low-pitched musical calls to attract females**, *PNAS*, 2012.

J. Sueur et al., **So small, so loud: extremely high sound pressure level from a pygmy aquatic insect (Corixidae, Micronectinae)**, *Plos One*, 2011.

J.-S. Steyer, **La Terre avant les dinosaures**, Belin, 2009.

M. Engel et D. Grimaldi, **New light shed on the oldest insect**, *Nature*, 2004.

D. Weishampel, **Acoustic analyses of potential vocalization in lambeosaurin dinosaurs (Reptilia : Ornithischia)**, *Paleobiology*, 1981.