

LA SYMPHONIE DU VIVANT

La punaise aquatique *Micronecta scholtzi*, de 2 millimètres de longueur, émet avec son pénis râpeux des sons jusqu'à 105 décibels, l'équivalent d'un klaxon de voiture.

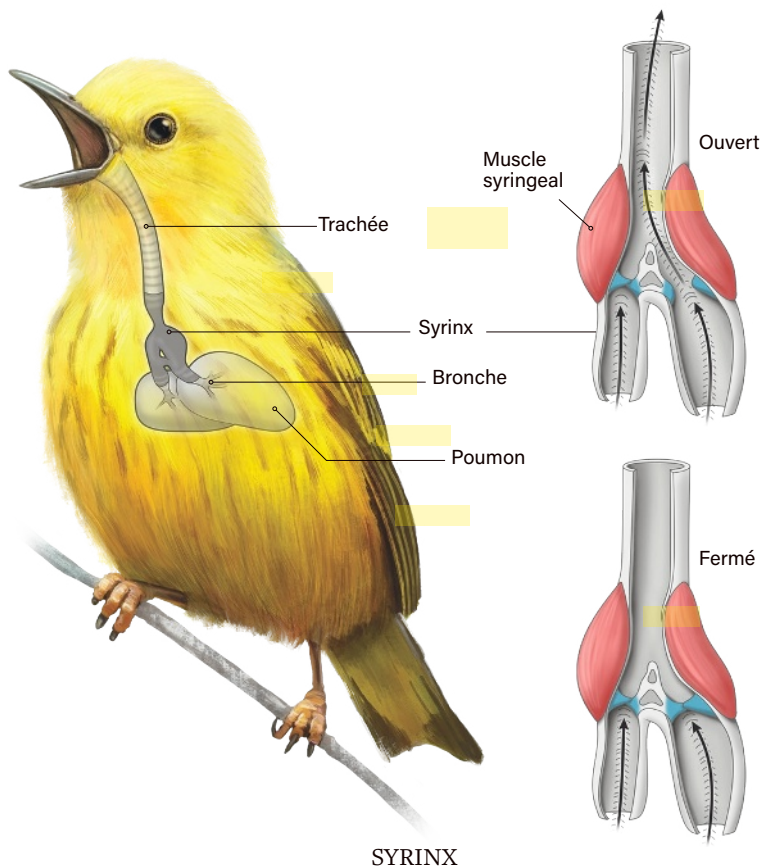


Les premiers sons des animaux étaient essentiellement involontaires : dans l'océan des origines, au Précambrien, ils émanaient par exemple d'écroulements de grands récifs stromatolithiques (des structures calcaires érigées en partie par des cyanobactéries) puis coralliens, en des fracas dignes des meilleures musiques industrielles. Quant aux gaboniontes, possiblement l'une des plus anciennes formes de vie pluricellulaire, peut-être émettaient-ils déjà il y a 2,1 milliards d'années des bruits de succion ou de broutage lorsqu'ils évoluaient dans les sédiments. Mais la musique du vivant s'est notablement diversifiée dès que les espèces ont interagi, dans un prélude aux orchestres. Il y a 575 millions d'années, durant la radiation d'Avalon (ce site fossilifère du Canada est aussi un fameux titre de Roxy Music !), les premiers prédateurs, toujours marins, jouent des pinces tandis que leurs proies ferment leurs plaques et leurs coquilles. La course aux armements se transforme en course aux instruments : les espèces se cherchent, se rencontrent ou s'évitent. Les premiers claquements de mâchoires aux bruits de sécateurs sont ceux des placodermes, « poissons » à plaques prédateurs d'autres poissons eux aussi cuirassés, apparus vers 450 millions d'années. À la même époque les pattes

articulées des arthropodes grattent et frappent déjà le sol. L'orchestre s'enrichit et se complexifie avec la diversification des tétrapodes sur les terres émergées autour de 350 millions d'années et de leurs premières interactions avec les insectes qui déjà vrombissaient dans les airs. À cette époque, le vol des libellules géantes *Meganeura monyi* (de 70 centimètres d'envergure !) n'avait sans doute rien à envier en termes de décibels au bruit assourdissant des ornithoptères de la saga de science-fiction *Dune*. Un son strident peut repousser un prédateur tout en augmentant vos chances de trouver l'âme sœur ! Ainsi, les insectes, grands virtuoses, inventent un nouvel orchestre avec violon, archet et autres organes chitineux : pour la stridulation, les ailes et les pattes sont mises à contribution, et parfois même les organes génitaux, comme observé récemment chez la punaise aquatique *Micronecta scholtzi*, que l'on peut entendre en Europe, ou encore la tipule (cousine géante du moustique) : l'édéage, c'est-à-dire l'appendice reproducteur, vibre pendant l'accouplement et crée un double effet, vibromassant et sonore à la fois. Les ailes constituent assurément des instruments très raffinés, comme les élytres des grillons très spécialisés. Chez ces orthoptères et leurs proches cousins aux ailes modifiées, l'émission

et la réception des sons sont à l'origine de leur diversification depuis 300 millions d'années, date à laquelle les premières ailes de grillons sont attestées. Un groupe éteint, les *Permostridulidae* (les « stridulateurs du Permien »), arborait, quant à lui, des ailes avec un dispositif de stridulation simple, mais tout aussi efficace. Chez ces espèces, chanter augmente les chances de se reproduire, mais plus encore, chanter en chœur aide à passer inaperçu en brouillant les pistes chez les prédateurs. Les vertébrés ne sont pas en reste : il y a environ 150 millions d'années, déjà des grenouilles coassaient et des dinosaures aviens roucoulaient. Émettre des sons, c'est complexifier son rapport aux autres (prédateurs, proies ou congénères) et développer des organes à la fois émetteurs (ailes, larynx) et récepteurs (canaux sensoriels, aires cérébrales, tympans...). La musique a été un moteur de l'évolution. Est-ce encore le cas, alors qu'une espèce, la nôtre, fait plus de bruit que toutes les autres et participe par ailleurs à la dérégulation des écosystèmes, se traduisant, selon Rachel Carlson, par un « Printemps silencieux ».

Jean-Sébastien Steyer
et Romain Garrouste,
Muséum national d'histoire
naturelle, Paris.



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 20000 hertz, alors que les ultrasons des chauves-souris s'étendent jusqu'à 200000 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