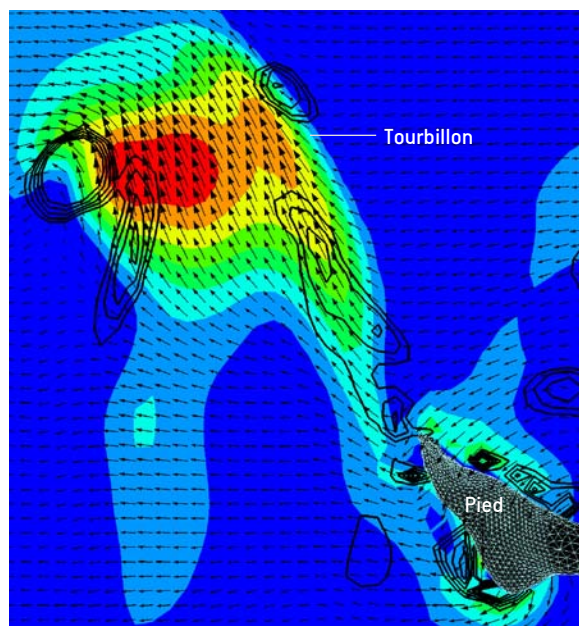
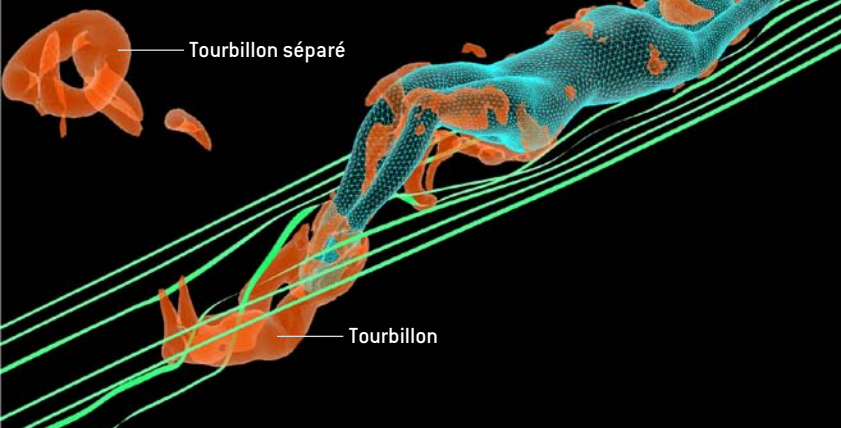


4. SIMULATION NUMÉRIQUE de la séparation d'un tourbillon durant un battement de jambes papillon [phase subaquatique]. On crée un modèle du corps en le divisant en milliers de petits éléments. La résolution numérique des équations de la dynamique des fluides, dites de Navier-Stokes, donne le comportement des principales grandeurs du fluide autour du corps, tels les vecteurs vitesse dans le tourbillon (*ci-contre*).



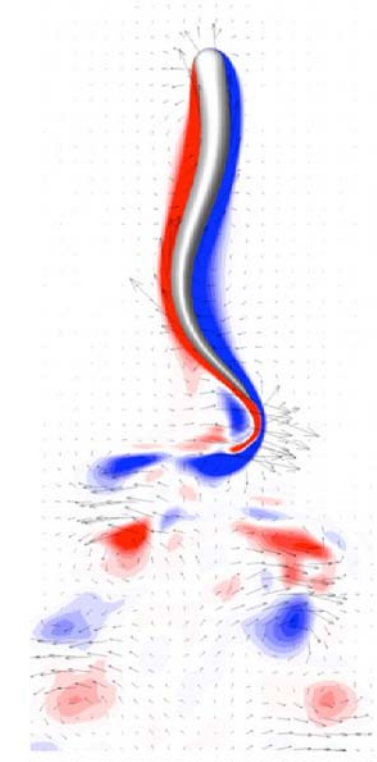
Alfred von Loebeck (Univ. George Washington), Rajat Mittal (Univ. Johns Hopkins)

gagné en finesse, que tous les mécanismes décrits ici interviennent dans la propulsion du nageur, dans des proportions variables en fonction des nages et de la division bras-jambes. Par exemple, lors de la nage papillon, les tourbillons produits par les jambes pourraient avoir un rôle prédominant, tandis que, côté mains, la traînée l'emporterait.

Si la compréhension des mécanismes de la nage est lente, c'est aussi pour des raisons pratiques : les physiciens et ingénieurs qui s'intéressent à la natation sont peu nombreux et ne disposent pas des moyens techniques et financiers des secteurs aéronautique et naval. Enfin, leurs recherches visent souvent à mesurer et à améliorer les performances des nageurs plutôt qu'à approfondir les bases théoriques du mouvement des athlètes dans l'eau.

Améliorer la théorie... et le matériel

Aujourd'hui, les scientifiques suivent deux principales lignes directrices. L'une est la mise au point de simulations plus fines et de méthodes de mesure plus précises afin de démontrer expérimentalement les diverses théories de la propulsion. En effet, aucune équipe n'a jusqu'ici pu fournir des preuves irréfutables à l'appui de ses thèses. L'autre ligne directrice consiste à appliquer des connaissances théoriques et des avancées technologiques à l'amélioration de la technique des nageurs. L'évolution des différentes théories a poussé les entraîneurs



Reproduit avec la permission de S. Kern et P. Koumoutsakos, JEB, 209, 4841-4857, 2006

5. SIMULATION DES TOURBILLONS produits par la nageoire caudale d'un poisson vu de dessus et des vecteurs vitesse du fluide autour de l'animal. En bout de course d'un côté du corps, la nageoire amorce son mouvement vers l'autre côté. Le tourbillon bleu se détachera alors de la nageoire, tandis qu'un tourbillon dans l'autre sens (*en rouge*) apparaîtra à sa place. Ces tourbillons augmentent la vitesse du poisson. Un phénomène similaire pourrait intervenir aux pieds du nageur.

à proposer plusieurs modifications dans l'exécution du mouvement de bras, sur la longueur de la phase de glisse subaquatique, la trajectoire à adopter sous l'eau, la rotation des épaules ou la position de la tête. Enfin, malgré l'interdiction des supercombinaisons, les simulations et expériences visant à mettre au point des matériaux plus performants ont toujours le vent en poupe : costumes en fibres de carbone et lunettes intégrées au bonnet de bain pour réduire la traînée sont les dernières marottes du moment (*voir l'encadré page ci-contre*).

Les aptitudes de l'homme à se mouvoir dans l'eau semblent limitées : ses «nageoires» sont trop longues et trop fines et sa technique discutable. Son efficacité propulsive – rapport entre la puissance utile à la propulsion et la puissance totale produite (la puissance utile et celle qui s'est dissipée dans l'eau) – est faible comparée à celle des poissons. Calculée de façon indirecte à l'aide de mesures expérimentales et de modèles hydrodynamiques de l'homme dans l'eau, elle serait d'environ 50 pour cent, tandis que celle des poissons est estimée à 80 pour cent. Cela signifie que l'homme disperse la moitié de son potentiel propulsif et que sa technique, même si elle s'améliore d'année en année (les records en natation progressent bien plus vite qu'en athlétisme), n'a pas encore trouvé son point d'aboutissement. ■

Retrouvez plus d'informations sur
www.pourlascience.fr



Quand les accordent

1. LES ÉLÉPHANTS D'AFRIQUE
vivent en sociétés matriarcales.
Ils émettent des cris variés et sont
capables d'imiter des sons
entièrement nouveaux.

animaux leurs cris

Kendra Sewall

Les animaux de plusieurs espèces sociales imitent les cris de leurs congénères. Ce phénomène renforce les liens entre individus et favorise la survie de l'espèce.

Nous devinons souvent d'où vient notre interlocuteur juste en l'entendant parler. Pour ce faire, nous nous fondons sur des indices tels que l'accent et le vocabulaire, qui caractérisent les dialectes régionaux. De même, au sein d'un dialecte, les inflexions et les intonations diffèrent parfois selon la classe socio-économique.

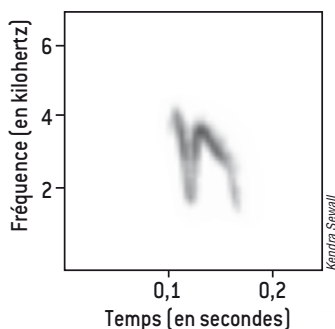
Le partage de caractéristiques vocales par des individus d'une région géographique ou d'un groupe social n'est pas propre aux humains. Il se rencontre aussi chez d'autres animaux capables d'apprentissage vocal. La plupart des espèces émettent leurs cris de façon innée, sans lien avec leurs expériences sociales, mais quelques-unes les apprennent : c'est notamment le cas de certains oiseaux, des cétacés, des chauves-souris et des éléphants. Nombre d'espèces capables d'un tel apprentissage effectuent une convergence vocale : les individus modifient légèrement certains de leurs cris pour les rendre similaires à ceux de leurs congénères (les membres de leur couple, de leur famille, de leur groupe social...); on dit que leurs vocalisations deviennent concordantes. Ainsi, les cris concordants refléteraient l'appartenance sociale.

L'ESSENTIEL

- De nombreux animaux sociaux émettent tout un répertoire de cris aux fonctions variées.
- Certains modifient légèrement leurs cris pour les rendre semblables à ceux de leurs congénères. Les cris concordants refléteraient ainsi une appartenance sociale.
- La concordance vocale augmenterait la valeur adaptative des individus, en facilitant des coopérations dont résultent des bénéfices mutuels.

Les orques (*Orcinus orca*), par exemple, sont capables de convergence vocale. Ces baleines chassent en groupes stables, nommés pods. Tous les pods d'une même région sont génétiquement apparentés et forment un clan. Volker Deecke, de l'Université de Cumbrie, en Angleterre, ainsi que John Ford et ses collègues de l'Université de la Colombie-Britannique, au Canada, ont montré que les orques d'un même clan émettent des vocalisations ayant de multiples caractéristiques communes, comme si elles avaient le même accent. Cet accent reflète la lignée des animaux et leur appartenance au clan. Les vocalisations sont encore plus similaires au sein d'un pod, ce qui permet de déterminer précisément à quel groupe social appartient une orque, ainsi que sa région d'origine.

Pour que la concordance vocale perdure, elle doit augmenter les chances de survie et de reproduction des individus, ou, selon la terminologie évolutionniste, la valeur sélective des individus. En effet, leurs caractéristiques sont modelées par la sélection naturelle et sexuelle. En quoi un animal favorise-t-il sa survie ou sa reproduction en imitant ou en répondant à



2. LES VOCALISATIONS des animaux sont représentées sous forme de spectrogrammes, qui montrent la variation de la fréquence sonore au cours du temps (ici un cri de bec-croisé des sapins).

des appels similaires à ceux de ses congénères ? C'est ce que nous examinerons ici.

Les animaux utilisent des vocalisations à des fins variées (voir l'encadré ci-dessous) : l'écureuil émet un caquetage coléreux avertissant ses congénères quand il détecte un prédateur, le lion de mer (la plus grosse des otaries) produit un aboiement agressif pour défendre son territoire... Les appels de contact forment une catégorie particulière de vocalisations, grâce auxquelles les animaux maintiennent le contact avec leurs congénères pendant qu'ils se déplacent, ou le rétablissent après une séparation.

De nombreuses espèces émettent des appels de contact. Au sein de certaines, les individus accordent leurs appels avec ceux

de leurs compagnons. Les espèces manifestant ce comportement sont presque toutes hautement sociales : elles coopèrent pour trouver ou défendre leur nourriture, élever les petits et éviter les prédateurs.

L'association entre concordance vocale et coopération peut paraître évidente, car nous-mêmes imitons les accents et les schémas d'expression des autres. Cette accommodation vocale, comme on la désigne en linguistique, mettrait celui qui écoute en confiance, faciliterait la compréhension du message et refléterait les intentions coopératives et l'appartenance au même groupe. Mais chez les animaux, comment la concordance vocale augmente-t-elle la valeur sélective ?

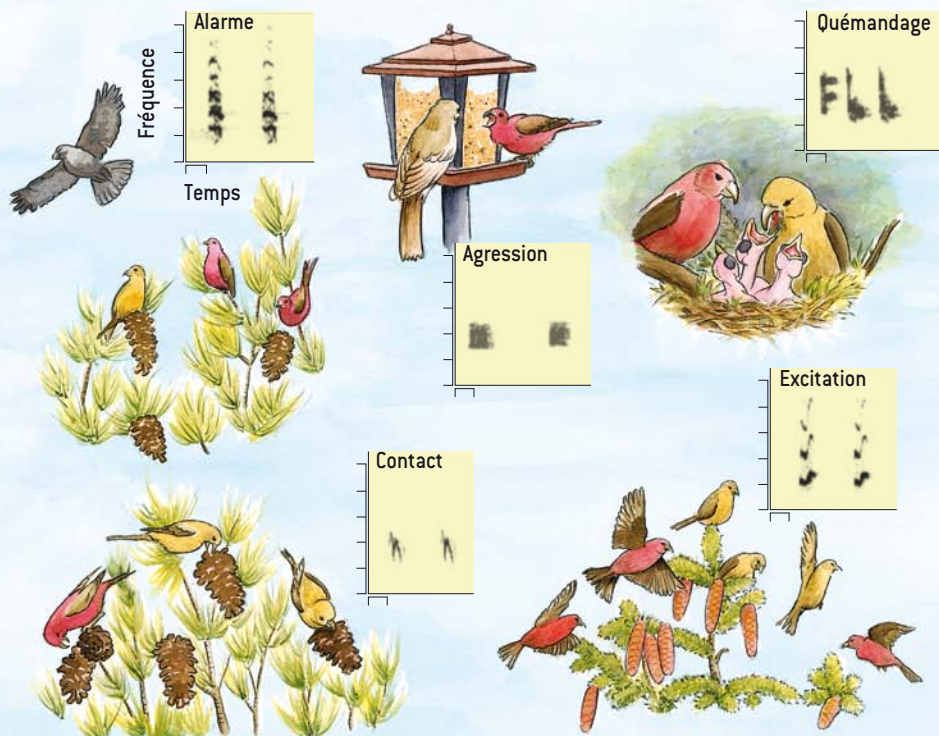
DES CRIS AUX FONCTIONS VARIÉES

Les cris jouent un rôle essentiel dans les interactions de nombreux animaux sociaux : baleines, dauphins, phoques, éléphants, primates... Ces animaux ont tout un répertoire de cris, chacun ayant une fonction spécifique : alarme (en cas de détection d'un prédateur), agression (pendant les conflits), excitation (par exemple pour signaler une source de nourriture abondante), quémandage (lorsqu'un oisillon demande de la nourriture), etc. Les cris correspondant à ces fonctions sont présentés ci-dessous pour le bec-croisé des sapins (*Loxia curvirostra*), un passereau.

On a longtemps pensé que les cris étaient déterminés génétiquement, sans influence du contexte social. On sait aujourd'hui que certains animaux les apprennent. On distingue deux types d'apprentissage vocal. Le premier, qualifié de contextuel, consiste à apprendre à quel moment émettre tel ou tel cri : pour les cris d'alarme, par exemple, les jeunes savent les produire de façon innée, mais les émettent parfois au mauvais moment ou pour le mauvais prédateur (le cri peut être différent pour un prédateur terrestre ou aérien). Dans ce type d'apprentissage,

les cris n'évoluent pas ; seule change la situation où chacun est émis.

Le second type d'apprentissage est dit de production. Les animaux imitent des cris totalement nouveaux, ou modifient légèrement leurs cris pour les faire ressembler à ceux de leur congénère. Dans ce dernier cas, on parle de convergence vocale. Ce phénomène concerne souvent les appels de contact, utilisés pour maintenir le contact (ou se retrouver après une séparation) au sein d'un couple, d'une famille ou d'un groupe social plus vaste.



American Scientist

Un bénéfice quasi universel semble être une meilleure détection des appels. En effet, le système auditif d'un individu serait plus sensible aux signaux similaires à ceux qu'il émet. Selon certains scientifiques, cette sensibilisation sélective favorise la détection des appels concordants et pousse ceux qui écoutent à y prêter attention, un peu comme quand on entend son nom prononcé au milieu d'une foule bruyante : notre système sensoriel perçoit cette information importante malgré le bruit ambiant.

Un système auditif plus sensible aux cris concordants

Plusieurs études sur le toui à lunettes (*Forpus conspicillatus*), un petit perroquet d'Amérique du Sud, accréditent cette thèse. Le toui à lunettes vit en groupes de 10 à 25 individus, souvent apparentés ou en couple. Ralf Wanker et ses collègues de l'Université de Hambourg, en Allemagne, ont observé que chaque perroquet produit à la fois un appel de contact spécifique – son appel de signature – et des imitations des appels de signature de ceux avec qui il interagit. Grâce à des cris diffusés par un haut-parleur, ces biologistes ont montré que les oiseaux répondent plus fortement à un appel si ce dernier imite leur propre appel de signature : cette imitation attire donc leur attention.

La perruche ondulée (*Melopsittacus undulatus*), ou perruche commune, manifeste un comportement similaire. Steven Brauth et ses collègues de l'Université du Maryland ont montré que l'activité cérébrale d'une perruche entendant un appel diffère selon que cet appel est similaire au sien ou non. Ce résultat suggère que les appels concordants sont traités différemment par le cerveau et étaye l'idée que les individus sont plus sensibles aux appels similaires aux leurs.

La concordance vocale apporterait donc un bénéfice aux animaux qui émettent les appels, les « signaleurs », en leur assurant une meilleure écoute. Toutefois, pour qu'elle persiste au sein d'une espèce, il faut que les appels concordants bénéficient aussi aux « destinataires », les individus qui écoutent les appels puis y répondent. Si l'imitation exploitait la sensibilité sensorielle des destinataires en permettant aux signaleurs de les manipuler sans gain pour eux, la valeur

sélective de ceux qui répondent aux appels concordants serait diminuée par rapport à ceux qui les ignorent, de sorte que ce comportement de réponse finirait par disparaître.

La plupart des cas de concordance des appels connus concernent des couples d'animaux. La concordance favoriserait alors l'acceptation d'un partenaire sexuel, et donc les chances de se reproduire. Ainsi, les mâles de plusieurs espèces, notamment le ouistiti pygmée (*Callithrix pygmaea*), l'éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*) et plusieurs oiseaux, modifient leurs appels pour imiter les femelles. Arla Hile et ses collègues de l'Université Irvine, en Californie, ont observé ce phénomène chez des perruches

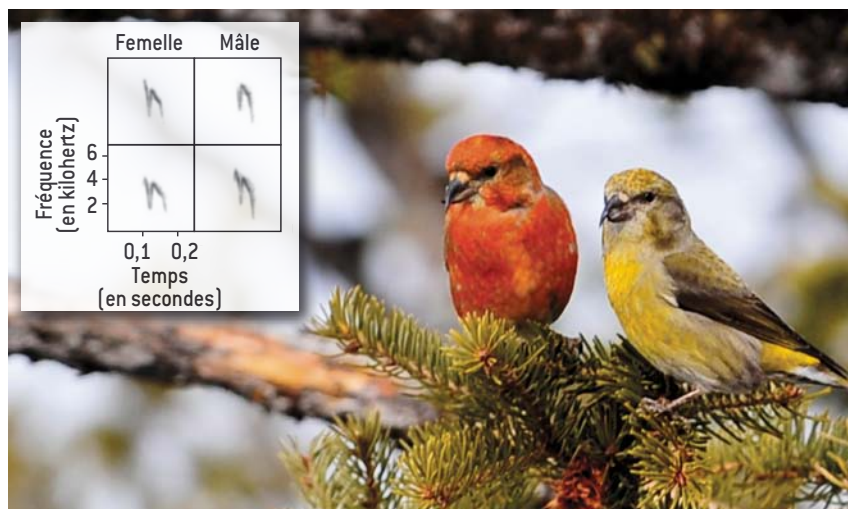
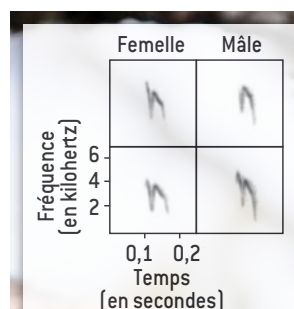
■ L'AUTEUR



Kendra SEWALL est biologiste à l'Université Duke, à Durham, et à l'Université de Caroline

du Nord, à Chapel Hill, aux États-Unis.

Article publié avec l'aimable autorisation de *American Scientist*.



Christine Pentecost



© Kevin Schaefer/CORBIS

3. LA CONVERGENCE DES CRIS s'effectue souvent dans le cadre du couple. Dans la plupart des cas, le mâle imite les cris de la femelle, qui l'accepte alors plus facilement. En haut à gauche sont représentés les appels de contact de becs-croisés des sapins avant (*rangée du haut*) et après (*rangée du bas*) la formation du couple : ils sont devenus plus ressemblants. Lors de la couvaison, ces vocalisations concordantes aideront le mâle à distinguer son nid de ceux des autres oiseaux et à rentrer nourrir la femelle. On retrouve cette convergence des cris dans les couples chez plusieurs espèces, tels le ouistiti pygmée (*en bas*) et l'éléphant d'Afrique.

Un continuum de capacités d'apprentissage

La plupart des espèces décrites dans cet article sont capables d'imiter des sons entièrement nouveaux, une faculté rare dans le monde animal : elle n'est avérée que chez les humains, les cétacés, les éléphants, les chauves-souris et certains oiseaux. Chez ces espèces, la convergence vocale est fréquente : elle consiste à modifier légèrement la fréquence, la durée, le rythme, etc. des vocalisations, afin de les faire ressembler à celles de leurs congénères. On découvre de plus en plus d'espèces aux capacités d'apprentissage moins élaborées, mais qui sont tout de même capables de convergence vocale. C'est le cas de certains primates, des souris, des chèvres et sûrement de beaucoup d'autres mammifères.

L'apprentissage vocal, même rudimentaire, semble requérir

une organisation cérébrale particulière. Cette dernière inclut un contrôle des vocalisations par les aires motrices du lobe frontal (le cortex moteur chez l'homme), qui doivent avoir des connexions directes avec les neurones moteurs du tronc cérébral. En outre, un retour auditif est nécessaire à l'ajustement des vocalisations.

On retrouve ces caractéristiques chez l'homme et chez les oiseaux qui apprennent leurs vocalisations. On les a aussi récemment découvertes chez la souris. Elles restent à déceler chez les autres espèces capables d'apprentissage vocal. Chez celles qui en sont incapables, les cris seraient contrôlés par des aires cérébrales plus profondes et un animal sourd dès la naissance émet les mêmes vocalisations que s'il entendait.

Ainsi, la capacité d'apprentissage vocal serait fréquente au sein du règne animal et ne serait pas binaire (soit nulle, soit très élaborée), comme on le croyait auparavant. Elle formerait plutôt un continuum : d'abord des espèces n'ayant aucune flexibilité vocale, puis d'autres pouvant ajuster légèrement certains paramètres en fonction de leur environnement social (telles les chèvres), ensuite des espèces ayant un peu plus de flexibilité (souris et primates), et enfin, les espèces capables d'imiter des sons nouveaux. Les humains sont à l'extrémité de ce continuum, avec une capacité d'imitation presque infinie, uniquement conditionnée par les sons que peut produire leur appareil vocal.

Élodie Briefer
École polytechnique
fédérale de Zurich

mâles pendant la période de formation des couples, qui dure plusieurs semaines ; une fois le couple constitué, les deux partenaires émettaient des appels similaires, spécifiques de leur couple, durant toute la saison de reproduction. Dans de tels cas, les mâles (les signaleurs) bénéficient de la concordance vocale, qui leur assure l'acceptation d'une femelle ; selon certains éthologues, les femelles (les destinataires) en retirent aussi un bénéfice, car la concordance indique la volonté du mâle de s'engager dans le couple.

Chez certaines espèces, les femelles modifient aussi leur appel ; les deux membres d'un couple convergent alors progressivement vers un nouvel appel, qui diffère de ceux d'origine. J'ai notamment montré ce phénomène en 2009 chez le bec-croisé des sapins *Loxia curvirostra* (voir la figure 3). Dans ce cas, la convergence peut refléter un investissement mutuel dans le lien social, plutôt que l'effort de l'un pour attirer l'autre.

Chez les couples, la concordance des appels servirait aussi à coordonner les soins dispensés aux jeunes. En effet, elle est fréquemment associée à des soins biparentaux. Ainsi, la reproduction est plus souvent couronnée de succès, les poussins étant plus nombreux à survivre. Le cas du chardonneret (espèces du genre *Carduelis*)

est un exemple classique, décrit par Paul Mundinger, du *Queens College* à New York. Comme de nombreux autres oiseaux chanteurs des climats tempérés, les mâles nourrissent leur partenaire pendant la couvaison, puis les petits après l'éclosion. Lorsqu'ils reviennent vers le nid avec de la nourriture, ils émettent des appels de contact similaires à ceux de leur partenaire, et les femelles se rendent brièvement à la sortie du nid pour être alimentées. P. Mundinger a exposé des femelles chardonnerets aux appels de leurs partenaires et à ceux d'autres mâles, préalablement enregistrés : les femelles ne se sont rapprochées que du haut-parleur émettant les appels de leurs partenaires et ont demandé de la nourriture en réponse.

Chez certains animaux, l'appel est familial : les petits apprennent à émettre des appels similaires à ceux de leurs parents, ce qui aide ces derniers à les retrouver lorsqu'ils rapportent de la nourriture. Parents et poussins en bénéficient, les premiers parce qu'ils augmentent leur succès reproductif, les seconds parce qu'ils accroissent leur chance de survie. En 1980, Ian Rowley, du CSIRO (Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth), en Australie, a observé ce phénomène chez les cacatoès rosabins (*Eolophus roseicapilla*). Ces oiseaux australiens vivent en grandes colonies et nichent dans des cavités, de sorte que les parents ont parfois du mal à identifier l'entrée de leur nid. Les poussins répondent aux parents lorsqu'ils les entendent approcher, ce qui les aide à se diriger et stimule le nourrissage. Quand les oisillons quittent le nid et se déplacent dans la zone de perche en l'absence des parents, les appels concordants permettent aux familles de se retrouver dans un environnement social bruyant et densément peuplé.

Un mot de passe pour les membres du groupe

La concordance vocale procure donc un avantage sélectif dans un contexte familial. Qu'en est-il au sein d'un groupe social plus large ? Des biologistes ont montré qu'elle offre aussi différents bénéfices aux individus. Elle facilite par exemple la recherche et la protection coopérative des ressources, telle la nourriture, contre des groupes concurrents, d'où un meilleur accès individuel à ces ressources.

■ BIBLIOGRAPHIE

G. Arriaga et al., Of mice, birds, and men : the mouse ultrasonic song system has some features similar to humans and song-learning birds, *PLoS One*, vol. 7, pp. 1-15, 2012.

K. Sewall, Early learning of discrete call variants in red crossbills : Implications for reliable signaling, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 65, pp. 157-166, 2011.

V. Deecke, The structure of stereotyped calls reflects kinship and social affiliation in resident killer whales (*Orcinus orca*), *Naturwissenschaften*, vol. 97, pp. 513-518, 2010.

K. Sewall, Social experience modifies behavioural responsiveness to a preferred vocal signal in red crossbills, *Loxia curvirostra*, *Animal Behaviour*, vol. 77, pp. 123-128, 2009.

W. Searcy et S. Nowicki, Un chant d'oiseau honnête, *Pour la Science*, n° 370, août 2008.

Résultant d'un apprentissage par imitation, les appels concordants sont le reflet des expériences sociales du signaleur. Ils permettent alors à un individu d'identifier rapidement les membres de son groupe, même s'ils sont nombreux et s'il ne les connaît pas tous. On parle d'hypothèse du badge ou du mot de passe.

Janette Boughman et Gerald Wilkinson, de l'Université du Maryland, l'ont étudiée chez la grande chauve-souris fer de lance (*Phyllostomus hastatus*). Les femelles se rassemblent en de grandes colonies, dont les membres émettent des appels concordants durant leurs excursions nocturnes à la recherche de nourriture. Une nouvelle arrivante ajuste ses cris à ceux du groupe en quelques mois. En utilisant des appels enregistrés, les éthologues ont montré que lorsqu'elles trouvent une source de nourriture, les chauves-souris rameutent les membres de leur groupe grâce à ces appels concordants, puis défendent collectivement leur butin. Cet exemple illustre un autre avantage des appels concordants : ils informent les animaux extérieurs au groupe sur la taille et la capacité défensive d'un groupe social.

Tandis que chez les chardonnerets et les chauves-souris fer de lance, chaque individu produit un appel de contact unique, les dauphins (les espèces du genre *Tursiops*) émettent au moins deux signaux de contact. Les mâles adultes forment des groupes de deux ou trois individus, qui passent jusqu'à 80 pour cent de leur temps ensemble, souvent jusqu'à la mort d'un des membres. À l'intérieur d'un tel groupe, les dauphins convergent lentement vers un sifflement commun – une sorte de badge de membre –, mais chacun conserve aussi un sifflement de signature reflétant son identité individuelle. Selon certains chercheurs, les dauphins, et probablement d'autres animaux, utiliseraient ce dernier pour communiquer avec leurs compagnons et l'appel de groupe en présence de concurrents qui ne leur sont pas familiers.

Dans un groupe, les appels concordants augmentent donc la valeur sélective des membres pour deux raisons : en émettant le « bon » appel, ils ont accès aux ressources, et en y répondant, ils peuvent mieux protéger leurs ressources ou leur territoire contre les animaux extérieurs au groupe.

Plus rarement, la convergence des vocalisations se produit à l'échelle de populations entières. On a découvert ce phénomène chez l'orque et le grand cachalot (*Physeter macrocephalus*), ainsi que chez des oiseaux tels que le perroquet amazone à nuque d'or (*Amazona auropalliata*) et le bec-croisé des sapins (voir la figure 4).

Des appels concordants à l'échelle de populations entières

Lorsqu'un individu s'établit dans une nouvelle population, il adopte en général son ou ses cris communs, un peu comme quand on prend l'accent d'une région en y arrivant. Le même phénomène se produit à l'échelle inférieure, où un individu qui arrive dans un groupe apprend l'appel de celui-ci. Timothy Wright, de l'Université d'État du Nouveau-Mexique, à Las Cruces, et ses collègues ont déduit d'études génétiques que les perroquets amazones à nuque d'or se dispersent au-delà des zones où est utilisé leur « accent ». Ils apprennent alors

Offrez ou offrez-vous le livre *Maux d'artistes*



Ce livre est un recueil des articles que l'auteur a publiés dans la rubrique Art et pathologies du magazine *Cerveau & Psycho*.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'interroge sur les liens cachés entre une œuvre d'art – une peinture, une sculpture, une composition musicale ou une œuvre littéraire – et une maladie de l'esprit que présentait son auteur.

Examinant divers chefs-d'œuvre avec un regard de psychologue, neurologue, voire psychiatre, Sebastian Dieguez analyse plus d'une vingtaine d'œuvres dont celles de Dostoïevski, Maupassant, Monet, Ravel, De Chirico, Proust, Van Gogh, etc.

176 pages • 25 euros • ISBN 978-2-8424-5101-1

Disponible en librairie ou sur www.cerveauetpsycho.fr



4. CHEZ CERTAINES ESPÈCES, LA CONVERGENCE DES CRIS se fait à l'échelle d'une population entière : un ou plusieurs de leurs cris deviennent similaires, comme si les animaux adoptaient le même accent. Les populations sont séparées soit géographiquement, comme dans le cas des perroquets amazones à nuque d'or (à gauche) et des orques (à droite, une bande d'orques, ou pod, une population étant composée de plusieurs pods), soit par leur niche écologique, comme chez les becs-croisés des sapins. Chez ces derniers, un accent est associé à une classe de taille, où les oiseaux ont une forme de bec spécifique et bien adaptée à un type particulier de pommes de pin.

à la fois les cris de leur nouveau groupe de perchage et ceux partagés par la population locale. Ils obtiendraient ainsi l'autorisation d'accéder aux ressources : nourriture, sites de perchage, partenaires sexuels... Les destinataires ont aussi intérêt à accepter une offre – sexuelle ou de coopération pour la recherche de nourriture – si celui qui la formule maîtrise les cris caractéristiques de leur population, car ils savent qu'il pourra obtenir des ressources.

À l'inverse, quelques espèces dotées d'accents sont incapables d'apprendre de nouveaux accents à l'âge adulte. Dans ce cas, la communication entre les populations est restreinte, ce qui diminue le brassage social et génétique au sein de l'espèce.

Chez le bec-croisé des sapins, Jeff Groth, du Muséum d'histoire naturelle de New York, et Craig Benkman, de l'Université du Wyoming, ont découvert que les accents sont associés à différentes classes de taille. Au sein de chaque classe, les individus ont un bec de taille et de forme spécifiques, adapté au type particulier de pommes de pin dont ils se nourrissent. Les becs-croisés d'une même classe, qui ont des préférences alimentaires identiques, s'informent alors mutuellement du succès ou de l'échec de leur recherche de nourriture, ce qui la rend plus efficace.

Avec des chercheurs du laboratoire de C. Benkman, j'ai montré que les becs-croisés apprennent les accents de leur classe de taille à un stade précoce de leur vie, avant

de quitter le nid, et qu'ils n'en changent presque jamais par la suite. Ces accents sont donc des indicateurs fiables de la classe de taille et du type de pommes de pin consommées. Les appels de contact étant essentiels à la formation et la cohésion d'un groupe, les accents permettent aux individus de s'assembler par classe de taille et par préférence alimentaire. Cependant, ils entravent la communication et l'établissement de liens entre les classes, qui seraient en train de se transformer en espèces distinctes.

Un reflet fiable de l'investissement social

Si la concordance vocale bénéficie aux individus, pourquoi des « tricheurs » n'en profitent-ils pas ? Autrement dit, y a-t-il des animaux qui imitent les cris d'un groupe pour exploiter ses ressources sans rien lui apporter en retour ? Pour répondre, examinons les arguments qui suggèrent que les appels concordants sont le reflet fiable de l'investissement du signaleur dans un lien social ou de son engagement à coopérer.

L'apprentissage d'appels demande du temps et de l'énergie, notamment parce qu'il requiert des circuits cérébraux spécialisés et énergivores. Il indiquerait donc qu'un individu s'est investi dans une relation coopérative. En outre, l'apprentissage de nouveaux appels est favorisé par l'implication de l'individu dans le groupe. Chez des espèces telles que les

mésanges (espèces du genre *Poecile*) et le ouistiti pygmée, la mise en place d'une vocalisation concordante prend plusieurs semaines et des liens sociaux se forment parfois pendant la période de convergence. C'est aussi le cas chez les tarins des aulnes européens (*Carduelis spinus*) mâles : les oiseaux qui convergent le plus vite vers un appel commun sont aussi ceux qui forment des groupes le plus rapidement et le plus souvent. En d'autres termes, la vitesse et le degré de la concordance vocale reflètent assez fidèlement la fréquence et l'intensité des liens sociaux établis. Cette corrélation s'explique par le fait que les interactions sociales accélèrent l'apprentissage, en particulier si l'individu qui tente d'imiter l'autre reçoit une réaction positive en retour.

La concordance des appels, observée chez un grand nombre d'animaux ayant une capacité d'apprentissage vocal, procure donc des bénéfices multiples. Elle accroît la valeur sélective des signaleurs et des destinataires – dans des proportions dépendant du degré d'organisation sociale –, en augmentant leur succès reproductif et leur survie. En particulier, elle peut aider à trouver un partenaire sexuel, à coordonner les soins dispensés aux petits, à accéder à des ressources ou à identifier des compagnons adéquats. Elle sert aussi à maintenir le contact au sein d'un groupe, dans des environnements sociaux complexes, changeants et souvent bruyants. ■



Depuis seize ans, *Le Monde* soutient les jeunes chercheurs et la recherche.

Lancé en 1997, le Prix *Le Monde* de la recherche universitaire entend valoriser les premiers travaux de jeunes chercheurs francophones susceptibles d'influencer notre environnement scientifique, économique, social et/ou artistique.

Cette année, à l'issue du concours présidé par le philosophe Edgar Morin pour les sciences humaines et sociales et par l'académicien Pierre Léna pour les sciences dites « dures », ce prix offrira la possibilité à cinq docteurs récemment diplômés en sciences humaines et sociales de publier leur thèse aux Presses universitaires de France et à cinq docteurs en sciences dites « dures » de publier un résumé de leurs travaux dans *Pour la Science* et dans un ouvrage publié aux Éditions Le Pommier.

Par ailleurs le quotidien *Le Monde* présentera l'ensemble de ces thèses dans un cahier spécial. Les thèses à fortes composantes interdisciplinaires seront les bienvenues.

16^e
édition

PRIX *Le Monde* DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE

Pour sa seizième édition, le Prix *Le Monde* de la recherche universitaire est ouvert aux :

Doctorats de sciences humaines et sociales (toutes disciplines) soutenus entre le 31 octobre 2011 et le 31 décembre 2012.
Les inscriptions seront enregistrées jusqu'au 1^{er} mai 2013 inclus.

Doctorats de sciences mathématiques, mécaniques, informatiques, physiques, chimiques, sciences de la Terre et de l'univers, sciences du vivant, neurosciences, médecine (doctorats de recherche uniquement), etc., ainsi que dans les technologies correspondantes soutenus entre le 31 octobre 2011 et le 31 décembre 2012.
Les inscriptions seront enregistrées jusqu'au 1^{er} mai 2013 inclus.

RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES ET INSCRIPTIONS

Site internet : www.lemonde.fr/prix-recherche/

Email : prixrecherche@lemonde.fr

Le Monde

FONDATION
CREDIT COOPERATIF
FONDATION D'ENTREPRISE



Fondation Charles Léopold Mayer
pour le Progrès de l'Homme