

Plein est ? À moins de cinq degrés de l'est ? À moins de dix degrés ? Une étoile brillante et familière mais mal placée dans le ciel serait-elle préférée par un astronome à un astre moins brillant mais bien placé ?

Si nous savions précisément quelles étoiles étaient utilisées, nous pourrions en déduire par quelles procédures elles étaient observées ; à l'inverse, si nous savions quelles étaient les procédures d'observation, nous pourrions savoir de quelles étoiles il s'agissait. Ne connaissant ni les unes ni les autres, nous en sommes réduits aux conjectures.

La question de l'usage des tables reste posée

Malgré les clarifications apportées par les programmes de planétarium, la question de l'usage qu'avaient les tables stellaires reste fondamentale. Les horloges qu'envisageaient Neugebauer et Parker impliquent un système apparenté aux conceptions modernes de mesure du temps, ce qui ferait des tables des instruments de découpage du temps. Or cette vision ne s'accorde pas avec la conception du temps des anciens Égyptiens.

Au XXI^e siècle, nous voyons le temps comme un écoulement régulier. Il en allait bien autrement chez les anciens Égyptiens. Pour eux, des événements tels que les mouvements célestes du Soleil ou des étoiles déterminaient l'heure du jour ou de la nuit. Minuit ou l'aube, par exemple, étaient les périodes où certaines étoiles étaient visibles, ou bien où le Soleil était dans une région donnée du ciel, et non un instant unique bien défini.

Cet aspect de la culture égyptienne antique contredit l'idée que les tables étaient des chronomètres. Il semble plus approprié de les considérer comme des « tables stellaires » plutôt que comme des « horloges stellaires ». Qui plus est, les logiciels de planétarium montrent que le ciel antique ne présentait pas toujours une étoile brillante exactement à l'endroit et au moment où elle aurait été nécessaire pour prendre un repère temporel. En outre, une étoile ne peut être aperçue que lorsque le ciel est assez sombre.

Ainsi, en somme, les « heures » sonnées par une horloge stellaire auraient probablement été assez irrégulières. En l'état actuel des connaissances, Sarah Symons est d'avis que ces tables étaient plutôt des

almanachs ou des cartes consignait l'état du ciel au fil du temps et non des horloges.

Reste la question la plus évidente : pourquoi peignait-on de telles tables au revers de couvercles de cercueils ? Pourquoi les morts auraient-ils eu besoin de connaître l'heure ? Ou de savoir comment le ciel bougeait ?

La réponse ne peut que découler des conceptions égyptiennes sur l'au-delà. Les temples, les tombeaux et même les cercueils étaient des mondes modèles dans lesquels le plafond ou le couvercle intérieur représentaient le ciel. Or les écrits religieux égyptiens, notamment les *Textes des Pyramides*, vieux de plus de 4500 ans (les plus anciens connus) expriment l'idée que les âmes peuvent renaître sous forme d'étoiles. Après la mort, pensait-on, un pharaon rejoignait et intégrait la cohorte des étoiles circumpolaires dont la proximité au pôle Nord céleste signifie qu'elles ne se lèvent ni ne se couchent jamais ; ce sont des étoiles immortelles.

Cette vision s'appliquait sans doute aussi, mais dans une moindre mesure, aux notables de la région d'Assiout et à d'autres individus de haut rang. Leurs âmes étaient peut-être censées pouvoir devenir des étoiles de moindre importance, celles dont les trajectoires descendent sous l'horizon à différents moments de l'année. Si tel était bien le cas, alors les défunts avaient besoin d'aide pour aller prendre leur place céleste. Les tables étaient là pour les orienter parmi les nombreux mouvements stellaires...

Menace sur les tables astronomiques

Afin de faciliter la recherche sur l'astronomie égyptienne ancienne, Sarah Symons a créé une base de données en ligne contenant le corpus entier des tables connues. Les fouilles se poursuivant toujours en Égypte, nous pouvons nous attendre à ce que ce corpus soit bientôt augmenté.

Malheureusement, les tables de la liste actuelle ne sont pas toujours en sécurité. Ainsi, quelques semaines seulement après la visite de Sarah Symons et de Robert Cockcroft, pendant les émeutes de 2013, le musée de Mallawi a été pillé. Même si beaucoup des objets volés ont été retrouvés, la situation des tables stellaires du musée est inconnue à ce jour. Il faut continuer à numériser les tables stellaires égyptiennes. L'avenir des recherches sur l'astronomie de l'Égypte ancienne en dépend. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

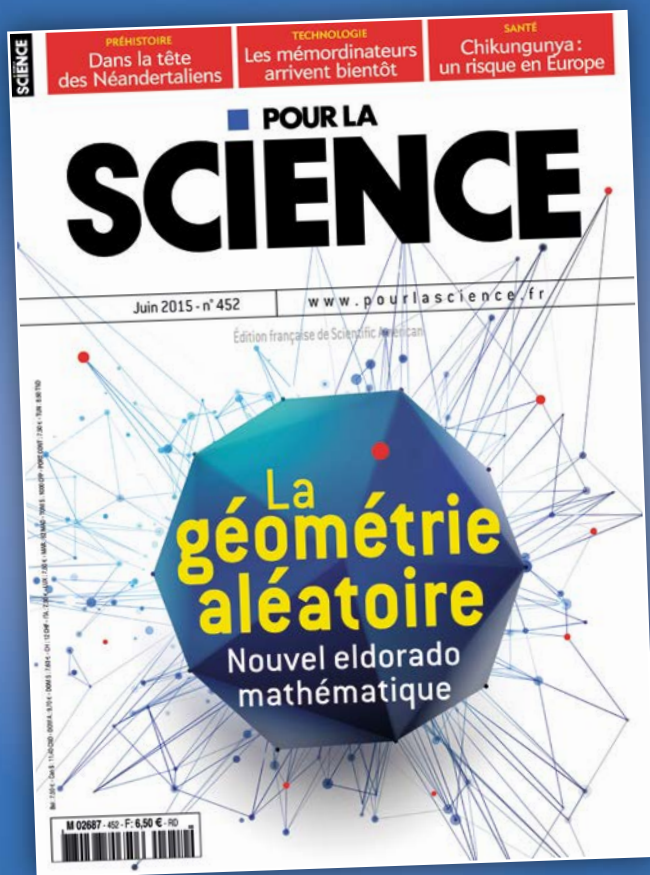
S. Ikram, *Cultural heritage in times of crisis : The view from Egypt*, *Journal of Eastern Mediterranean Archaeology and Heritage Studies*, vol. 1{4}, pp. 365-370, 2013.

S. Symons, *A star's year : The annual cycle in the ancient Egyptian sky*, *Calendars and Years : Astronomy and Time in the Ancient Near East*, J. M. Steele (dir.), Oxbow Books, 2007.

O. E. Neugebauer et R. A. Parker, *Egyptian Astronomical Texts*, III - *Decans, Planets, Constellations and Zodiacs*, Brown University Press, 1969.

OFFRE DÉCOUVERTE

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE



1 AN - 12 N^{os}
59€ **24% d'économie**

2 ANS - 24 N^{os}
110€ **29% d'économie**

3 ANS - 36 N^{os}
159€ **32% d'économie**

BULLETIN D'ABONNEMENT

POUR LA SCIENCE

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ **OUI, je m'abonne à Pour la Science :**

- ☐ **1 an • 12 numéros • 59€** au lieu de 78,50€ (D1A59E)
- ☐ **2 ans • 24 numéros • 110€** au lieu de 157€ (D2A110E)
- ☐ **3 ans • 36 numéros • 159€** au lieu de 235,50€ (D3A159E)

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Tél. : _____

Pour le suivi client (facultatif)

Mon e-mail pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscule). _____@_____

Grâce à votre email nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement. À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à pourlascience@abopress.fr

J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 30/04/16 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science.

Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Par carte bancaire

Numéro de carte _____

Date d'expiration _____

Clé _____

les 3 chiffres au dos de votre CB

Signature obligatoire



PAS462B



Vivre connecté, un atout pour l'animal

Lee Alan Dugatkin
et Matthew Hasenjager

Chez de nombreuses espèces animales, la survie et le succès des individus dépendent de la qualité et de l'intensité de leurs liens sociaux.

N

ous sommes une espèce foncièrement sociale. Les individus dont est constitué notre réseau social jouent un rôle capital dans notre vie. Qu'il s'agisse de membres de notre famille élargie, d'amis d'amis, de collègues ou de connaissances de leurs connaissances, tous influencent nos choix de lecture, nos opinions politiques, nos recherches d'emploi et nous fournissent en informations. Or des réseaux sociaux déterminent aussi la (sur) vie de nombreux animaux.

La complexité sociale des chimpanzés et des autres primates est connue depuis longtemps. Des recherches récentes ont mis en évidence des activités d'oiseaux, de dauphins et d'autres animaux, qui ne s'interprètent que dans un contexte social. Leur étude pourrait avoir des répercussions non seulement sur la préservation des autres espèces, mais aussi sur la compréhension de la nôtre.

En particulier, la recherche éthologique a rejoint la sociologie dans ses techniques d'analyse des réseaux sociaux, de sorte qu'elle influencera sans doute, voire orientera, les recherches que nous ferons sur nous-mêmes.

L'éthologie devenue une sociologie animale

Il a fallu du temps pour que les éthologues prennent conscience de l'importance des réseaux sociaux chez les animaux. Dans les années 1930, le pionnier de l'étude du comportement animal, l'Autrichien Konrad Lorenz, publiait ses célèbres recherches sur l'imprégnation chez les oies cendrées, c'est-à-dire sur l'attachement instinctif que ressent une oie venant de naître envers ceux qui prennent soin d'elle durant la phase initiale et critique de son développement. L'idée que la plupart des animaux seraient en quelque sorte des robots dont le comportement est programmé par les

L'ESSENTIEL

- De nombreux animaux évoluent au sein de réseaux complexes, qui déterminent leur comportement et celui de leur groupe.
- Ces réseaux animaux s'analysent par les mêmes techniques que celles qui ont été mises au point pour étudier les groupes humains.
- La structure du réseau auquel appartient un individu influe sur son succès reproductif, sur l'expérience dont il bénéficie et sur les risques de contracter une maladie infectieuse.
- Certains individus jouent un rôle clé dans le maintien du bien-être général d'une communauté animale.

gènes s'est ensuite imposée au point d'en devenir un dogme.

Très vite, cependant, les éthologues ont constaté que des facteurs extérieurs jouent aussi un rôle dans l'expression du génome. En plus de l'inné (ce qui est inscrit dans les gènes), l'acquis (l'expérience vécue) pilote le comportement animal. Belle formule, très complète... mais qui n'est pas très utile. En effet, les seules influences concevables sur le comportement animal ne peuvent résulter que de l'inné ou de l'acquis!

Pour dépasser le dogme du tout génétique, les chercheurs ont commencé à étudier la façon dont l'apprentissage par tâtonnements façonne le comportement animal. Les expériences menées en laboratoire ainsi que les observations faites dans la nature ont amené les éthologues à reconnaître aux animaux une intelligence bien plus grande que celle qu'on leur attribuait jusque-là. Ainsi, on sait aujourd'hui que les chimpanzés et les corbeaux fabriquent et emploient des outils; que les perroquets résolvent des problèmes de logique; que les éléphants détruisent les clôtures électriques en les couvrant de blocs de pierre...

C'est en étudiant cette évidente intelligence animale que les chercheurs ont remarqué que certains animaux sociaux apprennent par imitation; et qu'il arrive qu'un individu particulier du groupe se sache observé par d'autres en quête d'information.

Comme le savent bien les physiiciens, au-delà de deux corps, décrire des interactions multiples devient ardu. Sans doute est-ce pourquoi les premières tentatives d'étude des interactions au sein d'un groupe animal ont été resserrées sur deux ou trois individus. De multiples travaux ont porté sur la tendance de tel ou tel animal à imiter la stratégie d'accouplement d'un congénère ou à observer de près les qualités combattives d'un adversaire potentiel, sur les tactiques employées par les tricheurs pour voler de la nourriture aux individus plus habiles qu'eux...

Mais plus les éthologues étudiaient ce type de comportements, plus ils comprenaient que les relations au sein d'un sous-groupe ne représentent qu'une petite partie du réseau des interactions au sein d'un groupe.

■ LES AUTEURS



Lee Alan DUGATKIN est professeur de biologie à l'université de Louisville, dans le Kentucky aux États-Unis.



Matthew HASENJAGER est doctorant dans le laboratoire de Lee Alan Dugatkin, sa thèse portant sur les réseaux sociaux animaux.

Pour mieux appréhender la vie sociale animale, il fallait donc admettre que, comme les hommes, de nombreux animaux sont intégrés au sein de réseaux sociaux complexes, où chacun est lié à chacun.

Ce nouveau paradigme a commencé à se répandre il y a une quinzaine d'années, lorsque les éthologues se sont mis à adapter librement les méthodes mises au point par les sociologues pour analyser les réseaux sociaux humains, qu'ils soient professionnels, de voisinage ou encore virtuels, tels Facebook et Twitter.

Une grande variété de réseaux

Dans le monde animal, les réseaux sociaux vont de l'association de quelques individus – un petit banc de poissons par exemple – à des interactions hautement complexes, comme chez les babouins, où les individus sont partie prenante de systèmes compliqués d'affiliations – accouplement, toilettage, hiérarchie... –, qui ont une influence directe ou indirecte sur chaque membre du groupe. L'étude d'un réseau social est par ailleurs compliquée par le fait qu'il change souvent en fonction des déplacements de ses membres, de leur santé, de leurs échanges et des expériences qu'ils font.

Dans les sociétés animales, qu'elles soient simples ou complexes, les interactions des individus ont un impact significatif sur la survie et la reproduction. La pertinence des informations échangées à propos des ressources alimentaires, des prédateurs, des partenaires sexuels, etc., et la vitesse à laquelle elles circulent au sein du groupe en dépendent. Les réponses à des questions telles que : Qui joue avec qui ? Qui se bat avec qui ? Qui aide qui ? en dépendent aussi. Par ailleurs, la structure du réseau influe sur la santé de ses membres, puisque pathogènes et parasites se propagent directement ou indirectement d'un individu à l'autre.

Les éthologues ont identifié plusieurs caractéristiques des réseaux animaux : la présence d'individus « clés de voûte », dont les relations sont assez nombreuses pour que leurs interruptions perturbent l'ensemble du réseau ; les nœuds (en fait

Dans les sociétés animales, les interactions
des individus ont un impact significatif sur la survie et la reproduction



UN RÉSEAU SOCIAL ÉTENDU avantage fortement l'individu qui l'a établi. C'est le cas par exemple pour les mâles des manakins fastueux

[ci-dessus à gauche] ou encore chez les macaques, où le toilettage joue un rôle social considérable [ci-dessus].

tous les individus appartenant au réseau); la densité du réseau, c'est-à-dire le rapport entre le nombre réel de liens et le nombre de liens possibles; la cohésion, c'est-à-dire le nombre moyen de liens qu'a un individu avec les autres; l'étendue du réseau, c'est-à-dire le nombre d'amis d'amis d'un individu; et enfin la centralité d'un individu donné, c'est-à-dire le pourcentage de liens sociaux qui incluent cet individu. Donnons un exemple qui illustre cette dernière notion: la centralité d'un Français est généralement faible à l'échelle de la France, mais celle de leur président est proche de 100% puisque les citoyens lui sont tous reliés par l'intermédiaire de leurs députés...

Afin d'appréhender l'impact des réseaux sociaux animaux sur la nature et la façon dont ils déterminent le comportement des membres d'une espèce sociale, examinons de plus près les vies pas si privées de trois espèces: des macaques, des passereaux d'Amérique centrale et des dauphins.

Les macaques à queue de cochon (*Macaca nemestrina*) créent de multiples réseaux dont les membres sont par exemple des partenaires de jeu ou de toilettage. Ces réseaux varient en taille, et tel ou tel singe peut avoir des partenaires favoris différents dans ses différents cercles. Il pourra aussi jouer un rôle plus important dans un réseau que dans un autre. Toutefois, tous les réseaux de macaques ont en commun de fonctionner sous la surveillance de quelques faiseurs de paix. Ces individus, qui sont issus des plus hauts rangs de la hiérarchie des mâles, forment une sorte de « police macaque ». Ils investissent du temps et de l'énergie

à maintenir la paix en interrompant les bagarres entre les membres de leurs réseaux sociaux.

Au début des années 2000, Jessica Flack, de l'institut Santa Fe, et ses collègues – dont le célèbre primatologue Frans de Waal – ont étudié la mission de la police macaque au sein d'un groupe de 84 macaques du centre de recherche national Yerkes, à Atlanta en Géorgie. Ils se sont inspirés pour ce faire de la méthode de l'invalidation génique, qui consiste à désactiver un gène afin d'observer les conséquences de son absence. L'équipe de Jessica Flack a procédé de façon analogue: elle a soustrait trois des policiers mâles du groupe, puis a observé les effets de cette absence.

La police macaque favorise la paix et le toilettage

La perte d'un nœud du réseau a peu d'incidence sur son fonctionnement, sauf si ce nœud joue un rôle central. L'absence des représentants de l'ordre a conduit à une recrudescence des agressions entre macaques et à une diminution des démarches de réconciliation qui suivent le plus souvent les bagarres. Les chercheurs s'y attendaient, mais ils ont été surpris de constater que l'absence de policiers a entraîné la réorganisation des réseaux de jeu ou de toilettage.

En particulier, ils ont constaté que les macaques jouent et se toilettent moins souvent en l'absence de policiers. Il s'avère aussi que le degré de cohésion de leurs réseaux de jeux et de toilettage diminue

ostensiblement, ainsi que l'étendue des réseaux des singes qui y participent. La cohésion de la société macaque dans son ensemble s'est aussi affaiblie: le groupe s'est divisé en sous-groupes plus cohérents, certes, mais où l'on interagit moins avec les individus extérieurs au sous-groupe. Ces observations ont conduit Jessica Flack et ses collègues à postuler que la présence d'une police macaque rend le réseau social de ces singes plus dense et plus sain, et incite ses membres à avoir davantage de contacts plus amicaux.

Ce type d'expérience met en évidence l'influence bénéfique de certains individus sur la structure du réseau social. Il suggère qu'une meilleure compréhension des sociétés animales sera utile en biologie de la conservation. Prenons l'exemple des orques (*Orcinus orca*). Au sein de cette espèce, ce sont de petits groupes de jeunes femelles ou de jeunes femelles isolées qui transmettent l'information relative à la quête de nourriture et à divers aspects de la vie marine. Toute activité humaine perturbant ces individus clés ou la circulation de l'information au sein du groupe d'orques – chasse, pollution marine, barrières entravant les déplacements, etc. – peut fortement désorganiser le groupe d'orques et réduire ses chances de survie. *A minima*, une meilleure compréhension de ce type de processus devrait inspirer les politiques de conservation mises en place pour réduire l'impact humain sur les orques.

Les populations d'oiseaux entretenant des réseaux sociaux ont aussi été l'objet d'observations. L'une des espèces étudiées est le manakin fastueux (*Chiroxiphia linearis*), un passereau d'Amérique centrale dont les

QUAND DAUPHINS ET HUMAINS S'ALLIENT POUR MIEUX PÊCHER

Dans la région de Laguna, au sud du Brésil, certains individus d'une population de dauphins s'allient aux petits pêcheurs locaux afin d'attraper des mulets.

La population de dauphins se répartit en trois groupes, qui ont des « cultures » différentes. Dans le premier (en vert), les dauphins ont appris à coopérer intensément entre eux (*traits reliant les individus*) et avec les pêcheurs (*cercles*). Quant aux membres du groupe 2 (en

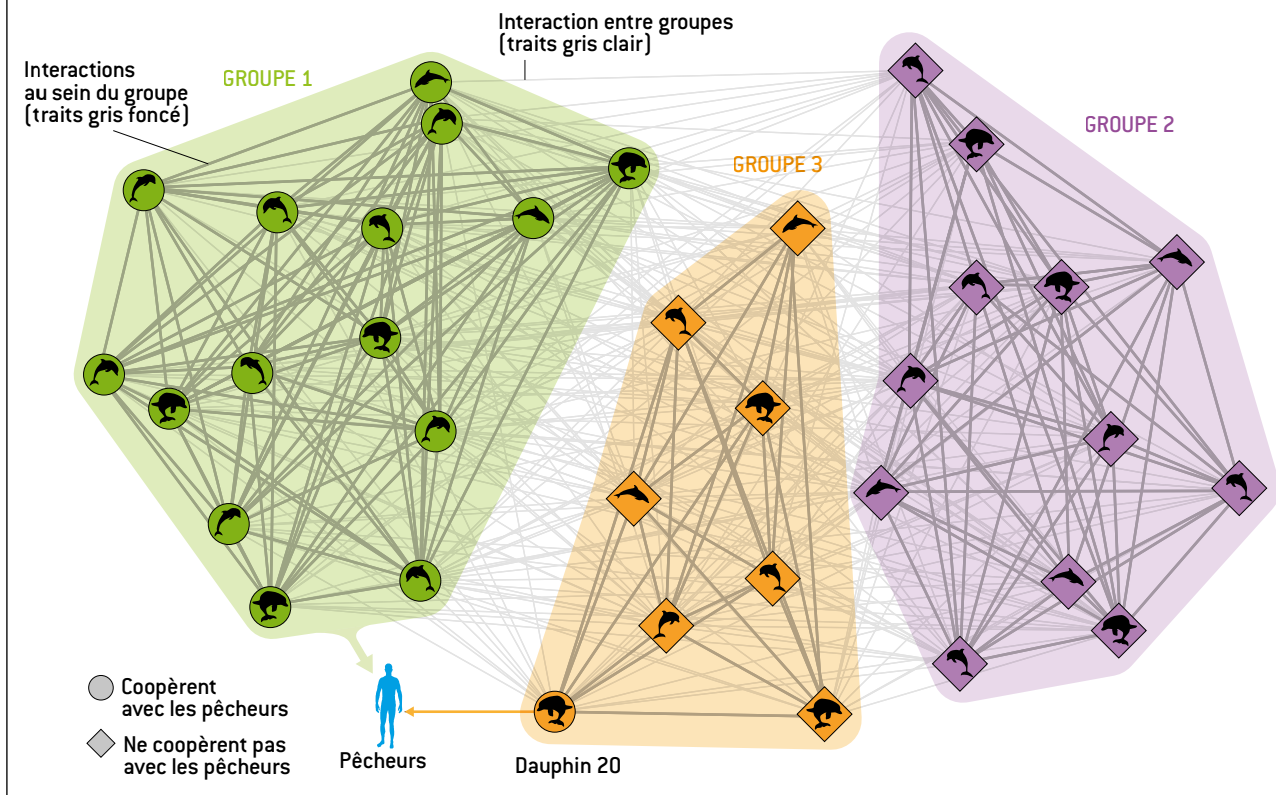
mauve), ils interagissent moins (*carrés*) en comparaison avec les membres du groupe 1, et ils n'ont aucun contact avec les pêcheurs.

Les dauphins du groupe 3 (en orange) ne s'intéressent pas non plus aux pêcheurs, à l'exception d'un seul, le dauphin

numéroté 20 (*cercle orange*). Ce dernier est capable d'aider les pêcheurs et il entretient aussi les relations entre son groupe et le groupe 1 qui coopère intensément avec les pêcheurs. Il est possible qu'il soit en train d'apprendre aux membres de son groupe à collaborer avec les pêcheurs.

Comme l'eau de la lagune est trouble, localiser les bancs de mulets dans l'eau est

difficile pour les pêcheurs ; la tâche est plus facile pour les dauphins, grâce à leur système d'écholocalisation. Par ailleurs, l'affolement des mulets provoqué par la chute des filets sur l'eau facilite la capture des poissons par les dauphins. Ainsi, la collaboration entre dauphins et humains augmente la quantité de mulets capturés par chacune des deux espèces.



D'après F. G. Daura-Jorge et al., *Biology Letters*, vol. 8(5), 23 oct. 2012; graphique de Jen Christiansen

mâles sont particulièrement beaux : ornés de plumes dorsales indigo, ils portent une sorte de casquette rouge vif et arborent une longue et étroite queue. Si vous voyez un jour une paire de mâles perchés sur une branche, vous assisterez à tout un spectacle de chant et de danse. Pendant la saison des amours, les femelles manakins observent ces spectacles et jaugent la qualité des performances afin de se choisir un partenaire. Dès lors, la possibilité d'entrer en représentation sur un perchoir est vitale pour les mâles. La compétition pour faire partie d'un duo est donc rude, voire agressive.

David McDonald, de l'université du Wyoming, a passé plus de dix ans au Costa Rica à observer ces oiseaux. Il a consacré 9 288 heures au total à décrypter leurs réseaux sociaux. Il a ainsi découvert que les mâles ayant eu dans leur jeune âge le plus grand nombre de relations sociales sont aussi les plus susceptibles de parvenir à obtenir une place de perchoir afin de se donner en spectacle lors des « karaokés » de leur espèce.

Comme dans tout combat dansé, le manège des manakins est compliqué. *Grosso modo*, il se déroule ainsi : huit à quinze mâles séjournent dans une « zone de perchoirs »,

où se trouvent plusieurs des branches sur lesquelles les oiseaux paraded. Hors de la saison des amours, qui s'étend de fin février à début septembre, tout oiseau mâle faisant partie du groupe aura le droit de venir chanter et danser sur un perchoir, mais à condition qu'il n'y ait aucune femelle dans les environs. Si, en revanche, des femelles sont présentes, seuls les mâles dominants – les mâles alpha et bêta – peuvent entrer en représentation. Le duo d'artistes donnant spectacle pendant la saison des amours est en quelque sorte formé de videurs qui rejettent violemment tout mâle concurrent hors de la boîte de nuit !

Dans une zone de perchoir, le mâle alpha remporte presque tous les accouplements. Le mâle bêta a, lui, le privilège de pouvoir lui succéder à sa mort, accédant ainsi à la première place tant convoitée. Ce système avantage énormément les mâles alpha et bêta, à qui il confère un monopole sexuel quasi exclusif.

Quand les jeunes oiseaux ont entre un et six ans d'âge, ils passent souvent d'une zone de perchoirs à l'autre, créant ainsi des liens avec beaucoup d'autres mâles. L'âge moyen le plus propice à la reproduction est de dix ans, ce qui signifie que tout mâle a largement eu le temps, auparavant, d'établir un réseau social étendu. Au cours de ses presque 10 000 heures d'observation sur le terrain, David McDonald a cherché à savoir quels étaient les mâles qui avaient entretenu des liens pendant dix années de suite. Chaque année, il a donc collecté les données nécessaires pour cartographier les réseaux sociaux du manakin fastueux, afin d'identifier quels mâles accèdent à la scène de spectacle.

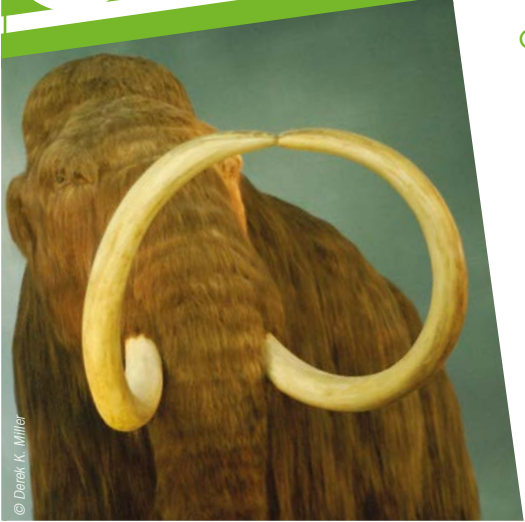
Les données recueillies décrivent à la fois les liens directs et les liens indirects d'un individu (« Je ne connais pas Bernard personnellement, mais je connais Julien, qui connaît Sébastien, lequel connaît Bernard »). David McDonald parvint ainsi à la conclusion que le secret du succès des mâles réside dans leur degré de centralité : ceux qui ont acquis un haut degré sont plus susceptibles de s'élever dans la hiérarchie de la reproduction que ceux qui sont moins connectés. Ce sont eux qui atteignent parfois le statut d'alpha et de bêta et accèdent ainsi à un perchoir pendant la saison reproductive.

À ce stade, soulignons que les recherches de ce type visent avant tout à identifier des structures de réseau dans l'espoir de pouvoir les associer à un type de comportement observé. On y suppose donc qu'il existe un lien causal entre la structure d'un réseau social et le comportement individuel. Mais cela reste à prouver. Il se pourrait que les mâles alpha et bêta acquièrent leur situation non pas grâce à leurs connexions, mais plutôt grâce à des traits individuels.

Comme nous l'avons mentionné, de nombreux outils de la théorie des réseaux émanent des sciences sociales. Il n'est donc pas surprenant que, parmi les premiers sujets d'analyse détaillée de réseaux sociaux animaux, figurent ceux des grands dauphins (*Tursiops truncatus*). On sait en effet depuis des années que ces mammifères marins dotés d'un gros cerveau sont intelligents et très sociaux, comme nous, du moins dans nos bons jours...

Un long suivi de grands dauphins

À la fin des années 1990, le jeune Dijonnais David Lusseau s'est passionné pour les grands dauphins évoluant dans les eaux du magnifique fjord de Doubtful Sound, au sud de la Nouvelle-Zélande. L'endroit est à plus de 320 kilomètres à l'ouest de l'université d'Otago, où le jeune doctorant travaillait à sa thèse. Pendant sept ans, David Lusseau a étudié ces superbes mammifères marins. Il les a photographiés, ce qui lui a permis d'identifier méthodiquement les



© Derek K. Miller

Palais DÉCOUVERTE

les conférences

Au Palais de la découverte Entrée libre dans la limite des places disponibles

cycle
À quoi rêvent les scientifiques ?
Les jeudis à 19h

31 mars
L'intelligence artificielle, enfin à notre portée ?
 Avec Jean-Paul Delahaye, informaticien.

7 avril
Prévoir les tempêtes solaires pour éviter le black-out
 Avec Mathieu Barthelemy, astrophysicien.

14 avril
Ressusciter les mammoth, pour quoi faire ?
 Avec Régis Debruyne, paléogénéticien.

programme complet sur palais-decouverte.fr

Avec le soutien de **SCIENCE**

marques naturelles caractérisant chacun des 64 dauphins de Doubtful Sound et de bien les suivre.

Après avoir observé plus de 1000 sous-groupes de différentes tailles, représentant des sous-ensembles de ces 64 individus, il en a déduit qu'un vaste réseau social reliait presque tous les dauphins. Il a découvert que les membres du groupe préféraient nettement la compagnie de certains individus, mais il en ignorait la raison. À quoi sert ce réseau et quel type d'informations ou d'avantages en retirent ses membres ?

Afin de pousser plus loin ses investigations, David Lusseau, qui enseigne aujourd'hui à l'université d'Aberdeen en Écosse, a joint ses efforts à ceux de Paulo Simões-Lopes, du laboratoire d'étude des mammifères marins de l'université fédérale de Santa Catarina, au Brésil. Ensemble, les deux éthologues ont étudié une population de 55 grands dauphins qui a développé une extraordinaire collaboration avec des pêcheurs.

Chaque printemps, entre avril et juin, des habitants de la région de Laguna, ville située sur le littoral de l'État de Santa Catarina, pêchent à l'épervier, c'est-à-dire qu'ils lancent à la main des filets circulaires sur l'eau pour attraper les poissons de passage. À Laguna, il s'agit de capturer des mulets (*Mugil platanus*) qui remontent par bancs entiers depuis les fraîches eaux argentines.

Or depuis quelques années, ils bénéficient régulièrement de l'aide de certains des grands dauphins de la lagune. Ces individus poussent les bancs de mulets en direction des pêcheurs, puis, au moment opportun, frappent l'eau d'un coup de tête ou de queue. Ces gestes indiquent aux pêcheurs où jeter le filet, et affolent les mulets : les dauphins en profitent pour en attraper. Ainsi, pêcheurs et dauphins capturent plus de poissons qu'ils ne l'auraient fait sans coopération.

Le groupe de dauphins qui coopère avec les pêcheurs est le plus lié

S'appuyant sur l'expérience néozélandaise de David Lusseau avec les dauphins, les chercheurs ont travaillé à analyser le réseau social à l'origine de ce comportement. Entre 2007 et 2009, ils ont parcouru la lagune munis de photographies des dauphins afin d'identifier ceux qui nagent ensemble. Ils sont ainsi parvenus à suivre 35 des 55 individus de la population. Bien qu'incomplet, cet ensemble de données a clairement montré l'existence d'un réseau social structuré.

Une analyse statistique a révélé que les dauphins de Laguna se répartissent en trois groupes au sein desquels les individus passent la majeure partie de leur temps.

Bien que les dauphins entretiennent des liens ténus avec les membres des autres groupes, ils nagent et interagissent surtout au sein de leur propre groupe. Le tissu d'étroites relations établi y facilite la communication.

Quinze dauphins constituent le groupe 1, dont tous les membres coopèrent avec les pêcheurs. Les chercheurs ont constaté qu'ils sont très connectés : ils interagissent les uns avec les autres tout au long de l'année, notamment pendant la pêche automnale au mulet. La circulation de l'information est donc bonne dans leur groupe, qui tire aussi profit de ses liens avec les pêcheurs.

En revanche, dans le groupe 2, aucun dauphin ne coopère avec les pêcheurs. Bien que les membres de ce groupe aient souvent été vus ensemble pendant la saison de pêche ou en dehors de celle-ci, leurs relations sociales sont plus distendues qu'au sein du groupe 1.

Parmi les 8 dauphins du groupe 3, 7 n'ont jamais coopéré avec les pêcheurs. Un seul – le dauphin numéroté 20 – l'a fait. Cet individu est aussi celui qui, de tous les dauphins de la lagune, a passé le plus de temps à interagir avec les membres des autres groupes. Ainsi, le dauphin 20 a établi un lien entre son groupe et le groupe 1, celui qui coopère avec les pêcheurs (voir l'encadré page 68). Ces observations suggèrent que le réseau très connecté du



LES GRANDS DAUPHINS
sont des animaux grégaires capables
de beaucoup de coopération,
y compris avec l'homme quand
un bénéfice mutuel existe.

© Shutterstock.com/Joost van Uffelen

Le meilleur ami de l'homme est, comme lui, un animal en réseau

La plus belle application des réseaux sociaux se trouve dans la domestication du chien. Son ancêtre, le loup, est un chasseur coopératif de gros gibier et l'homme préhistorique aussi. En créant le chien, nous avons associé deux réseaux sociaux qui se trouvaient déjà au faite de la socialité dans le monde vivant.

L'étude éthologique du chien montre qu'il est en réalité un loup demeuré immature : en sélectionnant les louveteaux puis les chiots, l'homme a obtenu un animal qui obéit à son maître toute sa vie, alors que le jeune loup n'obéit au meneur de la meute que tant qu'il n'est pas adulte.

L'homme est parvenu à cette transformation du loup il y a 30 000 (ordre de grandeur des premiers fossiles de chien) à 50 000 ans. Il est donc clair que le loup est, de loin, le premier animal à avoir été domestiqué.

Les premiers loups qui ont donné le chien étaient-ils des loups commensaux qui suivaient l'homme préhistorique et se nourrissaient de ses restes de chasse, ou plutôt des louveteaux capturés par les chasseurs à la tanière avant

qu'ils ouvrent les yeux ? Je penche pour la deuxième solution, qui implique une plus grande intimité avec l'animal : il s'intègre automatiquement au clan humain de par le phénomène d'imprégnation sociale, bien connu en éthologie et qui explique les photos du célèbre cofondateur de l'éthologie Konrad Lorenz (1903-1989) suivi de ses oies. Les vertébrés qui vivent en groupe social permanent ne connaissent pas leur espèce d'une manière innée et les jeunes considèrent comme leurs parents les êtres vivants qu'ils voient en premier. Dans la nature, c'est leur espèce, mais il est facile de se substituer à elle et de se les attacher.

Ainsi, le chien est bien un loup « dénaturé », en ce sens que la domestication en a fait un éternel adolescent, facile à

soumettre et à intégrer dans le réseau des interactions d'un groupe humain. Une fois élevé, il y travaillera comme chacun, devenant gardien, guide, guerrier, compagnon, etc.

Cette utilité considérable des chiens est bien ce qui explique leur intégration aux clans d'hommes préhistoriques. L'aide à la chasse est sans doute le plus ancien des services rendus par le loup imprégné à l'homme. Étant donné son ouïe fine et son flair bien supérieur à celui des hommes, un loup intégré à un groupe humain augmentait aussi considérablement sa sécurité, lui évitant d'être surpris par un prédateur ou une bande rivale.

Il devait même, et c'est une découverte que j'ai faite involontairement en élevant une louve, s'engager spontanément pour défendre ce qu'il considérait comme sa horde. Vous pouvez voir sur le site qui porte mon nom en un seul mot une vidéo de notre louve devenue adulte, où elle « sauve » mon épouse qui se baigne en rivière et la ramène sur la berge plusieurs fois de suite !

J'ai aussi pu observer un loup imprégné à l'homme qui défendait son maître contre l'attaque simulée par une tierce personne.

Ainsi, il semble bien que ce soit la tendance instinctive à l'entraide de *Canis lupus* (le loup) qui ait induit sa capacité à « aider » l'homme et, partant, la grande capacité des chiens actuels à travailler pour nous autres humains.

Afin de mieux comprendre ce phénomène familier au point que nous ne voyons plus à quel point le chien est spectaculaire, il importe d'étudier de près l'entraide entre loups. Pour le moment, cela n'a pas été fait ; on n'a pas encore observé dans la nature des cas d'entraide, hormis les séances de chasse collective durant lesquelles les loups agissent en équipe. Gageons que cela ne va pas tarder, de sorte que nous en saurons bientôt plus sur un altruisme animal si puissant qu'il a été capable de passer la barrière des espèces !

– Pierre Jouventin
Directeur de recherche
émérite au CNRS

groupe 1 rend ses membres capables de résoudre un problème qu'ils n'auraient jamais surmonté seuls : communiquer avec des membres d'une autre espèce !

Un dauphin enseignant ?

Paulo Simões-Lopes et David Lusseau ne savent pas encore si des dauphins du groupe 1 – peut-être les plus vieux et les plus expérimentés – enseignent aux autres comment coopérer avec les pêcheurs. Sachant que l'apprentissage de comportements alimentaires complexes existe chez les dauphins, il est vraisemblable qu'il peut s'étendre à une coopération avec des humains. De telles traditions apprises socialement sont à la base de la culture animale et les réseaux sociaux en facilitent grandement la diffusion.

■ BIBLIOGRAPHIE

A. J. Edelman et D. B. McDonald, **Structure of male cooperation networks at long-tailed manakin leks**, *Animal Behavior*, vol. 97, pp. 125-133, 2014.

F. G. Daura-Jorge et al., **The structure of a bottlenose dolphin society is coupled to a unique foraging cooperation with artisanal fishermen**, *Biology Letters*, vol. 8(5), pp. 702-705, 2012.

J. C. Flack et al., **Policing stabilizes construction of social niches in Primates**, *Nature*, vol. 439, pp. 426-429, 2006.

Notre attitude à l'égard des animaux a beaucoup évolué depuis l'époque où l'on considérait nos « amis les bêtes » seulement comme des robots ou des automates ne faisant qu'exécuter un programme génétique. On sait aujourd'hui que beaucoup d'animaux sont plus intelligents, plus flexibles dans leur comportement et bien plus capables d'apprentissage qu'on ne le pensait dans le passé.

Selon nous, l'étude des réseaux animaux et un partage accru de ses résultats feront encore évoluer notre regard. Loin d'être des automates programmés, de très nombreux animaux passent leur vie au sein de milieux sociaux complexes, où les interactions directes et indirectes avec les autres produisent de denses réseaux de relations, qui déterminent la survie et la réussite de chacun. Comme pour nous ! ■

ÉMILE DUCLAUX

physicien, pastorien et dreyfusard

Christine Moissinac

Dans le sillage de Pasteur, un jeune Auvergnat, physicien et chimiste, devient à la fin du XIX^e siècle un pilier de la microbiologie naissante. Fort de son autorité en sciences, il s'implique en tant que citoyen pour défendre la vérité, la justice, l'accès au savoir et l'hygiène sociale.

L'ESSENTIEL

- Élève de Louis Pasteur à l'École normale supérieure, Émile Duclaux devient l'un de ses plus proches collaborateurs.
- Avec Pasteur, il se prend de passion pour l'étude des microbes – la toute nouvelle microbiologie – et fonde l'institut Pasteur.
- Reconnu et apprécié de ses pairs, il s'engage publiquement pour défendre les droits de l'homme et une hygiène sociale fondée sur la prévention et l'éducation.

Je reste intellectuel. Ainsi se termine le manifeste publié par Émile Duclaux en réponse à une attaque violente du journaliste Ferdinand Brunetière, parue le 15 mars 1898 dans la très antidreyfusarde *Revue des deux Mondes*. Le journaliste y accuse savants, linguistes, juristes et autres gens de laboratoire ou de plume de s'immiscer dans des débats politiques sans en avoir la compétence. Le 19 mars, Duclaux signe dans le quotidien dreyfusard *Le Siècle* un vibrant plaidoyer pour leur défense, rappelant leur rôle de veilleurs, chacun des membres de la société civile ayant le droit de s'engager en conscience et de prendre part aux débats qui l'agitent. Il en profite pour donner une leçon de méthode, de vérité et de démocratie à celui qui accuse les intellectuels d'inciter à l'individualisme personnel et au désordre social.

Rien jusque-là ne laissait penser que Duclaux s'impliquerait dans des questions de politique et de société. Physicien et chimiste auvergnat dans l'ombre de Louis Pasteur, Duclaux avait pour seule ambition, comme lui, de servir la science et son pays, les honneurs ne l'intéressant que s'ils pouvaient faciliter le travail de son équipe. Mais si l'on creuse son histoire, on s'aperçoit que l'homme fut bien plus que le fidèle disciple de Pasteur, et que toute sa vie, le savant et le citoyen n'ont jamais été très éloignés l'un de l'autre.

Accueillie avec enthousiasme dans les milieux dreyfusards et spécialement par l'élite scientifique, la prise de position de Duclaux en mars 1898 le fait