



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

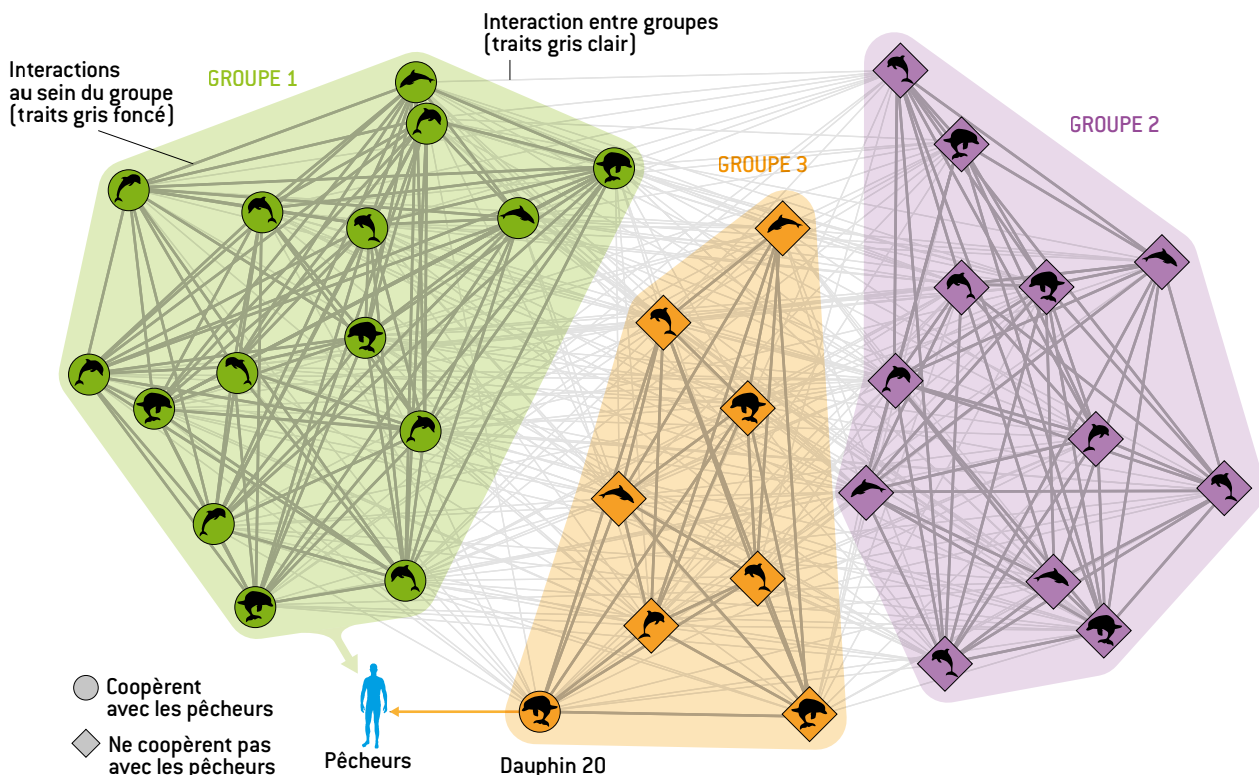
mauve), ils interagissent moins (*carrés*) en comparaison avec les membres du groupe 1, et ils n'ont aucun contact avec les pêcheurs.

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.

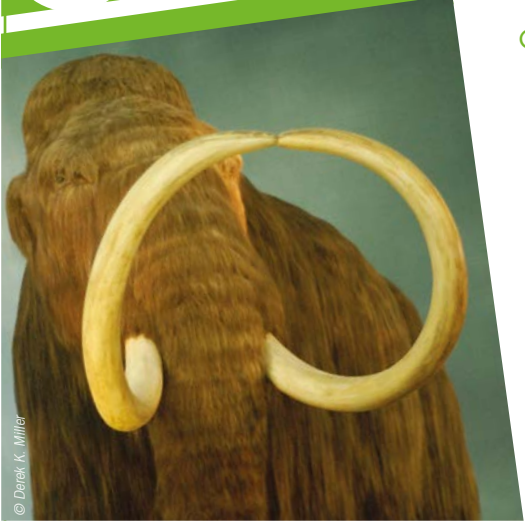
Les données recueillies décrivent à la fois les liens directs et les liens indirects d'un individu (« Je ne connais pas Bernard personnellement, mais je connais Julien, qui connaît Sébastien, lequel connaît Bernard »). David McDonald parvint ainsi à la conclusion que le secret du succès des mâles réside 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 ! ■