

Le plus gros des cerveaux terrestres

La complexité sociale d'une espèce est corrélée à ses capacités cognitives et à la taille du cerveau – même si des exceptions existent.

Cette taille est élevée chez les éléphants, qui ont le cerveau le plus massif de tous les animaux terrestres : celui de l'éléphant d'Afrique atteint 6,5 kilogrammes (contre 1,5 kilogramme chez

l'homme). Même rapporté à la taille du corps, le cerveau des éléphants reste gros. Leur quotient d'encéphalisation (qui caractérise le poids du cerveau comparativement à ce qu'on attendrait pour un animal de

cette taille, la valeur 1 signifiant que le cerveau de l'animal a le poids attendu) varie entre 1,3 et 2,3, valeurs comparables à celles des grands singes. En revanche, il n'atteint pas les valeurs extrêmes (autour de 6) mesurées chez les humains et les dauphins.

Le quotient d'encéphalisation

n'indique pas directement le degré d'intelligence, mais il renseigne sur la quantité d'énergie dévolue aux processus cognitifs chez une espèce donnée – l'activité cérébrale étant coûteuse du point de vue métabolique. Ces processus consomment donc une part notable des ressources énergétiques des éléphants.

membres de leur groupe familial, qui comprend jusqu'à 17 femelles adultes et leur progéniture (un maximum d'une trentaine de membres au total), uniquement à partir de leur urine.

Pour créer et maintenir des liens sociaux au sein de leurs vastes réseaux, les éléphants communiquent par des signaux visuels, chimiques et auditifs. Peu d'études se sont penchées sur les signaux visuels, sans doute parce qu'ils sont moins importants que les autres. Cependant, nous avons montré en 2013 que les éléphants en captivité comprennent spontanément le geste d'un humain qui pointe un objet du doigt, un des signaux les plus élémentaires que nous utilisons pour rediriger l'attention des autres : quand l'animal est confronté à deux

seaux et que l'expérimentateur pointe l'un d'eux, il se dirige plus souvent vers ce dernier pour y chercher de la nourriture. On ignore si les éléphants pointent des objets de la trompe entre eux, mais le fait qu'ils comprennent qu'un geste humain est un signal visant à communiquer suggère que dans la nature, ils peuvent aussi interpréter de la sorte les mouvements des autres.

D'autres signaux visuels sont d'ailleurs connus. Ainsi, les éléphants secouent la tête pour exprimer l'irritation ou l'impatience, voire pour effrayer un prédateur, un adversaire ou un voisin inopportun, tel qu'une voiture roulant trop près d'eux. Autre exemple : un éléphant qui veut donner

le signal du départ se place au bord du groupe, face à la direction dans laquelle il souhaite aller, et attend là en grondant.

La plupart des recherches sur la communication des éléphants portent sur les signaux vocaux, qui comprennent une large gamme de sons : grondements doux, cris, hurlements assourdissants. Les grondements semblent transmettre de nombreuses informations sociales. Ils expriment par exemple l'état émotionnel et l'identité de leur émetteur, comme l'ont montré en 2005

Des éléphants auraient mémorisé les cris de contact d'une centaine de femelles, appartenant à 14 familles.

Joseph Soltis, du programme de recherche sur les animaux chez Disney, et ses collègues. Dans la nature, les éléphants peuvent également identifier leurs connaissances *via* leurs vocalisations.

En 2000, K. McComb et ses collègues ont publié une étude sur les cris dits de contact – qui servent à maintenir le contact avec des compagnons hors de vue – des éléphants d'Afrique. Ces cris sont émis dans le domaine des infrasons, c'est-à-dire que leur fréquence est inférieure à 20 hertz et inaudible pour l'homme. Les chercheurs ont diffusé des enregistrements de cris de contact émis tantôt par des éléphants quelconques, tantôt par les femelles de la famille proche et du groupe de liaison.

Dans ce dernier cas, les animaux se sont approchés du haut-parleur et ont lancé leurs propres cris de contact. Les éléphants auraient ainsi mémorisé les cris de contact d'une centaine de femelles, appartenant à 14 familles.

Comme dans la reconnaissance des prédateurs, l'expérience compte : les groupes familiaux dont la matriarche est âgée distinguent mieux, sur la base de leurs cris de contact, les individus qu'ils rencontrent régulièrement de ceux qu'ils n'ont jamais croisés. La survie de l'ensemble du groupe dépend des connaissances sociales de sa matriarche. Ainsi, des rapports de dominance existent entre les groupes et quand des éléphants s'abreuvent à un point d'eau ou se reposent à l'ombre, il est plus prudent pour eux de libérer la place à l'arrivée d'un groupe dominant.

En 2013, Graeme Shannon, de l'Université du Sussex, au Royaume-Uni, et ses collègues ont montré que les éléphants peinent à s'orienter dans leur complexe organisation sociale quand ils ont été déplacés ou séparés de membres de leur famille suite à des opérations d'abattage, même quand celles-ci ont été réalisées des décennies auparavant. De telles opérations, qui constituent une méthode controversée de gestion des populations d'éléphants, ont été menées à grande échelle en Afrique australe, dans les années 1980 et 1990. La mort d'un éléphant peut ainsi influencer sur la survie de tout le groupe, en particulier s'il est âgé et doté d'importantes connaissances sociales.

Les recherches récentes renvoient donc l'image de géants sensibles, très sociaux, chez qui la coopération, la communication et l'entraide sont fondamentales. Sans nier les problèmes complexes posés par le partage du territoire avec les éléphants, nous devons prendre des engagements forts pour la préservation de cette espèce : interdiction du commerce de l'ivoire, campagnes de lutte contre le braconnage, études sur la prévention des conflits entre les hommes et les animaux... Cette conservation est particulièrement difficile, notamment en raison des effets à long terme des campagnes d'abattage sur les membres survivants des familles ou des clans. On doit donc garder à l'esprit que l'unité familiale des éléphants est centrale et que la survie du groupe tout entier dépend de son intégrité. ■



CHAQUE MOIS



CHAQUE TRIMESTRE



+ **L'APPLICATION**
pour smartphone
et tablette, téléchargeable
sur Appstore et Google Play

+ **LES VERSIONS NUMÉRIQUES**
téléchargeables en PDF
ou à lire en ligne sur le site

+ **18 ANS D'ARCHIVES ET DES CONTENUS INÉDITS** sur le site

POUR LA SCIENCE

LA PRESSE SCIENTIFIQUE DE RÉFÉRENCE

WWW.POURLASCIENCE.FR • WWW.CERVEAUETPSYCHO.FR

Cerveau & Psycho



TOUS LES 2 MOIS



CHAQUE TRIMESTRE



+ **L'APPLICATION**
pour smartphone
et tablette, téléchargeable
sur Appstore et Google Play

+ **LES VERSIONS NUMÉRIQUES**
téléchargeables en PDF
ou à lire en ligne sur le site

+ **10 ANS D'ARCHIVES ET DES CONTENUS INÉDITS** sur le site

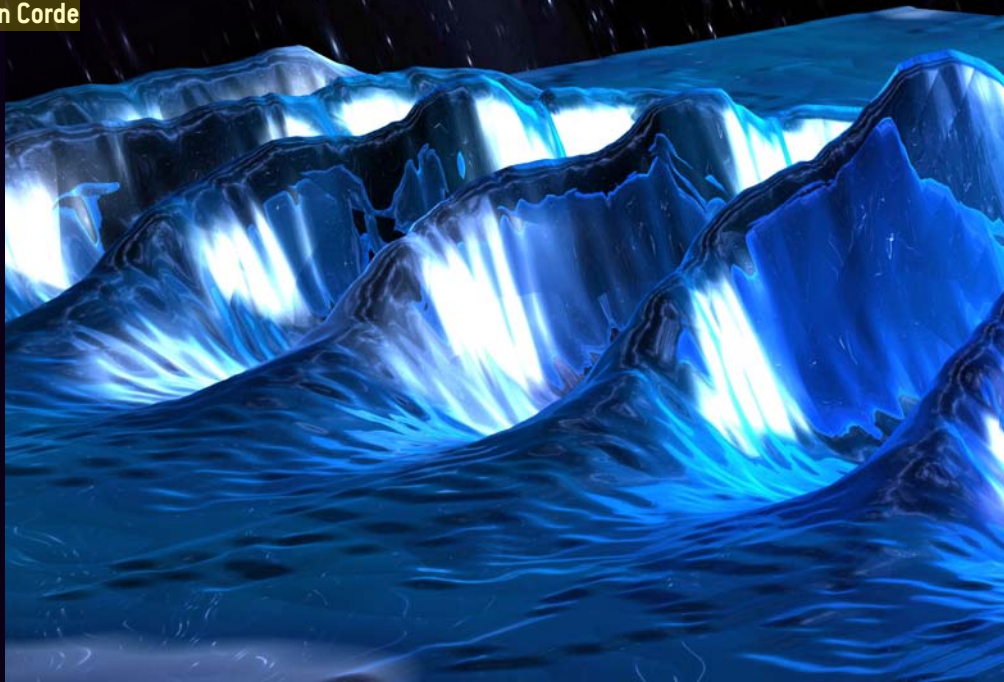
Retrouvez Pour la Science et
Cerveau & Psycho également sur :



Produire des rayons X et γ sur une table

Kim Ta Phuoc, Cédric Thaury et Sébastien Corde

Grâce aux ondes de sillage créées par des impulsions laser ultrabrèves qui traversent un gaz, les chercheurs mettent au point des sources compactes et puissantes de rayons X ou gamma.



Imaginez un faisceau laser plus puissant que 100 000 réacteurs nucléaires. Seulement, pour le construire, nul besoin de bâtir des champs de centrales, car sa puissance n'est liée qu'à la brièveté de son impulsion ! En effet, une puissance est une énergie dépensée pendant un temps ; à énergie dépensée constante, si la durée du processus diminue, la puissance augmente. C'est ainsi qu'en tirant dans un gaz une impulsion laser ultrabrève d'une puissance instantanée de plusieurs dizaines de milliers de milliards de watts, les physiciens sont parvenus récemment à produire des faisceaux de rayons X et gamma (γ) ultrabrillants. Nommé accélérateur laser-plasma, ce nouveau type de source de rayonnement est encore en cours de développement,

mais il atteint ou dépasse déjà les performances des faisceaux produits au sein de ces accélérateurs circulaires de plusieurs centaines de mètres de circonférence que sont les synchrotrons. Il s'agit en fait d'un véritable synchrotron miniature de seulement quelques millimètres de long. Nous allons voir comment on obtient ces nouvelles sources compactes, intenses et d'un coût raisonnable, et à quoi leurs flashes de rayons X de seulement quelques milliardièmes de milliardième de seconde pourraient servir.

Pour explorer l'intimité de la matière et y agir, on utilise souvent des instruments de lumière. Le rayonnement X en fait partie. Ses longueurs d'onde sont de l'ordre de l'angström (10^{-10} mètre, ou 0,1 nanomètre), soit la distance intra-atomique caractéris-

tique. Des rayonnements électromagnétiques de ces longueurs d'onde peuvent révéler les structures atomiques et moléculaires. On peut par exemple déterminer l'arrangement des atomes dans la matière par diffraction de rayons X. Dans cette technique, un rayonnement X arrivant sur un échantillon est renvoyé dans diverses directions qui dépendent de l'arrangement des atomes dans la matière : on dit qu'il est diffracté. La figure de diffraction permet de déduire la position des atomes. On utilise très souvent la diffraction X pour étudier des matériaux ordonnés tels que les cristaux, mais cette technique fonctionne aussi pour étudier des liquides ou des milieux désordonnés.

Le rayonnement X a aussi un grand pouvoir de pénétration de la matière, mais