

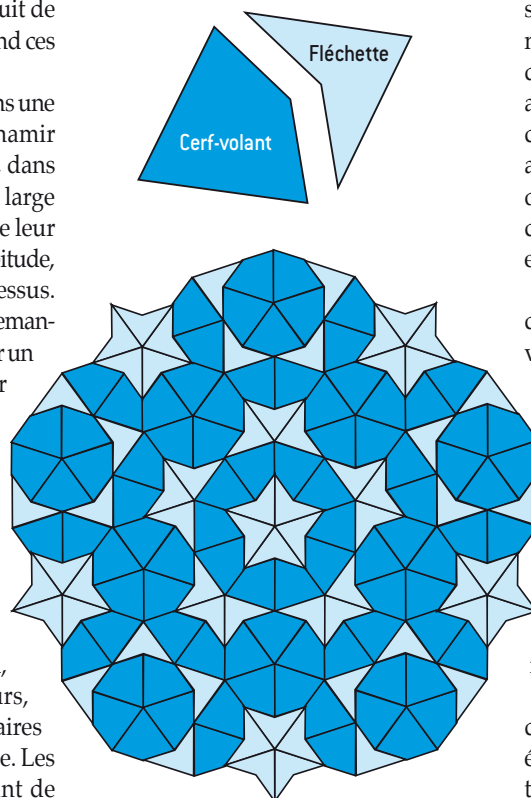
les informaticiens Ron Rivest, Adi Shamir et Leonard Adleman (qui ont donné leurs initiales au système RSA) ont introduit une fonction à sens unique d'un type différent, fondé sur les grands nombres premiers (entiers divisibles seulement par un et par eux-mêmes). La sécurité du chiffrement RSA découle ainsi de la difficulté à décomposer un entier égal au produit de deux grands nombres premiers, quand ces derniers ne sont pas connus.

Avant de publier leur résultat dans une revue scientifique, R. Rivest, A. Shamir et L. Adleman écrivirent à Gardner, dans l'espoir de toucher rapidement un large public. Gardner comprit la portée de leur innovation et, contrairement à son habitude, se dépêcha de publier un texte là-dessus. Dans son article, il présenta un défi, demandant aux lecteurs d'essayer de décoder un message, ce qui exigeait de factoriser un entier de 129 chiffres, une tâche impossible à l'époque. Gardner préfaça judicieusement ce défi par cette citation d'Edgar Allan Poe : « Il est vraiment douteux que l'ingéniosité humaine puisse créer un code secret dont l'ingéniosité humaine ne vienne à bout. » Et en effet, seulement 17 ans plus tard, une grosse équipe de collaborateurs, s'appuyant sur plus de 600 volontaires et 1 600 ordinateurs, déchiffra le code. Les défis RSA se poursuivirent pendant de nombreuses années, jusqu'en 2007.

Perpétuer l'héritage

La capacité de Gardner à inspirer les autres n'était pas non plus sans lien avec son humour espiègle. Son article du 1^{er} avril 1975 présentait « six découvertes sensationnelles qui ont d'une façon ou d'une autre échappé à l'attention du grand public ». Toutes étaient plausibles... et fausses. Par exemple, il affirma que Léonard de Vinci avait inventé la chasse d'eau. Quelques noms glissés dans le texte étaient censés alerter sur la nature facétieuse de l'article, mais des centaines de lecteurs ne détectèrent pas la plaisanterie et adressèrent à Gardner des lettres au ton vif.

En 1980, Gardner décida d'arrêter sa rubrique, afin de se concentrer sur d'autres projets d'écriture. Plusieurs auteurs lui ont succédé à *Scientific American* : Douglas Hofstadter, A. K. Dewdney, Ian Stewart, Dennis Shasha... « Prendre la suite du tour de force de



2. LES PAVÉS DE PENROSE sont remarquables pour leur production de motifs aperiodiques : avec une réserve illimitée de pavés, on peut recouvrir le plan sans aucun vide et de telle sorte que la configuration initiale ne se répète jamais exactement. Gardner publia un article sur les pavages de Penrose de type « cerfs-volants et fléchettes » en janvier 1977. Pour garantir l'aperiodicité, les pavés doivent être disposés selon certaines règles.

Martin Gardner était impossible, commenta un jour I. Stewart. Ce que nous avons essayé de faire, c'était de reproduire l'esprit de la rubrique : présenter des idées mathématiques importantes sur un mode ludique. »

Depuis deux décennies, l'esprit de la rubrique se perpétue aux conférences biennales *Gathering 4 Gardner* (participation sur invitation seulement), qui réunissent mathématiciens, magiciens et spécialistes des casse-tête. Gardner lui-même a assisté aux deux premières éditions. Après la mort de Gardner en 2010, des *Celebration of Mind*, auxquelles tout le monde peut assister (et que chacun peut même organiser), ont lieu dans le monde entier tous les mois d'octobre en son honneur.

Même si Gardner nous a quittés, il y a de bonnes raisons de s'inspirer de ses travaux et de promouvoir les mathématiques récréatives aujourd'hui. Retourner en tous sens des casse-tête et autres problèmes débouche souvent sur des découvertes intéressantes. Un grand nombre de ses articles auraient pu être développés et fournir matière à des livres. Gardner n'a jamais envisagé les mathématiques récréatives comme de simples énigmes, mais comme un moyen d'accéder à un riche univers mathématique.

Dans un dernier article, rétrospectif, dans *Scientific American* en 1998, Gardner écrivit : « La frontière entre les mathématiques amusantes et les mathématiques sérieuses est floue [...]. Pendant 40 ans, j'ai fait de mon mieux pour convaincre les enseignants que les mathématiques récréatives devraient être intégrées aux programmes. Elles devraient être régulièrement introduites comme moyen d'intéresser les jeunes élèves à la magie des mathématiques. Mais jusqu'à présent, le mouvement dans cette direction est inexistant. »

Aujourd'hui, Internet regorge d'applications, de tutoriels et de blogs mathématiques, et les réseaux sociaux peuvent mettre en relation les amateurs beaucoup plus vite que Gardner n'en avait les moyens. Mais la vitesse a peut-être un inconvénient : si les expériences ancrées dans le Web sont parfaites pour éveiller l'intérêt, il faut prendre le temps d'une réflexion approfondie pour éprouver de vraies révélations. Le succès de la rubrique de Gardner est en partie dû au fait que lui et son public prenaient le temps d'échanger des idées détaillées et de composer des réponses mûrement réfléchies. ■

Une intelligence d' ÉLÉPHANT

Anna Smet, Catherine Hobaiter et Richard Byrne

Probablement en raison de leur organisation sociale complexe, les éléphants ont développé d'étonnantes capacités de mémorisation, de coopération, de compréhension des autres et de communication.



Certains éléphants d'Asie (*Elephas maximus*) apprivoisés, qui portent une cloche autour du cou, la remplissent de boue pour l'empêcher de tinter quand ils partent piller les champs. Les éléphants d'Afrique (*Loxodonta africana* ou *cyclotis*) creusent parfois des trous pour trouver de l'eau, puis les referment avec de l'écorce pour empêcher son évaporation. La presse et la littérature scientifique abondent d'anecdotes de ce type, qui présentent ces animaux comme particulièrement intelligents. Les dictons populaires, évoquant par exemple une mémoire d'éléphant, viennent renforcer cette image flatteuse.

Ces pachydermes sont-ils à la hauteur de leur réputation ? Les études réalisées au cours des deux dernières décennies tendent à répondre par l'affirmative. Les

éléphants vivent en sociétés complexes, où leurs comportements traduisent de multiples facultés cognitives : capacité à se mettre mentalement à la place de l'autre, mémorisation de l'organisation sociale et des caractéristiques (notamment olfactives) de chaque individu, grande faculté à communiquer... Examinons plus en détail ces capacités et les pressions environnementales qui ont conduit à leur apparition chez les éléphants.

Quand une capacité cognitive se répand dans une espèce, c'est qu'elle répond à une nécessité particulière : par exemple se nourrir, échapper aux prédateurs, se reproduire ou plus généralement remplir certaines fonctions sociales. Les chimpanzés utilisent ainsi des outils pour accéder à des aliments très nutritifs impossibles à atteindre

L'ESSENTIEL

- Les éléphants trouvent assez aisément de la nourriture et ont peu de prédateurs. Ces deux paramètres n'ont donc influencé que légèrement l'évolution des capacités cognitives chez ces animaux.
- L'acquisition de ces facultés aurait surtout été dictée par la complexité des interactions sociales.
- Les éléphants ont acquis des capacités favorisant ces interactions. Ils peuvent par exemple mémoriser l'odeur d'une trentaine de membres de leur famille.

© Suzi Esterhuysen/Minden Pictures/Corbis

1. DES ÉLÉPHANTS AIDENT des éléphanteaux à franchir une rivière. Ces animaux s'entraident souvent et savent quel type d'assistance est approprié. Cela suggère qu'ils sont capables de se mettre à la place des autres, c'est-à-dire qu'ils ont une « théorie de l'esprit ».



2. LES HOMMES ET LES LIONS comptent parmi les seuls ennemis des éléphants. Ces derniers ont alors appris à évaluer finement les menaces ; ils reconnaissant par exemple les Massaïs (*ci-contre*), un peuple agressif envers eux, à la couleur rouge de leurs vêtements.

■ LES AUTEURS

Anna SMET, Catherine HOBATER et Richard BYRNE sont respectivement doctorante, maître de conférences et professeur à l'École de psychologie et de neurosciences de l'Université de St Andrews, en Écosse [Royaume-Uni].

■ BIBLIOGRAPHIE

K. McComb *et al.*, Elephants can determine ethnicity, gender, and age from acoustic cues in human voices, *PNAS*, vol. 111, pp. 5433-5438, 2014.

A. F. Smet et R. W. Byrne, African elephants can use human pointing cues to find hidden food, *Current Biology*, vol. 23, pp. 2033-2037, 2013.

G. Shannon *et al.*, Effects of social disruption in elephants persist decades after culling, *Frontiers in Zoology*, vol. 10, pp. 1-10, 2013.

autrement : ils collectent des fourmis dans leur nid à l'aide de brindilles. De même, la difficulté à se nourrir a-t-elle entraîné le développement de capacités cognitives particulières chez les éléphants ? Il semble que non. Ces animaux ne sont pas confrontés à des problèmes aussi complexes dans leur quête de nourriture. Ce sont des herbivores généralistes, c'est-à-dire peu sélectifs. Ils disposent de ressources alimentaires variées, incluant l'herbe, les arbustes, ainsi que les feuilles et les branches d'arbre. Leur système digestif est peu efficace (seuls 30 à 45 % de la masse des aliments avalés sont digérés), de sorte qu'ils doivent manger presque constamment quand ils sont éveillés, mais cela ne semble pas nécessiter de capacités cognitives particulières.

Des outils pour se bichonner

Les éléphants utilisent tout de même régulièrement des outils, pas pour se nourrir mais pour prendre soin de leur corps. Ils se servent ainsi de bâtons pour se gratter et de branches (ou de sacs de toile quand ils sont en captivité) pour enlever les parasites, tels que les mouches, de leur peau. Ils modifient peu les matériaux d'origine, se contentant par exemple d'enlever les feuilles d'une branche pour obtenir une tapette à mouches plus efficace.

Les prédateurs ont-ils exercé une pression de sélection plus importante ? Du fait

de sa taille imposante, l'éléphant est un adversaire redoutable pour la plupart des carnivores. Les animaux adultes ne craignent que les hommes, les tigres et les lions. Et encore ces derniers attaquent-ils plutôt les éléphanteaux, qui représentent plus de 20 % de leurs proies dans certaines régions d'Afrique.

Cette pression de sélection semble tout de même avoir été suffisante pour que les éléphants développent des capacités de détection fine des ennemis potentiels. Grâce à des études réalisées dans le Parc National d'Amboseli, au Kenya, on sait que les éléphants classent leurs ennemis selon leur dangerosité et mémorisent leurs caractéristiques olfactives, visuelles et vocales.

En 2007, Lucy Bates, de l'Université de St Andrews, au Royaume-Uni, et ses collègues ont placé trois types de vêtements en tissu sur les chemins de migration de familles d'éléphants. Les vêtements du premier type étaient neufs, tandis que ceux du deuxième et du troisième types avaient été portés par des hommes adultes, appartenant respectivement aux tribus Massaï et Kamba. Les Massaïs sont régulièrement en conflit avec les éléphants, qu'ils attaquent parfois à l'aide de lances pour que leur bétail puisse accéder à l'eau et aux pâturages, tandis que les Kamba ont des rapports plus pacifiques avec eux.

Les éléphants ont réagi plus fortement aux vêtements portés par les Massaïs qu'aux autres : ils se sont éloignés plus vite et plus

loin, et ont mis plus longtemps à se détendre. Ils parviennent ainsi à distinguer une catégorie d'humains qu'ils savent dangereux grâce à leur seul odorat. Ils l'identifient également par certaines caractéristiques visuelles. Ainsi, ils se montrent agressifs envers un chiffon rouge, couleur souvent portée par les Massaïs, mais pas envers un chiffon de couleur neutre.

Dans une étude publiée en mars 2014, Karen McComb, de l'Université du Sussex, au Royaume-Uni, et ses collègues ont montré que les éléphants sont aussi capables de reconnaître un ennemi potentiel à sa voix. Quand ils entendent un enregistrement d'une voix massaï, ils se comportent de façon plus défensive qu'à l'écoute d'une voix kamba : ils resserrent le groupe, écoutent attentivement, flairent les alentours avec leur trompe et s'éloignent de la source sonore. Ils dis-

tinguent également la voix d'un homme, qui les fait réagir plus fortement, de celles d'une femme et d'un jeune garçon, même si ces dernières ont subi des traitements acoustiques visant à les rapprocher de voix adultes masculines.

Cette capacité à évaluer finement la menace est aussi observée face aux lions. Les groupes d'éléphants ont ainsi une réaction plus marquée à l'écoute de rugissements préenregistrés quand ceux-ci émanent de trois lions que lorsqu'ils sont émis par un seul animal. Les groupes menés par des femelles âgées et expérimentées distinguent même quand les rugissements sont ceux de lions mâles, plus dangereux pour les éléphants que les lionnes.

La lutte contre la prédation semble donc avoir été l'un des moteurs de l'évolution cognitive des éléphants, mais elle serait loin d'être le plus puissant. C'est

dans leurs interactions sociales que ces animaux rencontrent les situations les plus complexes, en constante évolution et qui requièrent les compétences cognitives les plus élaborées.

Les éléphants vivent dans des sociétés composées de groupes qui se croisent, fusionnent et se séparent en permanence. Chez les primates, l'émergence de sociétés complexes aurait permis une meilleure protection contre la prédation, mais on manque de données pour comprendre cette émergence chez les éléphants. En effet, la plupart de leurs proches parents se sont éteints il y a plusieurs dizaines de millions d'années, de sorte que les comparaisons sont difficiles. Quoi qu'il en soit, la vie dans des sociétés complexes aurait constitué une pression de sélection qui aurait notablement contribué au développement de leurs capacités cognitives.

L'ANCÊTRE COMMUN DES HUMAINS ET DES ÉLÉPHANTS ÉTAIT-IL INTELLIGENT ?

Les études sur les éléphants peuvent nous renseigner sur notre propre évolution cognitive, car ils partagent avec les humains certaines capacités rares dans le monde animal, telle la théorie de l'esprit (la capacité à se représenter les expériences des autres).



Ces capacités sont-elles apparues chez notre ancêtre commun, qui aurait ensuite transmis le matériel génétique sous-jacent aux deux lignées, ou celles-ci les ont-elles développées plus tard, de façon indépendante ?

La lignée des éléphants a divergé de la nôtre il y a plus de 100 millions d'années. Les

éléphants appartiennent à l'ordre des *Afrothériens*, qui est apparu en Afrique lorsque la tectonique des plaques a séparé le continent des autres. Dans le même ordre taxonomique, on trouve les damans (a), les lamantins (b), les musaraignes-éléphants (c), les taupes dorées, les tenrecs



malgaches) et l'oryctérope (un fourmilier surnommé cochon de terre).

Si l'ancêtre commun des hommes et des éléphants avait eu une intelligence exceptionnelle, ce devrait aussi être le cas de tous ses descendants. Or aucune des autres espèces de l'ordre des *Afrothériens* n'est réputée pour son intelligence.

Les similitudes cognitives de l'homme et de l'éléphant sont donc plus probablement apparues de façon séparée dans les deux lignées, en raison de pressions évolutives voisines. En particulier, la vie dans des sociétés complexes aurait joué un rôle important dans le développement de ces capacités.



3. LES ÉLÉPHANTS MORTS, même à l'état de squelettes, suscitent de fortes réactions chez leurs congénères. C'est un phénomène unique dans le monde animal. Si d'autres espèces, tels les chimpanzés, manifestent un certain intérêt pour leurs congénères morts ou mourants, elles s'en désintéressent quand le corps commence à se décomposer.

Après le binôme mère-petit, l'unité sociale la plus fondamentale est le groupe familial, qui se compose de femelles adultes étroitement apparentées et de leur progéniture (les jeunes mâles quittent ce groupe quand ils sont âgés de 9 à 18 ans, et vivent alors en bandes). L'échelon suivant est le groupe de liaison, qui se compose de plusieurs familles également apparentées, mais moins étroitement que les membres d'un groupe familial. Vient ensuite le clan, qui comprend tous les éléphants partageant leur territoire pendant la saison sèche. Ce territoire est variable et souvent immense, atteignant des milliers de kilomètres carrés dans les savanes africaines. Les groupes d'un clan s'y rencontrent régulièrement, de sorte que chaque individu entre en contact avec un grand nombre d'animaux plus ou moins proches socialement, génétiquement et géographiquement.

Les éléphants manifestent alors des comportements sociaux complexes, qui traduisent des capacités cognitives élaborées. Un exemple est la réaction aux individus morts ou mourants. La plupart des animaux leur témoignent peu d'intérêt, mais les éléphants sauvages y réagissent de façon spectaculaire, parfois même quand ils appartiennent à d'autres espèces. Quand un congénère est malade, mourant ou mort,

Les éléphants ont-ils conscience d'eux-mêmes ?

Le test du miroir consiste à tracer une marque sur le front d'un animal à son insu, puis à le placer devant un miroir. S'il touche son front et non le miroir, cela signifierait qu'il a conscience de lui-même. Des chercheurs ont rapporté que les éléphants réussissent ce test, mais ces résultats sont controversés, notamment parce qu'on peine à les reproduire.

les pachydermes approchent le corps dans un silence inhabituel, le touchent avec la trompe, essaient de le redresser ou de lui mettre de la nourriture dans la bouche, le défendent contre les prédateurs... Une fois assurés qu'il est mort, ils le couvrent de terre et de végétation, comportement qu'ils adoptent également envers des humains décédés.

Les chimpanzés réagissent aussi de façon intense à l'égard d'individus morts (qu'ils peuvent frapper et traîner de façon craintive et agressive, ou, à l'inverse, toucher et toiletter doucement), mais ils s'en désintéressent quand le corps commence à se décomposer. Les éléphants, eux, sont sensibles même aux os ou aux défenses de leurs congénères, comme l'a montré en 2006 l'équipe de K. Mc Comb. Ils reniflent ces restes, les touchent et placent délicatement leur pied dessus, tout en leur témoignant un grand intérêt par rapport à celui qu'ils portent aux squelettes d'autres grands herbivores.

On ignore ce que les éléphants saisissent exactement de la mort, mais leurs réactions suggèrent une certaine compréhension du sens de ces restes. En revanche, l'existence de cimetières d'éléphants n'est qu'un mythe. Ce dernier est sans doute né de la découverte de grandes concentrations de carcasses, qui peuvent s'expliquer par des épisodes de sécheresse ou de chasse intensive.

Autre faculté cognitive élaborée, la « théorie de l'esprit » : il s'agit de la capacité d'imaginer ce que les autres ressentent, pensent, savent ou veulent. Dès l'enfance, nous l'utilisons presque constamment lorsque nous dialoguons avec d'autres personnes. Nous pouvons ainsi prédire et comprendre leur comportement, saisir leur point de vue, coopérer sur un travail complexe, ou les renseigner sur un point que nous savons peu clair pour elles.

La théorie de l'esprit est-elle l'apanage de l'homme ? Le débat est vif, et de plus en plus de spécialistes de la psychologie animale l'attribuent aussi à d'autres espèces, tels les grands singes ou les dauphins. Plusieurs travaux suggèrent que les éléphants en sont également dotés. Dans une étude publiée en 2008, L. Bates et ses collègues ont analysé près de 250 observations recueillies au cours de 35 années d'étude sur des éléphants sauvages. Ces derniers se comportent comme s'ils étaient dotés d'une empathie équivalente à celle

des humains. Ils forment des alliances sociales (des individus s'unissent contre un ou plusieurs congénères agressifs), réconfortent les autres, récupèrent les éléphants séparés du groupe, adoptent les orphelins ; ils aident les autres quand ils sont tombés, embourbés ou coincés dans un trou ; ils retirent les lances (ou les fléchettes tirées par des vétérinaires) plantées sur leurs congénères... Pour savoir qu'un autre éléphant a besoin d'aide – et quel type d'aide est approprié –, ils doivent, dans une certaine mesure, comprendre le point de vue de cet individu.

En outre, une équipe comprenant notamment L. Bates et l'un d'entre nous (R. Byrne), a montré en 2010 que les éléphants se transmettent certaines connaissances. Ainsi, quand une jeune femelle est sur le point d'avoir ses premières chaleurs, les femelles apparentées les plus âgées agissent parfois comme si elles étaient elles-mêmes sexuellement réceptives. Elles tiennent la tête et la queue hautes, marchent d'une façon caractéristique et se montrent tactiles avec les mâles. Elles manifestent ce comportement même en dehors de leurs propres périodes de chaleurs, comme pour montrer à la novice l'attitude à adopter.

Une autre expérience a été réalisée en 2011 par Joshua Plotnik, de l'Université Emory, aux États-Unis, et ses collègues. Ils ont montré que les éléphants d'Asie peuvent coopérer pour atteindre un objectif commun : deux éléphants devaient tirer sur une corde simultanément pour approcher une table poussant devant elle deux bols de nourriture. Si un seul animal tirait, la corde glissait et aucun n'accédait aux aliments.

Là encore, ces comportements suggèrent que les éléphants peuvent adopter le point de vue des autres, c'est-à-dire qu'ils ont une théorie de l'esprit – même si de façon générale, la coopération entre deux animaux n'implique pas nécessairement qu'ils aient une telle capacité.

Des cartes d'identité olfactives

Du fait du grand nombre d'individus auxquels ils sont confrontés dans leur riche organisation sociale, les éléphants ont aussi développé des capacités spéciales pour identifier les autres individus et s'en souvenir. Ils les classent en tant qu'individus et pas seulement par groupes d'appartenance. Dans une étude conduite au parc

national d'Amboseli en 2008, l'équipe de L. Bates a déposé de la terre trempée d'urine sur le chemin d'un groupe d'éléphants en migration (ces animaux se déplacent constamment, afin de trouver des sources d'eau et de nourriture) et ont observé leurs réactions. Les animaux réagissaient plus fortement, flairant le sol plus souvent et plus longtemps, quand l'urine provenait d'un membre de la famille.

Les éléphants ne reconnaissent pas seulement une sorte de « parfum de famille », mais distinguent chaque individu. En effet, les chercheurs ont comparé les réactions des éléphants face à l'urine d'un individu situé à l'avant du groupe en déplacement (et donc susceptible d'avoir déjà uriné à cet endroit) et face à celle d'un individu situé loin derrière. La différence était tout aussi forte : la première femelle qui détectait l'odeur la flairait plus longtemps et plus souvent quand c'était celle d'un congénère situé derrière elle, comme si elle s'étonnait de trouver à cet endroit l'odeur d'un individu qui n'y est pas encore passé.

Ainsi, les éléphants distinguent chaque individu à l'odeur et gardent en mémoire sa position par rapport à eux dans le groupe. Ils seraient capables d'identifier tous les



4. LES ÉLÉPHANTS COMPRENNENT spontanément le geste d'un humain qui pointe un objet du doigt : dans la plupart des cas, ils se dirigent vers le seau pointé par l'expérimentatrice pour chercher de la nourriture. Cela illustre leurs grandes capacités naturelles à communiquer et à comprendre les autres, au moyen de signaux visuels, chimiques et auditifs.

© Anna F. Smet et Richard W. Byrne

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

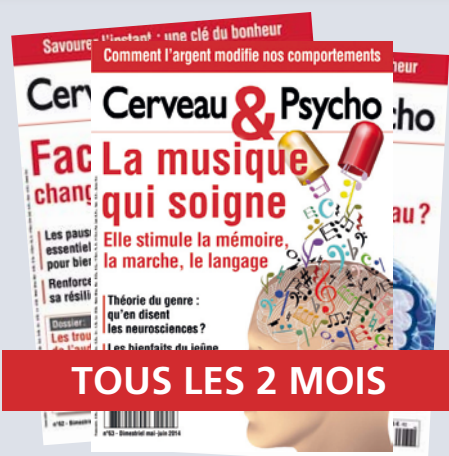
+ **18 ANS D'ARCHIVES**
ET DES CONTENUS
INÉDITS sur le site

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 :

