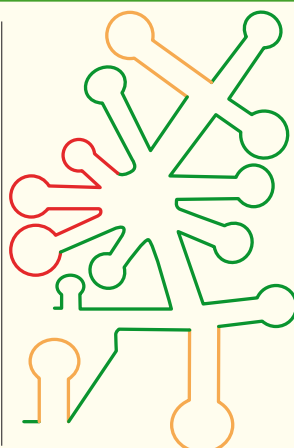


L'ARNIII, commandant de bord du staphylocoque doré

Les bactéries *Staphylococcus aureus*, responsables d'intoxications alimentaires et d'infections locales et généralisées chez l'homme et les animaux, coordonnent la colonisation de leur hôte grâce, entre autres, à un ARN régulateur, l'ARNIII (*ci-contre*). Cet ARN est la molécule effectrice de la détection du quorum, un mécanisme par lequel la population bactérienne coordonne l'expression de ses gènes. Sorte de capteur de la densité des cellules bactériennes, il orchestre la transition entre la phase initiale d'adhérence

des bactéries aux cellules de l'hôte et leur colonisation.

Pour ce faire, l'ARNIII agit sur plusieurs fronts. Diverses régions régulent positivement et surtout négativement l'expression de nombreux gènes impliqués dans la virulence de la bactérie (*en orange*). Tant que la densité bactérienne est sous un certain seuil, les bactéries produisent des protéines impliquées dans l'adhérence cellulaire – des adhésines. Lorsque la densité bactérienne est suffisante, l'ARNIII inhibe la synthèse des adhésines et, en réprimant l'expres-



sion de divers gènes, active l'expression de protéines (toxines, enzymes) qui, sécrétées par les bactéries, perturbent le fonctionnement des cellules hôtes et facilitent leur colonisation. Il régule aussi l'expression de protéines impliquées dans le métabolisme des bactéries et leur réponse au stress.

Enfin, un domaine de l'ARNIII (*en rouge*) code un peptide – une hémolysine – qui détruit les globules rouges. Et nous n'avons pas encore découvert toutes les fonctions régulatrices de cet ARN...

extrémités, ce qui évitait leur dégradation rapide.

Ensuite, de petites séquences codantes se seraient formées à l'intérieur de certains ARN et auraient été transformées en peptides par les protoribosomes et des ARN de transfert primordiaux. Si un peptide ainsi produit apportait une nouvelle fonction à l'ARN, une pression sélective apparaissait, opposant parfois cette nouvelle propriété codante aux fonctions non codantes liées à la séquence et à l'architecture de l'ARN. Il est envisageable que, dans certains cas, la fonction codante ait peu à peu supplanté et éliminé la fonction régulatrice initiale, ou que les deux fonctions aient coexisté dans une relation bénéfique pour les deux, que nous retrouvons aujourd'hui chez les ARN mixtes.

Des ARN plus complexes pour des organismes plus complexes ?

À l'inverse, selon la seconde hypothèse, la multifonctionnalité des ARN serait une conséquence liée au rôle central acquis par les ARN au fil du temps, dans les régulations de plus en plus sophistiquées de l'expression génique associées à la complexification des organismes vivants. De fait, certains ARN régulateurs proviendraient de l'évolution d'ARN messagers en éléments non codants. Les pseudogènes, des gènes ayant perdu la capacité d'encoder des protéines à cause de mutations, de délétions ou d'insertions, en fournissent l'illustration.

L'AUTEUR



Brice FELDEN est professeur de biochimie (UPRES EA2311, INSERM U835) à l'Université

de Rennes I.

BIBLIOGRAPHIE

K. Papenfort *et al.*, Small RNA-mediated activation of sugar phosphatase mRNA regulates glucose homeostasis, *Cell*, vol. 153, pp. 426-437, 2013.

J. R. Mellin et P. Cossart, The non-coding RNA world of the bacterial pathogen *Listeria monocytogenes*, *RNA Biol.*, vol. 9, pp. 372-378, 2012.

E. Westhof, Ribozymes, catalytically active RNA molecules. Introduction, *Methods Mol. Biol.*, vol. 848, pp. 1-4, 2012.

M. Esteller, Non-coding RNAs in human disease, *Nature Rev. Gen.*, vol. 12, pp. 861-874, 2011.

B. Felden *et al.*, The *Staphylococcus aureus* RNome and its commitment to virulence, *PLoS Pathog.*, vol. 7, e1002006, 2011.

Les pseudogènes sont transcrits en ARN, mais cet ARN n'exprime plus de protéines. En revanche, certains transcrits de pseudogènes régulent l'expression de gènes traduits en protéines. C'est le cas du transcrit de *PTENP1*, un pseudogène très proche du gène suppresseur de tumeurs *PTEN*. En 2010, Laura Poliseno et Leonardo Salmena, de l'Université Harvard, aux États-Unis, et leurs collègues, ont montré que le transcrit du pseudogène *PTENP1* est actif et régule l'abondance, dans les cellules, de la protéine exprimée par le gène *PTEN*. Or dans certains cancers, l'emplacement du pseudogène sur son chromosome (le locus) est perdu. L'absence du pseudogène pourrait avoir favorisé l'installation de ces cancers en bloquant l'expression du gène suppresseur de tumeur *PTEN*.

Certains transcrits de pseudogènes auraient acquis des fonctions régulatrices en piégeant, par interaction, des facteurs protéiques régulateurs ou des microARN, les empêchant d'agir sur leurs gènes cibles. D'autres présenteraient une activité antisens : ils se lieraient à des gènes cibles, bloquant ainsi leur expression.

Les génomes procaryotes sont dominés par les séquences codantes, bien que des dizaines d'ARN régulateurs soient présents et exprimés. À l'inverse, dans les cas des génomes eucaryotes, la majorité des ARN produits sont non codants, si bien que les séquences codantes ne constituent qu'une faible proportion de ces génomes. Cela suggère que l'évolution des organismes vers une complexité croissante a favorisé l'émergence de nombreux ARN non codants aux fonctions variées et dont

l'expression est définie avec précision dans les différents types de cellules et de tissus. Ces ARN non codants auraient permis la formation de réseaux de régulation toujours plus complexes qui auraient modulé l'expression de nombreux gènes et constitué des acteurs indispensables de l'évolution de la vie vers une complexité croissante. En particulier, grâce à eux, les mécanismes de régulation impliqués dans le développement seraient devenus de plus en plus élaborés, notamment par le biais du contrôle de l'expression spatio-temporelle de nombreux gènes. De même, ils auraient joué un rôle décisif dans l'élaboration de nouvelles fonctions cognitives.

En fait, une troisième hypothèse se dégage. Toutes ces observations suggèrent que la multifonctionnalité des ARN résulterait d'une combinaison des deux premières hypothèses. Le scénario en serait le suivant : les ARN ont été essentiels et omniprésents lors de l'émergence de la vie, puis ont été progressivement supplantés par d'autres

macromolécules plus efficaces, dont l'ADN et les protéines, tout en restant présents. Ils ont ensuite fait un retour en force au fil de la complexification des organismes vivants, qui nécessitait des réseaux de régulation de plus en plus élaborés.

Une prédiction liée à cette proposition est testable : si ce scénario est vrai, certains ARN doivent être apparus récemment

LES ARN MULTIFONCTIONNELS apparaissent comme des acteurs essentiels dans l'ensemble des organismes vivants.

au cours de l'évolution des organismes. C'est en effet le cas chez les bactéries : la plupart des ARN régulateurs bactériens sont exprimés exclusivement chez certaines espèces et sont absents chez d'autres, malgré leurs proximités phylogénétiques. Par exemple, la majorité des ARN identifiés chez *E. coli* ne sont présents que chez certaines bactéries proches. C'est aussi le cas de la plupart des quelque 250 ARN

régulateurs exprimés par le staphylocoque doré, exclusivement détectés au sein de cette espèce bactérienne, ainsi que pour d'autres bactéries pathogènes, dont *Listeria monocytogenes*.

Ainsi, l'ARN semble une macromolécule incontournable dans l'émergence, l'évolution et la complexification des organismes vivants. Si cette hypothèse est confirmée, elle suggère que les ARN mixtes sont des ARN très réactifs aux changements des conditions environnementales auxquels les organismes les hébergeant sont soumis, permettant ainsi une micro-évolution rapide et efficace.

Les ARN multifonctionnels apparaissent comme des acteurs essentiels dans l'ensemble des organismes vivants. Le concept émergent d'ARN mixte s'impose pour un nombre toujours croissant d'ARN régulateurs. Gageons que ces intermédiaires entre ARN codants et non codants nous aideront à décrypter les liens complexes tissés entre ces deux groupes de molécules au cours de l'évolution des organismes vivants. ■



les conférences

Entrée gratuite dans la limite des places disponibles

au Palais de la découverte

Astrophysique : aux frontières de l'inconnu

samedi 21 septembre à 15h Aux portes du Système solaire : un nuage de comètes
avec Dominique Bockelee, Observatoire Paris Meudon.

samedi 28 septembre à 15h Voyage au bord d'un trou noir
avec Alain Riazuelo, Institut d'astrophysique de Paris.

samedi 5 octobre à 15h L'horizon de la cosmologie moderne
avec Jean-Marc Bonnet-Bidaud, Commissariat à l'énergie atomique et aux Énergies alternatives.

Avec le soutien de



programme complet sur
www.universcience.fr

Quand
l'esprit
vagabonde

Michael Corballis

**L'homme ne vit pas
seulement dans le présent :
il peut se projeter
dans le passé ou le futur,
mais aussi dans l'esprit
d'autrui. Cette capacité
a peut-être favorisé
l'avènement du langage.**

L'ESSENTIEL

- Une personne qui « ne pense à rien » présente une activité intense au sein d'un réseau cérébral dit par défaut. Elle se remémore le passé, anticipe le futur, s'imagine dans l'esprit des autres...
- Les neurobiologistes déclenchent artificiellement ces vagabondages de l'esprit afin de les étudier par imagerie cérébrale.
- Le langage pourrait être né en partie du besoin de communiquer ces expériences, et la vie sociale en aurait bénéficié.

Selon une étude réalisée en 2010 par Matthew Killingsworth et Daniel Gilbert, à l'Université Harvard, l'esprit vagabonderait presque la moitié du temps. Dans une telle situation, on pense à autre chose que ce qui est immédiatement perceptible alentour. On peut ainsi s'imaginer en capitaine d'un navire en perdition, se remémorer certains souvenirs, planifier la soirée à venir... Ce vagabondage est fréquent en période d'inactivité, par exemple lors d'un voyage en avion ou d'une insomnie. Les neurosciences cognitives ont révélé qu'il n'était pas inutile et ont clarifié une partie des mécanismes en jeu, en particulier grâce à l'imagerie cérébrale.

Dans les années 1920, le médecin allemand Hans Berger a mis en évidence une activité cérébrale correspondant à des états de repos. Il cherchait alors à prouver l'existence de la télépathie, qu'il imaginait comme une transmission d'« énergie psychique » mesurable. En 1924, il enregistra l'activité cérébrale d'un sujet grâce à deux électrodes placées sous le cuir chevelu, l'une sur le devant du crâne et l'autre sur l'arrière, inventant ainsi l'électroencéphalographie (EEG).

Lorsque le sujet était au repos, les yeux fermés, l'électroencéphalographe a révélé des oscillations périodiques de fréquence comprise entre 8 et 13 hertz (ou cycles par seconde). On nomma d'abord ces oscillations ondes de Berger, puis ondes alpha (voir la figure 3). Quand les yeux sont ouverts, les ondes bêta, plus rapides, éclipsent les ondes alpha. Par la suite, l'utilisation d'électrodes multiples placées sur le cuir chevelu a fourni des informations sur la localisation de l'activité cérébrale.

D'autres techniques sont apparues pour mieux localiser l'activité cérébrale. L'une d'elles est l'œuvre du physiologiste suédois David Ingvar et du médecin danois Niels Lassen, dans les années 1970 : ils ont injecté une substance radioactive dans le sang – qui irrigue davantage les aires cérébrales où l'activité est élevée – et ont suivi son parcours avec des capteurs externes. D. Ingvar a remarqué une activité élevée dans les aires frontales d'un sujet au repos, phénomène qu'il a qualifié d'« état de conscience non orienté, spontané ».

Le principe consistant à suivre à la trace le flux sanguin s'applique à plusieurs techniques actuelles, qui permettent de cartographier précisément l'activité cérébrale. L'une de ces techniques, la tomographie par émis-

sion de positons (TEP), est aussi fondée sur l'injection de substances radioactives dans le sang. En imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), on détecte, grâce à un puissant champ magnétique, le fer de l'hémoglobine transportée par le sang. Le parcours du sang ainsi visualisé est ensuite superposé à des images anatomiques du cerveau. Ces techniques servent à étudier les pathologies du cerveau, mais aussi à rechercher les aires cérébrales impliquées dans des activités cognitives telles que la lecture, la reconnaissance des visages ou la mémorisation.

Une activité cérébrale plus étendue quand on ne fait rien !

Pour identifier ces aires, certains chercheurs pensaient enregistrer l'activité cérébrale associée aux tâches étudiées et en soustraire l'activité du cerveau au repos. Ils constatèrent avec surprise que la première est bien plus localisée que la seconde. En d'autres termes, l'activité cérébrale est très étendue quand on demande aux sujets de ne penser à rien et elle se restreint à des régions spécifiques lorsqu'ils sont occupés par une tâche particulière.

Les neurobiologistes ont nommé « réseau par défaut » les zones du cerveau actives durant l'état de soi-disant repos. Ce réseau comprend différentes régions des aires préfrontales, temporales et pariétales, d'habitude qualifiées d'« aires associatives ». La conception du cerveau sous-tendant cette dénomination est assez passive, ramenée à un simple système entrée-sortie : des données pénétreraient dans le cerveau par les aires sensorielles, subiraient une sorte de traitement associatif (à l'origine de la pensée), puis le quitteraient par les aires motrices. La notion de réseau par défaut, actif même en l'absence d'entrées et de sorties, suggère un modèle plus dynamique.

En 1979, D. Ingvar déclare : « En se fondant sur des expériences antérieures stockées en mémoire, le cerveau – l'esprit de tout individu – est automatiquement occupé à extrapoler les événements futurs et, semble-t-il, à établir divers schémas de comportement hypothétiques afin de se préparer à ce qui pourrait arriver. » Ainsi, même au repos, on ne penserait jamais vraiment à rien et les projections mentales auxquelles se livre l'esprit auraient une utilité.

Des études récentes ont consisté à provoquer ces projections mentales, afin de les explorer plus en détail. Les chercheurs ont demandé à des individus de se remémorer des épisodes particuliers ou d'imaginer des événements futurs. Le sujet devait fournir une liste d'épisodes passés, en précisant pour chacun une personne, un objet et un lieu (par exemple, une amie faisant tomber son ordinateur portable dans une bibliothèque). Il était ensuite placé dans un scanner à résonance magnétique, tandis que ces trois éléments lui étaient indiqués pour qu'il se remémore l'épisode correspondant. On mesurait ainsi l'activité cérébrale associée à un voyage mental dans le passé. Pour obtenir du sujet qu'il imagine l'avenir, on lui fournissait des éléments de sa liste et on lui demandait de se représenter un épisode futur impliquant une nouvelle combinaison de ces éléments (voir la figure 1).

Les chercheurs ont constaté que les aires cérébrales activées par les projections dans le passé et le futur se recouvrent en grande partie – sans être tout à fait identiques, sinon nous serions incapables de distinguer un

souvenir d'un événement anticipé. Passé et futur nous semblent d'ailleurs liés, comme si les événements imminents se déplaçaient peu à peu vers le passé.

Quand la mémoire invente des histoires

■ L'AUTEUR



Michael CORBALLIS
est professeur émérite
au Département
de psychologie
de l'Université
d'Auckland, en Nouvelle-Zélande.

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

Ainsi, la remémoration et l'anticipation d'un événement activent des zones du réseau par défaut, notamment dans le lobe préfrontal et le lobe pariétal. Ces tâches activent aussi l'hippocampe, une aire cruciale pour la mémoire et située en profondeur dans le lobe temporal. Quand cette aire est endommagée, une amnésie en résulte et la capacité d'imaginer des événements futurs est affaiblie. Le cas du musicien anglais Clive Wearing est emblématique : une infection virale a détruit une partie de son hippocampe en 1985 et, depuis, il ne vit que dans le présent, avec l'impression permanente et douloureuse qu'il vient juste de se réveiller ou de ressusciter.

Même quand on ne souffre pas d'amnésie, la mémoire est peu fiable. Nous ne nous souvenons que d'une fraction infime des événements de notre vie, et ces souvenirs sont déformés. De fait, se remémorer le passé implique souvent autant de constructions mentales qu'imaginer le futur. Ulrich Neisser (1928-2012), psychocogniticien à l'Université Cornell, écrivait : « Se souvenir, ce n'est pas comme écouter un enregistrement ou regarder un tableau ; c'est plutôt comme raconter une histoire. » Certains souvenirs sont presque totalement erronés. Elizabeth Loftus, de l'Université de Californie à Irvine, se souvient avoir vu sa mère morte dans une piscine ; or c'est impossible, car elle dormait quand le corps a été découvert. La mémoire n'enregistre donc pas fidèlement le passé à la façon d'un journal intime, mais fournit sans cesse des scénarios divers. Cela

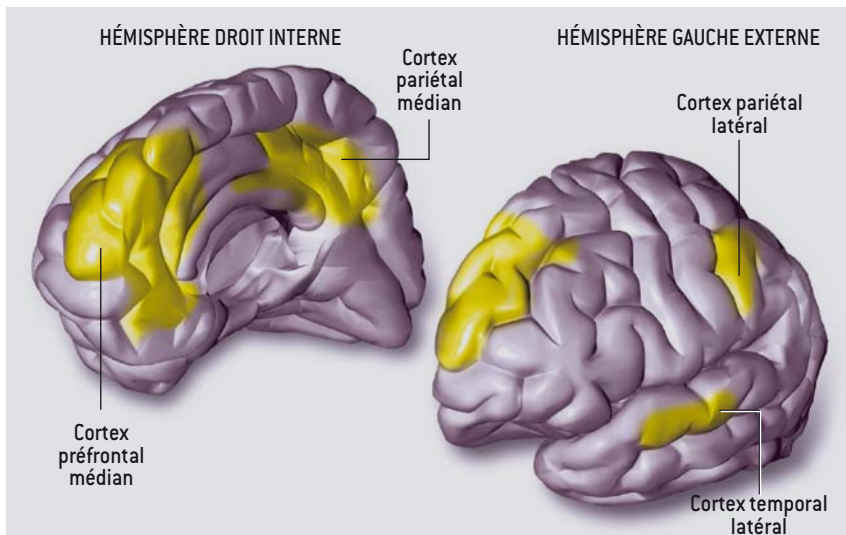
permettrait d'envisager les épisodes futurs possibles, et peut-être de créer une image de soi gratifiante.

Les soldats, par exemple, se souviendraient de leurs actes en accentuant, voire en imaginant, les aspects héroïques. Hillary Clinton, ancienne secrétaire d'État américaine, racontait récemment qu'en 1996, elle avait atterri sous le feu de tireurs embusqués ; les enregistrements télévisés montrent qu'en réalité, elle a été accueillie par un enfant souriant.

Même s'ils sont bâtis avec des éléments réels, les événements futurs sont imaginés,

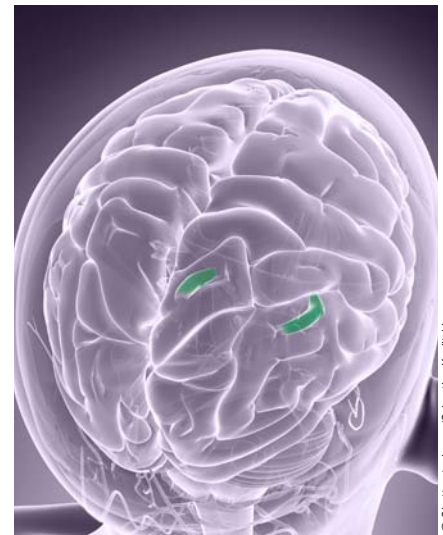


1. LORSQU'ON SE SOUVIENT DU PASSÉ (à gauche) ou lorsqu'on imagine le futur (à droite), des régions cérébrales similaires sont activées. Dans cette expérience, le sujet a fourni une liste de souvenirs, impliquant dans chaque cas un lieu, une personne et un objet. On l'a ensuite placé dans le scanner en lui indiquant ces trois éléments (ici parc, Adrien et vélo), afin qu'il se remémore le souvenir correspondant. On lui a ensuite présenté des éléments associés à des souvenirs distincts (ici salon, Adrien et tasse), afin qu'il les recombine pour imaginer un événement futur.



2. LE RÉSEAU PAR DÉFAUT (à gauche, en jaune), un ensemble d'aires corticales activées lorsque le sujet « ne pense à rien », et l'hippocampe (à droite, en vert), une aire cérébrale profonde impliquée dans la mé-

moire, sont cruciaux pour les projections mentales dans le temps. En 1985, une infection virale a détruit une partie de l'hippocampe du musicien anglais Clive Wearing. Depuis, il n'est conscient que du présent.



© Shutterstock.com/Sebastian Kautzki

ce qui suggère que le réseau cérébral sous-tendant le voyage mental dans le temps concerne autant l'imaginaire que le réel. Nous sommes des conteurs invétérés. Le biographe et critique littéraire Brian Boyd soutient que la fiction est une forme de jeu, permettant d'aiguiser les aptitudes sociales et la capacité à répondre aux exigences de la vie.

Une autre forme de voyage mental nous transporte dans l'esprit des autres. La capacité à se représenter ce qu'autrui pense ou ressent est nommée « théorie de l'esprit ». Elle permet d'adapter notre comportement en conséquence. La théorie de l'esprit joue aussi un rôle important dans l'imaginaire et, lorsque nous rêvassons, nous vivons souvent une histoire fictive en adoptant le point de vue d'un des personnages. On vérifie l'existence de cette faculté par des tests, tel celui dit de la fausse croyance. Si le sujet connaît une « vérité » (par exemple, qu'une voiture est de marque Citroën) et comprend qu'une tierce personne se trompe (telle une jeune femme croyant que la voiture est une Porsche parce qu'un séducteur le lui a affirmé), cela montre qu'il est capable de s'imaginer ce qui se trouve dans l'esprit de cette personne ; il est donc doté d'une théorie de l'esprit.

Ce type de tests a été mené en plaçant le sujet dans un scanner, afin de déterminer quelles parties du cerveau sont mobilisées. Le sujet lisait des histoires qui impliquaient parfois une fausse croyance et parfois non. L'activité cérébrale au sein du réseau par

défaut était notablement supérieure dans le premier cas, en particulier à la jonction du lobe temporal et du lobe pariétal.

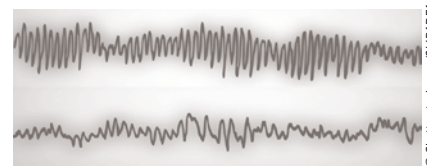
La capacité à se projeter dans le temps et dans l'esprit d'autrui est liée au langage. En effet, les capacités verbales sont souvent mobilisées par le vagabondage de l'esprit et les projections dans le temps – bien qu'on puisse aussi se souvenir d'événements passés ou imaginer le futur de façon purement visuelle ou auditive, sans impliquer de langage. Le réseau par défaut abrite d'ailleurs les deux aires principales du langage : l'aire de Broca (responsable de la production de mots), dans le cortex préfrontal, et l'aire de Wernicke (impliquée dans le décodage des mots), dans une région recouvrant le lobe pariétal et le lobe temporal.

Le rôle du langage

Le langage est encore plus crucial pour communiquer les projections mentales dans le temps, ce qui favorise la vie sociale et l'adaptation à notre environnement. Il permet en effet de décrire ce qui est absent grâce à des symboles, le plus souvent arbitraires : par exemple, aucun aspect du mot hippopotame (écrit ou prononcé) n'évoque l'animal correspondant. Les langues des signes sont plus figuratives, mais de nombreux signes ne ressemblent pas à ce qu'ils désignent. En outre, des marqueurs de temps et de lieu situent les événements racontés.



© Shutterstock.com/CLIPAREA | Custom media, © Universitätsklinikum de l'ena



3. L'ÉLECTROENCÉPHALOGRAPHIE a été inventée par le médecin allemand Hans Berger (en haut) en 1924. Quand le sujet a les yeux fermés et qu'aucune tâche particulière ne l'occupe, l'électroencéphalogramme résultant est constitué d'ondes dites alpha (tracé du bas). Quand il ouvre les yeux, les ondes bêta (tracé du haut) dominent.



4. LE LANGAGE REPOSE EN PARTIE SUR LA THÉORIE DE L'ESPRIT, c'est-à-dire sur la capacité à se projeter dans l'esprit des autres. En effet, les personnes prenant part à une conversation doivent être conscientes de partager un même contexte mental, sinon leurs

phrases seraient trop imprécises. Par exemple, une personne affirmant « C'était trop lent » suppose que son interlocuteur sait s'il parle d'une course sportive, d'un trajet en voiture ou du chargement d'une page Internet.

Le langage permet également de partager ce qu'on pense quand on se projette dans l'esprit des autres. Les romanciers ont l'habitude d'imaginer comment apparaît le monde à travers les yeux de leurs personnages et de décrire des événements de leur point de vue. En outre, le langage permet de connaître les pensées d'autrui et de les influencer.

Il dépend de la théorie de l'esprit d'une façon plus fondamentale encore. Selon Paul Grice, philosophe britannique du XX^e siècle, une conversation efficace nécessite non seulement que l'orateur sache à quoi pense l'auditeur, mais aussi que l'auditeur en soit conscient.

Dan Sperber, de l'Institut Jean-Nicod, à Paris, et Gloria Origgi, philosophe au CNRS, donnent l'exemple de l'expression : « C'était trop lent. » Cette expression peut se rapporter à une course sportive, au trafic routier, au chargement d'une page Internet, etc. Cependant, quand le locuteur et l'auditeur ont conscience de partager le même contexte, ils n'ont généralement pas besoin d'en détailler la signification. Même dans un acte juridique ou un mode d'emploi, le langage est rarement assez explicite pour que le message soit compris en l'absence d'un contexte partagé.

Comment expliquer nos capacités langagières et de projection dans le temps et dans l'esprit des autres ? Elles résulteraient des pressions de sélection dans la savane africaine durant le Pléistocène, il y a environ 2,6 millions d'années, qui ont poussé nos ancêtres à créer des structures sociales élaborées. Au cours de cette ère, le volume du cerveau a presque triplé.

L'homme est-il le seul animal dont l'esprit vagabonde ? Cette question fait

■ BIBLIOGRAPHIE

M. C. Corballis, *The Recursive Mind : The Origins of Human Language, Thought, and Civilization*, Princeton University Press, 2011.

Êtes-vous créatif ?, *Cerveau&Psycho*, n°46, 2011.

R. K. Larson et al. (éds.), *The Evolution of Human Language*, Cambridge University Press, 2010.

R. L. Buckner et al., *The brain's default network : anatomy, function, and relevance to disease*, *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 1124, pp. 1-38, 2008.

D. R. Addis et al., *Remembering the past and imagining the future : common and distinct neural substrates during event construction and elaboration*, *Neuropsychologia*, vol. 45, pp. 1363-1377, 2007.

R. Saxe et N. Kanwisher, *People thinking about thinking people : The role of the temporo-parietal junction in « theory of mind »*, *NeuroImage*, vol. 19, pp. 1835-1842, 2003.

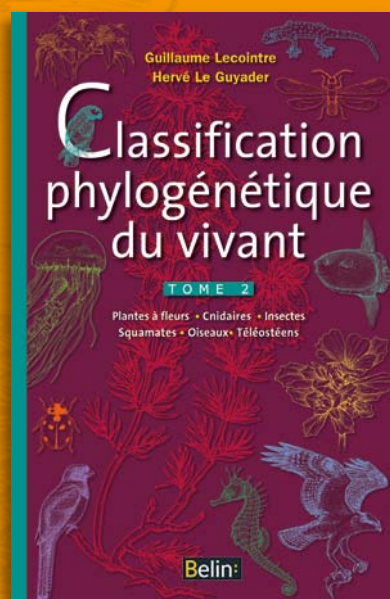
l'objet d'un vif débat. Les singes ont un réseau neuronal qui ressemble à notre réseau par défaut. Certains chercheurs suggèrent que des primates non humains, voire des oiseaux, voyagent mentalement dans le temps et ont une théorie de l'esprit, mais que nous n'en pouvons rien savoir parce qu'il leur manque un langage pour l'exprimer. Cependant, cet argument peut être inversé : les hommes pourraient avoir inventé le langage pour décrire leurs projections mentales dans le temps.

Qu'en est-il des autres animaux ?

La primatologue britannique Jane Goodall a étudié les chimpanzés dans leur milieu naturel pendant près de 45 ans, au sein du parc national de Gombe Stream, en Tanzanie. Elle déclarait en 2010 : « Quelle est la seule chose évidente que nous, les humains, faisons, et qu'ils ne font pas ? Les chimpanzés peuvent apprendre le langage des signes, mais dans la nature, pour ce que nous en savons, ils sont incapables de communiquer à propos de choses qui ne sont pas présentes. Ils ne peuvent pas enseigner ce qui s'est passé il y a 100 ans, sauf en manifestant de la peur à certains endroits. Ils ne peuvent certainement pas faire de projets pour les cinq années à venir. »

Selon J. Goodall, les chimpanzés sont donc capables d'apprendre un langage des signes, mais celui-ci est bien moins performant que le langage humain, en particulier pour raconter des histoires ou partager des épisodes de la vie. La communication limitée des autres primates indiquerait que leur esprit reste cantonné au présent. ■

Le grand arbre du vivant enfin complet !



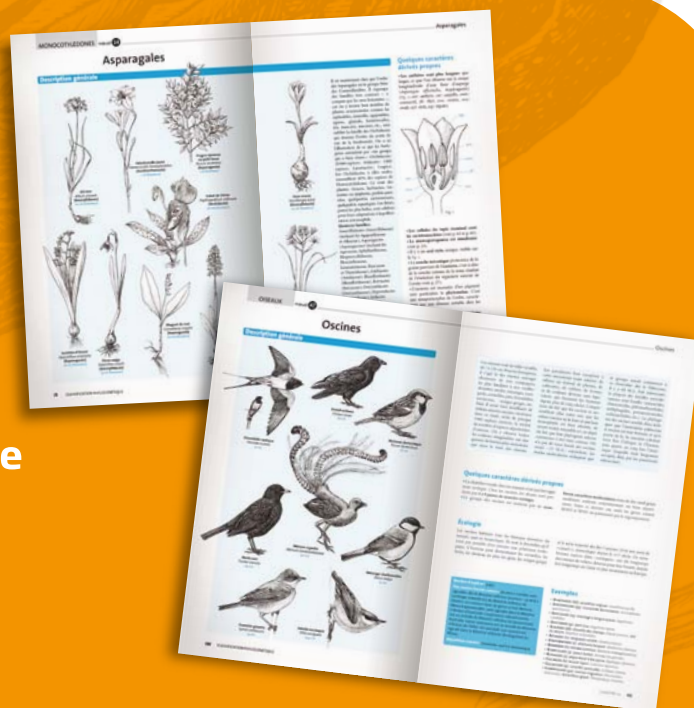
Classification phylogénétique du vivant

Tome 2

978-2-7011-3456-7

39,90 €

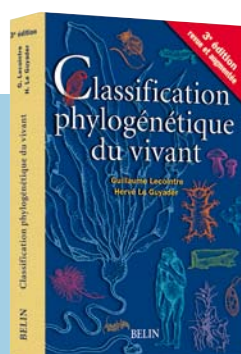
608 pages



La classification moderne, dite phylogénétique, est fondée sur la recherche de parentés entre espèces, exauçant ainsi le vœu ancien de Darwin que toute classification naturelle doit refléter une généalogie. Comme le tome 1, dont il est le complément indispensable, ce tome 2 de la *Classification phylogénétique du vivant* est donc une véritable incursion dans l'arbre de la vie !

Il tient compte des bouleversements récents qu'a connus la classification et comporte les plantes à fleurs (ou angiospermes) et cinq grands groupes d'animaux : les oiseaux, les hexapodes (insectes, collemboles, etc.), les squamates (lézards et serpents), les cnidaires et les poissons téléostéens. On trouvera pour chaque groupe les arguments de la classification (les innovations évolutives léguées par son ancêtre) et bien d'autres renseignements (nombre d'espèces, plus ancien fossile connu du groupe, etc.).

Un livre appelé à devenir une référence pour les enseignants et les chercheurs, ainsi que pour de nombreux naturalistes !



Retrouvez aussi le tome 1 !

Classification phylogénétique du vivant

Tome 1

978-2-7011-4273-9

43,00 €

560 pages

Belin:
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777

Ces ouvrages sont disponibles en librairie ou sur le site des éditions Belin : www.editions-belin.com.