

la savane, mais que cette adaptation n'était pas uniforme dans toute la région : ils ont aussi retrouvé des fossiles de bovins plus adaptés à des régions humides. Les chercheurs confirment qu'il y a eu des transitions globales vers des climats plus arides, mais que la dynamique d'adaptation des espèces est complexe à interpréter.

Si l'analyse reste sujette à caution dans ses détails, une tendance globale se dégage : le changement de végétation a probablement eu une influence sur nos ancêtres, en modifiant les ressources alimentaires disponibles. L'étude isotopique des sols a permis d'esquisser la flore à diverses époques ; celle de l'émail des dents permet d'en savoir plus sur ce que mangeaient les hominines. Par exemple, l'analyse d'un dent d'un homme moderne vivant en Occident pointerait vers une alimentation à base de plantes en C4, car une grande part de l'alimentation – la viande de bœuf, les boissons sucrées, etc. – dérive du maïs, une herbe en C4.

Régime alimentaire varié ou restreint ?

Le changement de ressources alimentaires semble avoir joué un rôle durant l'évolution de l'homme, il y a environ deux millions d'années, lorsque le genre *Homo* est apparu. Th. Cerling et ses collègues ont examiné les dents des fossiles trouvés dans le bassin de Turkana. En 2013, ils ont montré qu'il existait une distinction nette entre le régime des premiers *Homo* et celui des *Paranthropus*. Une espèce, *Paranthropus boisei*, a parfois été surnommée l'homme casseur de noix à cause de ses grandes molaires et des os massifs de sa mâchoire. Il n'en est rien : les données concernant les isotopes du carbone dans l'émail des dents de cette espèce indiquent que son régime était peu diversifié et fondé principalement sur de la végétation en C4. En outre, de fines rayures microscopiques sur les dents renforcent l'idée d'une alimentation à base d'herbes abrasives en C4.

La grande surprise a concerné *Homo*. L'analyse des dents les plus anciennes indiquait un régime en contradiction avec l'environnement de l'époque, dominé par de l'herbe en C4. Les données isotopiques des dents indiquaient un régime constitué d'environ 65 % d'aliments en C3 et 35 % d'aliments en C4. Les premiers humains avaient donc une alimentation diversifiée

qu'ils devaient chercher dans un environnement de plus en plus uniformément couvert par la savane. Ce qui *a priori* semble être un inconvénient a aussi eu l'avantage de conférer à *Homo* une grande flexibilité vis-à-vis des variations climatiques. *Homo* a dès lors pu transmettre ses gènes à sa lignée tandis que *Paranthropus*, qui pourtant se nourrissait de plantes en C4, a fini par s'éteindre, son régime étant trop spécialisé. Les végétaux dont il se nourrissait ont probablement disparu lors du changement climatique.

Par ailleurs, il est tentant de spéculer que les outils en pierre les plus complexes apparus avec *Homo* – les haches, les couperets et autres – étaient plus adaptés pour aider leurs propriétaires à exploiter plusieurs sources de nourriture. Nous ignorons ce qu'ils mangeaient exactement, mais nous pensons que la diversité alimentaire a finalement constitué un avantage.

Ces résultats, qui reposent sur les plantes en C3 et en C4, nécessitent d'être consolidés par de nouvelles données. Une technique particulièrement prometteuse a été développée ces dernières années pour suivre de façon continue les changements passés de la végétation. Les feuilles de toutes les plantes terrestres sont recouvertes d'une pellicule cireuse qui les protège. Lorsque des plantes meurent ou sont abrasées, la couverture cireuse est emportée par le vent, avec la poussière minérale et d'autres particules. Ces couvertures sont faites de petites molécules carbonées robustes, des lipides. Elles sont résistantes à la dégradation et portent la signature isotopique du carbone de leur plante mère, en C3 ou en C4. Une fois récupérés dans les sédiments, les lipides cireux des plantes peuvent être analysés, et leur signature en carbone déterminée. L'abondance relative des signatures en C3 ou en C4 nous permet d'estimer les quantités d'herbe par rapport aux arbres et broussailles présents dans les anciens milieux.

Sarah Feakins, de l'Université du Sud de la Californie, et ses collègues ont appliqué cette technique afin de reconstruire l'environnement des hominines. En analysant les sédiments issus d'un site de forage dans le Golfe d'Aden, ils ont confirmé que les plaines herbeuses d'Afrique de l'Est se sont étendues il y a entre trois millions

et deux millions d'années, pour couvrir jusqu'à la moitié des terres.

S. Feakins a aussi montré qu'on pouvait retracer les cycles courts de climats humides et secs avec ces biomarqueurs de cire. La végétation a donc évolué en partie selon les cycles courts alternant entre forêt et savane. Sur le site fossilifère de Olduvai Gorge, en Tanzanie, où des hominines ont vécu il y a 1,9 million d'années, Clay Magill et Kate Freeman, de l'Université d'État de Pennsylvanie, ont utilisé les mêmes biomarqueurs et ont trouvé des changements similaires.



Homo
a pu s'adapter
aux variations climatiques
et aux changements
de végétation car il avait
une alimentation variée.

L'ensemble de ces observations a permis de reconstruire l'histoire climatique de la région. L'image de notre ancêtre sortant de la forêt pour investir la savane sans jamais revenir en arrière a vécu. Il faut plutôt se représenter les ancêtres de l'homme confrontés à des cycles climatiques rapides et réguliers et à deux changements importants qui ont établi la prépondérance de la savane africaine telle que nous la connaissons aujourd'hui. La capacité de nos ancêtres à s'adapter au changement semble avoir été un atout majeur. D'autres éléments enrichiront peut-être ce scénario, mais une chose est sûre : la réponse à la question « D'où venons-nous ? » n'est plus hors de portée. ■

L'ÉMERGENCE

Frans de Waal

Notre capacité à coopérer au sein de grands groupes sociaux a des racines évolutives anciennes.

On en retrouve les prémices chez d'autres primates, voire chez des mammifères plus éloignés.

L'ESSENTIEL

■ **La coopération** est répandue dans le monde animal, mais seuls les êtres humains la mettent en œuvre au sein de grands groupes organisés et sont dotés d'une moralité complexe.

■ **Toutefois, les fondements** de ces aptitudes, tels l'empathie et l'altruisme, sont aussi observés chez nos cousins primates.

■ **Les capacités** de coopération de *Homo sapiens* auraient permis à l'humanité de devenir l'espèce dominante sur Terre.

Comment l'humanité est-elle devenue la forme de vie dominante sur la planète, avec une population de plus de sept milliards d'individus qui s'accroît encore ? L'explication classique est axée sur la notion de compétition. Nos ancêtres auraient pris possession de territoires, éradiqué d'autres espèces – dont nos frères néandertaliens – et chassé les grands prédateurs jusqu'à provoquer leur extinction. Nous aurions conquis la nature par la force.

Ce scénario semble toutefois peu plausible. Nos ancêtres étaient trop petits et trop vulnérables pour dominer la savane. Ils devaient vivre dans la crainte des meutes de hyènes, d'une dizaine de grands félins et de bien d'autres animaux dangereux. Le succès de notre espèce résulte plus probablement de notre esprit de coopération que de notre penchant pour la violence.

Notre propension à coopérer a des racines évolutives anciennes. Pourtant, seuls les humains s'organisent en groupes capables de réaliser des entreprises titanesques. Seuls les humains ont une moralité complexe, qui met l'accent sur la responsabilité vis-à-vis d'autrui et qui se traduit en pratique par la réputation et la punition. Et

nos actions démentent parfois l'idée d'un être humain fondamentalement égoïste.

Évoquons par exemple un sauvetage spectaculaire, survenu en 2007 dans le métro de New York. Wesley Autrey, un ouvrier de 50 ans, a vu un homme tomber devant une rame à l'approche. Comme il était trop tard pour le hisser sur la plateforme, W. Autrey a sauté entre les rails et a couvert l'homme de son corps pendant que cinq voitures lui passaient par-dessus.

Qu'est-ce qui l'a poussé à mettre sa vie en danger pour aider un inconnu ? Pour répondre à cette question et déterminer comment la coopération a émergé dans notre espèce, recherchons d'abord des comportements du même type chez nos cousins évolutifs, en particulier chez nos plus proches parents actuels : les chimpanzés et les bonobos.

Au Centre Yerkes de recherche sur les primates, à l'Université Emory, aux États-Unis, j'observe souvent des cas de coopération désintéressée chez ces animaux. Mon bureau surplombe un grand enclos où une femelle âgée, Peony, se prélassait au soleil avec d'autres chimpanzés. Chaque fois que ses rhumatismes la font souffrir et qu'elle peine à grimper sur la structure d'escalade en bois, une femelle plus

DE LA COOPÉRATION



© Shutterstock.com/Toby Britton

jeune, avec laquelle elle n'a aucun lien de parenté, l'assiste en se plaçant derrière elle et en poussant des deux mains son ample postérieur. J'ai aussi vu des chimpanzés apporter de l'eau à Peony, qui a parfois du mal à marcher jusqu'au robinet. Lorsqu'elle se dirige vers ce dernier, d'autres accourent, prennent un peu d'eau dans la bouche et se placent devant elle. Peony ouvre alors la bouche pour qu'ils y crachent un jet d'eau.

Nombre d'études récentes ont documenté la coopération entre primates, dont on tire trois principales conclusions. Tout d'abord, la coopération n'exige pas un lien de parenté. Bien que ces animaux favorisent leur famille, ils ne coopèrent pas qu'avec elle. L'ADN extrait d'excréments de chimpanzés récoltés dans les forêts africaines a permis de déterminer quels animaux chassent et se déplacent ensemble. La plupart des partenariats étroits dans les forêts impliquent des individus sans relation de parenté. Les amis se toilettent mutuellement, s'avertissent de la présence de prédateurs et partagent leur nourriture. C'est aussi le cas chez les bonobos.

Ensuite, la coopération se fonde souvent sur la réciprocité. Des expériences montrent que les chimpanzés se souviennent des

faveurs qu'ils ont reçues. Des chercheurs ont étudié une colonie en captivité, où le rituel du toilettage avait lieu le matin, avant le nourrissage. Lorsque certains individus s'emparaient de nourriture, par exemple d'une pastèque, ils étaient vite entourés de mendiants qui tendaient la main en gémissant et en suppliant. Les chercheurs ont constaté qu'un singe avait plus de chances de recevoir une part s'il avait fait la toilette du propriétaire plus tôt dans la journée.

L'empathie, une faculté partagée par tous les mammifères

Troisièmement, la coopération peut être motivée par l'empathie, une faculté partagée par tous les mammifères, des rongeurs aux primates. Nous nous identifions à ceux qui souffrent ou sont dans le besoin. Cette identification éveille des émotions qui nous poussent à les assister. Les chercheurs pensent désormais que les primates vont jusqu'à se préoccuper du bien-être des autres même lorsqu'ils ne manifestent pas de souffrance. Dans une expérience classique, deux singes

sont placés côte à côte et l'un des deux choisit un jeton coloré parmi d'autres, de couleurs différentes. Une des couleurs récompense seulement l'animal lui-même, tandis qu'une autre récompense les deux. Après quelques essais, le singe choisit le plus souvent le jeton «pro-social». Cette préférence n'est pas fondée sur la peur des autres, puisque les singes dominants (qui ont le moins à craindre) sont les plus généreux.

Dans cette expérience, se soucier des autres ne coûte rien aux primates, mais ce n'est pas toujours le cas ; les singes peuvent par exemple sacrifier la moitié de leur nourriture pour aider un congénère. Dans la nature, les chimpanzés adoptent des orphelins ou défendent leurs semblables contre les léopards, deux formes très coûteuses d'altruisme.

Chez les primates, cette tendance à prendre soin d'autrui s'est probablement développée à partir des soins maternels, nécessaires à tous les mammifères. De la souris à l'éléphant, les mères doivent réagir aux signaux de faim, de douleur ou de peur de leurs petits, sans quoi ces derniers risquent de mourir. Cette sensibilité, et les processus neuraux et hormonaux qui la sous-tendent, se sont ensuite répandus plus largement au