

> copie de la conduite d'autres individus. Tous les ensembles de règles qui nous ont été soumis ont concouru entre eux dans une simulation informatique, et le meilleur a remporté un prix de 10000 euros.

Les résultats ont été très instructifs. Nous avons trouvé une forte corrélation entre la performance d'un ensemble de règles et les capacités d'apprentissage social dont faisaient preuve les agents. L'entrée gagnante n'exigeait pas des agents qu'ils apprennent souvent, mais lorsqu'ils le faisaient, c'était presque toujours en imitant (en copiant de manière précise et efficace le comportement d'un autre agent).

Le tournoi nous a indiqué une interprétation de la relation étroite entre apprentissage social et taille du cerveau chez les primates. Les résultats laissent penser que la sélection naturelle ne favorise pas l'apprentissage social en termes de quantité, mais de qualité. Les animaux ont besoin d'un gros cerveau non pas pour copier, mais pour bien copier.

Ce nouveau regard sur l'apprentissage a stimulé la recherche sur ce qui concrètement chez les espèces permettait l'imitation. Les chercheurs ont naturellement émis l'idée que la sélection naturelle devait favoriser les structures anatomiques ou les capacités fonctionnelles du cerveau des primates qui privilégient une copie précise et efficace. Par exemple, une meilleure perception visuelle permettrait de mieux copier un comportement à distance ou d'imiter des actions motrices minutieuses. En outre, la sélection devrait avantager une plus grande connectivité entre les aires motrices et perceptives du cerveau, car cela aiderait les individus à traduire en gestes les actions observées chez autrui.

La même hypothèse d'«entraînement culturel» (la culture guide l'évolution et non l'inverse) prévoyait aussi que la sélection de capacités accrues d'apprentissage social devait avoir influencé d'autres aspects du comportement social et de la vie des primates, notamment l'instinct social et l'usage d'outils. Le raisonnement était que plus le groupe est grand et plus le temps investi en société était important, plus les occasions d'apprendre se multiplient. En copiant leurs semblables, les singes acquièrent des compétences en matière de recherche de nourriture, de l'extraction de larves dans l'écorce des arbres jusqu'à des usages élaborés d'outils, comme lorsqu'ils attrapent des termites avec des bâtons.

Si l'apprentissage social facilite la recherche de nourriture, toutes les espèces compétentes en apprentissage social devraient se montrer expertes dans la quête de nourriture et le maniement d'outils. Elles devraient avoir un régime alimentaire plus riche et vivre plus longtemps, puisque cela leur laisserait d'autant plus de temps pour apprendre de nouvelles compétences et les transmettre à leurs descendants. En résumé, l'hypothèse de l'entraînement

culturel prédit que le niveau d'apprentissage social doit être corrélé non seulement à la taille du cerveau, mais aussi à une série de paramètres liés aux performances cognitives.

Des analyses comparatives rigoureuses ont confirmé ces prévisions. Les primates qui excellent en apprentissage social et en innovation ont le régime alimentaire le plus varié, utilisent des outils pour se nourrir, et présentent le comportement social le plus complexe. En fait, les analyses statistiques suggèrent même que l'ensemble de ces paramètres varient si étroitement les uns avec les autres que l'on peut aligner les primates le long d'une droite reflétant les performances cognitives générales, que nous appelons l'intelligence des primates (vaguement analogue au QI chez l'homme).

Les chimpanzés et les orangs-outans excellent dans ces mesures de performance et ont de ce point de vue une grande intelligence, tandis que des prosimiens (des primates jugés plus primitifs que les grands singes, les lémuriens en font partie) nocturnes sont à la peine. Selon une constatation faite par les neurobiologistes, les composants du cerveau sont représentatifs de la taille générale de l'organe. Dans

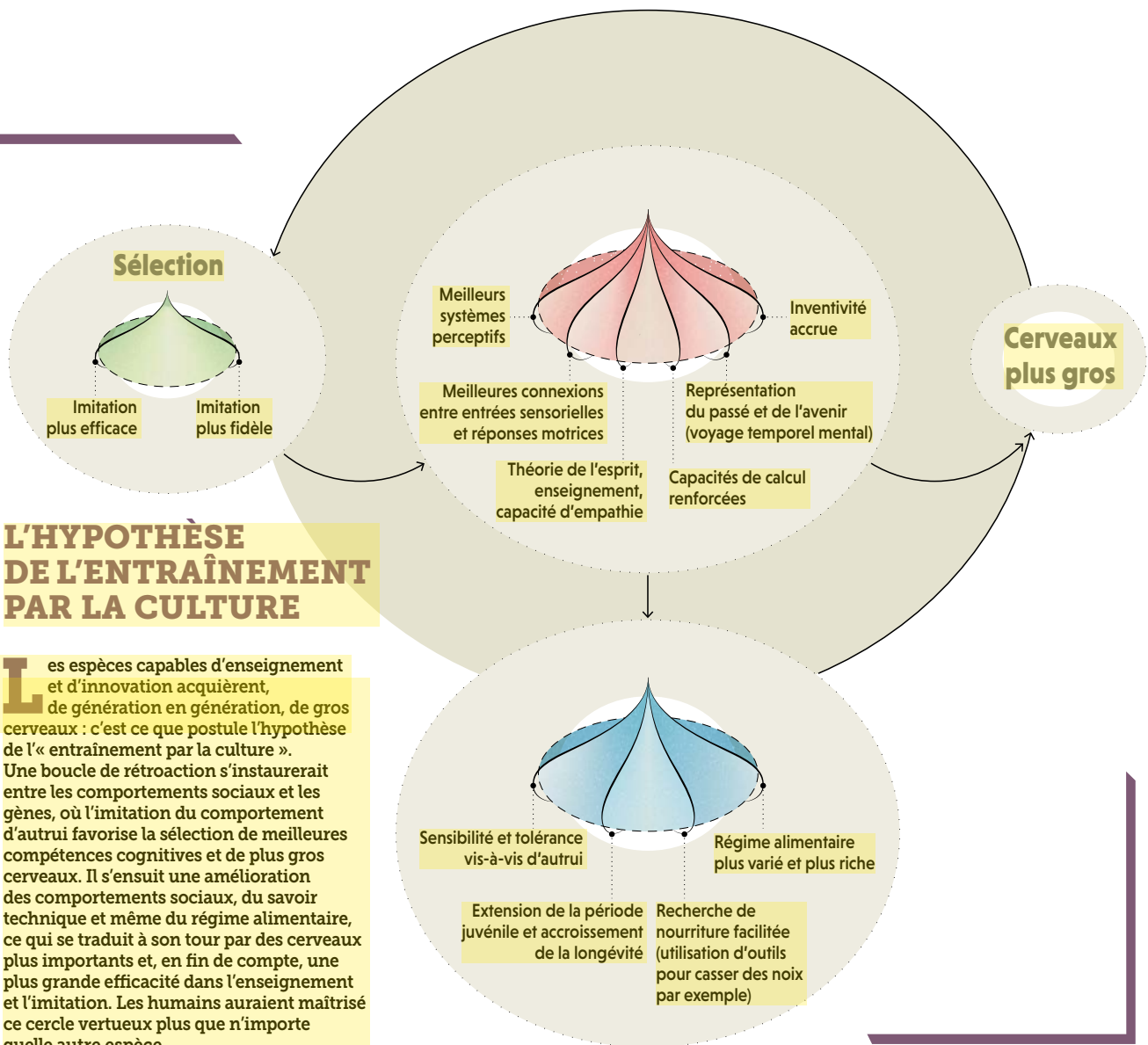
Les singes d'intelligence supérieure sont ceux ayant un apprentissage social et des traditions culturelles

les cerveaux des grands primates, les régions qui exercent le contrôle des actions (situées dans le néocortex et le cervelet) et se projettent vers les neurones moteurs des membres sont plus grandes et mieux connectées entre elles, ce qui facilite les mouvements précis. Cela nous aide à comprendre pourquoi les animaux à gros cerveau présentent une cognition complexe et utilisent des outils.

Chez quelles espèces de primates l'évolution a-t-elle sélectionné une intelligence supérieure? Chez quatre groupes distincts: les capucins, les macaques, les babouins et les grands singes – précisément les espèces connues pour leur apprentissage social et leurs

L'HYPOTHÈSE DE L'ENTRAÎNEMENT PAR LA CULTURE

Les espèces capables d'enseignement et d'innovation acquièrent, de génération en génération, de gros cerveaux : c'est ce que postule l'hypothèse de l'« entraînement par la culture ». Une boucle de rétroaction s'instaurerait entre les comportements sociaux et les gènes, où l'imitation du comportement d'autrui favorise la sélection de meilleures compétences cognitives et de plus gros cerveaux. Il s'ensuit une amélioration des comportements sociaux, du savoir technique et même du régime alimentaire, ce qui se traduit à son tour par des cerveaux plus importants et, en fin de compte, une plus grande efficacité dans l'enseignement et l'imitation. Les humains auraient maîtrisé ce cercle vertueux plus que n'importe quelle autre espèce.



traditions culturelles. Cette corrélation est exactement ce à quoi il faut s'attendre si les processus culturels pilotent vraiment l'évolution du cerveau et de la cognition. Des analyses supplémentaires, utilisant des données plus précises et des méthodes statistiques de pointe, ont renforcé cette conclusion, tout comme les modèles qui prédisent quantitativement la taille du cerveau et du corps à partir de l'estimation des coûts métaboliques du cerveau.

L'entraînement culturel n'est pas l'unique moteur de l'évolution du cerveau : le régime alimentaire et l'instinct social jouent aussi un rôle important, car les singes qui mangent des fruits et ceux vivant dans de grands groupes complexes ont de gros cerveaux. Il est cependant difficile de ne pas conclure qu'une intelligence supérieure et une vie plus longue ont coévolué chez certains primates parce que leurs aptitudes culturelles leur permettaient d'exploiter des ressources alimentaires de qualité mais difficiles d'accès, les nutriments ainsi glanés contribuant à la croissance du cerveau. Les cerveaux sont des organes énergétiquement coûteux, et

l'apprentissage social est d'une importance primordiale pour tout animal cherchant à assurer l'apport correspondant en calories.

Pourquoi alors aucun autre primate n'a-t-il une culture aussi complexe que la nôtre ? Pourquoi les chimpanzés n'ont-ils pas séquencé des génomes ou construit des fusées ? La clé réside dans la fidélité de la transmission d'informations.

L'ENSEIGNEMENT EST CRUCIAL

La taille et la durée de vie du répertoire culturel que se partage une population augmentent de manière exponentielle avec la qualité de l'apprentissage. Sans transmission précise, il ne peut y avoir de culture cumulative. Mais une fois qu'un seuil est dépassé, même des quantités modestes d'innovations et d'amélioration des comportements entraînent un changement culturel massif. Les humains sont la seule espèce à avoir franchi ce seuil.

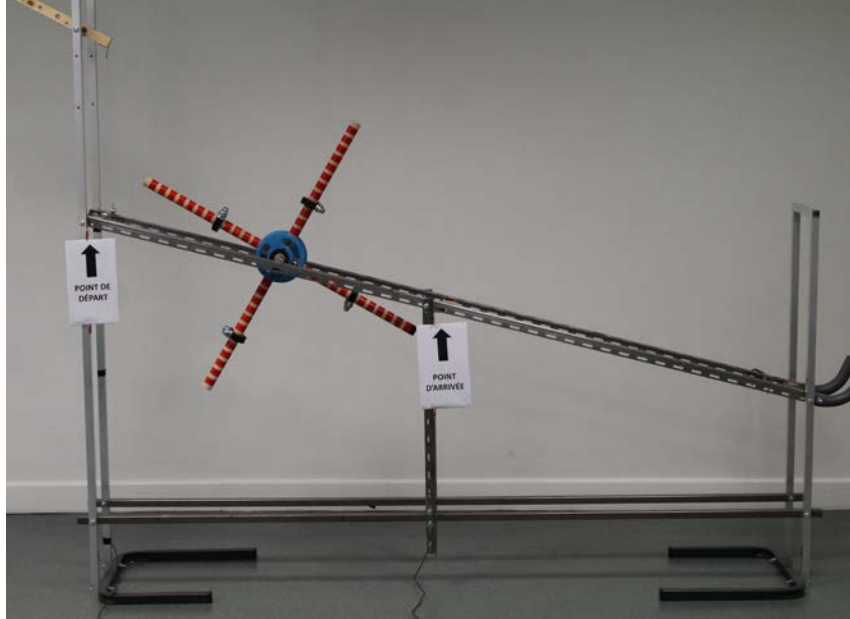
Nos ancêtres l'ont atteint grâce à l'enseignement. Tandis que l'imitation est une faculté largement répandue dans la nature, celle >

L'ESPÈCE HUMAINE EST INTELLIGENTE, PAS LES INDIVIDUS

Aux quatre coins du globe, les populations humaines exploitent des technologies remarquablement complexes et efficaces. Prenez les nomades des steppes d'Asie centrale. Ces populations chassent à l'aide d'arcs recourbés très courts (pour être maniés depuis un cheval) qu'elles produisent à partir de matériaux naturels (bois, corne, colle d'origine animale...). Fabriquer un arc à la fois maniable, robuste et efficace à partir de ces seuls composants constitue un défi d'ingénierie.

Il est généralement admis que notre remarquable capacité à produire des technologies complexes témoigne de l'intelligence de notre espèce : armés de nos imposants cerveaux, nous sommes individuellement plus ingénieux et plus inventifs que les membres des autres espèces.

Cette vision, qui met en avant la seule force de notre intellect, est aujourd'hui de plus en plus remise en cause. Selon les anthropologues évolutionnistes, les technologies complexes résulteraient en fait non pas de notre intelligence mais de notre propension à copier les autres membres de notre groupe. Ainsi, l'arc recourbé n'aurait pas été inventé par un individu particulièrement inspiré ou persévérant, mais aurait été le fruit de copies successives où chaque génération de chasseurs aurait reproduit l'arc le plus efficace. Au cours du temps, l'accumulation de petites améliorations conduirait à l'émergence de technologies complexes et pourtant incomprises par les individus.



Les participants à l'expérience de Maxime Derex et ses collègues devaient optimiser une roue en modifiant la position de quatre poids. La solution optimale consiste à placer les poids au plus près de l'axe de la roue, à l'exception du poids du haut. Cette configuration permettait de réduire la résistance à la mise en rotation de la roue tout en lui conférant une bonne accélération.

Mes collègues et moi avons récemment voulu tester cette théorie en laboratoire. Pour ce faire, nous avons demandé à des groupes de participants d'optimiser une roue de façon à ce qu'elle parcoure 1 mètre, sur des rails inclinés, le plus rapidement possible. Chaque individu pouvait modifier sa roue et disposait de cinq essais pour produire la configuration la plus efficace. Afin de simuler la succession des générations humaines, les deux derniers essais de chaque participant étaient

des participants ! Chaque individu avait produit des configurations plus ou moins aléatoires et la combinaison de ce processus individuel par tâtonnements et la copie des configurations les plus rapides avait suffi à rendre optimales les roues.

Cette expérience illustre l'importance des processus culturels : notre aptitude à copier et à apprendre des autres individus permet de faire émerger des technologies que nul n'aurait su inventer de lui-même. La reconnaissance des processus culturels dans l'évolution humaine apporte un éclairage nouveau sur les raisons de notre succès évolutif. Notre cognition est certes exceptionnelle, mais c'est bien notre culture qui fait de nous une espèce à part.

L'un des enjeux, à présent, est de déterminer l'étendue des effets de la culture sur notre cognition. Selon certains chercheurs, nos capacités cognitives elles-mêmes seraient une conséquence de l'évolution culturelle. De sorte que notre tendance à apprendre les uns des autres aurait non seulement produit de nouvelles façons de chasser, mais également de nouvelles façons de penser.

MAXIME DEREK

chercheur à l'université catholique de Lille
et à l'université d'Exeter, au Royaume-Uni

Notre cognition est certes exceptionnelle, mais c'est bien notre culture qui fait de nous une espèce à part

transmis au participant suivant, dans des chaînes de cinq individus. À la fin des cinq essais, chaque participant devait répondre à une série de questions qui testaient sa compréhension des mécanismes physiques pouvant influencer sur la vitesse de la roue.

Nos résultats ont montré que la roue gagnait en vitesse à travers les générations, tandis que la compréhension des mécanismes restait médiocre tout au long de l'expérience. En d'autres termes, il n'y avait aucun lien entre la performance de la roue et l'intelligence

M. Derex et al., Causal understanding is not necessary for the improvement of culturally evolving technology, prépublication PsyArXiv (doi: 10.31234/osf.io/nm5sh), 2018