
Comment les humains coopèrent-ils pour transmettre et améliorer leurs techniques ?

François Osiurak, Chloé Bryche, Nina Stauffert, Anaïs Mercier and Eléonore Trân

 <https://publications-prairial.fr/canalpsy/index.php?id=3583>

DOI : 10.35562/canalpsy.3583

Electronic reference

François Osiurak, Chloé Bryche, Nina Stauffert, Anaïs Mercier and Eléonore Trân, « Comment les humains coopèrent-ils pour transmettre et améliorer leurs techniques ? », *Canal Psy* [Online], 134 | 2025, Online since 17 février 2025, connection on 26 février 2025. URL : <https://publications-prairial.fr/canalpsy/index.php?id=3583>

Copyright

CC BY 4.0

Comment les humains coopèrent-ils pour transmettre et améliorer leurs techniques ?

François Osiurak, Chloé Bryche, Nina Stauffert, Anaïs Mercier and Eléonore Trân

OUTLINE

Introduction
Culture technologique cumulative
Culture minimale
Imitation
'Sur-imitation'
Enseignement
Coopération et culture cumulative
Conclusion

TEXT

Introduction

- 1 Les plus anciens outils que nous connaissons sont les outils en pierre taillée dont la technique de fabrication consiste à frapper deux pierres l'une contre l'autre. Comme la technique semble simple, d'aucuns pourraient croire que son apprentissage l'est également. Peut-être suffit-il de pouvoir observer, une ou deux fois, un congénère dans le feu de l'action et de pouvoir s'exercer ensuite quelques minutes ? La réalité est tout autre. Stout et coll. (2015) ont rapporté que près de 170 heures d'entraînement de taillage de pierre en compagnie de deux experts comme enseignants étaient loin d'être suffisantes pour que des novices maîtrisent la création de bifaces, à savoir ces pierres dont plusieurs éclats ont été retirés pour leur donner une forme de pointe. Évidemment, l'entraînement finit forcément par fonctionner, puisque sinon la technique aurait disparu depuis longtemps. Quoi qu'il en soit, à l'égard de ces résultats se pose une question fondamentale à la croisée de l'anthropologie et de la psychologie. Puisque l'apprentissage de la fabrication de bifaces est si exigeant, serions-nous capables d'inventer ces bifaces par nous-

mêmes, sans aucune aide ? Est-ce qu'un individu vivant depuis sa naissance, seul, sur une île déserte, sans aucune trace humaine, sans aucun contact humain, pourrait enchaîner une succession de découvertes sur la taille de pierre l'amenant à produire de lui-même un biface ? La réponse qui fait actuellement consensus dans la communauté est non. Non, des outils tels que les bifaces sont trop complexes pour qu'un individu seul et isolé puisse les réinventer de nouveau sans apprentissage social. Cela ne serait pas le cas pour des outils lithiques plus anciens, dont la complexité est moindre. Snyder et coll. (2022) ont récemment montré que certaines techniques de taille pouvaient être réinventées par des participants naïfs, qui n'avaient donc aucune formation préalable. Par exemple, certains participants utilisèrent un percuteur dormant, à savoir une grosse pierre qui gît sur le sol et sur laquelle on vient frapper la pierre ciblée aussi appelée le nucléus. Cependant, dès lors que la séquence devient plus complexe, avec davantage d'étapes de fabrication (ex. : préparer le nucléus, le frapper pour retier de grands éclats, puis retoucher le nucléus en l'ayant tourné au préalable, etc. ; voir Bryche et coll., sous presse), une forme de coopération serait nécessaire entre l'apprenant et le modèle pour que le premier puisse bénéficier pleinement de l'apprentissage du second. L'objectif de cet article est de faire un rapide état de l'art qui décrit cette forme de coopération particulière entre l'apprenant et le modèle, et qui serait nécessaire à la transmission et l'amélioration de techniques au cours des générations, un phénomène aussi appelé culture technologique cumulative.

Culture technologique cumulative

- 2 La culture technologique cumulative décrit l'augmentation, au cours des générations, de la complexité et l'efficacité des techniques et outils, l'idée étant que ces techniques et outils deviennent si complexes qu'ils ne peuvent plus être réinventés du vivant d'un individu (Boyd et coll., 2011). Ce phénomène, dont l'origine a été considérée par le journal *Science* comme une des 125 grandes questions de notre époque (Kennedy, 2005), aurait débuté il y a plus de 600000 ans, dans la mesure où, comme indiqué plus haut, les

outils lithiques de l'époque étaient déjà trop complexes dans leur fabrication pour imaginer avoir été réinventés de façon répétée par des individus ne bénéficiant d'aucun apprentissage social (Paige & Perreault, 2024). La culture cumulative n'est pas unique à la dimension technologique, car on la retrouve, entre autres, dans l'art, les sciences, ou le langage. La culture cumulative s'oppose à la culture, aussi appelée culture minimale.

Culture minimale

- 3 La culture minimale décrit un comportement qui est appris socialement de façon répétée et qui devient une caractéristique des membres du groupe. Cette forme de culture n'est pas unique à notre lignée et se retrouve dans de nombreuses espèces (Whiten, 2021). Par exemple, Whiten et coll. (1999) ont montré que certains groupes de chimpanzés d'Afrique centrale possédaient des comportements outillés (ex. : cassage de noix avec une pierre) que l'on n'observe pas dans d'autres groupes distants géographiquement. Pourtant, tous ces groupes vivent dans des environnements comparables, qui leur offrent à tous l'opportunité de produire ces comportements (c.-à-d., des noix et des pierres). On parle de culture minimale, car le comportement ne se complexifie pas au cours du temps, et peut être réinventé par un individu de son vivant.
- 4 Comment cette culture minimale se met-elle en place ? Qu'est-ce que copient ces chimpanzés ? L'interprétation qui fait consensus est que la transmission se fait à travers une forme d'apprentissage social que l'on appelle 'émulation', à savoir la copie des buts et non des moyens (Tomasello et coll., 1987). Les chimpanzés sont une espèce sociale, qui a la particularité d'être attentive aux comportements de leurs congénères. Ce que nous entendons par là, c'est qu'à travers un mécanisme attentionnel simple, les chimpanzés orientent de façon privilégiée leur attention vers les objets qui ont été manipulés par des congénères, comme si ces objets devenaient des objets de plus grande valeur. Ce mécanisme biaise l'exploration des chimpanzés, dans le sens où ils auront plus de chances de manipuler des objets manipulés par leurs congénères que d'autres objets de l'environnement. La conséquence est que, dès lors qu'un congénère manipule une noix avec une pierre, cela augmente les chances qu'un

autre chimpanzé se mette à manipuler également ces objets si cet autre chimpanzé l'observe à ce moment-là. Cependant, les chimpanzés ne prêteraient pas attention aux gestes précis réalisés par le modèle, si bien que s'ils apprennent, grâce à ce mécanisme attentionnel, l'association entre les deux objets, il leur reste nécessaire de réinventer le comportement. Grâce à cela, on comprend comment un comportement peut devenir une tradition dans le groupe, car dès lors que deux, puis quatre chimpanzés produisent le comportement, les chances que d'autres chimpanzés reproduisent le comportement par émulation augmentent considérablement. La limite de ce mécanisme est toutefois la suivante. Le temps consacré à réinventer le comportement exact empêche d'enchaîner des apprentissages rapides basés plus précisément sur les comportements du modèle. Cela rend aussi difficile la copie de comportements plus complexes, qui nécessite de prêter attention aux comportements du modèle. Si une telle attention est portée aux actions du modèle, alors l'individu n'émule plus, mais imite.

Imitation

- 5 L'imitation, contrairement à l'émulation, consiste à copier non seulement le but, mais aussi les moyens. Si nous reprenons l'exemple du cassage de noix avec une pierre, imiter revient à apprendre non seulement l'association entre la noix et le caillou, mais aussi les gestes précis réalisés par le modèle. Cela peut consister, par exemple, à regarder l'angle de frappe ou bien à tenter de repositionner avec précision la noix sur la grosse pierre utilisée comme enclume, comme le modèle le fait. L'imitation augmente la fidélité de la copie, on dit ainsi que la transmission est de haute-fidélité. La question est, pourquoi observerait-on plutôt de l'émulation chez les chimpanzés que de l'imitation ?¹ Ou dit autrement, quelle capacité psychologique permettrait de passer de l'émulation à l'imitation ? La réponse est que l'imitation reposerait sur la capacité à attribuer un principe de rationalité aux actions générées par autrui (Gergely & Csibra, 2003). L'idée est que dès lors qu'on infère que les comportements d'autrui ne sont pas aléatoires, mais guidés par une forme de rationalité, alors ces comportements deviennent des sources d'information intéressantes à prendre en considération. Gergely et coll. (2002) ont

ainsi montré que des enfants de 14 mois imitent des actions surprenantes (ex. : taper avec la tête) produites par un adulte pour allumer une lampe dès lors que le modèle adulte semble intentionnellement réaliser cette action (c.-à-d., les mains sont pourtant libres). Toutefois, si cette action surprenante s'explique par le contexte (p. ex., les mains étaient occupées à autre chose, donc l'appui ne pouvait se faire qu'avec la tête), alors les enfants émulent en produisant une action moins surprenante (c.-à-d., ils utilisent les mains et non la tête pour allumer la lampe, contrairement à ce qu'ils ont vu du modèle). D'autres travaux ont indiqué que des enfants dès leur première année de vie peuvent appliquer ce principe de rationalité (Gergely et coll., 1995), suggérant que cette capacité cognitive pourrait être relativement précoce et automatique, dans le sens, où les individus l'utiliseraient spontanément et sans en avoir conscience.

'Sur-imitation'

- 6 La propension à imiter permet d'extraire davantage d'informations, si bien que l'apprenant peut acquérir plus vite le comportement du modèle, même si ce comportement devient complexe. On comprend ainsi en quoi l'imitation devient centrale pour le développement de la transmission de techniques de plus en plus complexes, et donc de la culture technologique cumulative. De façon intéressante, cette imitation est aussi pensée comme un moyen de gagner du temps pour comprendre certains comportements difficiles à saisir au premier abord. En quelque sorte, imiter pourrait permettre l'émergence d'une 'stratégie' implicite de type, 'copions déjà, comprenons plus tard', un peu comme lorsqu'une amie vous a montré comment faire une quiche que vous tentez de confectionner quelques jours plus tard en tentant de reproduire les actions qu'elle a réalisées. Ce mécanisme peut parfois conduire à reproduire des actions qui sont, dans une certaine mesure, non pertinentes. Ainsi, si vous n'avez pas tout compris aux actions réalisées par votre amie, vous pourriez redécouper la feuille de papier qui supporte la quiche, car votre amie l'a fait, alors qu'elle le faisait, car la feuille a tendance à se coincer dans la porte de son four, qui est un peu petit. Horner et Whiten (2005) ont montré que de jeunes enfants de 4 ans reproduisent effectivement les actions non pertinentes d'un modèle,

un phénomène appelé ‘sur-imitation’, qui serait absent chez les chimpanzés. Des travaux ont depuis rapporté que ce phénomène se développe autour de la troisième année de vie et s’observe aussi à l’âge adulte (Hoehl et coll. 2019).

Enseignement

- 7 Pour qu’un apprentissage soit maximal, il faut que l’apprenant souhaite déjà apprendre du modèle, ce qui rejoint le mécanisme d’imitation décrit juste au-dessus. Que l’apprenant coopère est une bonne chose, mais encore faut-il que le modèle coopère également. Lorsque c’est justement le cas, on parle d’enseignement, qui peut se définir comme tout comportement qui facilite l’apprentissage chez un apprenant (Kline, 2015). Le modèle n’agit donc plus comme s’il était seul, il modifie son comportement. Il peut ainsi répéter des actions, les ralentir, pointer pour rendre saillant des aspects importants d’une tâche, ajouter des gestes ou des paroles pour faire comprendre à l’apprenant qu’il va dans la bonne ou la mauvaise direction, etc. Cette définition de l’enseignement est assez opérationnelle et non centrée sur le langage pour que l’on puisse aussi l’employer pour décrire des comportements animaux non humains. Sur cette base, plusieurs études ont observé des comportements d’enseignement chez les animaux non humains (Thornton & McAuliffe, 2008), qui restent toutefois rares. La question des bases psychologiques de l’enseignement est une question ouverte. Certains pensent qu’enseigner nécessite de la théorie de l’esprit, à savoir la capacité à épouser le point de vue d’autrui pour raisonner sur ses états mentaux, comme ses croyances ou intentions (Osiurak & Reynaud, 2020). À l’appui, une étude récente en neuro-imagerie a montré que le lobe préfrontal médian, à savoir une région cruciale pour la théorie de l’esprit, est préférentiellement recruté lorsque des participants doivent choisir des exemples à montrer à des apprenants pour les guider dans une tâche. Toutefois, tout enseignement ne pourrait se réduire à la théorie de l’esprit, et la question demeure d’identifier les capacités cognitives impliquées dans ce comportement singulier.

Coopération et culture cumulative

- 8 En somme, des capacités sociocognitives spécifiques permettraient de provoquer (1), chez l'apprenant, la motivation à prêter une attention particulière aux comportements du modèle et (2), chez le modèle, la motivation à faciliter l'apprentissage, donc à enseigner. Grâce à cela, apprenants et modèles se mettraient à coopérer avec, pour but, la volonté de favoriser l'apprentissage chez l'apprenant. Comme évoqué plus haut, ça serait justement cette forme de coopération qui ferait émerger des phénomènes culturels cumulatifs. Des comportements de plus en plus complexes pourraient ainsi être transmis et rapidement stabilisés, laissant ainsi le temps à de nouvelles découvertes, et à une accumulation de modifications : le fameux effet cliquet (Tomasello et coll., 1993) qui décrit le phénomène de culture cumulative, qu'il soit technologique ou non. Si on retourne vers les industries lithiques, certains ont suggéré que la complexité de leur procédé de fabrication a induit une forme d'opacité, empêchant l'apprenant de comprendre par lui-même, sans guidage par autrui, comment l'objet peut être fabriqué (Shipton & Nielsen, 2015). C'est le cas des bifaces, évoqués plus haut, qui semblent impossibles à reproduire en les regardant seulement ou même en observant une personne à son insu en confectionner. En réalité, des travaux ont montré que la fabrication d'outils lithiques plus anciens, et dont le procédé est pourtant moins complexe, aurait pu déjà exiger de l'enseignement pour être appris (Morgan et coll., 2015). En somme, imitation et enseignement pourraient refléter deux dimensions coopératives clefs au développement de la culture technologique cumulative.
- 9 Dean et coll. (2012) ont réalisé une étude qui démontre plus directement comment cette coopération permet de faire émerger une culture cumulative. Leur étude impliquait un groupe d'enfants humains de 3 à 4 ans, un groupe de chimpanzés et un groupe de capucins. La tâche consistait à récupérer des récompenses coincées dans une boîte à problème. La boîte avait trois niveaux de complexité. Pour chaque niveau, des actions spécifiques devaient être faites, comme tourner une molette, ou appuyer sur deux boutons

simultanément. Le niveau 1 devait être résolu en premier pour libérer la première récompense, permettant ainsi d'accéder au niveau 2 dont la résolution libérait la seconde récompense et permettait l'accès au niveau 3 et à la troisième récompense. Chaque boîte comportait deux parties identiques, si bien que deux individus pouvaient réaliser des actions sur la boîte en observant ce que le congénère faisait sur l'autre partie de la boîte. La boîte était laissée à disposition des groupes, ce qui permit aux auteurs d'observer les binômes en action. Les résultats en termes de performance ont indiqué que la majorité des chimpanzés et des capucins ont résolu le niveau 1, alors que la moitié des enfants finissaient les trois niveaux. En quelque sorte, cela indiquait que seuls les enfants étaient capables de cumuler des découvertes². Plus intéressant encore, aucun comportement d'enseignement ne fut rapporté chez les chimpanzés et capucins, alors qu'un quart des enfants montraient ce comportement, en répétant par exemple une action pertinente pour la montrer au camarade qui œuvrait en parallèle. De la même façon, ils répertorièrent plus de 200 actes altruistes chez les enfants contre aucun chez les deux groupes de primates non humains. Ces actes altruistes consistaient à donner la récompense obtenue à son camarade de jeu, ce qui pouvait avoir comme effet de l'inciter à persévérer, un comportement qui s'apparente également à de l'enseignement. Si la coopération semblait opérer sur le versant 'modèle', les auteurs la rapportèrent aussi sur le versant 'apprenant', en indiquant que les jeunes enfants avaient tendance bien plus souvent que les chimpanzés ou les capucins à tenter de reproduire les actions faites par le camarade de jeu du moment. En d'autres termes, les enfants s'imitaient entre eux et ne se contentaient pas d'émuler. Enfin, les auteurs constatèrent un lien entre la performance et le nombre d'actes coopératifs, dans le sens où tous les enfants qui avaient complété le dernier niveau étaient des enfants qui avaient bénéficié d'une forme d'enseignement et/ou tenté d'imiter. En somme, cette étude a appuyé l'idée que la coopération serait centrale à l'accumulation de découvertes au cours du temps.

Conclusion

technologique cumulative. Le message clef est que sans cette coopération, la transmission aurait peu de chance d'être hautement fidèle, rendant impossible l'émergence de phénomènes culturels cumulatifs. Si cela nous a amenés naturellement à nous tourner vers des capacités sociocognitives comme l'attribution du principe de rationalité ou la théorie de l'esprit, il n'en reste pas moins qu'il est possible que des processus cognitifs non sociaux puissent aussi contribuer à cette coopération. Par exemple, des études récentes ont montré que la compréhension causale pouvait moduler la transmission de techniques, dans le sens où plus une personne est capable de comprendre ce qu'un individu lui montre, plus elle a de chances de le reproduire fidèlement, voire d'innover (Osiurak et coll., 2023). En somme, de nombreuses recherches sont encore à mener pour comprendre comment les individus humains coopèrent, et ce depuis plusieurs centaines de milliers d'années, pour transmettre et améliorer leurs techniques au cours des générations.

BIBLIOGRAPHY

Boyd, R., Richerson, P. J., & Henrich, J. (2011). The cultural niche: Why social learning is essential for human adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 10918-10925.

Bryche, C., Lesourd, M. & Osiurak, F. (sous presse). From stone tools to fMRI, studying human cognitive evolution when the mind doesn't fossilise. *Journal of Cultural Cognitive Science*. <https://doi.org/10.1007/s41809-024-00154-6>

Dean, L. G., Kendal, R. L., Schapiro, S. J., Thierry, B. & Laland, K. N. (2012). Identification of the social and cognitive processes underlying human cumulative culture. *Science*, 335, 1114-1118.

Gergely, G., & Csibra, G. (2003). Teleological reasoning in infancy: The naïve theory of rational action. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 287-292.

Gergely, G., Nádasdy, Z., Csibra, G., & Bíró, S. (1995). Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, 56, 165-193.

Hoehl, S., Keupp, S., Schleihau, H., McGuigan, N., Buttelmann, D., & Whiten, A. (2019). 'Over-imitation': A review and appraisal of a decade of research. *Developmental Review*, 51, 90-108.

Horner, V., & Whiten, A. (2005). Causal knowledge and imitation/emulation switching in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and children (*Homo sapiens*). *Animal*

Cognition, 8, 164-181.

Kennedy, D. (2005). What don't we know? *Science*, 309, 75.

Kline, M. A. (2015). How to learn about teaching: An evolutionary framework for the study of teaching behaviour in humans and other animals. *Behavioural and Brain Sciences*, 38, 1-71.

Morgan, T. J. H., Uomini, N. T., Rendell, L. E., Chouinard-Thuly, L., Street, S. E., Lewis, H. M., Cross, C. P., Evans, C., Kearney, R., De La Torre, I., Whiten, A. & Laland, K. N. (2015). Experimental evidence for the co-evolution of hominin toolmaking teaching and language. *Nature Communications*, 6, 1-8.

Osiurak, F., Claidière, N. & Federico, G. (2023). Bringing cumulative technological culture beyond copying versus reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 27, 30-42.

Osiurak, F. & Reynaud, E. (2020). The elephant in the room: What matters cognitively in cumulative technological culture. *Behavioural and Brain Sciences*, 43, e156.

Paige, J. & Perreault, C. (2024). 3.3 million years of stone tool complexity suggests that cumulative culture began during the Middle Pleistocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121, e2319175121.

Reindl, E., Gwilliams, A. L., Dean, L. G., Kendal, R. L. & Tennie, C. (2020). Skills and motivations underlying children's cumulative cultural learning: Case not closed. *Palgrave Communications*, 6, 106.

Shipton, C. & Nielsen, M. (2015). Before cumulative culture: The evolutionary origins of overimitation and shared intentionality. *Human Nature*, 26, 331-345.

Snyder, W. D., Reeves, J. S. & Tennie, C. (2022). Early knapping techniques do not necessitate cultural transmission. *Science Advances*, 8, eabo2894.

Stout, D., Hecht, E., Khreisheh, N., Bradley, B. & Chaminade, T. (2015). Cognitive demands of lower Paleolithic toolmaking. *PLoS ONE*, 10, 1-18.

Thornton, A. & McAuliffe, K. (2006). Teaching in wild meerkats. *Science*, 313, 227-229.

Tomasello, M., Davis-Dasilva, M., Camak, L., & Bard, K. (1987). Observational learning of tool-use by young chimpanzees. *Human Evolution*, 2, 175-183.

Tomasello, M., Kruger, A. C., & Ratner, H. H. (1993). Cultural learning. *Behavioural and Brain Sciences*, 16, 495-511.

Whiten, A. (2021). The burgeoning reach of animal culture. *Science*, 372, eabe6514.

Whiten, A., Goodall, J., McGrew, W. C., Nishida, T., Reynolds, V., Sugiyama, Y., Tutin, C. E. G., Wrangham, R. W. & Boesch, C. (1999). Cultures in chimpanzees. *Nature*, 399, 682-685.

NOTES

1 Nous disons bien ‘plutôt’, car les résultats de certaines études conduisent à envisager les choses avec prudence, non pas en termes de tout ou rien, mais plutôt à travers un gradient qui indiquerait que les chimpanzés ont la tendance à émuler davantage qu’à imiter plutôt qu’à seulement émuler et à ne jamais imiter (Horner & Whiten, 2005).

2 Reindl et coll. (2020) ont montré que des enfants, sans aucune aide, parvenaient parfois à compléter les trois niveaux. Notons que cette limite méthodologique ne remet pas en cause les principales conclusions de l’étude sur le lien entre performance et coopération.

AUTHORS

François Osiurak

Professeur de psychologie cognitive, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, Lyon, France Institut Universitaire de France, Paris, France

IDREF : <https://www.idref.fr/159023122>

ISNI : <http://www.isni.org/00000000459684531>

BNF : <https://data.bnf.fr/fr/17063433>

Chloé Bryche

Doctorante, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, Lyon, France

Nina Stauffert

Doctorante, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, Lyon, France

Anaïs Mercier

Doctorante, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, Lyon, France

Eléonore Trân

Doctorante, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, Lyon, France