

La richesse, question de définition

Francesco d'Errico et Marian Vanhaeren

Si l'on conçoit la richesse comme tout objet ou moyen dotant un individu d'un avantage social, alors la richesse existait au Paléolithique supérieur, voire peut-être avant.



Dans une discussion sur la notion de richesse, tout est question de définition. Si on lie cette notion à celle de biens mobiles – pouvant être échangés ou donnés – et au contrôle de leur production (voir l'article de V. Lécivain et G. de Saulieu, page 72), il est évidemment difficile de l'appliquer à des sociétés de chasseurs-cueilleurs. En revanche, si l'on s'intéresse à cette notion du point de vue de l'individu, c'est-à-dire aux biens considérés comme de valeur par tous, détenus par une ou plusieurs personnes, et dont la possession marque un statut social particulier, on peut avancer que des richesses ont probablement existé au Paléolithique supérieur, c'est-à-dire environ entre 40 000 et 10 000 ans avant notre ère.

Bon nombre d'ethnologues ont longtemps soutenu que les sociétés de chasseurs-cueilleurs sont caractérisées par l'absence d'une division du travail marquée, d'un artisanat spécialisé, de richesses, et d'une stratification sociale autre que celle imposée par les différences naturelles telles que l'âge et le sexe. En d'autres termes, ces sociétés, où l'on nomme au plus un chef informel et temporaire, seraient égalitaires.

Cependant, il a ensuite été montré que des groupes humains qui ne produisaient pas de biens, mais connaissaient une division du travail et un pouvoir religieux ou politique ont bel et bien existé. C'est pourquoi, pour notre part, nous ne pouvons conclure que la richesse était absente chez les chasseurs-cueilleurs paléolithiques. Dès lors, quelle stratégie d'analyse pourrait-on appliquer pour vérifier, dans les données archéologiques, si une société connaissait ou non des formes de richesse ?

La parure, une richesse ?

Il est au moins une forme de richesse qui se prête à pareille analyse : la parure. L'ethnographie montre que chez les chasseurs-cueilleurs connus par l'histoire, les parures sont composées d'objets présentant une ou plusieurs de ces caractéristiques : 1) ces objets sont produits dans des matériaux au moins localement rares ; 2) leur fabrication nécessite beaucoup de temps et de travail ; 3) leur production exige des techniques complexes, maîtrisées seule-

4) ils présentent une standardisation de forme et de couleur.

Les trois premiers comportements rendent possible le contrôle de la production d'objets de valeur ; le dernier garantit l'interchangeabilité d'objets ayant la même valeur. Dans les sociétés traditionnelles, le port ostentatoire de parures constituées de nombreux objets exotiques acquis par échange caractérise les individus appartenant à un groupe social dominant.

Selon les sociétés, ces richesses sont héritées, distribuées, échangées, détruites ou abandonnées de façon ritualisée, par exemple lors de funérailles. Les individus ayant accès à ces richesses sont la minorité ; les autres membres peuvent en recevoir, en prêt ou en cadeau, de petites quantités et posséder des biens de moindre prestige, car moins élaborés ou d'origine non exotique. Et les cérémonies, funéraires par exemple, réservées aux gens du commun peuvent être très différentes de celles destinées aux personnages jouissant de privilèges, ou simplement constituer une version simplifiée des premières.



Des études transculturelles indiquent que l'appartenance à un groupe social privilégié est souvent marquée par la construction de structures mortuaires durables. Nous devrions par conséquent pouvoir identifier des sociétés complexes du passé par la présence de sépultures associées à de telles structures et à des biens de prestige. Ces sépultures de gens fortunés pourraient y être les seuls témoignages funéraires, ce qui impliquerait que les pratiques funéraires réservées aux peu fortunés sont archéologiquement invisibles; ou alors, les sépultures des moins fortunés seraient soit dépourvues de mobilier funéraire, soit accompagnées d'un mobilier de moindre prestige incluant de petites quantités d'objets exotiques.

Le mobilier funéraire de certaines sépultures du Paléolithique supérieur répond à ces critères de richesse. La femme inhumée il y a 16 000 ans à Saint-Germain-la-Rivière en Gironde, par exemple, arborait un grand nombre de canines perforées de cerf, malgré l'extrême rareté de cette espèce animale dans les restes de ce gisement et dans les sites contemporains du Sud-Ouest de la

France (qui ont des assemblages fauniques dominés par des espèces à caractère step-pique: antilope saïga, renne, cheval). Cela indique que ces dents ont dû être acquises au cours d'échanges avec des populations cantabriques ou méditerranéennes, chez qui le cerf a persisté tout au long de la dernière ère glaciaire. Les canines appartiennent presque exclusivement à des jeunes mâles, et de grandes perforations presque identiques y ont été pratiquées, dans l'objectif évident de standardiser pour garantir la valeur d'échange. Les autres habitants de ce site portaient d'autres types de parure, plus simples et d'origine locale, que les archéologues ont découverts en fouillant les couches d'habitat du site.

Les canines qui ornaient la femme semblent donc bien représenter une richesse marquant son appartenance à un groupe ou à un rôle social privilégié. Si l'on suit cette même logique, les trois sépultures richement dotées de perles d'ivoire et vieilles de 28 000 ans découvertes à Sungir en Russie pourraient représenter le plus ancien témoignage archéologique de richesse. ■

CHEZ LES IBANS, une ethnie dayak de Bornéo, on marque son statut social lors des cérémonies religieuses en arborant de grandes coiffes de plumes. Une forme de richesse ?

■ LES AUTEURS

Francesco D'ERRICO, préhistorien, est directeur de recherche au CNRS.

Marian VANHAEREN, préhistorienne, est chargée de recherche au CNRS.

Tous deux travaillent au sein de l'unité mixte de recherche CNRS/ Université de Bordeaux PACEA.

Si le passage de nos ancêtres arboricoles à *Homo sapiens* a été aussi rapide, c'est grâce à la combinaison d'innovations culturelles et d'aléas climatiques.

Ian Tattersall

L'OUTIL ? a-t-il forgé l'homme

Nous, humains, sommes d'étranges primates. Nous marchons debout, en équilibre précaire, balançant notre corps pesant sur deux pieds courts. Notre tête est étonnamment grosse, munie d'un visage minuscule et de petites mâchoires à l'avant d'une boîte crânienne en forme de ballon. Surtout, nous traitons les informations relatives au monde qui nous entoure d'une façon inédite. Nous déconstruisons mentalement notre environnement et nos expériences intérieures en symboles abstraits, avec lesquels nous produisons de nouvelles versions de la réalité : nous sommes capables non seulement de décrire ce qui est, mais d'envisager ce qui pourrait être. Et à notre connaissance, nous sommes les seuls à le faire.

Nos prédécesseurs n'avaient pas de telles caractéristiques. Le registre fossile montre qu'il y a seulement sept millions d'années, notre précurseur ressemblait aux grands singes, vivait principalement dans les arbres, portait son poids sur quatre membres, et présentait une grande face





© S. Entressangle, E. Daynes/Lobes/Sciences ; reconstitution Elisabeth Daynès, Paris

prognathe et de puissantes mâchoires à l'avant d'une petite boîte crânienne. Selon toute probabilité, ses capacités cognitives étaient équivalentes à celles d'un chimpanzé moderne. Bien qu'intelligents, pleins de ressources et capables de reconnaître, voire de combiner, des symboles, les grands singes modernes ne semblent pas savoir les réarranger pour construire de nouvelles réalités. Ainsi, le passage de cet ancêtre à notre espèce, *Homo sapiens*, a nécessité une évolution importante et rapide.

Sept millions d'années peuvent paraître une longue période, mais pas pour ce type de transformation. Pour comprendre à quel point le changement a été rapide, il suffit d'observer des espèces de primates proches sur l'arbre évolutif : elles ne présentent en général pas de grandes différences physiques ou cognitives.

En outre, les scientifiques estiment que la longévité moyenne d'une espèce de mammifères est d'environ trois à quatre millions d'années, soit près de la moitié de la période pendant laquelle le groupe des hominines (notre espèce et les espèces proches éteintes) a existé et évolué jusqu'à changer d'apparence. Les histoires évolutives étant constituées d'espèces descendant d'autres espèces plus anciennes, la vitesse de spéciation ou d'introduction de nouvelles espèces a dû considérablement augmenter dans la lignée humaine pour expliquer les modifications radicales observées.

Pourquoi l'évolution au sein de notre famille a-t-elle été si rapide ? Quel mécanisme est à l'origine de cette accélération ? La réponse réside certainement dans la capacité de nos ancêtres à relever les défis en produisant des outils en pierre, des vêtements, des abris, du feu, etc. – c'est-à-dire ce que l'on nomme leur culture matérielle. Les scientifiques ont longtemps considéré que la sélection naturelle avait favorisé les humains archaïques doués de la plus grande capacité à innover et partager

leur savoir-faire culturel. Les individus les plus aptes auraient survécu et se seraient mieux reproduits, ce qui aurait entraîné peu à peu des avancées chez l'ensemble des hominines.

Toutefois, ce type de perfectionnement, une génération à la fois, n'aurait pas été assez rapide pour une réorganisation radicale de la lignée humaine en sept millions d'années. À mesure que nos connaissances se précisent sur les changements climatiques des deux derniers millions d'années, un nouveau scénario se dessine : l'évolution de nos ancêtres se serait accélérée sous l'action

conjointe d'importantes fluctuations climatiques et de la culture matérielle.

Les outils et d'autres technologies ont probablement permis aux premiers hominines d'occuper de nouveaux milieux, même si, lors des dégradations périodiques des conditions climatiques, ces aides ne pouvaient plus garantir leur survie. Il en a résulté un éclatement de nombreuses populations, permettant un enracinement rapide de nouveautés génétiques et culturelles, ce qui aurait favorisé l'évolution de certains groupes. D'autres ont tout simplement péri et l'espèce qui a finalement prévalu, la nôtre, doit sa victoire autant à des événements fortuits, tels ces changements climatiques, qu'à ses talents.

Malgré son rôle indéniable dans l'avènement

de *Homo sapiens*, la culture matérielle n'est apparue qu'assez tardivement dans notre histoire évolutive. Plus de quatre millions d'années avant que nos ancêtres aient appris à utiliser des outils, ils ont d'abord dû abandonner une existence arboricole et s'essayer à la vie au sol, ce qui n'était pas un mince exploit pour un grand singe

L'ESSENTIEL

■ **La sélection naturelle des individus les plus aptes à innover et à s'adapter ne suffit pas à expliquer l'évolution radicale de la lignée humaine en sept millions d'années.**

■ **C'est probablement parce que les avancées culturelles se produisaient sur fond d'instabilités climatiques que l'évolution humaine s'est accélérée.**

■ **La succession de périodes clémentes et rudes a favorisé l'éclatement de groupes qui avaient développé une culture matérielle.**

■ **La compétition entre groupes a fait le reste.**

1. ENTRE L'ÉMERGENCE de *Homo habilis*, ici reconstitué par l'artiste Elisabeth Daynès, et celle de *Homo sapiens*, environ deux millions d'années se sont écoulés. Un temps court au regard des transformations observées sur cette période dans le rameau humain.



2. CETTE PLAQUE D'OCRE (ci-dessus) de la grotte de Blombos en Afrique du Sud (ci-contre), qui date d'environ 77000 ans, est considérée, avec une autre découverte au même endroit, comme le premier exemple de pensée symbolique. Les motifs gravés sont si réguliers que les paléontologues pensent qu'il s'agit d'informations codées.



pourvu de quatre extrémités agrippantes. Le changement a dû se faire chez un grand singe déjà habitué à se tenir verticalement sur un tronc, qui répartissait le poids de son corps à la fois en le tirant à bout de bras et en le supportant sur ses jambes. De fait, les vestiges archéologiques suggèrent que cette posture a existé chez certains des premiers hominoïdes – la superfamille à laquelle appartiennent les grands singes et les hominines.

L'abandon des arbres a profondément modifié notre anatomie et a ouvert la voie aux adaptations ultérieures de notre lignée, mais il n'a pas accéléré la cadence évolutive des événements. Pendant environ cinq millions d'années après leur émergence, les hominines ont évolué comme tout groupe de primates. Au début, l'arbre de parenté des humains était touffu : de nombreuses espèces coexistaient à un instant donné, et toutes testaient les nouvelles possibilités qu'offrait la marche bipède.

De toute évidence, cette première expérimentation n'a pas conduit à des transformations majeures : durant cette période, tous les hominines semblent avoir été des variations sur un même thème. Répartis entre des milieux boisés et des habitats plus ouverts, ces ancêtres humains avaient conservé un cerveau et un corps de petite taille, ainsi que des proportions corporelles archaïques, avec des jambes courtes et des bras d'une grande mobilité.

L'évolution ne s'est accélérée qu'après l'entrée en scène de notre genre *Homo*, il y a

■ L'AUTEUR



Ian TATTERSALL est paléo-anthropologue et conservateur émérite du Muséum américain d'histoire naturelle, à New York.

■ SUR LE WEB



L'atelier de l'artiste Elisabeth Daynès, spécialisée dans la reconstitution des hominines : <http://www.daynes.com/>

■ BIBLIOGRAPHIE

I. Tattersall, *Masters of the Planet : The Search for Our Human Origins*, Palgrave Macmillan, 2012.

I. Tattersall et J. Maternus, *Nombreux hier, seuls aujourd'hui*, dans *Sur la trace de nos ancêtres*, Dossier Pour la Science, n° 57, pp. 20-25, octobre-décembre 2007.

environ deux millions d'années. La culture matérielle l'avait cependant précédé d'au moins un demi-million d'années, sous la forme d'outils en pierre – un argument de poids en faveur de l'idée selon laquelle la culture a joué un rôle important dans notre transformation rapide des grands singes arboricoles, évoluant doucement, à la lignée humaine vivant au sol, à forte capacité évolutive. Des paléontologues ont trouvé en Afrique des outils primitifs en pierre datant d'il y a 2,6 millions d'années, et des preuves encore plus anciennes de marques d'outils sur des os d'animaux. Les hominines les plus anciens ont certainement fabriqué des outils simples, tels que des éclats acérés de pierre.

Malgré leur anatomie archaïque, les premiers fabricants d'outils avaient largement dépassé le niveau cognitif des grands singes. Même après un entraînement intensif, les grands singes modernes ne comprennent pas comment percuter deux pierres afin d'en détacher un éclat de façon délibérée, comme le faisaient les premiers hominines. Ces éclats servaient notamment de couteaux pour découper les carcasses d'animaux herbivores. Ce comportement nouveau implique que les régimes alimentaires des hominines s'étaient vite élargis, passant de ressources principalement végétales à une nourriture à base de graisses et de protéines animales. Cette alimentation plus riche a permis au cerveau, grand consommateur d'énergie, de se développer rapidement chez les membres du genre *Homo*.

Si les scientifiques débattent avec véhémence sur le fossile qui représenterait la plus ancienne incarnation du genre *Homo*, ils s'accordent sur le fait que les premiers hominines présentant des proportions équivalentes aux nôtres sont apparus il y a moins de deux millions d'années. À peu près à la même époque, des hominines se sont répandus dans de nombreuses parties de l'Eurasie à partir de l'Afrique. Ces individus marchaient debout et à grandes enjambées, vivaient dans la savane dégagée, loin de l'abri de la forêt, et avaient très probablement une alimentation riche en ressources animales. Les cerveaux des premiers *Homo* étaient à peine plus volumineux que ceux des premiers bipèdes, mais il y a un million d'années, le cerveau des espèces du genre *Homo* avait déjà doublé et, il y a 200 000 ans, il avait de nouveau presque doublé.

Cette vitesse d'accroissement stupéfiante a été identifiée chez au moins trois lignées indépendantes du genre *Homo* : celles qui ont conduit respectivement à *Homo neanderthalensis* en Europe, à *Homo erectus* en Asie orientale et à *Homo sapiens* en

Afrique. Ces tendances parallèles indiquent non seulement que le fait d'avoir un grand cerveau a conféré un avantage de survie, mais aussi que l'augmentation de la taille du cerveau a concerné l'ensemble du genre *Homo* et non pas la seule lignée qui a conduit à *Homo sapiens*. Elle suggère aussi qu'il y a eu une course aux armements des espèces, car l'adoption d'armes à projectiles a fait des différents groupes d'humains les prédateurs les plus dangereux les uns pour les autres au moment même où ils étaient en concurrence pour les ressources.

Instabilités climatiques

L'explication classique du développement rapide du cerveau chez les hominines, privilégiée par les psychologues de l'évolution, est connue sous le nom de coévolution des gènes et de la culture. Ce processus implique l'action constante de la sélection naturelle sur des générations successives d'individus, avec une puissante rétroaction positive de l'innovation dans les sphères biologiques et culturelles. À mesure que des individus dotés de cerveaux plus déve-

loppés prospéraient au fil des générations, la population serait devenue plus intelligente ; tour à tour, elle aurait produit des outils et d'autres innovations qui auraient contribué à son adaptation encore plus efficace à l'environnement. Dans ce modèle, l'action conjointe des gènes et de la culture au sein d'une même lignée aurait obligé nos prédécesseurs humains à devenir plus intelligents et à adopter un comportement plus complexe et les aurait prédisposés à une évolution plus rapide.

Toutefois, à la réflexion, il a sans doute fallu plus que cela. Une difficulté de ce scénario est qu'il suppose que les pressions de sélection (les contraintes auxquelles les espèces se sont adaptées) sont restées constantes durant de longues périodes. Or le genre *Homo* a évolué pendant une période d'âges glaciaires, au cours de laquelle la calotte glaciaire arctique a périodiquement avancé jusqu'à la latitude de New York et du Nord de l'Angleterre dans l'hémisphère Nord, tandis que l'hémisphère Sud connaissait des périodes d'une extrême aridité. Dans de telles instabilités environnementales, aucune pression de sélection n'a pu

Comment la culture influe sur notre évolution

La culture matérielle n'est pas la seule forme de culture qui a influencé l'évolution humaine. La culture au sens large, c'est-à-dire englobant le social, le politique, le religieux, les valeurs et représentations du monde, interagit avec notre évolution biologique, et ce par divers mécanismes.

Les premiers travaux qui ont mis en avant cette interaction datent des années 1970. On parlait alors d'évolution bioculturelle : l'homme modifie son environnement et, en retour, subit des pressions de sélection liées au nouvel environnement. Des individus portant une mutation avantageuse survivent mieux, transmettant leur mutation au fil des générations. Ce processus est lent, mais laisse des traces importantes dans notre génome. Par exemple, certains variants génétiques, moins sensibles aux répercussions de la pollution environnementale sur la fertilité humaine, augmentent en fréquence.

Au-delà de ces mécanismes de sélection, la culture agit sur la diversité génétique des populations et donc, à terme, sur leur évolution. Trois mécanismes ont été identifiés. Tout d'abord, dans de nombreuses sociétés, les échanges de conjoints entre les populations ne se font pas au hasard. Ainsi, la langue influe sur les échanges matrimoniaux : nous avons montré que lorsque plusieurs populations de langues différentes coexistent, les échanges entre populations de langues différentes sont réduits. De même, la culture peut contrôler les échanges matrimoniaux à tel point que des flux asymétriques s'opèrent entre

populations. Des freins religieux limitent aussi les échanges de conjoints. La culture joue ici sur la différenciation génétique des populations : en modulant les échanges génétiques, elle conditionne les différences génétiques entre populations.

L'organisation sociale agit aussi sur la diversité génétique. Les sociétés ont des règles d'échanges matrimoniaux, de résidence, de filiation. Plusieurs travaux, dont les nôtres, ont montré que lorsque ces règles sont suivies, elles agissent sur la diversité génétique dans et entre les populations.

Enfin, la transmission culturelle du succès reproducteur joue un rôle important. Dans toutes les populations, le succès reproducteur, c'est-à-dire le nombre d'enfants atteignant l'âge de se reproduire, varie d'un individu à l'autre. Souvent, il dépend de facteurs culturels transmis. Par

exemple, chez les Yanomami, en Amérique du Sud, un homme de haut statut social a un plus fort succès reproducteur, car il a plus de femmes. Son statut est transmis à son fils qui, à son tour, aura un fort succès reproducteur. Dans nos sociétés, le succès reproducteur dépend de la richesse. Par ce mécanisme, les variants génétiques de certains individus sont mieux transmis que d'autres, non pas pour des avantages biologiques qu'ils conféreraient, mais en tant que passagers pris en auto-stop par la culture.

La culture est donc un facteur important de l'évolution humaine. En modulant notre diversité génétique, elle agit sur notre réservoir de potentialité adaptative – réservoir qui pourra être utile dans un nouveau contexte écologique, vraisemblablement créé par l'homme...

– Éveline Heyer
UMR 7206, MNHN, Paris

se maintenir. Plus nos connaissances sur ces oscillations climatiques progressent, plus nous réalisons à quel point les anciens environnements de nos ancêtres ont dû être instables. Des carottes extraites des calottes glaciaires et des boues du fond océanique révèlent que l'amplitude des oscillations a augmenté depuis environ 1,4 million d'années. Partout, les populations d'hominines ont donc dû réagir fréquemment à de brusques changements climatiques.

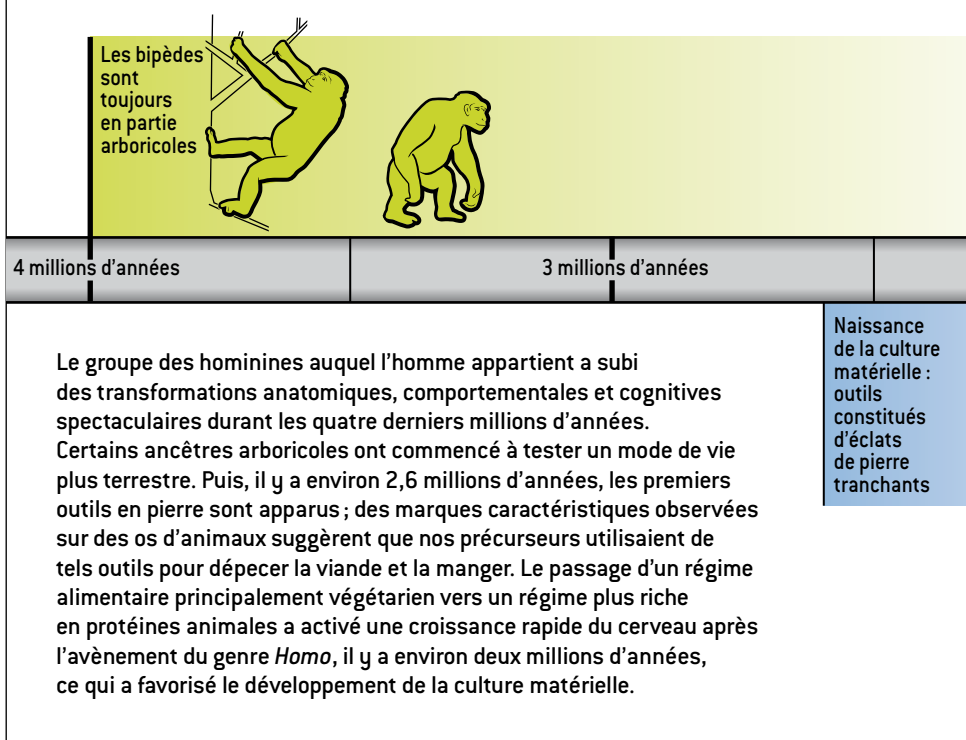
Des innovations sporadiques

Une autre difficulté de l'explication classique concerne le registre matériel lui-même. Au lieu de livrer le récit d'une complexité technologique croissante au cours des deux derniers millions d'années, les découvertes archéologiques suggèrent que l'innovation a été très sporadique. Par exemple, plusieurs centaines de milliers d'années, voire un million, pouvaient s'écouler entre l'introduction de deux nouveaux types d'innovations, et peu d'améliorations avaient lieu entre les deux. Les hominines de cette époque semblent avoir réagi au changement climatique en adaptant les anciens outils à de nouveaux usages, plus qu'en inventant de nouveaux genres d'outils.

Rien ne prouve non plus que les processus cognitifs des hominines se sont perfectionnés continuellement au fil du temps. Même lorsque des espèces du genre *Homo* à cerveau plus développé sont apparues, des technologies et des modes de vie plus anciens ont subsisté ; et quand de nouvelles manières de procéder sont apparues, cela s'est produit par intermittence au sein des espèces existantes, et non pas *via* l'introduction de nouvelles espèces.

En particulier, les preuves d'une cognition symbolique moderne ont émergé de façon plutôt soudaine, et très tardivement. Les objets à vocation symbolique les plus anciens répertoriés (deux plaques d'ocre aplanies gravées de motifs géométriques, voir la figure 2) sont apparus dans la grotte de Blombos, en Afrique du Sud, il y a environ 77 000 ans, bien après l'entrée en scène de *Homo sapiens* (il y a quelque 200 000 ans). Les motifs étant trop réguliers pour être aléatoires, les paléontologues pensent qu'ils constituent des informations codées. Ces apparitions sont si soudaines qu'elles ne sauraient être la marque d'une avancée intellectuelle graduelle, au fil des générations.

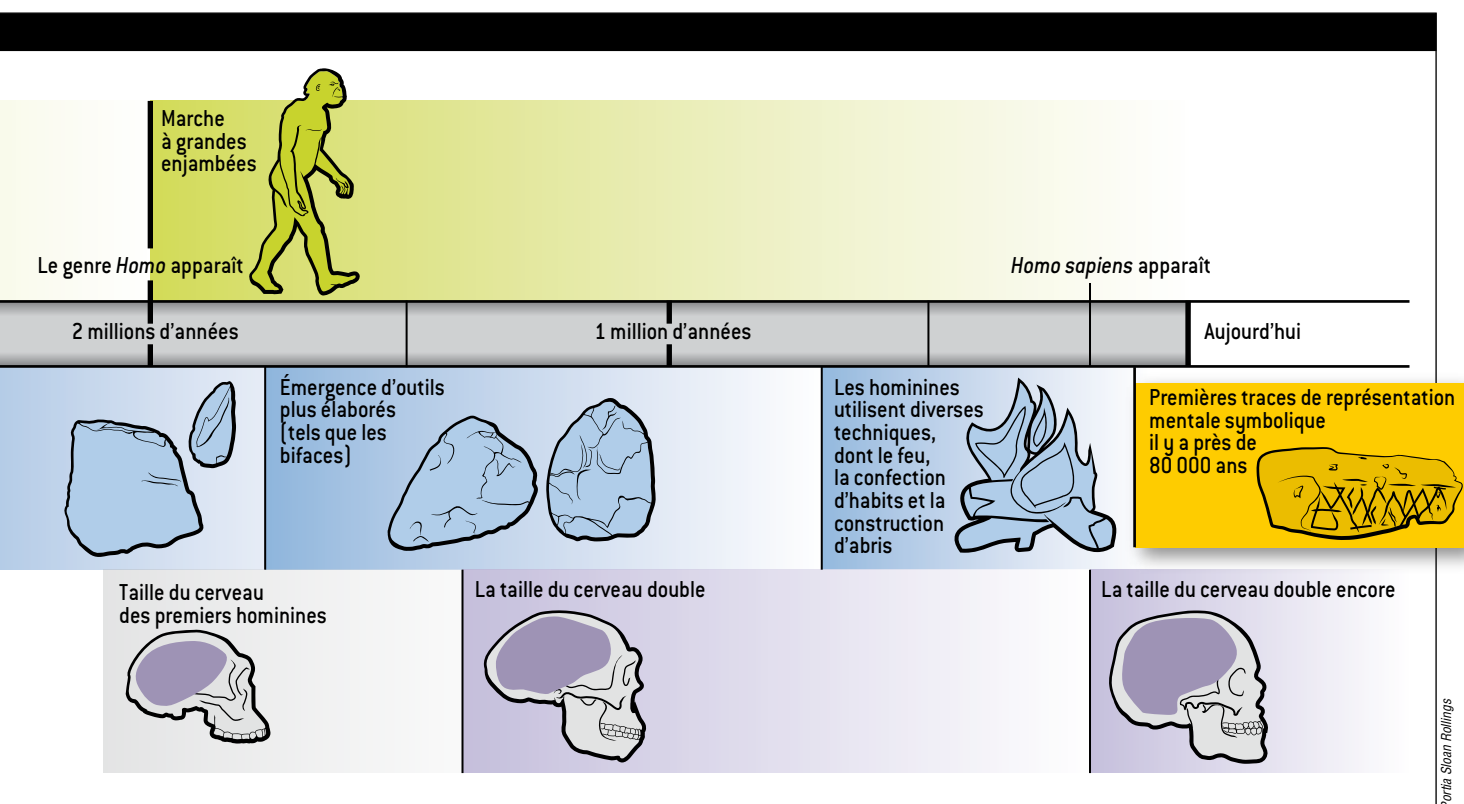
UNE HISTOIRE DE L'INNOVATION



Il doit exister une taille de population qui favorise l'incorporation durable d'innovations tant génétiques que culturelles.

Dès lors, l'explication de l'évolution rapide des hominines à l'époque des glaciations est à chercher ailleurs que dans la progression linéaire d'une seule lignée humaine. Bien sûr, dans cette nouvelle interprétation, certains ingrédients – les pressions environnementales et la culture matérielle – seront les mêmes ; simplement, ils agiront différemment. D'autres facteurs doivent être à l'œuvre, notamment la taille des populations. Une population vaste et dense a trop d'inertie génétique pour être régulièrement poussée dans une direction donnée. En revanche, de petites populations isolées se différencient les unes des autres. Il doit donc exister une taille de population intermédiaire qui favorise l'incorporation durable d'innovations, tant génétiques que culturelles.

De nos jours, la population humaine est sédentaire, énorme et distribuée continuellement sur toutes les régions habitables du globe ; mais à l'époque des glaciations, les hominines étaient des chasseurs cueilleurs nomades, clairsemés sur les continents eurasiens et africains. Le changement climatique a constamment frappé ces petites populations locales. Les écarts de température et d'humidité, et même les fluctuations du niveau des mers et des lacs, avaient de



graves conséquences sur la disponibilité des ressources locales, modifiant la végétation et poussant les animaux à migrer. Les lieux où vivaient les hominines devenaient souvent hostiles, voire inhabitables, avant le retour de conditions plus clémentes.

Un isolement des groupes propice à la spéciation

Il y a entre un million d'années et 700 000 ans, des hominines ont acquis diverses technologies, allant de la fabrication d'outils à la cuisson des aliments et à la construction d'abris. Ces technologies leur auraient permis d'exploiter l'environnement plus efficacement que des espèces plus archaïques. Grâce à elles, ils auraient pu élargir les environnements qu'ils occupaient.

Durant les périodes clémentes, ces populations se seraient étendues et auraient occupé des régions marginales, inaccessibles sans la technologie qu'ils avaient acquise. Et lorsque les conditions climatiques se détérioraient, la culture aurait constitué une solution tampon incomplète pour lutter contre les éléments plus rudes. De nombreuses populations auraient alors vu leur taille décliner et se seraient fragmentées.

Les groupes isolés ainsi formés auraient présenté des caractéristiques idéales à la fois pour fixer des nouveautés génétiques et culturelles et pour connaître une spéciation subséquente. Les populations modifiées se seraient de nouveau étendues et seraient entrées en contact les unes avec les autres au gré des améliorations climatiques. Si une spéciation avait eu lieu, une compétition se serait probablement produite, conduisant à l'élimination sélective de certaines populations. Si la spéciation avait été incomplète ou inexistante, toute nouveauté génétique aurait été incorporée dans les populations fusionnées. De toute façon, un changement aurait eu lieu.

Dans les conditions perturbées de l'époque des glaciations, ce processus se serait répété de nombreuses fois, préparant la voie à une évolution exceptionnellement rapide, influencée par la possession d'une culture matérielle. Une fois la stabilité revenue, nous nous sommes retrouvés seuls, heureux bénéficiaires fortuits de progrès cognitifs, d'innovations culturelles et de changements climatiques, qui nous ont permis d'éliminer la concurrence d'autres hominines en un temps record, ou d'y survivre.

L'acquisition de notre mode unique de pensée symbolique a constitué un avantage certain sur nos concurrents. Cette acquisition semble s'être produite après l'apparition de notre espèce, *Homo sapiens*, et a très probablement été incitée par un stimulus culturel : l'invention du langage.

Cette idée d'une évolution dans laquelle notre espèce serait apparue au cours d'une séquence rapide d'événements aléatoires, indépendants des qualités spécifiques de nos ancêtres, est bien moins spectaculaire que l'idée classique d'un perfectionnement graduel au fil du temps, mais elle est plausible : malgré toutes ses qualités, *Homo sapiens* est une espèce imparfaite.

Considérer notre espèce comme le résultat d'un accident de l'évolution contient aussi une leçon profonde : si, à cause de notre composante culturelle, nous n'avons pas été modelés par l'évolution autant que d'autres espèces animales, si, avec *Homo sapiens*, l'évolution n'a pas conduit à un être parfaitement adapté à son environnement et à des tâches précises, nous disposons en retour d'un libre arbitre que n'ont pas d'autres espèces. Nous pouvons faire des choix concernant notre comportement. Et il est de notre devoir d'en assumer la responsabilité. ■

Le bond technologique décisif de nos ancêtres

Maxime Derex

Il y a 50 000 ans, les moyens techniques dont les humains disposaient pour vivre se sont soudain complexifiés.

Pourquoi ? Des scénarios se dessinent...



Apparus il y a environ 200 000 ans en Afrique, les premiers humains anatomiquement modernes, c'est-à-dire d'une morphologie semblable à la nôtre, subsistaient d'une façon tout à fait similaire à celle de leurs contemporains *Homo erectus* et *Homo neanderthalensis*. Les vestiges archéologiques de l'époque attestent de la production d'outils qui nécessitaient des capacités cognitives et motrices supérieures à celles de nos plus proches cousins les chimpanzés, mais rien ne distingue les outils faits par *Homo sapiens* de ceux de ses contemporains. Il y a environ 50 000 ans cependant, nos moyens de subsistance se sont soudain complexifiés : outils de pierre spécialisés et finement travaillés, outils à base d'os, utilisation des ressources marines... La liste des innovations de l'époque est longue.

Cette révolution technique fut décisive pour notre espèce, puisqu'elle a entraîné

l'augmentation de la densité des populations, l'expansion de notre espèce vers de nouveaux environnements ou encore l'extinction de la mégafaune du Pléistocène supérieur et des humains archaïques. Comment expliquer la soudaine complexification des outils employés par nos lointains ancêtres ?

Combinant modèles mathématiques, études de terrain et expériences en laboratoire, biologistes, psychologues, anthropologues, archéologues et primatologues tentent de répondre à l'une des plus passionnantes questions concernant l'origine de l'homme. Voici un aperçu des travaux les plus récents, des hypothèses liées à l'intelligence humaine jusqu'aux scénarios faisant intervenir la taille des groupes.

Si l'on vous demandait d'expliquer comment un primate tropical a pu coloniser la quasi-totalité des habitats terrestres de la planète dans ce qui ne représente qu'un

L'ESSENTIEL

- La soudaine complexification des technologies humaines il y a 50 000 ans est encore mal comprise.
- En alliant leurs approches, archéologues, biologistes et anthropologues tentent d'expliquer cette explosion technologique.
- La production de techniques complexes nécessite d'accumuler des innovations culturelles au fil des générations.
- L'amélioration des capacités d'apprentissage social et l'expansion des populations ont joué un rôle crucial dans ce processus.



1. GROUPE DE PÊCHEURS il y a 15 000 ans.

Les outils utilisés par nos ancêtres pour se nourrir, se vêtir, s'abriter se sont brusquement complexifiés il y a 50 000 ans.

L'apprentissage social et la taille des populations expliqueraient cet essor.

bref instant à l'échelle de l'évolution biologique, vous proposeriez probablement d'emblée des hypothèses en lien avec sa remarquable intelligence. Après tout, notre espèce est capable d'envoyer dans l'espace un véhicule d'exploration martienne quand le plus grand accomplissement technique des chimpanzés reste de collecter des termites avec un bâton.

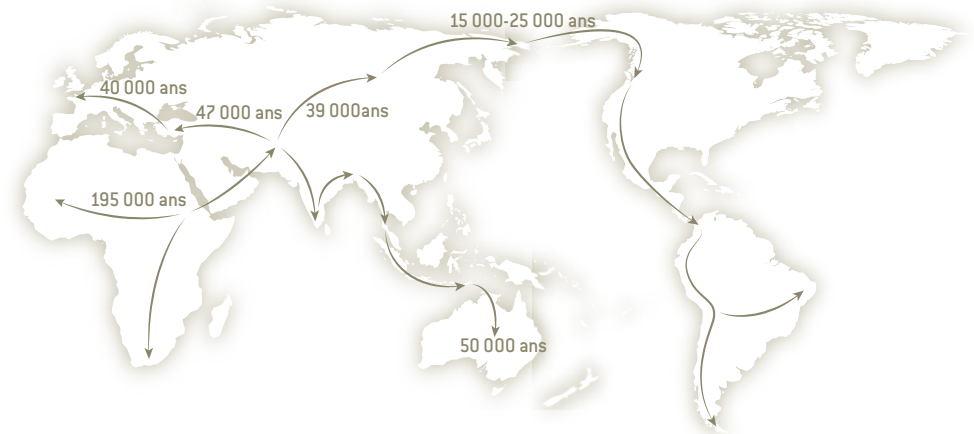
Telle a aussi été l'une des premières idées des anthropologues : les comportements humains modernes seraient apparus à la suite d'un changement génétique qui aurait profondément affecté notre fonctionnement cognitif (par exemple notre créativité). Selon cette hypothèse, toujours défendue par une partie des scientifiques, l'amélioration de nos capacités cognitives nous aurait permis de trouver des solutions à des problèmes auparavant insurmontables et, ainsi, de coloniser de nouveaux environnements.

Le cas de l'explorateur européen perdu

Toutefois, les choses ne sont pas aussi simples. Il est certes probable que l'humain moyen ait une intelligence supérieure à celle du chimpanzé moyen. Néanmoins, nos capacités cognitives paraissent insuffisantes pour expliquer le succès écologique de notre espèce. Pour le comprendre, prenons le problème suivant, proposé par l'anthropologue Rob Boyd, de l'Université d'État de l'Arizona, aux États-Unis.

Imaginez-vous livré à vous-même dans une région inhospitalière où des groupes humains sont par ailleurs bien implantés, par exemple les régions arctiques du Canada. En l'absence de toutes les formes de technologie qui font notre quotidien, ce type d'environnement est particulièrement hostile pour un primate comme vous et moi : les températures sont le plus souvent négatives et la végétation, pauvre, est surtout composée de quelques espèces de mousses et autres herbes. Vous pensez-vous capable d'assurer votre propre subsistance à la seule force de votre intellect ? Si nos capacités cognitives étaient la seule raison de notre faculté d'adaptation à une grande diversité d'habitats, alors cela devrait être possible.

En fait, au cours des derniers siècles, ce type d'expérience a été involontairement mené à différentes occasions, ce qui



2. L'EXPANSION DE L'ESPÈCE HUMAINE hors d'Afrique est l'une des conséquences de la révolution technologique du Paléolithique supérieur. La production d'outils, de techniques ou de savoirs complexes a permis à *Homo sapiens* de s'adapter rapidement à des milieux aussi divers que les steppes eurasiennes, les déserts africains ou les régions arctiques d'Amérique du Nord.

permet d'avoir une estimation assez précise de votre probabilité de survie dans une telle situation. R. Boyd nomme ce type d'événement « les expériences de l'explorateur européen perdu » : des explorateurs possédant des réserves considérables de vivres et de matériel s'égarent dans des environnements non familiers, non loin d'endroits où prospèrent des populations indigènes. En dépit d'un temps d'apprentissage considérable (dû à leurs réserves de vivres) et d'efforts désespérés, ces explorateurs finissent bien souvent par mourir, en

Les outils complexes ne sont jamais inventés spontanément, mais résultent de l'accumulation successive de nombreux changements mineurs.

raison d'un manque d'information crucial sur la façon de s'adapter à leur nouvel environnement (voir la figure 3) ; et lorsque ces explorateurs survivent, c'est bien souvent grâce à l'hospitalité des populations autochtones. D'après les données historiques, il est donc raisonnable d'affirmer qu'en l'absence d'aide extérieure, votre probabilité de survie dans ce type d'environnement serait à peu près nulle.

La difficulté des explorateurs à s'adapter à ce type d'environnement hostile illustre les limites de nos capacités d'innovation individuelle. Dès lors, comment expliquer le succès des populations autochtones dans ces mêmes environnements ? Une partie de la solution peut être résumée

par une métaphore attribuée à Bernard de Chartres, philosophe platonicien du XII^e siècle : « Nous sommes comme des nains sur des épaules de géants. Nous voyons mieux et plus loin qu'eux, non que notre vue soit plus perçante ou notre taille plus élevée, mais parce que nous sommes portés et soulevés par leur stature gigantesque. » Cette formule illustre la dimension culturelle et cumulative des savoirs et des techniques. Si l'espèce humaine est capable de produire de tels accomplissements, ce n'est pas grâce à sa seule intelligence, mais surtout en raison de sa capacité à accumuler de la connaissance à travers les générations.

Les historiens des techniques défendent en effet l'idée selon laquelle les outils complexes ne sont jamais inventés spontanément, mais résultent de l'accumulation successive de nombreux changements mineurs. De la même façon qu'aucun animal n'a été doté de façon spontanée d'un organe aussi complexe que l'œil, les groupes humains bénéficient de techniques élaborées qui sont le fruit de la modification progressive et transgénérationnelle d'une ou de plusieurs techniques ancestrales.

Ce processus, nommé culture cumulative, nécessite que les innovations produites par un individu soient transmises à d'autres individus, lesquels pourront innover à leur tour à partir de cette base. Il en résulte des outils, des savoirs ou des techniques d'une complexité telle qu'aucun individu isolé ne saurait les produire par lui-même. La culture cumulative est donc ce qui a permis à notre espèce de coloniser



3. EN DÉPIT DE RÉSERVES DE VIVRES CONSIDÉRABLES, les membres de l'expédition Franklin (1845) ne se sont jamais adaptés aux conditions de l'Arctique. Ils ont tous péri, alors que non loin de là, des Inuits vivaient de façon prospère dans ce même environnement. À elle seule, la créativité humaine ne permet pas de coloniser de nouveaux habitats...

une gamme d'environnements plus vaste que n'a pu le faire aucune autre espèce de vertébrés terrestres. Comment, cependant, cette accumulation d'innovations a-t-elle été possible ?

L'apprentissage social, le fait d'acquiescer de l'information par l'observation d'un autre individu, est un facteur indispensable dans le processus de culture cumulative, puisque c'est par ce biais que l'information est transmise entre les

individus, et donc entre les générations. En l'absence de transmission d'information, les innovations produites par un individu s'éteignent avec lui et l'accumulation culturelle ne peut opérer.

Pour autant, la capacité d'apprentissage social ne semble pas suffisante pour entraîner l'apparition de la culture cumulative. En effet, on sait aujourd'hui que cette capacité est répandue dans la nature : des mammifères, des oiseaux, des poissons et même

des invertébrés acquièrent de l'information en observant leurs congénères. Toutefois, aucune autre espèce ne semble capable d'accumuler les innovations culturelles comme le fait l'espèce humaine. À quoi est due cette spécificité ?

Un apprentissage social amélioré

Le fait que l'apprentissage social soit observé chez de nombreuses espèces ne signifie pas que toutes les espèces le pratiquent de la même façon ni avec la même efficacité. Pour cette raison, il a été proposé que l'émergence de la culture cumulative soit due à l'amélioration des mécanismes d'apprentissage social chez l'espèce humaine. Par exemple, différentes études comparatives, cherchant à évaluer la performance relative des humains et des chimpanzés dans des tâches d'apprentissage social, ont montré que notre capacité à acquiescer une technique par l'observation d'un congénère est non seulement plus rapide et plus précise, mais aussi plus systématique que celle de nos plus proches cousins (*voir l'encadré ci-dessous*).

En d'autres termes, lorsqu'une innovation apparaît au sein d'un groupe humain, la probabilité qu'elle soit transmise est bien

L'expérience des fruits artificiels

Si nombre d'espèces animales sont capables d'apprendre en observant leurs congénères, ce type d'apprentissage est plus ou moins rapide et efficace selon les espèces.

Ces variations ont pu être étudiées grâce au récent développement d'études expérimentales comparatives.

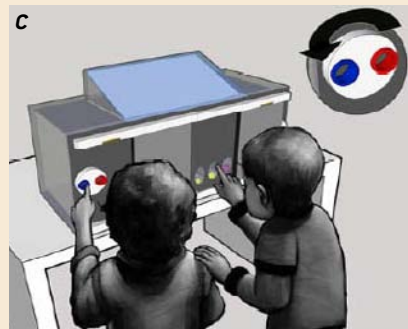
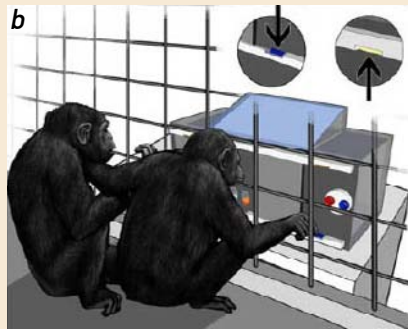
On expose des individus à des « fruits artificiels », des dispositifs qui n'offrent une récompense qu'après une certaine manipulation. À l'aide de ces dispositifs, on compare

les performances d'individus isolés à celles d'individus en mesure d'observer leurs congénères, et l'on détermine ainsi l'efficacité avec laquelle les individus de différentes espèces

acquièrent des comportements par apprentissage social.

En 2012, Lewis Dean, de l'Université de St Andrews, en Écosse, a par exemple étudié les performances de capucins (a), de chimpanzés (b) et d'enfants (c) face à un tel dispositif. Ce dernier fournissait trois récompenses graduelles en trois étapes : une première apparaît quand on fait coulisser une

bouton permet alors de libérer une meilleure récompense (b). Il faut finalement tourner un bouton pour accéder à la plus belle récompense (c). L. Dean et ses collègues ont ainsi montré que notre capacité à acquiescer une technique par l'observation d'un congénère est non seulement plus rapide et plus précise, mais aussi plus systématique que chez les capucins ou les chimpanzés.



supérieure à ce qui est observé chez les chimpanzés. L'amélioration des capacités d'apprentissage social aurait ainsi permis à l'homme de franchir un seuil au-dessous duquel les innovations disparaissent trop vite pour qu'émerge une culture cumulative.

Plusieurs autres facteurs ont pu favoriser notre capacité à acquérir de l'information sociale. Des comportements spécifiques pourraient être apparus, durant lesquels les individus qui possèdent l'information auraient cherché à en faciliter l'acquisition par un observateur. Selon le psychologue Gergely Csibra, professeur à l'Université d'Europe centrale, à Budapest, les comportements pédagogiques sont observés dans toutes les cultures humaines, et l'évolution d'un système de « pédagogie naturelle » a donc pu contribuer à l'apparition de la culture cumulative.

En accord avec cette hypothèse, les études expérimentales comparatives ont montré

que, contrairement aux chimpanzés, les enfants humains cherchent spontanément à faciliter l'apprentissage de leurs semblables en effectuant des démonstrations, lesquelles favorisent la réussite des observateurs.

Bien sûr, la capacité à communiquer de l'information est aussi facilitée par l'utilisation d'un langage articulé. Aucune autre espèce n'a une capacité aussi développée que la nôtre pour la communication, et il ne fait aucun doute que l'utilisation du langage permet de partager de l'information qu'il serait autrement difficile de transmettre. Cependant, en raison du manque de preuve directe sur les origines du langage, les relations entre la culture cumulative et le langage restent purement spéculatives. De plus, le développement de la syntaxe, qui permet de combiner des mots pour former des phrases, pourrait lui-même être une conséquence de l'apparition de la culture cumulative.

À ce jour, l'amélioration des capacités d'apprentissage social constitue l'une des pistes les plus prometteuses pour expliquer l'émergence de la culture cumulative; et de nombreux travaux théoriques et expérimentaux s'accordent pour dire que cette amélioration a dû accélérer l'évolution culturelle. Cependant, des doutes subsistent sur le rôle qu'elle a pu avoir dans l'émergence des techniques complexes. L'explosion culturelle du Paléolithique supérieur n'a pas été homogène, ni dans l'espace ni dans le temps. Cela suggère que la complexification culturelle ne résulte pas directement de l'apparition soudaine de capacités individuelles spécifiques, et que d'autres facteurs sont susceptibles de déclencher l'émergence ou la disparition de pratiques culturelles complexes...

Un pas important dans la compréhension de l'évolution culturelle cumulative pourrait avoir été franchi à la suite

Des flèches virtuelles et des hommes

L'étude des vestiges archéologiques illustre à la fois l'existence de traditions culturelles locales et les changements graduels opérant sur de très longues périodes de temps (à gauche). Les facteurs responsables de cette évolution restent cependant difficiles à déterminer à partir de ce type de données.

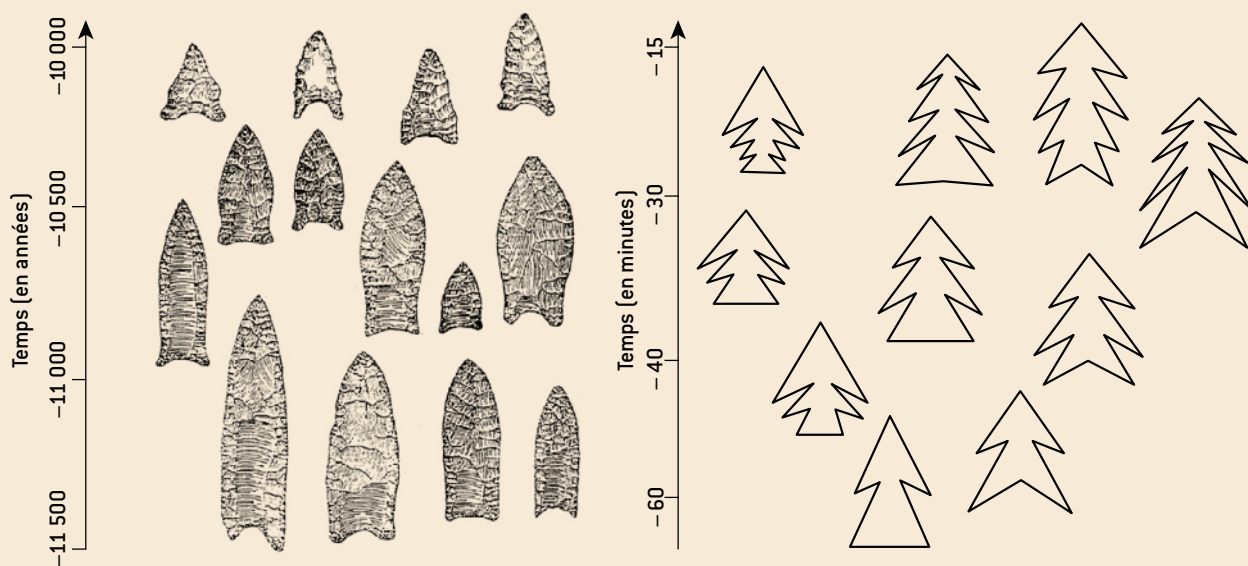
Au mieux, on établit des corrélations entre certains événements (variations climatiques, accroissement de la population, etc.) et les change-

ments observés dans les vestiges archéologiques. De nouvelles méthodes ont donc été développées pour étudier l'influence de différents facteurs sur l'évolution

de la culture. L'évolution culturelle expérimentale consiste à observer l'évolution d'une technique au sein d'une microsociété sur une courte période – la réalisation d'une flèche en pierre sur ordinateur, par exemple (à droite).

Comme dans le monde physique, l'efficacité de ces flèches virtuelles a été programmée pour dépendre de leur forme, et l'objectif pour les parti-

cipants est de trouver la forme la plus efficace pour collecter un maximum de ressources. Placés dans des groupes de petite taille, les participants ont la possibilité d'observer les solutions produites par les autres membres de leur groupe. En modifiant la taille des groupes, la migration des individus entre les groupes ou encore l'accès à l'information sociale, on détermine les conditions qui favorisent l'évolution de la culture.



d'une étonnante observation archéologique. Découverts par les Européens au XVIII^e siècle, les Tasmaniens, peuple vivant sur une île au Sud-Est de l'Australie, furent rapidement décrits comme la population dotée du répertoire technologique le plus simple de toutes les populations humaines contemporaines (ils utilisaient 24 types d'outils en tout). Des travaux archéologiques menés à la fin du XX^e siècle ont révélé que le répertoire culturel des Tasmaniens était non seulement plus simple que celui des Australiens, vivant à seulement 200 kilomètres au Nord, mais aussi plus simple que celui de leurs propres ancêtres, quelques milliers d'années auparavant ! Cette régression culturelle fut d'abord considérée comme un mystère, avant que les données paléoclimatiques sur le niveau des océans ne suggèrent une explication.

Le mystère des Tasmaniens

Les vestiges archéologiques témoignent en effet d'une colonisation de la Tasmanie il y a environ 34 000 ans, lorsque la Tasmanie n'était pas encore une île et qu'une bande de terre reliait ce territoire au continent australien. La fin de la dernière ère glaciaire a cependant entraîné une montée des eaux, qui a recouvert cette bande de terre il y a entre 12 000 et 8 000 ans, isolant ainsi les Tasmaniens. Récemment, les données archéologiques ont montré que la simplification du matériel culturel tasmanien avait été postérieure à cet isolement. Les anthropologues en ont conclu que les Tasmaniens avaient été non seulement le peuple ayant eu les technologies les plus simples, mais aussi celui ayant subi le plus fort isolement des autres groupes humains. Cette observation a conduit à la formulation d'une nouvelle hypothèse liant la complexité technologique à la taille des populations.

Resté dans un premier temps au stade d'argument verbal, l'effet de la taille de la population sur la culture cumulative a été formalisé il y a une dizaine d'années par Joe Henrich, psychologue et économiste à l'Université de Colombie-Britannique, à Vancouver au Canada. En considérant que les mécanismes d'apprentissage social sont imparfaits, J. Henrich a montré que le maintien d'une technique complexe dépend du nombre d'événements d'apprentissage social, lequel dépend de la taille du groupe.

Imaginez par exemple qu'un individu découvre une technique de manufacture permettant de produire de redoutables flèches de pierre à partir d'un bloc de silex. Si une seule personne est capable d'observer cette technique, il y a une certaine probabilité pour qu'elle ne parvienne pas à la reproduire correctement. Bien sûr, la personne peut persévérer et finir par acquérir la bonne technique, mais pour cela, il faudra que de nouvelles démonstrations soient effectuées. Si un événement malheureux arrive au porteur de l'information, il est probable que celle-ci s'éteigne avec lui.

Dans un groupe d'une taille plus importante, la probabilité que personne n'arrive à acquérir la technique est plus faible, car la probabilité qu'un individu doué pour cette tâche soit présent dans le groupe est plus importante. L'acquisition de la technique par un individu supplémentaire permet à celle-ci d'être moins exposée à l'extinction, ce qui offre aux individus les moins doués davantage d'occasions pour l'acquérir.

Cette hypothèse est particulièrement intéressante, car elle implique que la probabilité d'apprendre une technique complexe est plus faible que celle d'apprendre une technique simple ; par conséquent, une réduction soudaine de la taille du groupe devrait surtout conduire à la perte de techniques complexes. Cette prédiction se révèle en accord non seulement avec de récentes études expérimentales, mais aussi avec les données archéologiques de Tasmanie.

Des modifications de la taille du groupe semblent donc influencer sur le maintien des pratiques culturelles complexes. Peuvent-elles aussi agir sur leur apparition ? Oui, selon J. Henrich, car dans de rares cas, les erreurs d'apprentissage peuvent conduire à des innovations ; et comme le nombre d'événements d'apprentissage est supérieur dans les groupes de grandes tailles, le nombre d'erreurs fécondes, et donc d'innovations, devrait l'être aussi.

Depuis la publication en 2004 de ces travaux, qui ont reçu une attention considérable de la communauté scientifique, différents types d'études ont cherché à vérifier les prédictions de ce modèle théorique. Une méthode a, par exemple, consisté à étudier les liens entre l'évolution de la taille des populations ancestrales et les changements majeurs observés dans les vestiges archéologiques.

Les changements démographiques sont en effet connus pour laisser des traces dans

■ L'AUTEUR



Maxime DEREK est chercheur à l'Institut des origines humaines, au sein de

l'Université d'État de l'Arizona [Tempe, États-Unis].

■ BIBLIOGRAPHIE

M. Derex, *Experimental evidence for the influence of group size on cultural complexity*, *Nature*, vol. 503, pp. 389-391, 2013.

L. G. Dean *et al.*, *Identification of the social and cognitive processes underlying human cumulative culture*, *Science*, vol. 335, pp. 1114-1118, 2012.

A. Mesoudi, *Cultural Evolution : How Darwinian Theory Can Explain Human Culture and Synthesize the Social Sciences*, University of Chicago Press, 2011.

P. J. Richerson et R. Boyd, *Not by Genes Alone*, University of Chicago Press, 2005.

J. Henrich, *Demography and cultural evolution : How adaptive cultural processes can produce maladaptive losses – The Tasmanian case*, *American Antiquity*, vol. 69, pp. 197-214, 2004.

■ À ÉCOUTER

Le jeudi 6 novembre 2014, de 14h à 15h, Maxime Derex reviendra sur le bond technologique qui s'est produit il y a 50 000 ans dans la partie *Actualités* de l'émission *La marche des sciences* sur France Culture. www.franceculture.com



4. UN CORBEAU CALÉDONIEN (*Corvus moneduloides*) utilisant un bâton pour récupérer une récompense. Loin d'être une spécificité humaine, l'utilisation et, parfois, la fabrication d'outils ont pu être observées chez diverses espèces animales. Mais aucun de leurs outils ne semble résulter de l'accumulation d'innovations successives.

le polymorphisme génétique des populations, de sorte qu'il est aujourd'hui possible d'inférer la taille des populations ancestrales à partir des données actuelles sur la diversité génétique. Ces données, obtenues par les généticiens des populations, ont permis de vérifier dans quelle mesure les diverses augmentations de complexité culturelle observées dans les vestiges archéologiques correspondent à des densités de population supérieures à un certain seuil.

Une autre étude, fondée cette fois sur des données ethnographiques, s'est intéressée aux moyens de subsistance liés aux ressources marines de dix populations insulaires d'Océanie. Afin d'éviter les effets induits par les migrations et les mouvements des populations modernes, l'anthropologue Michelle Kline, postdoctorante à l'Université d'État de l'Arizona, s'est appuyée sur les récits des premiers ethnologues. Par rapport aux données sur les populations ancestrales, celles relatives à des populations contemporaines sont plus précises, tant sur le matériel culturel utilisé que sur la taille des populations.

Dans les deux cas, ces études ont montré un lien entre l'évolution du matériel culturel et la taille des populations. Cependant, il n'est pas possible de savoir quel événement a causé l'autre ni même d'exclure l'existence d'un autre facteur responsable à la fois de l'augmentation de la taille des populations et de la complexité culturelle.

Pour cette raison, un nouveau type d'études, visant à observer l'évolution de la culture en conditions contrôlées, a été développé. Ces études expérimentales consistent à faire réaliser un outil – physique ou virtuel – à différents individus en modifiant les conditions de l'expérience afin de mesurer l'effet de différents facteurs sur l'évolution de la culture (voir l'encadré page 90). Par exemple, dans une expérience récente menée à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier, nous avons

Les petites populations sont incapables de maintenir des technologies complexes

demandé à des individus placés dans des groupes de différentes tailles de collecter un maximum de ressources à l'aide d'outils virtuels qu'ils devaient fabriquer (flèche en pierre ou filet de pêche). Comme l'avaient prédit les travaux de J. Henrich, les groupes les plus grands étaient ceux où l'évolution technique était la plus importante.

L'hypothèse de J. Henrich suggère également qu'il existe une rétroaction entre la taille de la population et la complexité culturelle. Si la taille de population perturbe l'évolution de la culture, l'inverse est aussi attendu : grâce à l'utilisation de nouvelles techniques, un groupe d'individus peut acquérir davantage de ressources et mieux se protéger des prédateurs, ce qui

favorise son expansion. À son tour, l'augmentation de la taille de population accroît la quantité d'innovations produites dans un temps donné. Ainsi, une relation synergique s'installe, qui conduit à une explosion culturelle et démographique semblable à celle observée au Paléolithique supérieur.

Supposons que l'augmentation de la taille de la population a bien entraîné l'émergence de la culture cumulative. Une question reste alors encore en suspens : comment l'espèce humaine a-t-elle atteint une taille de population suffisante pour déclencher cette relation synergique ? Les hypothèses ne manquent pas : un changement climatique a pu rendre les conditions favorables au développement des populations humaines. Un changement dans les relations sociales de nos ancêtres a aussi pu se produire : si une population a plus tendance à vivre en groupe, cela peut favoriser les contacts et les échanges entre les individus et les groupes. Dans ce scénario, récemment formulé, les effets attendus sont similaires à ceux liés à une augmentation de taille de la population, qui ne devient alors plus un facteur nécessaire.

L'identification des facteurs indispensables à l'émergence de la culture cumulative ne constitue qu'une étape dans la compréhension de son origine. À terme, l'objectif sera de proposer un scénario crédible des événements ayant conduit à son émergence. La tâche se révèle difficile et seuls les efforts conjoints d'archéologues, anthropologues, biologistes et psychologues permettront de répondre à cette fascinante question.

La bonne nouvelle est que la culture cumulative est un processus auto-catalytique : de nombreuses innovations culturelles renforcent sans cesse les facteurs responsables de son évolution. Par le passé, l'imprimerie a permis de stocker l'information, ce qui l'a préservée de l'extinction tout en favorisant sa diffusion. Plus récemment, l'émergence d'Internet a encore facilité l'échange d'informations entre des personnes éloignées, ce qui a permis aux réseaux sociaux d'atteindre une taille considérable. L'imprimerie et Internet ne sont que deux des nombreuses innovations culturelles qui ont amélioré – et améliorent encore – le processus de culture cumulative. La connaissance étant elle-même un produit de la culture cumulative, parions que les secrets de notre histoire évolutive ne le resteront pas longtemps. ■

Actuellement
en kiosque

DOSSIER POUR LA SCIENCE

LE CERN FÊTE SES 60 ANS

De l'atome à l'Univers :
une exceptionnelle
aventure scientifique
et humaine



DOSSIER POUR LA SCIENCE - PHYSIQUE DES PARTICULES - ANTIMATIÈRE - SUPERSYMMÉTRIE

AVANT-PROPOS
D'ÉTIENNE KLEIN

Cent ans de particules... Où va la physique?

LE BOSON DE HIGGS
par François Englert,
l'un des « pères »
de cette particule

LA NOUVELLE QUÊTE
Les pistes théoriques
pour dépasser
le Modèle standard

**NOUVELLE
formule**



N° 85 Octobre-Décembre 2014

pouirlascience.fr

n°85 - 120 pages - prix de vente: 6,95€

www.pouirlascience.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale



Disponible sur



L'HOMME : une évolution

Au cours des 30 000 dernières années, les sociétés humaines ont connu de profonds changements, qui ont accéléré l'évolution génétique de l'homme. Et celle-ci n'est pas près de s'arrêter...

John Hawks

L'espèce humaine maîtrise son destin comme nulle autre. Nous avons neutralisé d'innombrables dangers, autrefois responsables de millions de morts : nous avons appris à nous protéger des éléments et des prédateurs ; nous avons développé des traitements contre de nombreuses maladies mortelles ; nous avons transformé les petits jardins de nos lointains ancêtres en vastes champs agricoles ; et nous avons spectaculairement augmenté nos chances de mettre au monde des enfants en bonne santé.

Nombre de gens pensent que le progrès technique nous permet désormais d'échapper à la sélection naturelle, et que l'évolution de l'homme est arrivée à son terme. Ils prétendent qu'il n'y a plus de « survie du plus apte » si presque tout le monde survit jusqu'à un âge avancé. Cette idée ne se rencontre pas seulement dans le grand public ; des biologistes tels que Steve Jones, de l'*University College* de Londres, ont eux aussi déclaré que l'évolution humaine est terminée.

Mais ce n'est pas le cas. Nous avons évolué dans notre passé récent, et nous continuerons à le faire tant que nous existerons. Si l'on rapporte à une journée de 24 heures les sept millions d'années qui nous séparent de notre dernier ancêtre commun avec le chimpanzé, les 30 000 années qui viennent de s'écouler ne représentent que six petites minutes. Et pourtant, d'importants changements se sont déroulés pendant ce dernier chapitre de notre évolution : de vastes groupes humains ont migré vers de nouveaux environnements, notre alimentation s'est notablement modifiée et la population mondiale a été multipliée par plus de mille. En conséquence, le nombre global de mutations génétiques s'est accru, alimentant

L'ESSENTIEL

- Les hommes ont beaucoup évolué au cours des 30 000 dernières années. Les yeux bleus et la tolérance au lactose, par exemple, sont apparus récemment.
- Cette évolution résulte de plusieurs facteurs, tel le passage des groupes de chasseurs-cueilleurs aux sociétés agricoles, qui a conduit à un boom démographique. Plus une population s'étend, plus des mutations avantageuses ont des chances d'apparaître.
- Aujourd'hui, le brassage génétique est sans précédent, et l'homme va continuer à évoluer.

Christian Northeast

en marche





© Shutterstock.com/indra's work



© Getty Images/Anthony Lee



© Shutterstock.com/DK samco

DE NOMBREUX CARACTÈRES très répandus sont relativement récents. La peau claire, les yeux bleus, les cheveux lisses et noirs des Asiatiques, et la capacité à digérer le lait à l'âge adulte ont tous émergé pendant les 30 000 dernières années.

une sélection naturelle rapide. L'évolution humaine ne stagne pas. Au contraire, elle semble accélérer.

L'analyse des squelettes anciens suggère que certains caractères humains ont récemment évolué de façon rapide. Il y a environ 11 000 ans, l'homme est passé du statut de chasseur-cueilleur à celui d'agriculteur, et s'est mis à faire cuire ses aliments. Dès lors, son anatomie a changé. Il y a 10 000 ans, par exemple, ses dents étaient en moyenne 10 % plus grosses qu'aujourd'hui en Europe, en Asie et en Afrique du Nord. Quand nos ancêtres ont commencé à manger des nourritures cuites plus molles, nécessitant moins de mastication, la taille de leurs dents et de leurs mâchoires a diminué peu à peu au fil des générations.

Si les anthropologues étudient ces caractères depuis des décennies, ils n'ont réalisé à quel point leur évolution est récente que depuis une dizaine d'années. En outre, l'analyse de génomes humains a précisé les traits sélectionnés. Par exemple, les descendants de fermiers produisent en général plus d'amylase salivaire, une enzyme clef qui décompose l'amidon contenu dans la nourriture. Partout où ils ont adopté des grains renfermant de l'amidon, les premiers agriculteurs semblent s'être adaptés pour mieux le digérer. À notre époque, la plupart des gens ont plusieurs copies du gène *AMY1*, qui est traduit en amylase. Cependant, les chasseurs-cueilleurs

modernes, tels les Datooga de Tanzanie, tendent à avoir moins de copies que les descendants d'agriculteurs.

Une autre adaptation alimentaire représente l'un des exemples les plus étudiés de l'évolution humaine récente : la tolérance au lactose (un sucre présent dans le lait). Presque tous les humains naissent avec la capacité de produire la lactase, une enzyme qui décompose le lactose et facilite la digestion du lait, ce qui est essentiel pour la survie d'un enfant nourri au sein. À l'âge adulte, la plupart des gens perdent cette capacité. À cinq reprises au moins depuis que les hommes ont adopté les laitages,

IL Y A 10 000 ANS, LES DENTS étaient en moyenne 10 % plus grosses qu'aujourd'hui en Europe, en Asie et en Afrique du Nord.

une mutation génétique a prolongé l'activité du gène de la lactase, maintenant le gène actif à l'âge adulte dans plusieurs populations. Trois des mutations se sont produites dans des parties différentes de l'Afrique subsaharienne, siège d'une longue tradition de pastoralisme. Une autre est courante dans la péninsule arabique et semble être apparue dans les populations anciennes de chameliers et de chevriers.

La cinquième mutation (la plus commune) se rencontre aujourd'hui de l'Irlande à l'Inde et c'est en Europe du Nord qu'elle est la plus fréquente. Elle s'est d'abord

produite chez un individu unique il y a quelques milliers d'années. En 2011, des chercheurs ont analysé de l'ADN prélevé sur Ötzi, un homme retrouvé momifié dans un glacier du Nord de l'Italie, et qui vivait il y a environ 5 500 ans. Il n'avait pas le variant génétique prodiguant la tolérance au lactose, signe que ce variant n'était pas encore répandu dans cette région 2 000 ans après sa première apparition. Par la suite, des chercheurs ont séquencé l'ADN extrait de squelettes de fermiers vivant en Europe il y a plus de 5 000 ans. Aucun ne portait la mutation du gène de la lactase. Pourtant, dans cette même région, cette mutation se retrouve aujourd'hui chez des centaines de millions de personnes : elle est présente chez plus de 75 pour cent des Européens. Ce n'est pas un paradoxe, mais une conséquence mathématique de la sélection naturelle. Une nouvelle mutation soumise à la sélection se répand à un rythme exponentiel : il faut d'abord de nombreuses générations pour qu'elle acquière une certaine fréquence au sein d'une population, puis sa croissance s'accélère et elle finit par dominer.

De nombreux traits physiques actuels sont aussi le fruit d'une évolution récente. Ainsi, l'épaisse chevelure noire et lisse dont sont dotés presque tous les Asiatiques de l'Est est apparue il y a moins de 30 000 ans, à la faveur d'une mutation du gène *EDAR*, qui joue un rôle crucial dans le développement