

Biologie: l'homme continue-t-il à évoluer

Tous les mois dans Le Figaro, des membres de l'Académie des sciences répondent aux grandes questions de l'actualité scientifique.

Longtemps le monde a donné l'illusion de la stabilité mais, depuis quelques siècles, l'humanité est entrée dans un maelström de bouleversements techniques, économiques et sociaux. Aujourd'hui, elle contemple avec inquiétude les changements de l'environnement et du climat... La notion d'évolution a fini par s'imposer au cœur de la pensée moderne.

Plus lente et plus profonde que l'évolution culturelle, l'évolution biologique modifie les organismes eux-mêmes. Sous la pression de la sélection naturelle, la reproduction des mieux adaptés est favorisée et le génome de l'espèce s'en trouve modifié. Ces deux aspects, culturel et biologique, de l'évolution humaine sont en apparence très différents.

En réalité, ils ne peuvent être dissociés. Depuis des centaines de milliers d'années, on observe chez l'homme une interaction constante entre l'apparition de comportements acquis, inventés, et des changements biologiques qui parfois en résultent, parfois en sont la condition. Les progrès de la paléontologie et de la génétique nous dévoilent chaque jour un peu plus de cette mécanique extraordinaire.

Les hommes du passé se sont adaptés à l'exploitation d'environnements nouveaux par toujours plus d'innovations techniques et de complexité sociale. C'est en particulier vrai pour notre propre espèce. Au final, il y a 50 000 ans, quelques groupes d'*Homo sapiens* ont quitté leur zone d'origine, en Afrique, pour coloniser l'Eurasie, l'Australie, et les Amériques.

Ces hommes exploitaient la faune et la flore de façon toujours plus efficace. Ils présentaient sans doute aussi de nou-

velles formes d'organisation sociale. Partout où ils les ont rencontrés, ils ont remplacé des groupes humains archaïques, comme les néandertaliens en Europe. Ils sont ainsi devenus la première espèce humaine solitaire sur la planète. Plus tard, avec la domestication des plantes et des animaux, puis l'avènement des sociétés hiérarchisées, l'innovation s'est encore accélérée pour mener au monde hypertechnologique d'aujourd'hui.

Le contrôle toujours plus grand sur la nature - la médecine en est l'exemple le plus spectaculaire - a pu faire croire qu'avec l'homme moderne l'évolution biologique s'arrêterait. Le progrès technique aurait rendu inutile l'adaptation biologique. Il n'en est rien. La maladie reste toujours un puissant vecteur de sélection et notre génome n'a jamais cessé de s'adapter au monde fluctuant des agents pathogènes qui nous entourent. Mais, surtout, loin d'arrêter l'évolution biologique, la culture en est devenue elle-même l'un des moteurs.

Interactions entre gènes et culture

La question de savoir si la sélection naturelle s'applique seulement aux individus ou s'il existe une sélection au niveau des groupes est l'objet d'un débat passionné entre spécialistes. Chez les hommes, la culture n'a pas été seulement un moyen d'adaptation, mais aussi une façon pour les groupes de se différencier. On s'est toujours uni plus volontiers avec ses semblables. Et ceux qui étaient différents et parlaient une autre langue



Jean-Jacques Hublin
PALÉOANTHROPOLOGUE
À L'INSTITUT MAX-PLANCK
DE LEIPZIG (ALLEMAGNE)

ont longtemps été rejetés, voire combattus. Il en a résulté de complexes interactions entre gènes et cultures au cours de l'expansion de notre espèce.

Alors même que les hommes se répandaient dans des milieux très différents, qu'ils créaient parfois eux-mêmes, l'augmentation vertigineuse de leur nombre a permis à des mutations rares de se manifester et parfois d'être fixées par le hasard ou par la sélection. Des exemples spectaculaires de cette évolution récente sont associés au développement de l'agriculture, qui a modifié notre alimentation et créé de nouveaux risques épidémiques.

Alors qu'en grandissant les petits des mammifères perdent normalement leur capacité à digérer le lait maternel, on observe chez de nombreuses populations humaines la persistance chez l'adulte de la production de lactase, l'enzyme qui permet cette digestion. Cette persistance résulte de mutations très récentes du génome dans les régions où la consommation de produits laitiers s'est développée depuis le néolithique.

Autre exemple : en Afrique et dans les régions méditerranéennes, une mutation sur le 11^e chromosome s'est fixée dans certaines populations. Elle peut provoquer une forme grave d'anémie mais offre aussi une

protection contre la malaria. Cette sélection est particulièrement visible dans des zones où les déboisements liés à l'agriculture ont favorisé le développement des moustiques. En domestiquant plantes et animaux, l'homme a bel et bien modifié son propre génome.

Le séquençage du génome d'hommes fossiles, comme les néandertaliens, nous apprend que chez *Homo sapiens*, le cerveau est un « point chaud » du changement évolutif. Ce n'est pas vraiment une surprise, si l'on considère l'importance grandissante de la technologie et de la complexité sociale chez l'homme moderne. Au cours des deux derniers millions d'années, l'augmentation en taille et en performance de notre cerveau n'a toutefois pas été sans problème. C'est devenu un organe vorace en énergie et la mise au monde d'enfant à gros cerveau est un casse-tête anatomique. Voilà pourquoi les trois quarts de notre croissance cérébrale se poursuivent après la naissance (voir article ci-dessous). L'environnement technique et social créé par l'homme lui permet d'avoir des nouveau-nés très immatures qui mettent de longues années à devenir adultes. En retour, la lente maturation d'un cerveau plastique dans un environnement plein de stimulations a augmenté encore ses capacités et rendu notamment possible le développement du langage.

Des mutations récentes de notre ADN affectent des portions du génome qui étaient restées très stables chez les primates au cours de dizaines de millions d'années d'évolution. En particulier, des séquences qui régulaient l'activité de gènes liés au développement neural ont tout simplement disparu. L'évolu-

HOMO SAPIENS
Du XXI^e siècle...



tion du cerveau humain se serait ainsi en partie « dérégulée ».

Dans la nature, il n'y a pas de place pour des individus qui s'écartent trop du standard : la sélection les élimine rapidement du jeu de la reproduction. Mais dans les sociétés humaines complexes, non seulement un chaman schizophrène ou un Albert Einstein aux tendances autistiques peuvent survivre et se reproduire, mais leur personnalité marginale représente parfois un bénéfice considérable pour leur groupe.

L'homme n'a pas échappé à l'évolution biologique, il en a tout simplement modifié les règles. Sa complexité culturelle lui a permis de modifier l'environnement à son profit. Depuis le néolithique, il n'a cessé de manipuler le génome d'autres espèces. Il sait aujourd'hui contrôler sa natalité et déléguer à des machines le stockage de l'information et de nombreuses tâches mentales. Mais, surtout, pour la première fois dans l'histoire de la vie, une espèce hors du commun est désormais en passe d'intervenir directement sur son propre génome. ■

HOMO SAPIENS
-200 000 ans

HOMO ERECTUS
-1,8 million d'années
à -300 000 ans

HOMO HABILIS
-2,5 à -1,8 millions d'années

AUSTRALOPITHÈQUE
-4,5 à -2,5 millions d'années



L'évolution des hominidés de la préhistoire jusqu'à nos jours.
LIONEL BRET / LOOK AT SCIENCES

« La maladie reste toujours un puissant vecteur de sélection et notre génome n'a jamais cessé de s'adapter au monde fluctuant des agents pathogènes qui nous entourent »

JEAN-JACQUES HUBLIN

L'étonnante plasticité du cerveau humain

Avec ses 86 milliards de cellules nerveuses et ses millions de milliards de connexions, le cerveau de l'homme moderne est une merveille de complexité qui n'a pourtant rien d'immuable et de figé comme le sont les composés d'un ordinateur. Si connexions, mémoire et langage il y a, ceux-ci sont faits de chair vive : matière changeante construite pour le changement et qui n'existe elle-même que par le changement. Cela veut dire que cet organe incarne un devenir : il confère la faculté d'accomplir

demain des opérations que nous sommes incapables de réaliser aujourd'hui.

Toutes nos aptitudes particulières, manuelles ou intellectuelles, qui concourent à faire de chacun d'entre nous un spécialiste, un expert unique, sont pour une grande part façonnées durant les premières phases du développement cérébral de l'enfant et de l'adolescent. Mais tout ne se joue pas si précocement. L'étude de la croissance du cerveau de l'homme moderne montre deux caractéristiques importantes que l'on ne retrouve pas chez les autres primates.

La première singularité concerne la lente croissance de notre cerveau qui nécessite plusieurs décennies pour s'accomplir. Cette croissance apathique offre la possibilité d'une longue période d'éducation où l'instruction sera centrale pour sculpter la formation des circuits cérébraux. La seconde caractéristique est illustrée par le retard du cerveau du fœtus à se développer. Alors que le cerveau d'un nouveau-né humain atteint à peine 25 % de la complexité du cerveau adulte, au même stade, celui du macaque est déjà ébauché à plus de 75 %.

Programmés pour apprendre

Pendant cette longue période de croissance, le cerveau de l'enfant reçoit des signaux du monde extérieur, interagit avec son groupe social et l'imite. La transmission génétique, principalement à l'œuvre dans la construction du cerveau du primate non-humain, s'ef-



Pierre-Marie Lledo

NEUROBIOLOGISTE
AU CNRS ET À L'INSTITUT
PASTEUR

face alors devant un nouvel ordre où la transmission sociale, culturelle et technologique, prime avant tout.

C'est par ce biais que des fonctions cognitives, comme le langage ou la pensée symbolique, sont apparues durant l'odyssée de l'espèce humaine, pour permettre l'immense saut qualitatif qui facilitera l'émergence du cerveau humain moderne avec ses capacités uniques d'abstraction. Or ces nouvelles facultés mentales nécessitent un système nerveux malléable, flexible et non plus précablé, qui se nourrit des interactions avec l'autre. Bien sûr, les acquis de nos aptitudes manuelles et intellectuelles dépendent d'une machinerie cérébrale parfaitement ordonnée et bien hiérarchisée selon un déterminisme génétique. Mais il faut en même temps que cette organisation soit en partie adaptable et reconfigurable à tout moment, et à tout âge. En dé-

finitive, les différences neurobiologiques qui existent entre les êtres humains proviennent, certes, des caractères dont ils ont hérité, mais surtout de l'apprentissage qu'ils ont reçu et de l'influence du milieu dans lequel ils ont vécu. En somme, nous sommes programmés, mais programmés pour apprendre ! Ces interactions entre le monde extérieur et les activités nerveuses fournissent un mécanisme grâce auquel l'environnement peut influencer la forme et les fonctions du cerveau pour produire un individu unique, affranchi, capable de réponses adaptées mais aussi imprévisibles.

Aujourd'hui, les neurosciences apportent leurs lots incessants d'arguments témoignant des propriétés protéiformes du cerveau humain même lorsqu'il atteint un âge avancé. Loin d'être immuable, notre cerveau adulte reste un organe façonnable qui dispose d'une grande capacité d'adaptation aux sollicitations de l'environnement. Sous l'action d'un apprentissage, même tardif, de nouvelles cellules nerveuses naissent dans certaines régions cérébrales, de nouvelles connexions sont établies ou renforcées, tandis que d'autres sont éliminées.

C'est à l'aune de cette plasticité cérébrale permanente que l'on prend toute la mesure de ce qu'écrivait l'humaniste hollandais Desiderius Erasmus Roterodamus (1466-1536) : « On ne naît pas homme, on le devient. » ■
*Lauréat 2012 du prix Mémair-Pelletier décerné par l'Académie des sciences.

Retrouvez sur Europe 1
"Le Replay du week-end"
de Sébastien Le Fol
avec LE FIGARO
chaque samedi à 7H20

BENJAMIN PETROVER
EUROPE 1 WEEK-END
6H-9H

Europe 1