

<TITRE>GENES ET CULTURE

<TEXTE>Peu de concepts s'opposent aussi nettement que ceux de « gène » et de « culture ». La référence aux gènes fait penser à ce qui est pre-déterminé dans notre organisme, que nous ne pouvons pas changer au cours de notre vie. L'idée de culture évoque, elle, la variabilité, les innombrables différences de croyances, de comportements et de normes sociales qui relèvent d'un apprentissage et qui contribuent à l'identité personnelle. Toutefois cette dichotomie conceptuelle, même si elle persiste souvent dans le discours public qui oppose « naturel » à « culturel » ou « inné » à « acquis », a été largement dépassée par les développements des sciences de la vie et des sciences sociales au cours des dernières 50 années, ce qui permet aujourd'hui au neurobiologiste Jean-Pierre Changeux de conclure : « *Le conflit idéologique entre gène et culture fait partie du passé* ». Cette fausse opposition est pourtant profondément enracinée dans notre classification des traits qui définissent un être humain : après tout, souffrir de l'anémie méditerranéenne n'est pas du même ordre que parler le chinois. En quoi donc ce contraste est-il dépassé et comment articule-t-on dans la science contemporaine les rapports entre biologie et culture ?

<IT1> *La conception scientifique du gène*

La conception scientifique du rôle des gènes dans la construction du corps et de l'esprit trouve son origine dans les travaux de Gregor Mendel. Ce moine autrichien a montré, il y a près de cent cinquante ans, que les « caractères » qui définissent un organisme sont contrôlés par des « facteurs » cachés qui en déterminent l'héritabilité à travers des lois combinatoires. En 1909, Wilhelm Johannsen introduit le mot « gène » pour désigner les « facteurs unitaires » qui seraient responsables de la transmission des caractères. La génétique s'impose alors comme un programme de recherche visant à éclairer les « lois de la constance » et de la stabilité intergénérationnelle, donc, en ce sens, un programme de recherche orthogonal par rapport à la théorie darwinienne, qui avait permis de mieux comprendre les « lois de la transformation et de l'évolution ». Au long de premières quarante années du vingtième siècle, la génétique progresse même si les gènes restent une hypothèse théorique, pour laquelle il n'y a pas de support matériel : on suppose qu'il y a des facteurs qui contrôlent les traits des organismes en développement et la stabilité de ces traits d'une génération à l'autre, mais la nature de ces facteurs reste inconnue. A partir des années quarante, les travaux des biologistes George Beadle et Edward Tatum permettent d'avancer l'hypothèse que les gènes exercent leurs effets en influençant la

production d'enzymes. Un enzyme est une molécule spéciale, un catalyseur, qui accélère une réaction chimique. On savait que l'absence de certains enzymes était responsable de divers troubles physiques et mentaux. D'où l'hypothèse de Beadle et Tatum : « un gène, un enzyme ». En 1953, la découverte par James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins et Rosalind Franklin de la structure du support matériel des gènes, c'est-à-dire la structure à double hélice de l'acide désoxyribonucléique (ADN), ouvrait une nouvelle ère de la recherche génétique : on se rendit vite compte que les gènes faisaient beaucoup plus que guider simplement la construction des enzymes : ils contrôlaient la construction des protéines, c'est à dire des longues chaînes de molécules d'acides-amino à la base de la construction et du fonctionnement de notre corps. La structure à double hélice permettait d'élucider le mystère de l'héritabilité et de la stabilité des caractères : l'ADN est une substance chimique capable d'auto-réplication : chaque brin de la molécule initiale structurée en double hélice sert de matrice pour la synthèse d'une nouvelle molécule d'ADN. Le processus à la fois de réplication et de conservation est donc contenu dans cette capacité d'auto-réplication avec un taux très bas d'erreurs de l'ADN. Un gène n'est qu'un fragment stable (mais non-nécessairement continu) de la série des combinaisons des nucléotides, qu'on retrouve à chaque

génération. Grâce aux découvertes de Jacques Monod et François Jacob dans les années soixante, la vision du rôle des gènes se précise : non seulement les gènes ont la capacité de se reproduire, mais ils ont la capacité de diriger et contrôler le processus de construction de l'organisme, en variant les protéines à construire selon la présence ou l'absence d'autres facteurs. Chaque gène peut donc non seulement construire une protéine, mais réguler ce processus de construction en prenant en compte d'autres facteurs, comme la présence d'autres gènes. L'expression d'un gène est donc inhibée ou activée par la présence d'autres gènes, de facteurs environnementaux et d'autres facteurs de régulation. Au milieu des années soixante, la nouvelle synthèse de la théorie darwinienne de l'évolution, de la biologie génétique et de la génétique des populations (HAMILTON 1964, MAYR 1963) a permis d'expliquer l'évolution d'une population en termes de modifications de la fréquence d'un gène par sélection naturelle.

Les avancées impressionnantes de la génétique au vingtième siècle ont abouti en 2003 au déchiffrement du génome humain, c'est-à-dire au séquençage des gènes présents dans l'ADN humain. Ce résultat extraordinaire ouvre une phase nouvelle dans l'étude de l'être humain et de son développement individuel et culturel. On peut aujourd'hui se poser de nouvelles questions : Comment les quelques 30 000 gènes

déchiffrés dans notre ADN contribuent-ils à expliquer l'unicité des individus et leur diversité culturelle ? Quel est le rôle des gènes dans l'évolution culturelle et, réciproquement, quel effets l'évolution culturelle peut-elle avoir sur l'expression génétique ? Comment la complexité des vingt milliards des neurones interconnectés dans le cerveau humain peut-elle être expliquée à partir du petit nombre de gènes qui en contrôlent la construction ? Comprendre les rapports entre gènes et culture passe d'abord par la compréhension du rôle des gènes dans la construction de ce complexe cerveau/esprit qui a rendu possible l'explosion culturelle humaine.

<IT1>*Gènes, cerveau et langage*

La singularité du comportement humain par rapport aux autres espèces animales n'a pas une explication évidente en termes génétiques. La divergence entre le génome humain et celui d'un chimpanzé est de moins de 1% (KING & WILSON 1975) et le rôle ce maigre 1% est loin d'être bien compris. On ne peut pas affirmer par exemple que la différence fonctionnelle entre humains et autres primates est due à l'émergence de nouveaux gènes spécialisés: les gènes responsables des fonctions cérébrales humaines ne constituent pas une classe de gènes particulière : la plupart de ces gènes ont des expressions ailleurs que dans le cerveau et sont analogues aux gènes d'autres espèces. La singularité du fonctionnement cérébral humain dans l'évolution n'est donc

pas le simple produit d'une complexité croissante du génome. Le développement de certaines fonctions cognitives du cerveau humain, telles que le langage et d'autres capacités représentationnelles, crée une dynamique nouvelle dans l'évolution de notre espèce : l'accumulation d'une génération à l'autre des solutions aux problèmes posées par l'environnement et le rôle massif de l'apprentissage font de l'essor de la culture humaine un événement sans précédent dans le monde animal, capable de modifier les conditions mêmes d'action de la sélection naturelle sur notre espèce. Le déclenchement d'un processus de co-évolution gènes/culture explique l'exception humaine.

C'est dans le langage qu'on a longtemps vu le propre de notre espèce. L'évolution d'un système de représentation et de communication si articulé serait à la base de l'exception culturelle humaine. Le langage serait le résultat d'une série de mutations adaptatives (mutations cérébrales ainsi que somatiques, comme la présence d'un larynx capable d'articuler) qui auraient doté les humains de capacités symboliques nouvelles à la base de la boucle évolutive langage/cerveau (DEACON 1997).

L'étude des bases génétiques de la compétence linguistique, ne permet pourtant pas encore d'identifier un « gène du langage » en dépit de quelques déclarations fracassantes dans la presse. On connaît aujourd'hui certains gènes, comme le

gène FOXP2, dont les mutations sont associées à des malformations spécifiques dans l'articulation du langage. D'où l'hypothèse que l'apparition du langage serait le résultat d'une modification du gène FOXP2 que l'analyse phylogénétique fait remonter à il y a environ 200 000 ans. Mais l'hypothèse reste spéculative. Et s'il est difficile d'établir une corrélation entre gènes et aires cérébrales, il est encore plus difficile d'établir des corrélations entre aires cérébrales et fonctions cognitives. Certaines aires, dites de Wernicke et de Broca, sont impliquées dans la compréhension et la production du langage. Mais ces mêmes aires sont aussi impliquées dans plusieurs autres capacités, comme la mémoire, la vocalisation et l'imitation. (FRIEDERICI 2002 ; KAAN & SWAAB 2002). Il semble alors que le rôle du langage dans l'exception humaine, soit à situer à l'intérieur d'un cadre plus complexe d'évolution des fonctions cognitives. Ainsi la pensée abstraite, bien que sûrement favorisée par l'essor d'un langage, peut être enracinée dans d'autres compétences cognitives. L'être humain est une « machine à idées ». Il est capable non seulement de produire des représentations abstraites, mais aussi d'en reproduire grâce à des extraordinaires capacités d'imitation et de communication. La coordination stratégique, la planification, l'anticipation d'actions d'autrui ainsi que la représentation du monde social autour de soi

requièrent des compétences variées qui peuvent avoir contribué à l'émergence d'un environnement culturel qui a son tour a rendu possible la co-évolution cerveau/culture. Si on raisonne en termes darwiniens sur l'évolution de ces compétences, comme ça a été fait surtout dans le cadre de la psychologie évolutionniste (COSMIDES-TOOBY 1992, BYRNE-WHITEN 1997), on peut faire l'hypothèse que la pression sélective exercée sur l'évolution de ces différentes fonctions cognitives a créé une variété de « niches culturelles » (ODLING-SMEE & LALAND) favorables à l'essor d'une culture proprement humaine et donnant un caractère adaptatif au langage. Par exemple la capacité à se représenter les actions d'autrui en termes de croyances et d'intentions, ce que les psychologues appellent « théorie de l'esprit », aurait pu évoluer sous la pression d'une vie sociale de plus en plus complexe où des compétences de psychologie naïve pouvaient se révéler avantageuses (TOMASELLO 1999). Le cerveau humain aurait ainsi évolué sous la pression sélective des défis posés par son environnement non seulement naturel, mais aussi social et culturel. L'idée même de « nature humaine », d'une essence universelle commune à tout être humain, objet de tant de débats philosophiques au cours des siècles, ne peut donc être réduite ni à l'information contenue dans le génome humain, ni à la seule vie sociale et

culturelle de l'espèce : en effet, ces deux aspects interagissent entre eux.

<IT1> *Culture et évolution*

Une des contributions majeures de la théorie de la sélection naturelle de Darwin c'est d'avoir permis de repenser les phénomènes biologiques en termes de population.

L'évolution par sélection naturelle ne peut s'expliquer qu'à l'échelle d'une population d'individus variés. Ces variations, dues à des mutations, ont un impact différent sur le succès reproductif (ou *fitness*) des individus. L'évolution est rendue possible par les *variations héritables du succès reproductif*.

Par une simple loi algorithmique, les variations qui assurent un succès reproductif supérieur seront mieux représentées à chaque génération successive. La synthèse néo-darwinienne - l'application de la théorie darwinienne à la génétique - a permis de comprendre l'évolution en termes de variation de la fréquence des gènes dans une population sous l'effet de différentes forces au premier rang desquelles la sélection naturelle.

L'approche néo-darwinienne de l'évolution biologique a été étendue plus récemment à l'explication de l'évolution culturelle. L'apprentissage culturel introduit un effet cumulatif chez les humains qui a eu des retombées sur la sélection naturelle (TOMASELLO 1999) des nos capacités cognitives. L'espèce humaine ne se distingue pas seulement

par le maintien d'un pool génétique d'une génération à l'autre. Chaque population humaine maintient également d'une génération à l'autre un « pool » d'informations acquises culturellement. Ce pool d'idées, pratiques et valeurs affecte la façon dont notre espèce répond à la sélection naturelle. L'expression culturelle, normalement considérée dans la plupart des sciences sociales comme indépendante de la biologie, est vue en cette perspective en continuité avec l'expression biologique : chaque élément du comportement d'un organisme vivant est le produit conjoint de l'interaction entre l'information génétique stockée en lui et les propriétés de son environnement. La sélection naturelle est responsable des mécanismes d'apprentissage fondamentaux qui produisent des comportements adaptatifs dans l'interaction avec l'environnement. Notre cerveau est resté relativement stable depuis près de 200000 ans tandis que notre évolution culturelle s'est extraordinairement accélérée au fil de l'histoire, en particulier au cours des derniers 40000 ans. Il suffit de penser aux conséquences du changement culturel majeur de notre histoire - l'invention de l'agriculture il y a 13000 ans - qui a engendré une transformation démographique et sociale radicale dans l'espèce humaine sans pourtant affecter l'organisation du cerveau. L'évolution culturelle a une dynamique propre qui combine héritage,

apprentissage et communication pour engendrer des effets non prévisibles en termes de simple adaptation biologique. Plusieurs modèles de l'évolution culturelle d'inspiration darwinienne ont été proposés dans les dernières trente années, parmi lesquels on peut distinguer trois familles principales : (1) la *sociobiologie*, (2) la *mémétique* et (3) les modèles de *double héritabilité* qui donnent une importance particulière à l'articulation entre évolution biologique et évolution culturelle.

En 1975 l'entomologiste américain Edward O. Wilson baptisa « sociobiologie » une conception du comportement social des espèces animales combinant des techniques d'analyse provenant de l'éthologie, de la théorie néo-darwinienne de la sélection et de la génétique des populations. Selon cette conception, les comportements des animaux, et en particulier leurs comportements sociaux, sont des expressions des gènes au même titre que les traits somatiques. Autant que les traits somatiques, ils s'expliquent principalement par l'effet de la sélection darwinienne. La sociobiologie aura marqué un tournant important dans l'étude du comportement animal, mais son extension au cas humain, proposée par Wilson dans le dernier chapitre de son livre et reprise par d'autres chercheurs, a provoqué un débat tumultueux au milieu des années soixante-dix. La sociobiologie en tant qu'étude des bases biologiques du

comportement social (animal et humain) caractérise un type de comportement en termes de sa contribution à la propagation des gènes qui le contrôlent. Une conduite qui peut sembler être le produit d'une motivation morale ou culturelle est en fait l'expression de prédispositions naturelles sélectionnées grâce aux avantages adaptatifs qu'elles confèrent. Les variations de comportements et de représentations socioculturelles entre ou à l'intérieur de populations peuvent être l'effet de conditions environnementales qui amènent les mêmes gènes à s'exprimer différemment. Cette façon d'expliquer les variations culturelles se heurte à deux sérieuses objections. La première est le constat de ce que les anthropologues appellent l' « unité psychique de l'espèce humaine » : les différences biologiques entre individus et populations, en particulier en ce qui concerne leurs capacités cognitives, sont trop faibles et trop dispersées pour expliquer les différences culturelles. L'autre objection est que la possibilité d'expressions différentes des gènes en fonctions des conditions environnementales est sans commune mesure avec l'amplitude et la richesse des différences culturelles. Nombreux sont aujourd'hui les sociobiologistes qui ont accepté la critique faite par les défenseurs de la psychologie évolutionnaire (BARKOW, COSMIDES & TOOBY 1992) et selon laquelle l'effet des gènes sur la culture passe par leur

effet sur les mécanismes mentaux ; ce sont ces derniers qui ont été sélectionnés au cours de l'évolution de l'espèce et non les comportements socioculturels. Ces derniers émergent dans un environnement qui a changé et qui change beaucoup trop vite pour que les gènes eux-mêmes s'y adaptent.

La deuxième famille des théories a connu un succès « grand public » remarquable depuis la sortie, en 1976, du livre du zoologiste Richard Dawkins : *Le Gène égoïste*. Selon Dawkins, il ne faut pas chercher des corrélations entre comportements socioculturels et gènes. La biologie humaine rend possible la culture mais celle-ci constitue un nouveau niveau d'évolution guidée par un processus de sélection darwinienne opérant non sur des gènes mais sur ces nouvelles unités culturelles analogues au gène mais autonomes par rapport à la sélection naturelle et capables de s'autorépliquer en passant « d'une tête à l'autre ». Dawkins baptisa *mèmes* ces nouvelles unités. Les mèmes constituent une nouvelle classe de répliqueurs. Comme dans le cas de la sélection naturelle les conditions d'une sélection culturelle des mèmes dépendent de leur variations héritables et de leur différent potentiel de répliqueur. Un mème est un trait culturel discret, relativement stable, qui se reproduit grâce à la capacité d'imitation humaine. Un mème peut être une idée, un tic, un préjugé, un morceau de musique. Certains mèmes peuvent favoriser les gènes de leurs porteurs, comme par exemple le

même d'une découverte scientifique ou d'une pratique hygiénique, tandis que d'autres peuvent les défavoriser, comme par exemple le célibat ou les sports dangereux. La mémétique s'est révélée elle-même un thème fertile et elle fait l'objet d'un nombre d'articles et d'études, mais elle s'est révélée plutôt stérile du point de vue de ses applications empiriques. Et les critiques à cette approche se sont multipliées aussi au fil des années. Cavalli Sforza critique par exemple la centralité de l'imitation dans la théorie de Dawkins, en insistant sur d'autres « forces » de la transmission culturelle comme la migration des individus et les phénomènes d'influence et d'autorité qui changent radicalement la propagation d'un trait d'une façon analogue aux mécanismes de dérive génétique plutôt que de sélection. Robert Boyd et Peter Richerson (BOYD- RICHERSON 2005) ont eux-aussi critiqué la conceptualisation de l'information culturelle en termes de réplicateurs discrets. Plusieurs modèles de l'évolution culturelle sont en fait compatibles avec l'idée de variation culturelle, et même avec l'idée que l'information culturelle ne se réplique pas du tout, mais se reconstruit d'une génération à l'autre. Ces critiques proviennent souvent d'auteurs qui ont plaidé pour une approche de l'évolution culturelle qui ne se réduise pas à la biologie mais qui prenne en compte la réalité biologique de la cognition humaine et ses effets sur

l'évolution culturelle. Comprendre pourquoi certaines croyances et aptitudes prolifèrent et d'autres pas comporte de prendre en compte en même temps des facteurs biologiques, écologiques, psychologiques et historiques. Ces approches insistent sur l'interaction entre les phénomènes sociaux à l'échelle des population et des biais psychologiques qui influencent la diffusion de l'information culturelle. Selon Boyd et Richerson, chaque phénomène d'évolution culturelle est le résultat de l'action de forces différentes parmi lesquelles la sélection naturelle, la dérive culturelle (qui dépend d'anomalies statistiques dans une population : par exemple un expertise culturelle comme un dialecte ou une technique de broderie, qui est connue seulement par un petit nombre d'individus qui disparaissent sans transmettre leur savoir faire), et une série de biais psychologiques qui favorisent certaines variantes culturelles par rapport à d'autres. Par exemple, certaines versions d'un trait culturel seront préférées en raison de leur contenu (*content-bias*), d'autres en raison du fait qu'elles sont déjà les plus répandues (*conformity-bias*) d'autres encore par le fait qu'elles ont été adoptées par les individus les plus admirés dans la société (*model-based bias*). Ces facteurs de décision influencent l'acceptation ou le rejet d'une variante culturelle.

Selon une école de chercheurs venant de l'anthropologie cognitive, en particulier Scott Atran, Pascal Boyer, Lawrence

Hirschfeld et Dan Sperber, il convient d'accorder une importance particulière, parmi les facteurs de propagation culturelle, aux dispositions cognitives spécialisées évoluées pour traiter différents types d'information. Pour ces auteurs, la relative stabilité d'un trait culturel n'est pas assurée par le degré de fidélité des copies qui en sont produites. Dans la transmission culturelle humaine, les variations des versions produites sont plutôt la norme que l'exception. La variation des représentations culturelles produites par chaque individus au niveau des microprocessus locaux d'acquisition, compréhension et mémorisation est compensée, au niveau des macro-processus d'évolution culturelle, par la permanence d'une génération après l'autre de prédispositions cognitives qui contraignent la façon dont un input est traité et interprété. Ces contraintes cognitives sur la diffusion culturelle expliquent à la fois les innombrables variations individuelles dans la représentation et la reconstruction de l'information culturelle et la convergence entre ces représentations au niveau d'une population. Dans cette conception, la transmission culturelle est vue comme un processus beaucoup plus créatif que ce que l'on suppose généralement. L'individu, doté de capacités cognitives ayant une forte base biologique en même temps qu'une riche histoire développementale, y est un acteur et pas seulement

un vecteur de processus socioculturels manifestes à l'échelle des sociétés et de leur histoire.

<BIBLIOGRAPHIE>BIBLIOGRAPHIE :

BYRNE, R.W., WHITEN, A., *Macchiavellian Intelligence*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997. CAVALLI-SFORZA, L., & FELDMAN, M., *Cultural Transmission and Evolution*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1981. CHANGEUX, P., *Gènes et culture*, Paris, Odile Jacob 2003. BARKOW, J., COSMIDES, L. & TOOBY, J., *The adapted mind*, Oxford University Press, 1992. DAWKINS, R. *Le gene égoïste*, Paris, Odile Jacob, 1996. DEACON, T., *The symbolic species*, New York, Penguin, 1997. DURHAM, W., *Coevolution. Genes, culture and human diversity*, Stanford, Stanford University Press, 1991. FISHER et al., "Localisation of a gene implicated in a severe speech and language disorder", *Natural Genetics*, 1998, n° 18(2), p. 298. FOX KELLER, E., *Le siècle du gene*, Paris, Gallimard, 2000. FRIEDERICI, A.D., « Towards a neural basis of auditory sentence processing », *Trends in Cognitive Science*, n° 6(2) p. 78-84. HAMILTON, W. "The genetic evolution of social behaviour", *Journal of Theoretical Biology*, n° 7, 1964, p. 1-52. KAAAN, E. & SWAAB, T.Y. (2002) « The brain circuitry of syntactic comprehension » *Trends in Cognitive Science*, n° 6(8) p. 350-356. KING, M.C. & WILSON, A.C., "Evolution

at two Levels in Humans and Chimpanzees”, *Science*, n° 188, p. 107-116. MARCUS, G., *The Birth of the Mind*, New York, Basic Books, 2004. MAYR, E., *Animal Species and Evolution*, Cambridge MA, Harvard University Press, 1963. ODLING-SMEE, F.J., LALAND, N., et al., *Niche construction: the neglected process in evolution*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 2003. ORIGGI, G., SPERBER, D., “Evolution, communication and the proper function of language”, in P. Carruthers & A. Chamberlain (eds.) *Evolution and the human mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, p. 140-169. RICHERSON, P.J., & BOYD, R. *Not by genes alone*, Chicago, Chicago University Press, 2005. SPERBER, D. (1996) *La contagion des idées*, Paris, Odile Jacob. TOMASELLO, M., *The cultural origins of human cognition*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1999. WILSON, E.O., *Sociobiology: the new synthesis*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1975.