

Hominisation et développement cognitif

Axel Kahn,
Directeur de l'Institut Cochin de Génétique Moléculaire

Le compte-rendu est rédigé par Micheline Abergel. Les chapitres « Un ancêtre commun... », « Malléabilité cérébrale » et « autour de la culture » sont extraits de l'article « Génétique et Esprit » et publiés avec l'autorisation de Monsieur Khan.

Le professeur Axel Kahn est médecin, Docteur en médecine, Docteur es-sciences. Il dirige l'un des plus gros laboratoires dans le domaine de la génétique et de la recherche bio médicale (500 à 600 personnes).

Célèbre au monde pour l'étude génétique des retards mentaux, mon laboratoire n'aborde pas la question de la précocité des enfants en tant que telle.

En effet, les gènes activés entre retard mental et précocité intellectuelle sont différents.

Prenons l'exemple d'une mécanique aussi complexe qu'une automobile : les qualités qui permettent à cette automobile d'être talentueuse, nerveuse, rapide, n'ont rien à voir avec les origines multiples des pannes qui l'arrêtent.

Je travaille donc sur les origines multiples des pannes qui vont faire que la complexité d'une intelligence en développement va être perturbée.

Il est important d'affirmer que les mécanismes qui expliquent les dons, les talents, la précocité sont qualitativement très différents.

Le génome humain

Le séquençement très récent du génome humain a permis de déterminer que l'homme, précoce ou pas, a un nombre ridiculement petit de gènes : moins de gènes que le crapaud ou la tulipe... qui par ailleurs, ne nous valent pas par beaucoup d'aspects !

Ces gènes sont extraordinairement conservés, à tel point qu'il existe 98,6% d'identité entre le chimpanzé et l'homme.

Par ailleurs, l'homme, où qu'il vive, est d'une très grande homogénéité génétique.

La différence au niveau des lettres qui ont une signification biologique (les lettres dont l'agencement forment les gènes), n'est que de 1/10 000.

Comment pouvons nous utiliser ces informations ?

Je vais faire un saut arrière, pour revenir aux origines de notre espèce.

Un ancêtre commun : le chimpanzé il y a 6 millions d'années

Ce saut est de 2 à 6 millions d'années, c'est-à-dire à l'émergence de l'humanité, à l'apparition des premiers hommes, de ces primates catarhiniens du genre *Homo* d'il y a 1,9 million d'années, après la séparation entre la lignée qui va aboutir aux *Pan troglodytes*, les chimpanzés actuels, et celles qui vont donner des hommes, des *Homo*, *Homo erectus*, *Homo sapiens* ensuite Comment en était-on déjà arrivé à cette phase pré-humaine où l'humanité est en train de bouillonner, où elle va survenir

? C'est par le jeu de l'évolution. Le modèle standard de la biologie moderne, est la théorie synthétique de l'évolution ou néodarwinisme.

Vous savez qu'une enquête récente a montré qu'aux Etats-Unis il y avait encore 50 % des gens interrogés qui considéraient qu'il fallait prendre au pied de la lettre, de manière factuelle, et non pas métaphorique le récit de la Genèse biblique; mais les biologistes en général n'ont point cette lecture.... Pour 99,9 % d'entre eux, le mode de l'évolution est la sélection en fonction de la modification de l'environnement, sélection des individus, soit au sein d'une même espèce, soit entre des espèces en compétition les unes avec les autres. Ceux qui sont les plus aptes à se reproduire dans un environnement changeant en permanence ont un lignage abondant alors que les autres disparaissent. Environnement signifie ici interaction avec le milieu climatique, disponibilité en nourriture, et également compétition avec les autres êtres vivants.

Pour qu'au sein d'une espèce il y ait sélection, il faut qu'existe une diversité biologique. La base en est la modification au hasard du programme génétique. Ce dernier, qui conditionne les propriétés biologiques, est sujet à une variabilité parfaitement aléatoire, sans aucune téléologie.

Il faut que ces mécanismes de l'évolution aient joué pour expliquer qu'entre 6 millions et 2 millions d'années, *Homo*, le premier homme, soit apparu. Le chimpanzé a un cerveau d'environ 400 cm³. Après la séparation entre le lignage à l'origine de ce primate et celui qui va donner, 4 millions d'années après, *Homo ergaster*, l'homme du Kenya, l'ancêtre d'*Homo erectus*, apparaissent différents rameaux d'hominidés que l'on appelle généralement, pour simplifier, les australopithèques. Leur cerveau est encore très petit, de la taille de celui des chimpanzés d'aujourd'hui. De toute évidence, ils n'ont pas de langage mais possèdent déjà une ébauche d'instrumentation; les chimpanzés - on s'en est rendu compte il y a seulement deux ou trois ans - ont également une certaine culture technique qui varie suivant les colonies, les différents lieux, qui se transmet au sein d'une même colonie. Ainsi, les australopithèques, y compris notre ancêtre Lucy, n'étaient pas forcément très différents de ce que sont aujourd'hui les chimpanzés, à la différence près, fondamentale, qu'ils étaient bipèdes.

Donc, il y a 1,9 million d'années, apparaît un homme, *Homo ergaster*, *Homo erectus* tout à fait extraordinaire puisque, immédiatement après être apparu, avec un cerveau déjà très volumineux par rapport à celui de ses ancêtres, environ 850 cm³, il conquiert le monde. En

100 000 ans, on le retrouve partout, en Chine, à Java, en Géorgie, et rapidement ailleurs en Europe. C'est la première fois qu'un animal comme cela conquiert le monde par ses propres moyens.

Comment s'y est-il pris? Quel avantage avait-il pour être capable de ces performances-là?

Malléabilité cérébrale

D'un point de vue évolutif, il est parfaitement évident que, dans cette compétition, dans cette jungle ancestrale, cet homme-là, pourtant, n'était pas très bien armé. Il courait moins vite que la plupart des fauves, ses dents étaient moins redoutables, ses griffes moins acérées et, normalement, lorsque cet homme se trouvait là,

probablement nu, avec un rhinocéros derrière, un mammouth devant, un tigre à dents de sabre à gauche, un ours des cavernes à droite, il aurait dû être taillé en pièces. Pourtant, c'est lui qui l'a emporté. Pourquoi? Selon toute évidence, c'est parce qu'il était plus malin, plus rusé ; malgré ce manque d'armes naturelles, de capacité de courir vite, il a commencé de trouver la solution pour pouvoir s'en tirer. Mais pour s'en tirer dans une infinité de situations qui ne sont pas prévisibles, il faut, quelle que soit la situation, que le cerveau qui confère cet avantage, plutôt que d'être programmé à trouver des solutions stéréotypées, le soit à la plasticité, à la malléabilité, c'est-à-dire à l'adaptation à des situations diverses.

La première idée de ce roman anthropologique que je vous propose - nous ne sommes pas, ici, dans le domaine d'un énoncé scientifique car les propositions que je fais ne sont pas testables, selon une vision poppérienne - est que la qualité principale ayant permis à l'homme de l'emporter, son avantage sélectif, c'est la malléabilité cérébrale.

Cette malléabilité, qui lui permet de s'adapter à des situations non programmées, imprévisibles, est relativement ambiguë et singulière. On n'en est pas encore, dans cette lointaine antiquité, à l'homme moderne, mais les problèmes devaient être du même ordre. Pour qu'un homme parvienne à la pleine capacité d'utilisation de ses potentialités cérébrales, il faut que son cerveau soit expérimenté, éduqué par l'intersubjectivité, c'est-à-dire par le contact humanisant entre au moins deux personnes, deux hommes. Si bien que cette malléabilité, qui est la capacité de garder les empreintes de la situation, devait être améliorée dans des conditions facilitant l'intersubjectivité. Il est, de ce fait, raisonnable de penser que les innovations génétiques et leurs conséquences biologiques favorisant la vie relationnelle, c'est-à-dire l'établissement de ce contact inter-humain humanisateur, ont été sélectionnées. Il se pourrait d'ailleurs que cette sélection positive de ce qui favorise l'intersubjectivité eût constitué une base permissive au développement ultérieur du sentiment de l'autre, ce que l'on appellera l'altérité et qui est l'une des bases du sentiment moral.

Pour cet homme ancien, il est aussi probable que pouvoir s'en tirer, non seulement en réagissant sur le moment aux dangers qu'il encourait, mais aussi en pouvant prévoir l'avenir, en pouvant faire des plans, établir des programmes de comportements, c'est-à-dire prévoir le futur, devait conférer un avantage extraordinaire puisque, autant qu'on le sache, aucun autre animal n'est capable de prévoir l'avenir. Mais prévoir l'avenir, être capable de se projeter dans le futur, comporte une autre qualité. Tant qu'un être vivant réagit à l'instant, il n'a pas besoin de savoir que c'est lui qui agit. En effet, toute une série de réactions préprogrammées, plus ou moins réflexes, permettent de s'adapter, et tous les animaux qui nous entourent, par des réflexes de peur, d'agressivité, de défense, etc., se débrouillent très bien dans le présent.

En revanche, dès lors que je me projette dans le futur, il faut que je sache que le plan que je construis me concerne, moi. L'aptitude avantageuse à concevoir le futur comporte donc obligatoirement la conscience de soi. D'un point de vue évolutif, cela pourrait être l'un des éléments permissifs à l'émergence de cette caractéristique humaine, à savoir la reconnaissance de soi dans un projet particulier, ce que l'on appelle la conscience de soi.

Au fil de ces événements, pendant 1,8 million d'années, c'est une curieuse coévolution gènes/culture qui se produit. Culture, en effet, car l'homme commence à tailler des outils. Les premières haches en pierre taillée, les premiers outils qui ne vont pas évoluer, dans leur technique, pendant plus d'un million d'années, datent de cette période. Il s'agit de l'industrie acheuléenne, la plus prolongée des techniques lithiques.

D'autre part, les conditions sont réunies, on l'a vu, pour cette conquête ultrarapide du monde. Et puis, apparaissent d'autres hommes biologiquement différents, probablement à partir d'un lignage d'*erectus* en Europe et au Proche-Orient. Entre ainsi en scène, il y a environ 400 000 ans, l'homme de Neandertal. C'est un costaud, trapu, avec un très gros cerveau, d'un volume supérieur au nôtre, de 1,4 ou 1,5 litre. Cet homme de Neandertal semble en net progrès, si on en croit la qualité de ses techniques (industrie moustérienne), par rapport à *Homo erectus*.

L'homme de Neandertal, comme *Homo erectus*, a su améliorer un peu les outils, mais ce qui le caractérise, ce n'est néanmoins pas l'évolution, c'est plutôt la stabilité. On trouve, pendant 300.000 ans la même industrie moustérienne, la même manière de faire. Néandertal maîtrisait le feu mais nous n'avons aucun élément pour penser qu'il possédait un langage.

On ne dispose pas de cerveau, bien évidemment, ni de l'homme de Neandertal, ni d'*Homo erectus*, mais on a les cerveaux des chimpanzés moderne. Quand on les observe, on voit déjà des modifications anatomiques, notamment du lobe temporal, qui sont nécessaires pour l'utilisation ultérieure de cette zone cérébrale dans l'émergence d'un langage. On trouve donc, dans l'évolution, la préparation du terrain, les conditions permissives à ce qui va exister par la suite, en l'occurrence l'apparition d'un langage. L'évolution ne faisant pas de projet, cela signifie que, avant que ces structures ne soient mobilisées pour le langage, elles avaient déjà un rôle, probablement cognitif, et constituaient un avantage sélectif. Les différentes espèces d'hommes (*erectus*, *neandertal*), sont biologiquement différentes, le cerveau des seconds étant presque deux fois plus gros que celui des premiers. C'est un mécanisme de co-évolution gènes-culture qui explique probablement ces différences. Ici, la culture est ce que le cerveau peut permettre de créer, mais aussi ce qui permet de sélectionner les individus sur la base de capacités cérébrales croissantes.

Et puis, il y a environ de 200 000 ans, apparaît *Homo sapiens*, c'est-à-dire nous. Nous avons toutes les raisons de penser qu'*Homo sapiens* est, sur le plan génétique, fort identique à nous-mêmes. Pendant 150 000 ans environ, *Homo sapiens* ne fait pas mieux que les autres espèces d'hommes qui coexistent avec lui, par exemple Neandertal. L'industrie lithique moustérienne semble commune à *neandertal*, à *sapiens*, et à *erectus* qui vit en Asie. Il y a

40 000 ans, en Europe notamment, apparaît quelque chose de fabuleux : la culture telle qu'on peut l'imaginer et qu'elle s'affiche dans les grottes ornées (Grotte Chauvet de l'Ardèche, par exemple). Qu'est-ce qui s'est passé? A partir de ce moment-là, cette progression culturelle ne cessera plus. Je veux dire qu'il y a 40 000 ans on est déjà dans le monde moderne. La beauté de ce que crée l'homme à ce moment-là n'est ni supérieure, ni inférieure, elle est simplement différente de ce que feront les Grecs, les Egyptiens, de ce que l'on fera à la Renaissance. L'Homme du Paléolithique supérieur possède toute la créativité, toute la possibilité de produire de

la beauté que nous avons. Ses capacités intellectuelles sont vraisemblablement comparables aux nôtres.

Autour de la culture

Que s'est-il passé en quelques milliers d'années pour que cet homme biologiquement stabilisé, d'un seul coup, émerge ainsi avec cette progression culturelle qui ne va plus cesser et va nous façonner tels que nous sommes ici, dans cette salle? Il y a deux hypothèses, une qui est hautement improbable et l'autre que je propose, et dont j'ai la faiblesse de penser qu'elle est beaucoup plus plausible. La première est qu'un événement génétique s'est produit à cette période, qui serait en quelque sorte la mutation déclenchante de l'hominisation. Selon ce scénario, de petits changements génétiques dans un lignage d'homme auraient permis un progrès cognitif à l'origine de l'explosion culturelle. C'est en fait hautement improbable parce que la révolution culturelle d'*Homo sapiens* survient en des sites très éloignés du monde. Or, si une mutation était survenue à un endroit, elle serait géographiquement déterminée et elle se serait développée, ensuite, à partir de son lieu d'apparition. Ce n'est pas ce que l'on observe.

Je propose plutôt - c'est la seconde hypothèse - que s'est mis en place, il y a 40.000 ans, ce que j'appellerai la masse critique de l'ensemble plasticité cérébrale/culture. Je m'explique: comme je vous l'ai dit tout à l'heure, le cerveau, pour profiter de toute sa capacité, a besoin d'être acculturé au contact de la culture humaine. Nous nous trouvons là face à un paradoxe. En effet, avant que le cerveau n'ait été acculturé, il ne produisait pas de cette culture humaine nécessaire à son acculturation. C'est cela qui pourrait expliquer l'extraordinaire stagnation des premiers hommes. Ceux-ci ont un très faible niveau culturel qui se manifeste par cette stagnation des savoir-faire, de leur artisanat lithique. La production culturelle est alors faiblement cumulative et reste insuffisante pour changer qualitativement la capacité de raisonnement des hommes anciens. Puis, de la même manière qu'une masse critique de matières radioactives et fissibles dans un réacteur nucléaire ou dans une bombe atomique crée une réaction en chaîne, cette faible accumulation culturelle en arriva au stade où elle fut suffisante pour améliorer les capacités cérébrales. Le cerveau humain se mit alors à produire plus de culture, ce qui améliora les capacités mentales et l'aptitude à la création culturelle. C'est probablement là ce qui sépare les mondes animaux du monde humain. La différence n'est pas d'abord biologique. Nous sommes à 98,6 % identiques, du point de vue de nos gènes, aux chimpanzés, mais nos capacités cérébrales dépassent bien sûr de plus de 1,4 % celles du chimpanzé. Pourtant, nous sommes extraordinairement voisins sur le plan biologique. Aucun animal n'a jamais (encore?) fait l'expérience de la réaction en chaîne d'acculturation que je propose être à l'origine de l'explosion culturelle il y a 40.000 ans. En résumé, l'évolution aboutissant à l'homme est d'abord, comme dans le reste du monde vivant, uniquement biologique. Puis, durant environ 1,9 millions d'années, on assiste à une coévolution gènes/culture. Enfin, il y a quelques 40.000 ans l'évolution humaine devient essentiellement culturelle. Biologiquement, nous sommes, autant qu'on le sache, essentiellement identiques à l'homme qui existait alors. Le seul élément qui explique les modifications de notre savoir, de notre puissance intellectuelle et notre développement technique, ce sont des phénomènes culturels.

L'enfant doué-précoce

Pour aborder le thème de notre congrès, le terme d'« enfant doué » comme disent les Anglais ou « gifted child » sous-entend que cet enfant a quelque chose en plus, un cadeau de la nature. En France, on l'appelle « enfant précoce ».

En réalité ces termes regroupent 3 concepts qui sont indépendants les uns des autres :

- 1 - La précocité qui veut simplement faire appel à un développement plus rapide.
- 2 - Le concept de don, qui indique que des individus ont une aptitude remarquable dans certains ou dans tous les domaines.
- 3 - La précocité des dons.

Il est nécessaire de parler séparément de ces trois concepts car il n'y a strictement aucune analogie entre le concept de précocité et le concept de don.

Si les enfants précoces et doués n'avaient pas été éduqués par une famille humaine, ils n'en seraient pas où ils en sont. On connaît au moins une quinzaine d'exemples d'enfants sauvages, abandonnés, élevés par des loups ou par des ours, qui ne parvinrent jamais à développer cette humanité dont nous sommes tous si fiers.

Ce n'est pas ponctuellement une modification génétique qui explique cela, mais plutôt un phénomène que j'appellerai « le cercle vertueux », ou bien la « réaction en chaîne » à l'image d'une centrale atomique : les réactions s'autocatalysent et on obtient une réaction en chaîne.

Le paradoxe initial

Il en va de même pour le couple « capacité biologique cognitive » et « acculturation » : il faut des capacités cognitives pour créer de la culture, mais il faut le contact avec la culture pour créer plus de capacités cognitives.

L'homme crée une culture, qui est très lentement évolutive avec la stabilité civilisationnelle qui caractérise les temps anciens. Mais à un moment donné, cette culture lentement progressive interagit positivement avec les capacités cognitives de l'homme, qui dès lors, crée plus de culture, et c'est ainsi que nous entrons de plein pied dans les temps modernes.

Ce qui exige donc parallèlement un être possédant une capacité génétique à créer de la culture et à être acculturé.

Le reste de l'évolution va pour l'essentiel être déterminé par cette réaction en chaîne d'acculturation.

On peut dire que la différence entre le chimpanzé et l'homme réside dans le fait que le chimpanzé, malgré ses capacités cognitives évidentes, n'est pas encore arrivé au moment de l'interaction entre ses capacités et la culture.

Nous sommes donc 100% innés et 100% acquis.

Si nous n'avions pas de gènes humains, nous ne serions pas là, mais si nous n'avions pas été acculturés dans une civilisation humaine, nous ne serions pas là non plus.

Nous le devons avant tout à notre **plasticité cérébrale**, c'est-à-dire notre impressionnabilité, la multiplicité des stimulus intellectuels, conceptuels ou esthétiques auxquels nous sommes sensibles.

Quel rapport y a t il avec le sujet qui nous intéresse aujourd'hui, c'est-à-dire celui des mécanismes de la diversité des capacités cognitives, éventuellement celui de la précocité et du don ?

Intelligence, don et génétique, le sujet sent le souffre

Il est clair qu'il y a une relation entre capacités cognitives et gènes. Si nous n'avions pas les gènes humains, nous n'aurions pas pu évoluer de cette façon.

Mais pour autant que nous le sachions, et nous avons de très nombreux éléments pour l'imaginer, la plupart de l'association des dons qui va correspondre à ce que l'on appelle quelqu'un de brillant, n'obéit pas à un contrôle génétique direct.

Dans l'histoire, on nous présente très souvent le cas des vrais jumeaux comme preuve du rapport entre génétique et capacité cognitive.

Lorsqu'on observe de vrais jumeaux, ils se différencient psychiquement l'un par rapport à l'autre et ont des personnalités diverses. Mais il est vrai que pour l'essentiel, leur cohérence cognitive et comportementale est étonnante et croît même avec l'âge : on peut dire que la concordance psychométrique de jumeaux de 80 ans est supérieure à celle de jumeaux très jeunes.

Quelle interprétation en donner ?

Deux vrais jumeaux ont 100% de gènes identiques. Ils perçoivent la vie avec les mêmes organes des sens, ils ont la même sensibilité aux perceptions, qu'ils perçoivent quantitativement et qualitativement de la même manière. L'image d'eux-mêmes que leur renvoie la société est la même image.

Si bien que la concordance est liée à deux points :

D'une part, ils ont un hardware de même nature et d'autre part il se crée un environnement culturel symbolique tel que celui qui se crée entre frère et sœur, sans autre lien génétique.

On arrive donc à une concordance tout à fait extraordinaire.

Des dons particuliers : le don musical, le don pictural

Il s'agit de dons singuliers et bien répertoriés.

Dans un don de ce type, il y a au minimum trois composantes qui interviennent.

- Une composante sensorielle : la capacité à entendre, à chanter juste
- L'adresse : la capacité à maîtriser le mouvement de la main pour tracer le trait
- La création : la richesse avec laquelle on va engendrer des images mentales qui vont se répéter par l'intermédiaire de cette adresse et de cette sensibilité sensorielle

Or, il est clair que, si une certaine aptitude peut exister dans une famille - mais ici la culture joue un rôle tout à fait important - l'excellence des dons n'est pas clairement génétiquement déterminée.

Il n'y a pas de familles de grands peintres... Dans la famille Bach, il y a un génie et puis d'autres moins talentueux, malgré une énorme pression culturelle.

Cette situation est normale... Lorsque l'on se place au niveau de la mécanique de notre cerveau et de la multiplicité des fonctions qui vont concourir à l'élaboration des fonctions cognitives, il est tout à fait évident qu'il serait vain d'imaginer que cela puisse dépendre d'un très petit nombre de gènes.

Nous en revenons à notre point de départ, il ne faut pas se bercer d'illusion car l'altération d'un seul gène peut perturber la belle mécanique, de telle sorte que le résultat en soit un défaut cognitif.

Ce qui ne signifie absolument pas qu'à l'inverse un gène soit particulièrement important pour augmenter les capacités cognitives.

J'enlève une bougie à ma voiture : elle ne roule plus. Je mets 5 bougies au lieu de 4 : elle ne roule pas mieux.

Pour ce qui est de la cognition, nous sommes exactement dans cette épreuve.

Vous vous intéressez à des enfants particuliers... Ce sont des enfants précoces.

Bien évidemment, nous sommes divers. Diversité d'un point de vue génétique, nous ne nous ressemblons pas, nous avons des sexes différents, des yeux différents, des cheveux différents ; nous avons également des chronologies de notre développement différentes. Il n'y a pas de raison de penser qu'à 5 ans, tous les enfants devraient avoir la même capacité cognitive.

La précocité est l'un des éléments de la diversité.

- La question importante est d'adapter l'éducation : la malléabilité du cerveau va y être sensible dans un contexte de précocité.

- Le deuxième point : Comment cette précocité qui impressionne plus rapidement un cerveau malléable, va-t-elle être un élément favorable au développement d'une capacité et d'un don, ou comment alimenter un don de manière particulière ?

Il est possible d'imaginer qu'il y a, parmi ces diversités, des enfants pour qui - par hasard, par le jeu de la grande loterie de l'hérédité - l'équilibre subtil entre ces gènes transmis par les parents (un homme et une femme peuvent faire des milliers d'enfants différents), va jouer sur la vitesse d'établissement des connexions nerveuses, jouer sur les aptitudes sensorielles, jouer sur les sensibilités de telle ou telle structure neuronale et va créer une différence cognitive.

S'adapter à cette différence, c'est certainement au cœur d'un projet pédagogique et de ce point de vue, cette exigence n'appelle de ma part aucun commentaire, si ce n'est un appui total.

Mon commentaire ne serait pas favorable si on imaginait ces enfants supérieurs, alors qu'ils sont différents, qu'il faut les aider à assumer leur différence, et qu'il faut les aider à s'épanouir en fonction de leurs dons.

Bien entendu, ces enfants sont des enfants particuliers qui sont intéressants, qui ont une richesse tout à fait extraordinaire.

Mais pour qu'ils profitent en tant que citoyens de ces capacités, il y a au moins une chose que nous devons faire, c'est éviter que l'incongruité et l'incohérence qui existe entre la susceptibilité particulière de ces enfants et la moyenne, ne leur crée un handicap particulier qui les fasse considérer comme inférieur.

Ils font partie de la diversité d'un monde qui est notre richesse.