

la question ont souvent été pour le moins vigoureux, notamment au sujet de la grande extinction de la limite Crétacé-Tertiaire, il y a 65 millions d'années. Il est vrai que physiciens, astronomes et géochimistes ont souvent occupé la première place dans les débats en question, mais il n'en est pas moins vrai que la question des extinctions en masse et de leurs causes remet la paléontologie au cœur d'un des débats majeurs des sciences de la Terre, position qu'elle n'avait pas occupée depuis longtemps. L'intérêt majeur des grandes crises environnementales qui ont affecté à plusieurs reprises notre planète, quelles que soient leurs causes exactes, est leurs effets sur le monde vivant. Ce sont d'ailleurs les données paléontologiques qui permettent de repérer ces crises. Pour prendre l'exemple le plus connu, il est clair que l'impact d'un astéroïde de la limite Crétacé-Tertiaire n'aurait pas suscité autant d'intérêt s'il avait simplement laissé un énorme cratère, aujourd'hui invisible dans la topographie, sur la côte du Yucatán, et une mince couche d'argile contenant de curieuses anomalies géochimiques et minéralogiques au sein des sédiments déposés à cette époque dans le monde entier. Ce qui a rendu célèbre cet impact, c'est qu'il a provoqué une des plus sévères extinctions en masse, dont les dinosaures, entre autres, ont été les victimes. Les centaines d'articles publiés sur ce sujet, depuis 1980, par des scientifiques issus des disciplines les plus diverses tournent fondamentalement autour d'un problème paléontologique.

Que reste-t-il à dire aux paléontologues sur de tels sujets ? Beaucoup de choses, et leur contribution sera essentielle. En effet, découvrir le ou les phénomènes physico-chimiques à l'origine d'une grande crise environnementale est une étape cruciale, mais il reste à comprendre le lien exact entre ces phénomènes et leurs effets sur les êtres vivants.

Les paléontologues sont bien évidemment les mieux placés pour répondre à ces questions qui sont d'ordre biologique. Une des caractéristiques des extinctions en masse est qu'elles sont sélectives : alors que certains groupes d'organismes sont complètement éliminés (les dinosaures, par exemple), certains survivent (les crocodiliens), parfois sans être apparemment affectés. La naïveté des explications proposées à ce phénomène par des non-biologistes est parfois étonnante, et, dans ce

domaine en particulier, il reste énormément à faire aux paléontologues d'abord pour déterminer précisément quelles espèces s'éteignent et quelles survivent, ensuite proposer des explications biologiquement acceptables.

La paléontologie du futur aura donc à se pencher sur la question des extinctions, bien plus qu'elle ne l'a fait depuis près de deux siècles, et l'on peut certainement s'attendre à des découvertes intéressantes dans l'explication des phénomènes de disparition des espèces. Contrairement à ce que l'on a pu croire aux débuts de la paléontologie évolutive, et à ce que quelques chercheurs, extrêmement minoritaires, essaient encore de prouver aujourd'hui, les espèces ne sont pas vouées à l'extinction par de mystérieux mécanismes internes. Tout au contraire, les liens entre l'histoire des organismes et celle de leur environnement apparaissent de plus en plus clairement. Les grandes crises de l'environnement terrestre, quelles que soient leurs causes (et il est probable qu'elles furent diverses), ont eu une influence considérable sur le déroulement de l'histoire de la vie sur Terre, et y ont introduit un élément de hasard, ou de contingence, non négligeable.

Dire que l'évolution des êtres vivants et l'évolution de la planète qui les porte sont inséparables peut apparaître comme une banalité, mais c'est une constatation simple qui peut montrer la voie de certains développements futurs de la paléontologie. Dès l'avènement de la tectonique des plaques, et parfois même avant, les paléontologues ont compris que l'histoire des plantes et des animaux devait être interprétée en fonction des déplacements continentaux et des ouvertures océaniques. Mais la géographie n'est bien sûr qu'un des aspects du problème. Ce sont les changements de l'environnement dans son ensemble, y compris ceux de la composition de l'atmosphère, du climat, des circulations océaniques, etc., qui doivent être pris en considération pour comprendre les influences qui se sont exercées sur l'évolution des êtres vivants. La reconstitution des environnements du passé n'est pas chose aisée, mais les études en ce domaine se multiplient, avec par exemple la production de modèles climatiques pour des périodes de plus en plus anciennes. La paléontologie est en mesure de jouer un rôle considérable dans l'élaboration de tels modèles, parce qu'elle fournit des don-

nées concrètes qui peuvent être confrontées aux modèles théoriques, et éventuellement les réfuter. Cela peut être aisément illustré par les travaux sur les périodes de crise ou de catastrophe, pour lesquelles certains modèles proposés se révèlent inadéquats, car ils sont en contradiction avec les données paléontologiques. Ainsi, les scénarios qui postulent une baisse considérable et durable des températures à la limite Crétacé-Tertiaire doivent être rejetés, pour la simple raison que beaucoup de reptiles, dont on sait que les représentants actuels ne résistent pas au froid, ont survécu aux événements de cette période.

L'évolution n'est pas un long fleuve tranquille

La vision uniformitariste et statique de l'histoire de la Terre qui a dominé la géologie pendant plus d'un siècle a commencé à s'effacer, au profit d'une vision plus dynamique, avec l'hypothèse de la dérive des continents, puis avec l'avènement de la tectonique des plaques. Elle est battue en brèche d'une façon encore plus sévère par le retour du catastrophisme qui souligne l'importance des périodes de crise. Dans un tel contexte, il n'est plus possible de concevoir l'évolution générale des êtres vivants comme un déroulement calme et majestueux. C'est une histoire pleine de bruit et de fureur qu'il faut sans doute envisager, et c'est dans ce cadre renouvelé que se feront sans doute les grandes découvertes paléontologiques de demain. Mais, quelles que soient les approches utilisées, à la source des progrès les plus spectaculaires il y aura toujours la recherche et la découverte de nouveaux fossiles sur le terrain.

Éric BUFFETAUT est directeur de recherche au CNRS.

Éric BUFFETAUT, *Dinosaures. À la recherche d'un monde perdu*, L'Archipel, 1997.

Rob DESALLES et David LINDLEY, *La science de Jurassic Park*, Bayard Éditions, 1997.

Walter ALVAREZ, *La fin tragique des dinosaures*, Hachette, 1998.

Éric BUFFETAUT, *Histoire de la paléontologie*, collection «Que sais-je?», Presses universitaires de France, 1998.

Les fossiles, témoins de l'évolution, collection Bibliothèque Pour la Science.

Inné contre acquis : la fin de l'opposition

FRANS DE WAAL

On s'est longtemps demandé si le comportement humain est déterminé par la génétique ou par l'expérience acquise. Abandonnons cette dichotomie périmée.



D'aussi loin que je me souviens, le caractère inné ou acquis du comportement a toujours été controversé. Pour les biologistes, les gènes jouaient le rôle principal. En revanche, les sociologues se sont ralliés en masse à l'opinion contraire : chacun façonnerait son comportement et sa personnalité, indépendamment de tout déterminisme génétique.

Dans les années 1970, mes conférences de vulgarisation me précipitaient souvent au cœur du débat : quand je mentionnais des différences entre individus de sexes opposés chez les chimpanzés (je disais, par exemple,

que les mâles sont plus agressifs et plus ambitieux que les femelles), je m'attirais invariablement des huées et des protestations. On prétendait que je projetais mes propres valeurs sur ces pauvres animaux, que mes méthodes n'étaient pas rigoureuses. Et pourquoi avais-je comparé les deux sexes ? Et quelles preuves avais-je de ce que j'affirmais ?

Aujourd'hui, les mêmes données ne suscitent plus de réactions. Les comparaisons des comportements humains et simiens, naguère taboues, ennuiant les auditoires. Tout le monde a entendu dire que les hommes sont

plus guerriers que les femmes. Les journaux montrent fréquemment que les zones actives du cerveau humain ne sont pas les mêmes chez l'homme et chez la femme, engagés dans les mêmes tâches.

Je ne suis pas non plus d'accord avec cette manie d'attribuer à la seule biologie les différences entre les hommes et les femmes. Ces simplifications grossières sont à la mode : par exemple, l'évocation d'effets hormonaux normaux en termes d'«empoisonnement à la testostérone» est tendancieuse. Ce n'est pas ainsi que l'on comprendra comment la génétique



1. CES JUMEAUX, ÉLEVÉS SÉPARÉMENT, sont tous les deux devenus des pompiers moustachus. En les étudiant, on évalue la contribution relative des gènes et celle de l'expérience sur le comportement humain.

interagit avec l'expérience acquise pour déterminer le comportement. Nous sommes brusquement passés d'un excès à un autre, oubliant les apports des sciences sociales. Nous voulons croire, soit à la toute-puissance des gènes, soit à celle de l'expérience, mais pas à une combinaison des deux.

Pour prévoir l'issue de cette controverse, revenons d'abord sur son histoire. Le débat a toujours été passionné, parce que les deux thèses ont des conséquences politiques. Les attitudes se répartissent entre celle des réformateurs, dont la foi en la capacité d'adaptation de l'homme est sans borne, et celle des conservateurs, obsédés par la race et le sang. Au XX^e siècle, les deux positions extrêmes ont causé des souffrances considérables.

Apprentissage contre instinct

Dans les années 1950, behavioristes et éthologues s'affrontaient. À partir d'expériences où l'on apprend une action arbitraire à un animal (par exemple, appuyer sur un levier), les behavioristes pensaient que tout comportement résultait d'un apprentissage par essais et erreurs successifs, chez l'homme comme chez l'animal, quelle que soit l'espèce. Le fondateur du behaviorisme, B. Skinner, l'avait ainsi formulé : «Pigeon, rat ou singe, c'est sans importance!»

En revanche, les éthologues étaient convaincus que tout animal naît avec un certain nombre de schémas de comportement innés, qui résultent d'une adaptation au milieu, au cours de l'évolution, et qui changent peu en fonction de l'expérience acquise par chaque individu. Ainsi, personne n'apprend à rire ou à pleurer : ces réactions innées sont universelles. De même, l'araignée n'apprend pas à tisser sa toile ; dès la naissance, elle sait comment entrelacer les fils de soie produits par ses glandes.

Ces deux théories ont beaucoup séduit, parce qu'elles sont simples et se réclament de l'évolution, bien qu'elles soient, en réalité, incompatibles avec celle-ci. Pour les behavioristes, le comportement de chaque individu est seulement déterminé par l'expérience qu'il a acquise : les gènes n'interviennent pas. Cependant, les behavioristes reconnaissent que les similitudes entre les comportements

animaux et humains résultent de l'évolution. C'est là que réside toute la contradiction, car l'évolution est bien une affaire de gènes. C'est aussi la source de la diversité de la vie, car chaque animal est adapté à un mode de vie et à un environnement spécifiques. Les propos de Skinner montrent à quel point cette idée fut ignorée.

De même, pour les éthologues, la phylogenèse prend parfois le pas sur la sélection naturelle. Au début, ils pensaient que les comportements évoluaient pour assurer la pérennité de l'espèce. Par exemple, l'agressivité était peu à peu inhibée, parce que, sinon, les animaux se seraient entre-tués et l'espèce aurait fini par disparaître. C'est peut-être vrai, mais les animaux ont aussi une raison parfaitement égoïste pour éviter les combats : ils risquent d'être blessés. Aujourd'hui, les éthologues admettent que les comportements évoluent en raison des avantages qu'en tirent individuellement les animaux. Le bénéfice pour l'espèce n'est qu'une conséquence.

Le behaviorisme a commencé son déclin quand on a découvert que les animaux n'ont pas toujours les mêmes capacités d'apprentissage, selon la situation et selon l'espèce. Par exemple, un rat ne fait de rapprochement entre une action et ses effets que si ceux-ci lui succèdent immédiatement. Un rat apprendrait très difficilement à appuyer sur un levier si la récompense n'était donnée que plusieurs minutes après. Cependant, quand le rat est malade parce qu'il a mangé de la nourriture avariée, il associe parfaitement sa maladie à l'ingestion de la nourriture, même si les symptômes se déclarent plusieurs heures après. Les animaux seraient donc des apprentis spécialisés : ils apprendraient plus facilement ce qui est utile à leur survie.

Ainsi, dans les années 1970, les behavioristes durent admettre que la biologie évolutionniste influence le comportement et prendre en compte les résultats des observations des comportements animaux en dehors des laboratoires. À la même époque, les éthologues posaient les fondements de la révolution néo-darwinienne. Notamment, l'éthologue hollandais Nikolaas Tinbergen réalisa des expériences astucieuses pour évaluer l'impact du comportement

d'un animal sur sa capacité à survivre. Il comprit aussi pourquoi de nombreux oiseaux enlèvent les coquilles vides du nid, après l'éclosion. Les prédateurs les repèrent facilement : l'intérieur n'est pas coloré comme l'extérieur, de sorte que les œufs ouverts ne sont pas camouflés. Jeter les coquilles cassées est un comportement inné, qui répond au principe de sélection naturelle, car les oiseaux qui adoptent ce comportement sont plus nombreux à survivre.

Les éthologues ont aussi développé des théories pour expliquer les comportements sociaux chez les animaux. Par exemple, les fourmis font preuve d'«altruisme» quand elles meurent pour défendre leur colonie, et les dauphins sauvent parfois leurs congénères de la noyade en les soulevant jusqu'à la surface. L'entraide entre individus d'une même famille favoriserait la propagation des mêmes gènes, communs à la famille. Les animaux non apparentés s'aideraient pour que leurs congénères leur rendent la pareille s'ils étaient eux mêmes en difficulté.

Les éthologues avaient une telle confiance en leurs explications des coopérations animales qu'ils ne résistèrent pas à la tentation de les appliquer à l'homme. Pour eux, la gigantesque coopération qu'est la société humaine était également fondée sur la promotion des gènes et sur la prévoyance individuelle. En 1975, le spécialiste des fourmis Edward Wilson fut le premier à déclarer qu'on comprendrait mieux le comportement humain en l'étudiant selon une approche darwinienne : sociologues et biologistes devraient travailler ensemble, au lieu de s'ignorer comme ils l'avaient toujours fait. Pour les biologistes, la sociologie devait être l'étude du comportement animal, appliquée à l'homme. Ce point de vue ne fut pas du goût des sociologues, qui refusèrent de travailler avec les biologistes. La «sociobiologie» de E. Wilson fut vivement critiquée, confondue avec les idéologies racistes du passé et, en fin de compte, avec le nazisme.

Bien que ces critiques soient manifestement injustes (E. Wilson proposait des explications évolutionnistes, pas des idées politiques), il n'y a rien d'étonnant à ce que la biologie humaine ait suscité tant d'émotions.



2. LES INTERPRÉTATIONS EXTRÊMISTES des idées éthologiques et béhavioristes sont dangereuses, comme en témoignent le déterminisme biologique des nazis et l'ingénierie sociale des communistes.

Le fardeau du passé

Aujourd'hui, on admet que certains comportements humains sont modifiables parce qu'ils résultent d'un apprentissage, contrairement à d'autres qui font partie de notre héritage biologique.

Des idéologues de tous horizons ont utilisé cette distinction pour justifier que certaines caractéristiques humaines étaient innées (par exemple, l'intelligence, prétendument différente selon la «race») ou acquises, donc modifiables (tels certains stéréotypes sexuels, qui sont surmontables). Ainsi, le communisme supposait une grande flexibilité du comportement humain. Toutefois, comme les êtres humains font en général passer leurs intérêts personnels avant ceux de la société (contrairement aux insectes sociaux), certains régimes ont accompagné leurs révolutions d'efforts d'endoctrinement massifs. En vain : après les terribles souffrances qu'il a causées, le communisme s'est finalement effondré,

parce que son principe de base était hors d'atteinte de la nature humaine.

L'Allemagne nazie fit un usage de la biologie encore plus désastreux. Elle accordait également moins d'importance aux intérêts personnels qu'à ceux de la collectivité (*das Volk*), mais elle voulut manipuler les gènes au lieu de promouvoir les comportements sociaux. Les «races supérieures» devaient à tout prix être protégées de la contamination par des «races inférieures». Pour que le peuple soit «sain», on devait éliminer tous les éléments «cancéreux». Les nazis ont poussé ces idées à l'extrême, d'une manière que la civilisation occidentale a fait le vœu de ne jamais oublier.

Ce genre d'idéologie ne s'est pas cantonnée à l'Allemagne nazie. Au début du ^{xx}e siècle, le mouvement eugéniste fut très en vogue chez les intellectuels américains et britanniques, qui voulaient améliorer l'humanité en «croisant les meilleurs spécimens». Fondée sur des idées qui remontent à la *République* de Platon, la stérilisation des handicapés men-

taux et des criminels était considérée comme parfaitement acceptable. Selon le darwinisme social, qui inspire encore certains politiciens, la population serait améliorée si on avait laissé les forts prendre le dessus sur les faibles, dans un système généralisant le capitalisme. On ne devrait donc surtout pas aider les pauvres, sous peine d'aller à l'encontre de l'ordre naturel.

Évidemment, les catégories jugées inférieures – les femmes, les minorités et, de manière générale, les catégories de personnes qui subissent des discriminations – se méfièrent de la biologie et des interprétations qu'on en faisait. Pourtant, le déterminisme biologique n'est pas plus dangereux que son opposé, c'est-à-dire la négation des besoins humains fondamentaux et la croyance que nous pouvons être tout ce que nous voulons. Les communautés hippies des années 1960, les kibboutz israéliens et les féministes proposèrent d'organiser la société comme si la jalousie, les liens entre parents et enfants et les



Franz Lanting, Minden Pictures

3. LES COUSINS les plus proches de l'homme, telle cette famille de bonobos, partagent avec lui de nombreux types de comportements. Les programmes télévisés sur les animaux sauvages ont montré au public l'influence de la biologie sur le comportement.

différences entre les deux sexes n'existaient pas. Ces idées sont aberrantes, parce qu'elles ne tiennent pas compte des penchants naturels.

Aujourd'hui, le génocide de la Seconde Guerre mondiale s'estompe dans les mémoires, tandis que l'influence des gènes sur le comportement se précise, comme le montrent les études sur des jumeaux élevés séparément. Les biologistes annoncent sans arrêt la découverte de nouveaux gènes. On connaît désormais la part de la génétique dans le déclenchement de la schizophrénie, de l'épilepsie, de la maladie d'Alzheimer et, même, dans certains traits de caractère, tel le goût des émotions fortes. On progresse dans l'étude des différences génétiques et neurologiques entre hommes et femmes, ainsi qu'entre homosexuels et hétérosexuels. Par exemple, on a trouvé une ressemblance entre une petite zone du cerveau des hommes transsexuels et la zone correspondante chez les femmes.

Aujourd'hui, la liste de tels progrès scientifiques s'allonge chaque jour, de sorte qu'on ne peut plus ignorer la quantité de preuves de l'influence des gènes sur le comportement. Les spécialistes qui ont toujours soutenu la thèse opposée rechignent à revoir leur jugement. Ils sont pourtant devancés par le grand public, qui croit à l'influence des gènes dans tout ce que nous faisons. De

même, personne ne trouve plus à redire aux comparaisons entre l'espèce humaine et les espèces animales : grâce aux documentaires animaliers diffusés par les télévisions, on sait aujourd'hui que les animaux sont bien plus malins et intéressants qu'il n'y paraît.

D'après des études sur les chimpanzés et sur les bonobos, d'innombrables pratiques et facultés humaines (la politique, l'éducation des enfants, la violence et, même, la morale) existent aussi chez les grands singes. Comment croire encore au dualisme du passé, entre l'homme et l'animal, et entre le corps et l'esprit ?

Pourtant, certains idéologues utilisent encore la biologie pour cautionner leurs thèses. Les politiciens n'hésitent pas à décrire la nature humaine sous le jour qui les arrange. Pour les conservateurs, l'homme est naturellement égoïste, tandis que, pour les libéraux, il est devenu un être social et coopératif. L'évidente exactitude de ces deux propositions montre qu'ils se réclament abusivement du déterminisme génétique.

Le meilleur des deux mondes

Les seuls gènes sont comme des graines sur du goudron : stériles. Un trait de caractère est dit héréditaire quand une partie de sa variabilité s'explique par des facteurs génétiques.

On oublie souvent que l'autre partie s'explique par l'expérience acquise et par l'environnement.

Chercher l'influence relative des gènes et de l'expérience acquise dans un trait de caractère est absurde. Le primatologue suisse Hans Kummer a utilisé une métaphore pour l'expliquer. C'est comme si on voulait déterminer qui, du musicien ou de son instrument, produit la musique ou dans quelles proportions ils interviennent. En revanche, si la musique change, on peut légitimement se demander qui, du musicien ou de l'instrument (des gènes ou de l'expérience acquise), a changé. C'est la seule question pertinente.

Au XXI^e siècle, les scientifiques préciseront les relations entre les gènes et les comportements. Ils comprendront de mieux en mieux comment fonctionne le cerveau. Les sociologues adopteront progressivement le paradigme évolutionniste : le portrait de Charles Darwin finira par décorer les murs des laboratoires de psychologie et de sociologie ! Espérons qu'une réflexion éthique et politique accompagnera ces progrès.

En général, les scientifiques ne se sentent pas responsables de l'utilisation de leurs travaux. Parfois même, ils ont contribué à l'utilisation politique d'interprétations abusives de leurs résultats. Le cas d'Albert Einstein est l'une des exceptions notables : sa conscience morale devrait servir de modèle dans les sciences du comportement et dans les sciences sociales. Personne n'est mieux placé que les scientifiques pour veiller à éviter les interprétations erronées et les simplifications outrancières.

Au carrefour de l'anthropologie culturelle et évolutionniste, le cas de l'inceste donne une idée des développements futurs de ces sciences. Sigmund Freud et de nombreux anthropologues traditionnels, tel Claude Lévi-Strauss, supposaient que le tabou de l'inceste servait à supprimer les pulsions sexuelles entre les membres d'une même famille. Freud croyait que celles-ci étaient invariablement incestueuses chez les enfants en bas âge. Ainsi, ce tabou représentait la victoire finale de la culture acquise sur la nature innée.

Edward Westermarck, un sociologue finlandais contemporain de Freud, pensait au contraire que l'intimité des premières années de la vie,