

Des scientifiques s'expriment

**LE SAVANT
ET
LA FOI**

Présence

Flammarion

LE SAVANT ET LA FOI

Des scientifiques s'expriment
Introduction de Jean Delumeau

FLAMMARION

M. P. SCHÜTZENBERGER

**Intelligence artificielle, néo-darwinisme
et principe anthropique**

M. P. Schützenberger, professeur de mathématiques à l'université de Paris VII, membre de l'Académie des sciences est docteur en médecine. Après avoir étudié la génétique avec J. B. S. Haldane et travaillé en physiologie cellulaire avec P. Gavaudan, il s'est tourné vers les applications des mathématiques, notamment à la linguistique et à l'informatique théorique qu'il a contribué à fonder.

Chaque époque a privilégié des thèses scientifiques appelées en garant de rigueur des conceptions philosophiques en vogue. Ainsi la mécanique céleste a longtemps fourni ses meilleurs exemples à la conception déterministe du monde et, il y a un siècle, les théorèmes de la thermodynamique ont, pendant quelques décennies, alimenté les controverses sur le Retour Éternel ou sur l'évolution fatale de l'univers vers la mort entropique. De nos jours, l'intelligence artificielle, relayant la cybernétique, jouit de la même faveur et c'est devenu une croyance populaire que seules quelques étapes techniques subalternes nous séparent de l'ère des robots androïdes. On pourrait trouver futile de s'en préoccuper plus que de l'usage péremptoire de la télépathie, des extra-terrestres ou des hyper-espaces dans les bandes dessinées et les opéras télévisuels. Je ne partage pas cette opinion car, de façon insidieuse par mille exagérations et mille déformations, on voit s'établir comme fondée en raison une vision de l'homme et du monde qu'on prétend faire découler de la science alors que celle-ci n'aurait rien à dire de pertinent sur les problèmes qu'élimine cette vision ou sur les conséquences pragmatiques qu'elle présente comme nécessaires.

La même réflexion critique sur les limites de nos connaissances et de notre compréhension de l'univers me paraît s'imposer en ce qui concerne des théories mieux établies et qui sont à chaque époque présentées dans les universités avec tant d'assurance qu'on les croit apparte-

nir à jamais à l'acquis de l'humanité. Ceux qui refusent d'en suivre les conséquences philosophiques du moment se voient alors d'emblée contraints de prendre les plus inconfortables positions défensives. Un exemple touchant est celui du grand savant chrétien du début du XIX^e siècle, Jean-Baptiste Biot, pour s'extirper des filets du déterminisme laplacien alors qu'aujourd'hui notre meilleure connaissance de la théorie des équations différentielles (sans même parler de la physique) n'impose plus un climat intellectuel dans lequel la liberté de l'homme est à priori un scandale scientifique.

A un décalage près dans le temps, la situation est analogue en ce qui concerne les sciences de la vie. Appuyée, croit-on, sur les découvertes de la biologie moléculaire, la théorie darwinienne de l'évolution domine les manuels d'enseignement et ce n'est qu'avec d'innombrables précautions et d'exquises pudeurs que les biologistes les plus éminents évoquent ici ou là quelques difficultés à rendre compte des phénomènes du vivant en ne faisant intervenir que le seul mécanisme du hasard et de la nécessité. Et, en effet, une certaine philosophie requiert que rien n'échappe à la physique et à la chimie puisqu'elle veut présenter un système du monde où rien n'existe qui ne se puisse réduire à la raison technicienne et calculatoire. Ainsi, le déterminisme strictement mécaniciste ayant manifesté de trop graves lacunes pour donner un aval scientifique, on y substituera un déterminisme stochastique, guidé par la sélection qui ayant, dit-on, « expliqué la vie » pourra être évoqué pour « expliquer » les activités psychiques avant, dans la même trajectoire, de ramener la morale à des principes d'optimisation plus ou moins biologiques ou plus ou moins sociaux. Il ne me paraît donc pas hors de propos de formuler sur ce sujet quelques réflexions critiques. Il pourra surprendre que j'aie une telle audace n'étant pas biologiste et ne prétendant pas l'être. Je prie que l'on m'excuse et que l'on considère d'abord que les schémas logiques sur lesquels se fonde le darwinisme actuel sont d'une portée si universelle que l'on s'en réclame ailleurs, en cybernétique par exemple, et que cette universalité même les fait échapper aux monopoles disjoints des paléontologistes, des

naturalistes et des biologistes moléculaires pour les faire entrer, en partie du moins, dans le champ d'examen des mathématiciens.

Je n'évoquerai donc pas ici les arguments classiques que les biologistes ont développés contre le darwinisme. La plupart n'ont rien perdu de leur force, bien au contraire, et les progrès de sciences comme l'embryologie n'ont fait que multiplier leur force dissuasive. Le lecteur connaît l'œuvre du grand zoologiste P. P. Grassé, qui a démontré les failles du darwinisme du point de vue paléontologique et zoologique. Je me permets de signaler la récente mise au point compétente et objective par le Dr M. Denton sur l'ensemble de ces controverses ^{1, 2}.

Les théories néo-darwiniennes

Pour le public français, ce sont celles que J. Monod a exposées dans son grand et beau livre, *Le Hasard et la Nécessité* ³. Chez les Anglo-Saxons, c'est la théorie synthétique de J. B. S. Haldane qu'a puissamment développée G. Simpson et dont l'exposant le plus autorisé est aujourd'hui E. Mayr ⁴.

On connaît le modèle : à chaque génération apparaissent des individus différant peu ou prou de leurs géniteurs. Les plus aptes à survivre survivent et se reproduisent et c'est d'eux que proviendront préférentiellement les générations ultérieures sur lesquelles agira le même processus. L'essentiel de la thèse darwinienne, comme opposée à celle de Lamarck, est que les modifications d'une génération à une autre sont fortuites, indépendantes de la direction de la force sélective. Un organe est un peu plus grand ou un peu plus petit, telle enzyme ou hormone est produite un peu plus tôt ou un peu plus tard, avec plus ou moins d'abondance, etc. Rien dans ces variations n'est causalement lié à l'action du milieu et c'est le hasard le plus aveugle qui provoque les mutations.

Ainsi, ce qui paraît être une lente adaptation ou l'approche d'un but n'est que le résultat de la sélection qui a progressivement effectué un choix parmi les mutants et

par là a conféré à ce système les apparences de la finalité. Et les exemples les plus ingénieux ne manquent pas pour illustrer la possibilité d'un tel processus. En voici un très significatif car fourni par divers éminents spécialistes : les oiseaux proviennent de reptiles arboricoles dont les ailes se sont peu à peu constituées parce qu'elles offraient un avantage précieux pour planer jusqu'au sol. Certes. Mais aussi les mêmes oiseaux proviennent de reptiles coureurs dont les ailes se sont peu à peu constituées parce qu'elles leur offraient le précieux avantage d'accélérer leur course et, par des bonds de plus en plus grands, d'échapper à leurs poursuivants comme c'est le cas, dit-on, des poissons volants. Certes. Mais aussi, troisième scénario, les plumes, cet organe étonnant grâce auquel le vol devient possible, ne sont que le résultat d'un bricolage de la nature car elles seraient apparues progressivement chez des reptiles dont les pattes antérieures auraient été peu à peu modifiées en filet attrape-mouches. Certes.

Il y a une force terrible d'évidence dans les idées simples et l'on a entendu des biologistes parfaitement respectables donner comme exemple d'évolution selon le schéma darwinien celle des avions, de la machine d'Adler au Concorde, alors que tout dément que les progrès techniques aient été effectués au hasard ⁵.

Car bien sûr toute la question est là, dans ce que signifie « variation au hasard », une notion qui ne pouvait avoir de contenu que le plus vague avant la biologie moléculaire. Il n'en est plus ainsi aujourd'hui puisque nous savons – ou du moins acceptons d'un consensus unanime – que le patrimoine héréditaire est un long mot dans l'alphabet de l'ADN sur lequel les mutations agissent d'une façon que l'on peut qualifier de typographique, c'est-à-dire qu'une lettre est remplacée par une autre, un segment est omis ou dédoublé, d'autres segments sont transposés, etc.

C'est un acquis expérimental incontesté que ces modifications sont parfaitement fortuites par rapport au rôle que jouera le segment visé dans le développement embryonnaire ou dans la physiologie de l'adulte. Ainsi donc triomphe la thèse du hasard et de la nécessité; le clinamen

est totalement aveugle quant aux conséquences de son action et la finalité globale, qui nous semble évidente, n'est qu'un épiphénomène.

Mais le triomphe est périlleux, parce qu'il ouvre la voie à d'autres raisonnements, voire qu'il mène à des calculs et que l'évidence si frappante de l'efficacité de la sélection agissant sur le hasard rencontre une autre intuition, disons l'intuition informatique, dont les effets commencent à peine à se faire sentir parmi les biologistes.

Celle-ci repose sur l'analogie entre le programme génétique et les programmes d'ordinateurs; elle n'a rien d'artificiel puisque, comme nous l'avons vu, les mutations biologiques sont de nature typographique, c'est-à-dire indépendantes du sens de l'information qu'elles modifient, et puisque dans l'état actuel de nos méconnaissances aucune loi de la nature ne permet de préciser tant soit peu la spécificité du « langage » codé par l'ADN. D'ailleurs, bien avant l'informatique et la double hélice, l'apologétique darwinienne faisait grand usage d'exemples micro-linguistiques pour illustrer son fonctionnement. D'ailleurs aussi, dans la direction opposée, la validité supposée du schéma logique du darwinisme reste l'argument favori de tous ceux des informaticiens qui tentent de réaliser des algorithmes auto-adaptatifs.

On doit donc tenir pour pertinents les calculs auxquels conduit l'analogie informatique, compte tenu de ce qu'ils ne peuvent au mieux fournir que des ordres de grandeur ou bornes supérieures, des probabilités de voir naître un ordre du chaos par le seul jeu du hasard et de la sélection. Comme on sait, les valeurs trouvées sont absurdement faibles et peu importe, me semble-t-il, à l'échelle humaine que l'on obtienne dix puissance moins deux mille ou dix puissance moins deux cent mille! Une indication cependant pour illustrer ce point : mon ami M. Eden a calculé que, si l'on s'en tient au schéma darwinien, il aurait fallu pour passer de l'amibe jusqu'à l'homme que s'accumule par génération en moyenne au moins une unité d'information ⁶!

Bien plus, de nombreuses équipes d'informaticiens ont essayé de réaliser effectivement des programmes ou des

dispositifs électroniques auto-adaptatifs ou bien capables d'être améliorés par un processus évoquant l'apprentissage. La liste des échecs depuis plus de trente ans est longue, bien que la rapidité des ordinateurs puisse compenser en une certaine mesure l'immensité des temps géologiques. L'exemple le plus comique est celui de la « méthode delphique », qui était une méthode heuristique (renouvelée de cette Académie de Laputa que visita Gulliver) destinée à améliorer divers processus techniques en les modifiant peu à peu au hasard et en ne gardant que les essais réussis.

Tout cela, implicitement, sous une hypothèse fondamentale que l'on n'a pas encore évoquée et qui semblait essentielle à Darwin et à ses successeurs : celle du gradualisme ou, si l'on préfère, plus abstraitement, de la continuité.

Or cette hypothèse est maintenant mise en doute par les paléontologistes, et l'école cladiste, en se basant sur une meilleure connaissance des fossiles et des conditions de fossilisation, nous invite à voir l'évolution comme une série discontinue de sauts brusques d'un type d'organisation à un autre. C'est la revanche de Cuvier sur Lamarck et, si l'on revient aux calculs, cela signifie que les probabilités obtenues doivent encore être réduites par des ordres de grandeur difficilement concevables!

En bref, biologie moléculaire et cladisme rendent impensable que le schéma néo-darwinien puisse expliquer l'évolution des êtres vivants. Il faudra certainement des années avant que l'ensemble des biologistes prennent conscience de ce fait, car nulle discipline n'est portée à admettre qu'il manque un ingrédient essentiel à sa connaissance du monde.

Cependant, diverses lignes de repli ont été préparées.

L'une, qui est, je crois, celle de J. Monod, consiste à admettre que la vie telle que nous la connaissons est due à une cascade d'événements d'une probabilité absurde-ment faible, mais que, sans cette chaîne de coïncidences, nous ne serions point là pour nous en étonner. C'est une variante de la position du solipsisme intégral. En tant que telle, elle clôt irréfutablement toute discussion et abolit

aussi bien toute tentative d'explication scientifique de quoi que ce soit. On ne peut que saluer son désespoir courageux. L'autre est :

Le principe anthropique

Revenons aux calculs : un moyen d'évacuer les difficultés qu'ils révèlent est de supposer que ces mutations qui nous semblent être purement fortuites et que nous avons traitées comme telles se trouvent en réalité étroitement contraintes, par des lois que nous ignorons encore, à n'agir qu'à l'intérieur d'un périmètre circonscrit, tout comme nous admettrions à l'extrême qu'un programme informatique pourrait être peu à peu amélioré si les lois du changement restreignaient les mutations à ne le transformer qu'en un autre programme compilable et agissant comme le premier. C'est, je crois, la position plus ou moins explicite de la majorité des biologistes, et Waddington avait proposé le nom de « chréodes » pour un concept abstraitement analogue. Mais ces lois, d'où viennent-elles? Une première réponse est que c'est le même schéma évolutif darwinien qui les a peu à peu incorporées à la matière vivante. De nouveau on n'aurait besoin que de la physique et de la chimie telles que nous les connaissons accommodées par les jeux enlacés du hasard et de la sélection.

La réponse est simpliste car elle ne fait que déplacer le problème d'un cran en arrière et, si on l'examine d'un peu plus près, la difficulté est encore plus immense de faire naître par hasard l'ordre virtuel que supposent ces lois que leurs conséquences elles-mêmes. D'autant que les physiciens, plus imaginatifs, ont offert un meilleur remède, à savoir que les propriétés de la matière inanimée sont telles que la vie en est une conséquence nécessaire et très précisément que les lois de la physique ont contraint l'univers à donner naissance à la vie et cette vie à l'homme. Un avantage idéologique marginal mais non négligeable est de rendre non seulement plausible, mais certaine, la pluralité des mondes habités.

Déjà avant la Première Guerre, le biochimiste Hender-

son, dans son livre *The Fitness of Environment*⁷, avait rassemblé toutes les propriétés exceptionnelles que possèdent les molécules fondamentales de la matière vivante et sans lesquelles aucun des processus biologiques que nous connaissons ne pourrait se dérouler sur notre Terre. Dans la même veine, qui renouvelle Bernardin de Saint-Pierre, on a longuement commenté toutes les singularités de l'eau : seule de tous les liquides, elle est plus dense que sa phase solide et, faute de cette propriété, la glace s'accumulerait au fond des lacs et des mers au grand dam de leurs habitants. Une guerre plus tard, c'est la chimie nucléaire qui est appelée à témoigner des Harmonies naturelles. Elle montre qu'à quelques décimales près dans une constante fondamentale il n'y aurait pas eu dans les étoiles le cycle de Bethe qui y produit le carbone dont nous sommes faits. Maintenant le principe anthropique de Carter, renversant le relativisme copernicien, s'évertue à démontrer que le plus sûr guide pour découvrir les lois fondamentales de la physique est de chercher celles qui rendent le plus nécessaire l'existence des physiciens⁸.

Je n'ai pas compétence pour trier la part du jeu et du rêve dans ces raisonnements ardues que présentent avec toutes les apparences du sérieux les plus grands noms de la physique. Néanmoins, il me paraît bien étrange que, comme le proposent Barrow et Tipler⁹, le Cosmos ait produit la vie pour qu'elle engendre des hommes afin qu'un jour ils fabriquent des robots des milliards de fois plus intelligents qu'eux qui seront enfin capables de freiner à l'infini l'évaporation de Hawking des trous noirs, laquelle, laissant nues les singularités, empêcherait son prolongement analytique et causerait sa perte.

Et pour animer cette grande saga, les auteurs font appel à une publication mineure et mal interprétée de von Neuman sur les automates et sur l'opinion des meilleurs experts en intelligence artificielle. Ainsi la boucle se referme en une autre tautologie : des quarks au carbone et du silicium aux neutrons, rien qui ne soit l'effet mécanique d'un calcul d'utilité optimale où justice et charité seront au mieux des paramètres auxiliaires lors de quelque turbulence de la matière.

Ou bien faut-il sourire devant ce pesant effort pour mettre au goût du jour la théologie naturelle de Paley? Avec la même naïveté, puisque le seul fait que la raison humaine ait prise sur le monde implique déjà, hors du temps, de l'espace et de la logique formelle, un principe qu'on ne peut appeler anthropique, qui ne doit rien à la mécanique quantique et tout à saint Anselme.

1. P. Grasse, *L'Évolution du vivant*, Albin Michel, 1977.
2. M. Denton, *Évolution : une théorie en crise*, Londreys, 1988.
3. J. Monod, *Le Hasard et la Nécessité*, Le Seuil, 1970.
4. E. Mayr, *Animal, Species and Evolution*, Harvard University press, 1963.
5. T.H. Jukes, *Aircraft Evolution*, *Nature*, 1982 (295) p. 548.
6. M. Eden in *Mathematical Challenges to the darwinian theory of evolution*, Wistar institute symposium, 1966.
7. L. J. Henderson, *The Fitness of Environments*, Smith, 1913.
8. B. Carter, *Confrontation of Cosmological Theories with Observation*, éd. M. S. Longair, 1974 (Reidel).
9. J. D. Barrow and F. J. Tipler, *The Anthropic Principle*, Oxford University Press, 1986.