

# Ordre - hasard - finalité - déterminisme dans l'évolution biologique

Autor(en): **Delsol, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue de Théologie et de Philosophie**

Band (Jahr): **25 (1975)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-381055>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# ORDRE - HASARD - FINALITÉ - DÉTERMINISME DANS L'ÉVOLUTION BIOLOGIQUE

par MICHEL DELSOL

Depuis toujours l'homme s'interroge sur son origine et sur son destin ; il se demande comment ses ancêtres sont venus pour la première fois sur la planète que nous habitons. Dans le passé, les penseurs chrétiens avaient admis généralement que l'histoire des premiers hommes était inscrite dans les chapitres de la Genèse que l'on se devait d'interpréter à la lettre. Chacun de nous depuis son enfance connaît ces textes : « Dieu forma l'homme du limon de la terre... Il souffla dans ses narines un souffle de vie... ». Il ne faudrait pas croire cependant que l'interprétation littérale de ces textes ait été toujours considérée comme la seule possible ; dès les premiers temps du christianisme, certains Pères de l'Église avaient déjà pressenti que les étapes de l'origine du monde n'étaient peut-être pas tout à fait aussi simples. C'est certainement ce que croyait par exemple, à la fin du IV<sup>e</sup> siècle, l'évêque de Cappadoce, Grégoire de Nysse. Nous n'avons pas à retracer ici l'histoire de ces débats ; on sait qu'il faudra attendre le XVIII<sup>e</sup> siècle pour que l'idée d'évolution commence à s'imposer chez les hommes de science.

A Paris, à la veille de la Révolution, un ancien officier de l'armée de Louis XV, le zoologiste français LAMARCK — à Londres, vers 1850, le zoologiste anglais DARWIN — d'autres chercheurs à la fin du siècle dernier, furent amenés à penser que la vie est apparue sur la terre à partir de la matière inanimée et qu'elle s'est développée d'étapes en étapes au cours de milliards d'années jusqu'à l'homme lui-même. Cette théorie que nous appelons « Théorie de l'Évolution » a été longtemps discutée. Aujourd'hui, alors qu'elle est admise par tous les biologistes, elle soulève de nombreuses discussions proches de la philosophie. Dans ce texte, nous en aborderons quelques aspects. Nous tenterons notamment de savoir si l'évolution biologique était ou non déterminée, si elle a pu être le fruit du hasard ou bien si elle était finalisée. Cependant, avant de répondre à ces questions, il était

nécessaire de rappeler les aspects strictement scientifiques du problème évolutif. Ce texte sera donc divisé en deux parties : dans la première, nous étudierons d'abord le phénomène zoologique de l'évolution et ses mécanismes ; dans la deuxième seulement, nous aborderons les problèmes de caractère plus philosophique qui constituent l'objet de ce débat.

## I. QUELQUES RAPPELS SUR LES ASPECTS SCIENTIFIQUES DU PROBLÈME DE L'ÉVOLUTION

Nos idées actuelles sur l'évolution biologique doivent être exposées en deux temps : il faut d'abord établir le fait évolutif, puis étudier les mécanismes de l'évolution.

### *A. Le fait évolutif*

L'idée d'évolution des êtres vivants s'est imposée à l'esprit des biologistes à partir de diverses données dont les trois principales sont la classification des êtres vivants, les documents apportés par la Paléontologie, l'étude de l'Anatomie comparée des Vertébrés. Ces disciplines ont permis d'établir que les espèces vivantes sont apparues sur la terre lentement, étapes par étapes, en trois milliards d'années environ, suivant un schéma qui évoque une généalogie buissonnante extrêmement complexe, comme le sont les rameaux d'une généalogie humaine. Le plus important peut-être des phénomènes démontrés par les biologistes réside dans la lenteur des diverses étapes de cette généalogie. Il semble à peu près prouvé qu'il n'y a pas eu en général, d'un groupe à l'autre, de sauts brusques, mais seulement des variations très lentes qui ne peuvent être reconnues que par des études extrêmement précises.

Pendant longtemps on s'était représenté la classification des êtres vivants sous la forme d'une série de groupes divers entre lesquels il y avait quelques formes intermédiaires, vivantes ou fossiles, en général assez rares. Ces formes établissaient le passage entre des groupes éloignés les uns des autres, Poissons et Batraciens, Batraciens et Reptiles, Reptiles et Mammifères par exemple. Cette conception s'est révélée inexacte. Pour plusieurs des groupes zoologiques qui ont laissé des traces fossiles, nos lignes généalogiques sont si complètes que nous devons très souvent inverser les propositions précédentes et constater que les formes dites intermédiaires sont si nombreuses que les coupures créées jadis ne sont plus maintenues que par commodité. Ainsi, chez les Vertébrés, nous pouvons certainement dire qu'il existe entre les groupes cités plus haut, Poissons, Batraciens et

Reptiles, surtout entre Reptiles et Mammifères, des lignées de fossiles presque continues. On peut même penser que si aujourd'hui un zoologiste et un paléontologiste, faisant table rase de tous les catalogues actuels de classification, effaçant les noms placés sur les bocaux de nos collections, décidaient de repenser la classification des Vertébrés, ils retrouveraient sans conteste les mêmes lignées généalogiques ; mais si, cédant à un besoin humain et didactique, ils décidaient de faire des coupures, ils ne les feraient certainement pas aux mêmes endroits. Le groupe des Reptiles Thérapsidés par exemple serait probablement réuni à celui des Mammifères. Notons aussi enfin que les coupures effectuées entre les espèces sont également arbitraires et que la notion d'espèce elle-même est artificielle. Il serait trop long de développer cette question ici.

Ces quelques rappels ne signifient pas pour autant que l'arbre généalogique du règne animal tout entier corresponde à une série de lignes continues. Dans notre représentation zoologique du monde il existe encore, c'est évident, de très nombreuses zones où les fossiles manquent. Nous savons mal, par exemple, comment les Cétacés se rattachent aux Mammifères. Mais on peut dire que les zones à séries fossiles continues sont si importantes qu'il est raisonnable de penser que les régions incertaines de nos phylogénèses sont simplement dues au fait que des fossiles ont disparu ou n'ont pas encore été découverts.

Cependant si le fait évolutif s'est imposé, il y a longtemps déjà, à l'esprit des naturalistes, il a fallu attendre les années 1930-1940 environ pour que les biologistes lui reconnaissent une explication scientifique correcte. Constaté que la vie s'est développée suivant un schéma évolutif constitue en effet un concept en soi et l'on a très bien pu admettre pendant longtemps ce phénomène sans en saisir le mécanisme. Celui qui est accepté actuellement a reçu le nom de « Théorie synthétique de l'évolution ». Comme toute grande théorie, celle-ci est évidemment soumise aux vicissitudes de l'histoire, mais elle paraît aujourd'hui si bien architecturée que nous pouvons nous baser sur ses données pour une réflexion philosophique.

### *B. Les mécanismes de l'évolution*

La théorie explicative de l'évolution biologique, dite théorie synthétique, montre que le fait évolutif s'est réalisé essentiellement grâce à trois phénomènes : la surpopulation, la mutation, la sélection naturelle. Pour être complet, il faudrait citer d'autres processus — l'isolement de certains groupes, par exemple — mais cela nous entraînerait trop loin.

On constate d'abord que toute espèce, par sa seule force prolifique, aurait tendance à envahir très vite la planète tout entière. Ainsi,

chaque couple de grenouilles pond durant sa vie active, c'est-à-dire en 5 ou 6 ans, plusieurs milliers d'œufs ; de ces œufs, seul un couple parvient à l'âge adulte puisque le nombre de grenouilles ne s'accroît pas sous le soleil.

En théorie, les êtres vivants donnent, à chaque génération, naissance à des sujets qui sont semblables à leurs parents et ne devraient être que le simple mélange des caractères du père et de la mère, ou bien des caractères des ancêtres du père et de ceux de la mère. Or, à la suite des travaux de HUGO DE VRIES, au début de ce siècle, on a démontré que presque tous les êtres vivants naissaient en réalité avec une ou plusieurs différences par rapport à leurs parents. A ces différences, on a donné le nom de mutations ; elles ne portent en général que sur de très petits caractères : nous y reviendrons plus loin.

A la suite d'observations dans la nature et surtout d'expérimentations en laboratoire à l'aide de cages à population, on a pu démontrer que certaines mutations pouvaient être sélectionnées. Dans ces cages en effet, on peut comparer — pendant plusieurs mois et même plusieurs années — des populations de mouches drosophiles possédant des mutations différentes. On a observé par exemple que, dans des cages où la nourriture était insuffisante pour le nombre d'individus — ce qui est la règle dans la nature — seuls survivent les mutants atteints des mutations les plus favorables à leurs porteurs. On a pu démontrer que, dans la nature, les êtres vivants se livraient entre eux à une lutte terrible qui ne laissait survivre que les mutants les plus aptes : c'est ce qu'on appelle la sélection naturelle. Ce phénomène ne correspond pas à une bataille entre individus mais par exemple à un combat pour la possession de la nourriture ou d'un meilleur habitat ; il a été reconnu pour la première fois par DARWIN au milieu du siècle dernier. Sa valeur évolutive est maintenant bien établie et démontrée. Cependant, étant donnée la nature plus philosophique des problèmes que nous allons étudier plus loin, il convient de préciser maintenant nos connaissances sur la mutation.

Chacun sait aujourd'hui qu'il existe, dans le noyau de toutes les cellules des êtres vivants, des bâtonnets allongés nommés chromosomes qui supportent des ensembles moléculaires correspondant aux caractères héréditaires et que l'on nomme gènes. Chez tous les êtres vivants, ces gènes transmettent d'une génération à l'autre les caractères héréditaires dans un langage codé porté par des molécules. On commence à connaître la structure chimique des gènes et des chromosomes. Ils sont formés essentiellement par une molécule très complexe, en forme de double hélice, d'acide désoxyribonucléique ou « ADN ». Les deux hélices de l'ADN sont reliées l'une à l'autre par quatre bases, toujours les mêmes : adénine, guanine, cytosine, thymine. C'est l'arrangement de ces quatre bases, dans un ordre déterminé, le long

de la chaîne d'ADN, qui constitue les lettres de l'alphabet du code génétique, c'est-à-dire les lettres de l'alphabet du système des archives de l'être vivant. Lorsqu'un gène entre en fonction, l'une des deux hélices d'ADN fabrique, comme un moule négatif par rapport à elle-même, une autre molécule complexe : l'acide ribonucléique ou « ARN ». Le moule d'ARN quitte alors le noyau et va transporter le message ainsi écrit en négatif dans le cytoplasme cellulaire ; à ce niveau, la molécule d'ARN — dénommée ARN messenger — attire dans les formes de son moule des acides aminés libres circulant dans le cytoplasme. La forme du moule détermine des séquences précises d'acides aminés et il se constitue ainsi une protéine. On sait que les protéines représentent l'élément fondamental de la matière vivante et donnent à chaque être ses particularités physiologiques et structurales. La synthèse des protéines dans un cytoplasme, suivant un code transmis par les ARN messagers et venant — à l'origine — des ADN archives du noyau, assurera ainsi à chaque être sa personnalité propre. Le système codé des ADN — bâti par l'association des quatre bases qui relie les deux éléments de la double hélice — est constitué par l'ordre de séquence de trois bases. Chaque élément du code est donc un mot de trois lettres, c'est-à-dire de trois nucléotides, que l'on appelle codon. Chaque codon correspond à un acide aminé défini. On sait qu'il existe au total vingt types d'acides aminés dans toute la nature animale ou végétale. Si le code chimique est atteint d'une modification dans sa structure, les caractères formés sous l'influence de ce nouveau code sont différents de ceux qui auraient dû normalement apparaître : on dit qu'il y a mutation.

En théorie, il peut y avoir des mutations dans toutes les cellules. Si une cellule d'un sujet en croissance en présente une, elle pourra donner à ses descendantes des anomalies cellulaires localisées. On a suggéré par exemple que le cancer était dû à une mutation qui atteignait une cellule et modifiait ses propriétés normales. Ces mutations, dites « somatiques », ne peuvent évidemment pas se transmettre à la descendance de l'individu qui en est atteint puisqu'elles ne portent que sur des régions localisées du corps ; seul le porteur en est marqué. Par contre, si la mutation atteint un ovule ou un spermatozoïde, le descendant du sujet porteur de cet ovule ou de ce spermatozoïde présentera une modification désormais définitivement héréditaire : il sera différent de ses parents.

Les mutations les plus simples, dites mutations géniques, portent seulement sur une très petite portion du chromosome, peut-être un simple changement de bases ; ce sont celles qui ont eu probablement l'effet évolutif le plus important. D'autres types de mutations ont été reconnus et analysés par les biologistes ; certaines provoquent le dédoublement d'une portion de chromosome ou un ré-arrangement

chromosomique ; d'autres portent sur l'ensemble même du génôme, ce sont les mutations polyploïdes. On admet que, dans les cas de simplicité extrême, la mutation peut correspondre à une erreur dans le processus de replication de l'une ou de plusieurs bases des acides nucléiques ; ce serait une erreur de transcription qui se produirait au moment où l'un des éléments de l'hélice se dédouble.

Les causes de la mutation sont très complexes et encore très mal connues. Pourtant, on sait très bien aujourd'hui réaliser expérimentalement certaines mutations, notamment avec des irradiations ou avec des produits chimiques. Il y a longtemps déjà, on a découvert qu'en badigeonnant les graines de certaines plantes avec un alcaloïde extrait de la colchique automnale on obtenait l'une de ces mutations géantes que nous avons signalées : le dédoublement des chromosomes. Ce procédé a été utilisé pour fabriquer de nouvelles espèces végétales dont certaines ont présenté une utilité commerciale et ont été mises sur le marché par les horticulteurs. Les plantes polyploïdes fabriquées expérimentalement sont d'autant plus intéressantes à considérer que, dans le règne végétal, la polyploïdie paraît avoir été à l'origine d'un très grand nombre d'espèces nouvelles. Dans certains cas du reste, on a reconstitué par ce procédé, en laboratoire, des espèces qui étaient probablement apparues spontanément dans la nature par polyploïdie. Dans le règne animal, la polyploïdie ne paraît pas avoir eu un rôle évolutif important.

Depuis longtemps également, on sait induire des mutations avec divers types de rayonnement. En 1927, MULLER montra qu'un traitement par les rayons X provoque des mutations germinales. On a recherché le siège de la lésion initiale qui aboutira à ce type de mutation. Les travaux réalisés par exemple sur l'irradiation des bactéries ont suggéré deux possibilités : ou bien la mutabilité induite par les rayons X avait un effet direct sur le génôme — ou bien elle avait un effet indirect en provoquant l'apparition d'une substance chimique intermédiaire qui entraînait à son tour une mutation. On a pu, en somme, considérer que la mutation était un coup porté par un rayonnement sur la molécule chimique d'un gène ou sur la molécule chimique de l'une des substances qui participent au dédoublement du gène.

Les faits que nous venons de décrire ne nous apportent aucune précision sur les causes des mutations spontanées, c'est-à-dire justement sur les mutations naturelles qui ont provoqué l'évolution. Il est évident que les mutagènes chimiques ne peuvent qu'exceptionnellement représenter l'agent causal de ces phénomènes ; quant aux divers types de rayonnements étudiés en laboratoire, ils ne peuvent être la cause d'une mutation spontanée que dans des cas particuliers. Il est curieux de constater du reste que si l'on a, depuis les premières recherches de la Génétique, observé en laboratoire ou dans la nature

une quantité considérable de mutations et s'il y a eu d'importants travaux pour en évaluer le nombre, peu de recherches ont été réalisées sur leurs causes naturelles. Il est toujours difficile d'étudier des phénomènes dont on n'observe l'apparition que par chance ; les scientifiques préfèrent généralement travailler sur des faits qu'ils provoquent et peuvent observer à volonté. La cellule vivante n'étant pas un système clos mais au contraire un système dépendant du monde extérieur par les apports d'énergie qu'elle reçoit, on sera toujours amené à penser que la mutation spontanée — qui peut être une simple erreur de transcription, un changement de base, comme nous l'avons vu — est due en définitive à une cause externe. Le biologiste sera donc toujours particulièrement intéressé par les hypothèses — difficiles à démontrer, comme nous allons le voir — qui suggèrent le rôle des rayons cosmiques ou des diverses radiations naturelles dans la mutagénèse. Il convient d'approfondir quelque peu ces questions.

Dès que les premiers travaux de MULLER eurent été établis, en 1927, que l'on pouvait artificiellement provoquer des mutations par irradiation, des biologistes supposèrent que la radioactivité naturelle pouvait être considérée comme la cause des mutations spontanées. Telle fut par exemple la position de OLSON et LEWIS dans un article paru en 1928 dans la revue *Nature* sous le titre : « Natural radioactivity and the origin of species ». Ce fut aussi celle de BABCOCK et COLLINS publiée en 1929 par les *Proceedings of the National Academy of Science* et intitulée : « Does natural ionising radiation control rate of mutation ? ».

Cependant, très vite, d'autres auteurs établirent que les taux actuellement connus de radiations naturelles n'étaient pas suffisants pour expliquer les mutations observées dans la nature. Cette position fut celle de MULLER lui-même dans un travail en collaboration avec MOTT-SMITH paru en 1930. En 1949, EVANS reprend la thèse de MULLER ; il rappelle que les mutations qui sont induites par les rayons X ou par d'autres rayonnements électromagnétiques sont absolument semblables à celles qui se produisent spontanément dans la nature. Mais il ajoute que, s'il est tentant de penser que les radiations naturelles telles que les rayons cosmiques sont la cause des mutations spontanées, cette hypothèse cependant ne résiste pas à une étude comparée des taux de radiations naturelles et des taux de radiations nécessaires pour obtenir des mutations expérimentales.

En 1957, dans la conclusion de sa thèse, MARCOVICH reprend ces idées mais adopte des positions qui nous paraissent plus nuancées. Il rappelle que les rayons cosmiques fournissent au niveau de la mer 0,03 r par an et que leur débit varie peu avec la latitude mais augmente avec l'altitude ; à 5000 mètres, l'ionisation cosmique est dix fois plus forte qu'au niveau de la mer. A partir de diverses données, il estime

que l'homme et les animaux terrestres reçoivent chaque année 0,2 à 0,3 r d'irradiation. Ces chiffres sont trop faibles pour que l'on puisse attribuer aux radiations un nombre correct de mutations naturelles. Pour préciser nos idées sur l'action éventuelle de l'ionisation naturelle sur des systèmes biologiques, on peut envisager de modifier le débit du rayonnement cosmique ; en travaillant à haute altitude, on peut accroître l'importance de l'un de ses composants ; avec des protections de plomb, au contraire, on peut en réduire le débit. La grande difficulté de ces travaux réside néanmoins dans le fait que, pour être valables, ils doivent être de très longue durée. Malgré cela, plusieurs expériences ont été tentées. On a cherché à savoir, par exemple, si les radiations naturelles pouvaient induire des mutations chez la drosophile ; les résultats observés n'ont pas été suffisamment significatifs pour en tirer une conclusion. Cela n'est pas étonnant car on doit calculer que les radiations naturelles ne peuvent agir que faiblement sur des sujets à vie courte. Marcovich rappelle que si nous prenons par exemple une bactérie dont la durée de vie est de 30 à 60 minutes et si nous supposons que la dose annuelle d'irradiation est de 0,2 r, nous pouvons calculer que — pour un million de mutations présentées par une lignée de cette bactérie — une seule aura pu être causée par l'irradiation naturelle. Toutefois ces raisonnements ne sont plus valables pour des sujets à durée de vie longue. Un génôme humain peut recevoir en une génération, c'est-à-dire en une trentaine d'années, 3 à 6 r de radiations naturelles. Or, certains auteurs ont estimé qu'il faudrait 80 r pour faire doubler le taux des mutations humaines ; d'autres ont jugé que cette dose pouvait être comprise entre 3 et 150 r. On voit la part d'hypothèse qui entre dans les chiffres utilisés dans cette discussion. Marcovich en conclut : « Il résulte, par conséquent, des idées admises sur la radio-sensibilité du génôme de l'homme que les ionisations naturelles pourraient jouer un rôle non négligeable dans l'étiologie de ses mutations ». Et il ajoute un peu plus loin : « Le rôle de l'ionisation naturelle sur les êtres vivants apparaît assez difficile à évaluer. La difficulté est accrue par le peu de données que l'on possède sur les autres causes de mutation dans la nature.

» Si l'hypothèse de la limitation imposée par les ionisations naturelles s'avérait exacte, la fixation de la durée des temps de génération au-dessous d'une certaine valeur imposerait un rythme à la reproduction et déterminerait, en quelque sorte, l'ordre de grandeur du temps biologique. »

Cependant, quelques recherches et observations plus récentes viennent, nous semble-t-il, confirmer l'hypothèse du rôle joué dans les mutations par les facteurs externes et, notamment, par les divers types de rayonnement que peut recevoir un être vivant au cours de

son existence. KUBITSCHK a démontré, par exemple, en 1967 que, chez *Escherichia coli*, on pouvait provoquer l'apparition de mutations avec des rayonnements très proches de la lumière visible. DRAKE, auteur de l'ouvrage : « The molecular basis of mutation » a fait en 1966 une curieuse observation à propos des mutations spontanées du bactériophage T4. On sait que les bactériophages sont métaboliquement inertes s'ils ne vivent pas dans une cellule-hôte ; ils paraissent alors stables comme une structure chimique. Des auteurs avaient établi que, chez cette forme ainsi stockée, il ne se produisait aucune mutation. Drake a montré que cette notion admise était fautive. Il a utilisé le bactériophage T4B, à 0° et à 20°. Après des périodes de stockage allant de quinze à cinquante et un mois, il a observé une série de mutants, établissant ainsi la possibilité de mutations même chez des formes où l'ADN ne se réplique pas. Ces mutations se réalisaient la plupart du temps au niveau des liaisons guanine-cytosine. Drake fait remarquer dans ses conclusions que ces observations risquent de soulever des difficultés pour les recherches relatives au stockage à long terme de micro-organismes.

On pourrait ajouter que ces observations démontrent surtout que les mutations spontanées sont certainement induites en définitive par des causes extérieures et que toute explication qui ne tient compte que des perturbations internes des chromosomes est fatalement une explication seconde.

Il faut évoquer, en terminant ce chapitre, des observations récentes qui suggèrent que la mutation pourrait être, du moins dans certains cas, influencée par les acides nucléiques du cytoplasme, l'ARN. Il sera intéressant d'étudier cette nouvelle forme de mutation. Elle montrerait en particulier que l'acide nucléique du noyau, l'ADN, peut à son tour être informé par des éléments cytoplasmiques alors que jusqu'à présent on a toujours considéré que les informations allaient uniquement du noyau vers le reste de la cellule. Cependant, même dans ce dernier cas, les modifications de l'ARN cytoplasmique ne pourraient être dues elles-mêmes qu'à la rencontre d'une cellule vivante avec un phénomène externe qui correspondrait à une aberration par rapport à la normalité.

On peut donc dire que, dans tous les cas que nous venons de citer et même si l'hypothèse de l'action de l'ARN sur l'ADN se confirme, la mutation est produite par la rencontre d'un être vivant avec une circonstance extérieure qui influence son fonctionnement habituel. Nous pouvons donc dès maintenant affirmer que la mutation est le résultat de la rencontre de séries causales indépendantes ; nous verrons plus loin que c'est ce phénomène que nous appelons le hasard.

## II. RÉFLEXIONS AUX LIMITES DE LA PHILOSOPHIE

Après cet exposé scientifique, on comprend sans doute mieux pour quelles raisons l'immense phénomène de l'évolution zoologique que nous venons d'évoquer pose, depuis plus d'un siècle, un certain nombre de questions aux hommes de science et aux philosophes. Nous allons en étudier trois :

- l'évolution est-elle déterminée ou indéterminée ?
  
- l'évolution donne-t-elle de l'univers une image d'ordre ou bien au contraire l'image d'un chaos ?
  
- l'évolution est-elle le produit d'une finalité ? Correspond-elle à la réalisation du dessein d'un dieu-providence ou bien, au contraire, est-elle le simple fruit du hasard ? L'homme n'est-il alors que le produit de ce même hasard ?

Les discussions relatives à la troisième question ont été l'objet depuis longtemps d'une véritable querelle entre biologistes : la querelle des finalistes et des mécanicistes. Les finalistes pensaient que la matière vivante ne peut pas être réduite à de la physique et de la chimie ; ils estimaient qu'il y a au niveau des cellules une sorte de « psyché » qui gouverne la vie cellulaire et qui amène les êtres vivants à fabriquer, au cours de l'embryogénèse, les organes les plus complexes. Les mécanicistes, au contraire, soutenaient que la matière vivante n'est pas autre chose que de la matière chimique et que l'on pourra un jour la synthétiser comme on fabrique l'hormone de la glande thyroïde ; ils pensaient aussi que l'évolution pourrait s'expliquer par de simples phénomènes naturels parfaitement analysables en laboratoire. Il est évident que la théorie synthétique de l'évolution, en nous montrant que le schéma mutation-sélection peut suffire pour expliquer toute la généalogie des êtres vivants, relance aujourd'hui ces problèmes. Nous allons essayer en quelques pages de schématiser les réponses possibles à ces questions.

Ayant été amené à étudier longuement les auteurs qui ont traité ces problèmes depuis quelques décennies, il nous a semblé que leurs discussions étaient souvent obscurcies par le fait qu'ils n'avaient pas suffisamment précisé leurs concepts. Aussi pour essayer de donner une ébauche de réponse aux questions soulevées, nous croyons indispensable de définir ce que nous entendons lorsque nous parlons de science, philosophie, hasard, ordre, loi, finalité. A partir de ces définitions, nos réponses apparaîtront d'elles-mêmes.

### A. Quelques définitions essentielles

#### *Science et Philosophie*

Si l'on met à part les Mathématiques et si l'on donne au mot « Science » la signification qu'on lui prêtait il y a quelque trente ans dans les Facultés dites Facultés des Sciences, on doit considérer que la Science est la somme des connaissances que l'homme a accumulées ou pourra demain accumuler sur la structure, les propriétés et l'évolution de tous les éléments matériels du Cosmos. La Science est donc l'étude de la matière. Il est important de bien préciser que la Science ainsi comprise a pour but d'étudier une matière qui lui est fournie au départ ; elle étudie en somme ce qu'on appelle parfois la « Nature ». Dans cette démarche, elle ne peut évidemment s'intéresser qu'à ce que l'on appelle couramment le « comment » des choses. La Science essaie d'expliquer quelles causes matérielles engendrent l'apparition de tel phénomène définissable ; étant entendu que l'étude d'un phénomène appartient à la Science lorsque plusieurs observateurs peuvent le reconnaître, comme l'indique J. PARAIN-VIAL dans son ouvrage : « La Nature du fait dans les sciences humaines ».

Ce n'est évidemment pas à l'homme de science de définir la Philosophie, mais il peut dire ce qu'il en attend ; son point de vue sera très partiel ; il espère que la Philosophie pourra lui expliquer le « pourquoi » des choses, la connaissance du pourquoi et du comment étant deux lectures indépendantes l'une de l'autre.

#### *Loi - Ordre - Hasard - Finalité*

Lorsqu'un scientifique examine le monde, il doit — nous l'avons dit — situer ses réflexions uniquement au niveau du « comment » des choses. En tant qu'homme de science, il se doit de rechercher les causes secondes qui ont provoqué tel phénomène ; son examen de la nature doit donc porter uniquement sur la série des événements matériels qui ont entraîné le phénomène qu'il étudie. Un point capital cependant est à noter : tout scientifique qui examine un phénomène se pose d'abord en général inconsciemment une question préalable : il se demande si celui-ci est le produit d'une finalité ou bien uniquement le produit d'événements matériels. S'il découvre que ce phénomène est le fruit d'une action voulue par un être intelligent, le scientifique ne peut plus s'intéresser à son étude : il n'a pas à s'occuper de faits finalisés, ceux-ci sont du domaine de l'historien, du psychologue, du sociologue ... Si, au contraire, le phénomène examiné est le résultat d'événements entièrement matériels, l'homme de science a alors le droit d'en rechercher les causes qui pourront être une loi ou un hasard. En somme, lorsqu'on étudie un phénomène, on peut lui trouver

trois types d'explications générales et trois seulement : une finalité, une loi ou un hasard. Précisons bien que nous simplifions ici à l'extrême les schémas de la pensée ; un phénomène n'est jamais simple, c'est seulement dans des cas extrêmes que nous pouvons réduire son explication à trois types de causes, mais seules les deux dernières appartiennent au domaine de la Science.

Un exemple nous permettra de mieux nous expliquer. Lorsqu'un géologue découvre une cheminée de fées, il peut penser que cet étrange édifice a été construit par des hommes ; dans ce cas, cette construction est le produit d'une finalité ; il peut penser aussi que la large pierre qui est posée sur la cheminée est tombée de la montagne puis s'est placée par hasard en équilibre sur une cheminée existant antérieurement ; il peut supposer enfin que le terrain situé au-dessous de la pierre a été usé plus qu'ailleurs par les eaux et qu'il s'est constitué un monticule surmonté naturellement par la pierre ; dans ce cas, il pourra dire que, dans certaines conditions déterminées et sous l'influence de l'érosion il se forme une cheminée de fées ; les conditions qui provoquent cette formation sont évidemment très complexes mais on pourrait, en théorie du moins, les définir. On établirait alors la loi qui régit la construction naturelle des cheminées de fées.

Une loi correspond à l'existence d'un rapport nécessaire entre deux ou plusieurs phénomènes. La présence d'une loi est l'indicatif d'un ordre. Il y a de l'ordre dans un système lorsque les parties de ce système présentent entre elles des rapports reconnaissables. Il y a de l'ordre lorsqu'il y a des lois. La présentation sommaire de ces deux concepts suffit sans doute pour répondre aux questions posées au biologiste.

\* \* \*

Il est curieux de constater qu'un mot très répandu comme le mot « hasard » a été employé depuis longtemps avec des sens très différents. Nous allons les énumérer rapidement et essayer de définir celui qui nous paraît convenir particulièrement pour le langage de la Science. Il y a quatre définitions essentielles de ce terme : les définitions subjectives, la définition des statisticiens, la définition établie par Cournot et celle de que l'on nomme le hasard absolu.

\* \* \*

Rappelons rapidement le sens que l'on donne habituellement au mot hasard dans le langage quotidien. Il évoque à la fois un jugement de réalité qui nie l'intervention de toute cause intentionnelle de ce phénomène ; il peut dans ce cas se définir comme une cause non inten-

tionnelle qui pourrait paraître intentionnelle. Ainsi pour le sens commun, le concept de hasard suggère essentiellement deux idées : l'apparence d'intentionnalité et la causalité imprévisible. René POIRIER, dans son ouvrage paru en 1931 « Remarques sur la probabilité des inductions » insiste particulièrement sur ce genre de définitions ; il écrit : « Prenons d'abord le mot dans son usage subjectif. Nous disons tout d'abord qu'il y a hasard quand un fait, attribué normalement à une cause d'un type déterminé, résulte en réalité d'une cause d'un autre type ; le hasard est une causalité imprévue, [. . . .] C'est ainsi qu'il y a hasard lorsque des agents mécaniques déterminent un fait d'apparence intentionnelle : des pierres qui paraissent polies par une main humaine le sont en réalité par des actions physiques, un bloc posé comme un chapiteau sur une colonne d'argile n'est en réalité qu'une cheminée de fées, œuvre de l'érosion. Il suffit même parfois que les faits observés ressemblent à des faits intentionnels ; c'est par hasard qu'un nuage figure dans le ciel une tête humaine. En ce sens nous pourrions presque dire qu'il y a hasard chaque fois que la nature imite l'art. »

D'autres auteurs ont donné au terme hasard un sens quelque peu différent. Ils pensent que ce mot est seulement destiné à camoufler notre ignorance des causes.

\* \* \*

Lorsqu'un statisticien choisit un certain nombre d'éléments destinés à une étude d'échantillonnage, il effectue un tri organisé comme s'il n'effectuait pas de choix. Le hasard des statisticiens est un « choix sans choix ». Le statisticien PH. SENTIS insiste pour que l'on n'emploie pas dans ce cas l'expression « par hasard » mais pour que l'on utilise le terme de « choix au hasard ».

\* \* \*

Il existe une définition parfaitement objective du concept de hasard : celle de COURNOT. L'œuvre de Cournot date du milieu du siècle dernier ; il semble que son analyse de la notion de hasard soit bien supérieure à tout ce qui a été écrit à ce sujet. Cournot part du principe que tout événement a une cause et que le déterminisme universel est le principe même de la Science. Pour chaque phénomène qui se produit dans le monde, la chaîne des causes et des effets forme des séries linéaires dans le temps et dans l'espace.

Il faut noter que, même si cette opinion était discutable comme certains physiciens le suggèrent aujourd'hui, la définition du hasard de Cournot resterait valable. Dans l'univers, il existe ainsi côte à côte

des milliers de séries causales, les unes solidaires, les autres indépendantes. Le hasard, pour Cournot, est le point de rencontre de deux séries causales indépendantes l'une de l'autre. Pour lui, le hasard n'est relatif ni à la structure de notre esprit ni aux limites de nos connaissances : le hasard est dans les choses. Que nous connaissions ou non les lois propres de deux séries causales indépendantes, dès que celles-ci se rencontrent, il y a hasard. Cet auteur cite toute une série d'exemples de tels faits, l'exemple le plus typique étant celui-ci : « Il prend au bourgeois de Paris la fantaisie de faire une partie de campagne et il monte sur un chemin de fer pour se rendre à sa destination. Le train éprouve un accident dont le pauvre voyageur est la victime, et la victime fortuite car les causes qui ont amené l'accident ne tiennent pas à la présence du voyageur... » (Essai, paragr. 31).

Il est évident que Cournot ignorait ce qu'était une mutation, car certaines d'entre elles représentent sûrement le plus bel exemple de hasard que l'on connaisse. Lorsqu'une mutation est produite par la rencontre d'un rayon électromagnétique avec un acide nucléique de spermatozoïde ou d'ovule, la présence de cet acide nucléique en un point P en un temps T et d'un corpuscule d'un rayonnement électromagnétique au même point P au même temps T représente par excellence la rencontre de deux séries causales indépendantes. Si l'on donne au mot hasard la signification que lui prêtait Cournot, il est donc parfaitement logique d'admettre que l'évolution est gouvernée par la sélection et le hasard. Or, c'est bien en donnant ce sens au mot hasard que s'exprime MONOD. Précisons que l'on peut être parfaitement d'accord avec lui sur ce point et ne pas accepter pour autant les conclusions philosophiques qu'il tire de ses réflexions.

\* \* \*

Bien que la définition de Cournot corresponde à celle qui est acceptée en général par les biologistes, il est important d'en étudier une autre : celle du hasard absolu dont l'existence demande sans doute encore l'épreuve du temps. On sait que les relations d'incertitude de HEISENBERG ont montré que, au niveau des particules, il était impossible de prévoir à la fois la vitesse et la position d'un corpuscule. A la suite de ces découvertes, certains auteurs ont même pensé que le déterminisme reconnu au niveau macroscopique ne s'appliquait plus aux niveaux atomique et moléculaire ; pour ces auteurs par conséquent, les relations d'incertitude de Heisenberg correspondent à un véritable indéterminisme. Nous ne prenons évidemment pas parti sur cette question qui est du domaine de la Physique. Mais il est alors tentant de penser que le mot hasard s'applique d'une façon particulièrement caractéristique aux phénomènes se situant au niveau des

particules élémentaires, des atomes et des molécules. Dans cette optique, le hasard des physiciens serait le hasard absolu. Si les relations d'incertitude de Heisenberg correspondent seulement à une impossibilité de prévision, ce hasard absolu est dû à la limitation des possibilités de nos connaissances ; si les relations d'incertitude introduisent même, comme le pensent certains, l'idée que le déterminisme universel ne s'applique pas à ces niveaux, le hasard absolu serait alors dans la nature même des choses.

Nous avons dit que les mutations étaient parfois dues à la rencontre d'un rayonnement électromagnétique et d'une molécule d'acide nucléique et qu'elles répondaient donc admirablement dans ce cas à la définition du hasard de Cournot. On peut ajouter maintenant que la mutation, étant due à des phénomènes se produisant aux niveaux atomique et moléculaire, est passible des relations d'incertitude de Heisenberg. La mutation est donc un exemple parfait de hasard absolu. Elle apparaît comme le phénomène biologique le plus imprévisible qui soit, imprévisibilité due soit à la limitation de nos connaissances, soit à un indéterminisme fondamental qui serait inscrit dans la matière elle-même.

Avant de terminer ce rappel des définitions du hasard, il convient de faire trois remarques essentielles :

— Si on ne tient pas compte des relations d'incertitude de Heisenberg, il n'y a aucune opposition entre hasard et déterminisme : les séries causales qui aboutissent au hasard sont, chacune, parfaitement déterminées et leur rencontre même — dans un univers dont on connaîtrait tous les éléments — pourrait être prévue à l'avance.

— Contrairement à ce que l'on croit souvent, le hasard n'est pas créateur d'une nouveauté ; il se contente de faire apparaître ce qui était déjà possible. Le hasard ne crée rien ; pour qu'une structure se manifeste sous son influence, il faut que celle-ci ait déjà existé « en possible ». L'aphorisme des anciens : « Qu'on prodigue le temps, tout le possible arrive » doit être interprété de cette façon, mais on doit y ajouter : tout le possible arrive, mais seulement le possible.

— Enfin, il conviendrait de discuter d'un point important : y a-t-il dans le cosmos des séries causales indépendantes ? Il y a des siècles que les philosophes discutent de ces questions. Nous admettons ici que dans nos réflexions nous sommes obligés de faire comme si de telles séries causales indépendantes existaient. Nous reviendrons sans doute un jour sur ces questions.

Notons maintenant que la finalité peut se définir par rapport au hasard. Nous avons vu que le hasard de Cournot était une rencontre de séries causales indépendantes. Il y a finalité au contraire lorsqu'une série causale est amenée volontairement par un être intelligent à rencontrer une autre série causale. On donne parfois comme exemple de hasard la rencontre inopinée d'un train avec une voiture. En sens inverse, imaginons que dans cet exemple le mécanicien du train ait aperçu de loin une voiture et qu'il ait reconnu à son volant un ennemi mortel. Imaginons toujours que, sachant le passage à niveau ouvert, il ait décidé d'écraser la voiture ; il s'arrangera alors pour que la série causale qui doit amener le train au point X à l'heure H dépende de la minute à laquelle y arrivera justement la voiture. Le conducteur du train rendra la série causale qui dirige le train dépendante de celle qui dirige la voiture. Cet exemple montre bien que la finalité est une rencontre de séries causales dépendantes l'une de l'autre : la finalité peut donc être considérée comme l'inverse du hasard de Cournot.

Un point important est à souligner : il n'est pas toujours facile de reconnaître la finalité. Prenons de nouveau un exemple. Dans le jeu de la roulette, si l'on examine la façon dont chaque joueur obtient son résultat, on constate que le gagnant est un joueur quelconque qui gagne parce que la roulette est tombée par hasard sur le numéro sur lequel il avait misé. On doit conclure que, en ce qui concerne le gagnant, tout n'est que hasard dans ce jeu. Cependant, si l'on examine le résultat global du jeu, on reconnaît qu'il permet au propriétaire d'effectuer un bénéfice. L'étude de ce résultat global démontre que le jeu est finalisé puisqu'il a un but : faire gagner de l'argent au propriétaire. Il y a donc ici un système qui — étudié sous le rapport du résultat obtenu par le joueur et de la façon dont ce résultat est obtenu — suggère qu'il s'agit d'un jeu de hasard mais qui — étudié sous un autre rapport — fait apparaître ce jeu comme incontestablement finalisé.

Ces ambiguïtés nous expliquent, en partie du moins, les discussions soulevées autour de la matière vivante et du concept d'évolution par les auteurs qui cherchaient à savoir si l'aventure de la vie était le produit d'un hasard ou d'une finalité.

En effet, si l'on examine la vie en scientifique, c'est-à-dire en homme qui ne s'intéresse qu'à la matière, on ne reconnaîtra dans l'évolution que les lois de la matière et le hasard. Par contre, si l'on examine en philosophe l'histoire globale du cosmos, on sera frappé par la capacité que l'ordre et les lois de la matière aidées du hasard ont de créer des êtres complexes et l'on sera amené à penser que l'ensemble même du système est finalisé. Nous reviendrons sur ces questions dans notre conclusion.

### *B. Déterminisme et indéterminisme*

L'histoire de la terre et nos connaissances des mécanismes de l'évolution biologique nous incitent à poser une dernière question : dans quelle mesure ces phénomènes peuvent-ils être déterminés comme le sont les phénomènes physiques ? Ce problème est infiniment complexe ; pour en préciser les contours, il nous paraît utile de le poser en deux temps :

— En un premier temps, tout biologiste se demande si, dans des conditions strictement identiques, un même type d'évolution doit toujours se produire. Cette question peut être illustrée par deux exemples. On s'est souvent demandé si un type de vie à peu près analogue à celle que nous connaissons ne devrait pas automatiquement apparaître sur une planète qui présenterait exactement les conditions réunies sur la nôtre au début des temps. On peut aussi prendre un exemple qui se situe au milieu de notre phylogénèse. Il existait au Dévonien un continent dénommé « continent du vieux grès rouge » qui recouvrait le Groenland et le nord de l'Europe à peu près jusqu'aux Ardennes. Il était marécageux et subissait des alternances fréquentes d'assèchement et de mise en eau. Les poissons qui y vivaient possédaient une vessie natatoire ; dans ces conditions écologiques et physiologiques, les poissons du Dévonien sont devenus terrestres ; leur vessie natatoire s'est transformée en poumon. Il est logique de se demander alors si dans les mêmes conditions strictement — c'est-à-dire notamment l'alternance assèchement/mise en eau et la présence de poissons à vessie natatoire — les mêmes poissons auraient subi une autre fois des transformations à peu près analogues.

— En un deuxième temps, le même biologiste se demandera si, toujours dans les mêmes conditions exactement, celles par exemple qui correspondaient à l'état de la terre à l'époque dévonienne avant l'apparition des premiers Vertébrés terrestres, l'évolution qui devrait se réaliser correspondrait exactement à ce qui a été vu une fois déjà sur notre planète. Ainsi, est-ce que, dans les conditions du Dévonien, les poissons à vessie natatoire auraient donné des Batraciens Stégocéphales exactement semblables à ceux qui se sont réalisés sur notre globe ? Autrement dit, est-ce que si les conditions étaient exactement identiques, les phénomènes se reproduiraient exactement de la même façon ?

En somme, dans le premier temps, on s'est demandé si, dans les mêmes conditions exactement, il devrait se reproduire à peu près les mêmes phénomènes. Dans le deuxième temps, on s'est demandé si, dans les mêmes conditions exactement, il devrait se reproduire non pas à peu près, mais exactement les mêmes phénomènes.

Ces questions ont été posées souvent. Les auteurs qui reconnaissaient dans l'histoire de l'univers un déterminisme absolu considéraient « l'avenir et le passé comme calculables en fonction du présent » et dans l'hypothèse où un déterminisme total gouvernerait la planète, « ... passé, présent et avenir seraient visibles d'un seul coup pour une intelligence surhumaine capable d'effectuer le calcul ». Dans *L'évolution créatrice*, Bergson, citant des auteurs du XIX<sup>e</sup> siècle, montre mieux que tout autre la position des scientifiques de cette époque sur ces problèmes. Il rappelle la formule très précise de LAPLACE : « Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes » les forces dont la nature est animée et la situation respective » des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste » pour soumettre ces données à l'Analyse, embrasserait dans la » même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers » et ceux du plus léger atome : rien ne serait incertain pour elle, et » l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux. » Et DU BOIS REYMOND : « On peut imaginer la connaissance de la nature arrivée » à un point où le processus universel du monde serait représenté par » une formule mathématique unique, par un seul immense système » d'équations différentielles simultanées, d'où se tireraient, pour » chaque moment, la position, la direction et la vitesse de chaque » atome du monde. » HUXLEY, de son côté, a exprimé, sous une forme plus concrète, la même idée : « Si la proposition fondamentale de » l'évolution est vraie, à savoir que le monde entier, animé et inanimé, » est le résultat de l'interaction mutuelle, selon des lois définies, des » forces possédées par les molécules dont la nébulosité primitive de » l'univers était composée, alors il n'est pas moins certain que le monde » actuel reposait potentiellement dans la vapeur cosmique, et qu'une » intelligence suffisante aurait pu, connaissant les propriétés des » molécules de cette vapeur, prédire par exemple l'état de la faune de » la Grande-Bretagne en 1868, avec autant de certitude que lorsqu'on » dit ce qui arrivera à la vapeur de la respiration pendant une froide » journée d'hiver. »

On peut considérer qu'au XIX<sup>e</sup> siècle la plupart des biologistes, admettant que l'histoire du cosmos était totalement déterminée, auraient répondu positivement à la deuxième partie de notre question. Mais d'après ce que nous avons dit plus haut de la théorie de Heisenberg et compte tenu du fait que pour certains physiciens les relations d'incertitude de Heisenberg correspondent peut-être à un indéterminisme, il est évident que nous pouvons certainement répondre positivement à la première partie de notre question, mais que nous ne pouvons répondre que par une interrogation à la seconde. Ainsi, reprenant l'un des exemples donnés plus haut, nous dirons que s'il existe sur une autre planète des conditions identiques à celles qui

caractérisaient la nôtre avant que la vie n'y apparaisse, la vie devra y apparaître également. Cependant, même si nous supposons que les conditions de cette autre planète sont en tous points identiques à celles qui caractérisaient alors la nôtre — ce qui, insistons bien, est un raisonnement purement théorique — nous ne pouvons pas savoir si la vie s'y constituera exactement suivant les formes et les étapes qui se sont réalisées sur notre sol, il y a trois milliards d'années. Nous devons attendre, pour répondre à cette question, que les physiciens aient pris position sur le déterminisme universel.

Je n'ignore nullement que ces problèmes sont difficiles à traiter pour un biologiste et peut-être même si complexes que c'est une gageure de les évoquer dans ce texte. Si je me suis permis de le faire, c'est que je savais que, dans ce colloque, devaient se trouver des physiciens spécialistes de ces questions et que je pourrais leur demander si les problèmes avaient été ainsi correctement posés.

#### CONCLUSION

Nous sommes maintenant en mesure de donner une ébauche de réponse aux questions posées au début de ces pages : déterminisme ou indéterminisme — ordre ou chaos — hasard ou finalité dans la nature ?

Pour la question relative au déterminisme de l'univers, le biologiste est obligé de renvoyer au physicien. Le biologiste reconnaît que l'histoire de la vie est soumise à un déterminisme global qui, dans des conditions identiques, produirait des résultats analogues, mais il ne peut pas dire si, dans des conditions exactement semblables, les résultats seront exactement semblables ou non. Il devra, pour préciser ce point, attendre que le physicien ait apporté dans les années à venir des données nouvelles, si du moins ce dernier peut le faire. On peut dès maintenant suggérer que si les relations d'incertitude de Heisenberg correspondaient un jour de toute évidence à un indéterminisme, tout un aspect de notre vision du monde serait transformé. L'évolution biologique aurait pour sa part une marge de liberté sur laquelle je laisse aux philosophes le soin de réfléchir.

Aux questions relatives à l'ordre et au chaos, au hasard et à la finalité, on doit donner des réponses liées l'une à l'autre. Si nous adoptons pour la notion de hasard la définition de Cournot, nous pouvons dire que l'évolution biologique est le produit de deux éléments : le hasard et les lois de l'univers. D'autre part, nous ne pouvons nier qu'il y a de l'ordre dans l'univers puisque justement dans cet univers la science a reconnu des lois et puisque l'existence même de la science démontre que les éléments de la matière sont reliés entre eux par des lois et par de l'ordre.

De cet exposé, se dégagent en outre deux points en apparence contradictoires :

— Le hasard de Cournot peut parfaitement expliquer un phénomène découvert et décrit par un scientifique ; le hasard peut avoir une valeur explicative au niveau scientifique mais à ce niveau seulement.

— Cependant le hasard ne crée rien, il met simplement les choses en présence ; pour que le hasard puisse provoquer l'apparition d'un phénomène, il faut que ce phénomène ait existé « en possibilité » dans la structure où il se réalise. Insistons en particulier sur le fait que, même si le hasard disposait de l'infinité du temps, il ne pourrait réaliser que ce qui existait déjà en possibilité dans la matière. Expliquer un phénomène par le hasard, c'est donc fournir l'illusion d'une explication. Le scientifique, nous l'avons dit, travaille sur une matière qui lui est donnée au départ ; son but consiste seulement à reconnaître les propriétés de cette matière qui constitue l'univers ; lorsqu'il explique un phénomène par le hasard, il ne fait que reconnaître ce qui était déjà possible dans la matière.

Dans le cas des théories de l'évolution, ce double problème a été fort bien expliqué par le professeur L'HÉRITIER qui écrit : « La sélection n'a en somme rien créé, mais n'a fait que choisir parmi l'infinité des possibles, la chaîne ramifiée des êtres qui effectivement se sont réalisés. Que ce soit elle qui ait guidé cette chaîne le long d'une marche qui, avec bien des erreurs et des imperfections, est manifestement ascendante, n'est pas en soi tellement surprenant. Ce qui l'est beaucoup plus, c'est que la matière vivante ait possédé en puissance ces étonnantes possibilités, ce merveilleux pouvoir d'intégration, dont notre conscience individuelle humaine nous fait percevoir la plus complexe des réalisations actuelles. Mais cela, la science ne peut que l'enregistrer, comme elle enregistre au niveau infra-vivant, l'aptitude de la matière à former les édifices de plus en plus complexes que sont les atomes et les molécules. »

Ce texte montre bien que les questions soulevées par l'étude des phénomènes de l'évolution peuvent être abordées sous deux aspects. Aux questions que se pose sur l'évolution l'homme de science en tant que tel, le hasard tel qu'il a été défini par Cournot et les lois de la matière permettent de trouver une explication satisfaisante. Si cet homme veut être en même temps philosophe, il reconnaît très vite que les explications scientifiques repoussent simplement le problème d'un degré ; il se demande alors pourquoi l'espace cosmique fut occupé, peut-être éternellement, par une matière capable de donner « par hasard » des êtres vivants et des hommes.

En somme, le chercheur qui essaie actuellement de répondre au dilemme mécanicisme ou finalisme sera nécessairement mécaniciste au niveau de la Science, mais il pourra être finaliste au niveau de la Philosophie.

## BIBLIOGRAPHIE

- BABCOCK E. B. et COLLINS J. L., 1929 : *Does natural ionising radiation control rate of mutation*, Proc. Nat. Acad. Sc. U.S.A., 15, p. 625-628.
- BERGSON H., 1917 : *L'Evolution Créatrice*. Editions Alcan, Paris, 403 p.
- DRAKE J. W., 1966 : *Spontaneous mutation accumulating in Bacteriophage T4 in the complete absence of DNA replication*. Proc. Nat. Acad. Sc. U.S.A., 55, p. 738-743, 1966 b.
- 1966 : *Ultraviolet mutagenesis in bacteriophage T4. I. Irradiation of extra-cellular phage particles*. J. Bacteriol. 91, p. 1775-1780.
- 1969 : *Comparative spontaneous mutation rates*. Nature, 221, p. 1128-1132.
- 1970 : *The molecular basis of mutation*. Holden Day, San Francisco, 273 p.
- EVANS R. D., 1949 : *Quantitative Inferences concerning the Genetic Effects of Radiation on Human Beings*. Science. Vol. 109, March 25, 1949, p. 299-304.
- KUBITSCHKE H. E., 1960 : *The error hypothesis of mutation*. Science. 131, p. 730.
- 1967 : *Mutagenesis by near-visible light*. Science. 155, p. 1545-1546.
- L'HÉRITIER P., 1954 : *Traité de Génétique*. P.U.F. Paris, 1954, 518 p.
- MARCOVICH H., 1957 : *Etude radiobiologique du système lysogène d'Escherichia coli K 12*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 13 février 1957, 136 p.
- MULLER H. J., 1927 : *Artificial transmutation of the gene*. Science. 66, p. 84-87.
- MULLER H. J. et MOTT-SMITH L. M., 1930 : *Evidence that natural radioactivity is inadequate to explain the frequency of « natural » mutations*. Proc. Nat. Acad. Sc. U.S.A., 16, p. 277-285.
- OLSON A. R. et LEWIS G. N., 1928 : *Natural radioactivity and the origin of species*. Nature, 121, p. 673-674.
- PARAIN-VIAL J., 1967 : *La nature du fait dans les sciences humaines*. P.U.F. Paris, 227 p.
- POIRIER R., 1931 : *Remarques sur la probabilité des inductions*. Vrin, Paris, 226 p.
- SENTIS PH. : Communication personnelle.