

c'est pour cette raison que l'on a tant discuté depuis les origines mêmes de la philosophie sur le grand problème que se posent depuis toujours les hommes : la recherche par analogie de la cause première du cosmos.

III. Les finalistes classiques – leurs arguments - la théorie synthétique de l'évolution

DEPUIS longtemps, certains philosophes ou biologistes admirant les perfections de la nature ont pensé que les structures des êtres vivants étaient dues à la volonté d'une puissance intelligente, qui, d'ailleurs, pouvait être la matière elle-même. Cette intelligence aurait dirigé l'évolution au cours des âges en agissant sur les séries causales qui ont entraîné son développement. Elle aurait donc perturbé la chaîne déterminée des causes secondes qui n'est, rappelons-le, en l'absence d'action finalisée, qu'une longue série de hasards ou de lois. Elle aurait, en quelque sorte, donné ici ou là des « coups de pouce ». Les auteurs qui ont soutenu ces thèses sont des finalistes, et l'on peut qualifier le courant auquel ils se rattachent de « finalisme classique ».

On peut penser que la théorie synthétique de l'évolution a rendu caduque cette position. Certes la théorie

synthétique n'est qu'une théorie, elle risque d'être soumise aux vicissitudes de l'histoire ; cependant, la grande majorité des spécialistes de l'évolution admettent qu'elle nous apporte aujourd'hui une explication très cohérente du développement des espèces, et que ses fondements ne seront pas perturbés mais seulement complétés par les découvertes ultérieures de la science. C'est donc par rapport aux données de la théorie synthétique que nous allons critiquer les arguments des finalistes, en considérant que ces données sont suffisamment solides pour que cette critique soit valable.

La complexité des arguments des finalistes et la complexité non moins grande des réponses nécessitent un assez long développement. Nous allons schématiser d'abord les arguments des « finalistes classiques » et ensuite les réponses de la théorie synthétique.

A. LES ARGUMENTS DES FINALISTES

Les premiers finalistes — les plus anciens — étaient antiévolutionnistes et vitalistes, d'autres seulement vitalistes. Ils prétendaient que la cellule vivante ne pouvait pas vivre par le seul jeu de forces physico-chimiques, que le fonctionnement vital était assuré par une sorte de « psyché » élémentaire qui n'appartenait pas au domaine de la science. Dans cette optique, les biologistes ne pourraient jamais fabriquer un grain de matière vivante. Ils pourraient tout au plus fabriquer le cadavre d'un grain vivant. Il ne semble pas qu'un biologiste puisse soutenir ces thèses aujourd'hui. On sait aussi qu'il n'y a pratique-

ment plus aujourd'hui de biologiste qui ne soit évolutionniste. Il nous a semblé inutile de tenir compte de ces auteurs dans la discussion des arguments des finalistes.

Les finalistes classiques, ceux de ces dernières décennies, s'appuient sur des arguments et des observations plus architecturés et beaucoup plus difficiles à discuter. Certains de ces arguments, du reste, ont été formulés depuis les origines mêmes de la philosophie.

La première observation se rapporte à la constitution des organes complexes. L'existence de l'œil empêche, dit-on, Darwin de dormir. Qui de nous ne s'est pas posé de questions sur ce merveilleux appareil ? Et si l'œil paraît si complexe, il faut ajouter qu'il ne peut fonctionner que grâce à la structuration non moins complexe des cellules cérébrales qui lui sont associées.

La deuxième observation concerne les organes coaptés. Elle a été particulièrement analysée par Cuénot, notamment dans son ouvrage de 1941 : *Invention et Finalité en biologie*.

Un organe est dit coapté lorsqu'il est composé de deux parties d'origine anatomique et embryologique parfaitement différentes et qui sont organisées de façon telle qu'elles sont, en quelque sorte, construites l'une pour l'autre.

L'exemple le plus classique est celui des boutons-pression des insectes. Chez certains insectes, les hémélytres sont attachés au thorax par un petit appareil que l'on peut comparer, écrit Cuénot, au bouton-pression inventé en 1866 par un fabricant de gants de Grenoble. En effet, il y a, d'un côté, sur le mésopérimérite un bouton saillant recouvert d'une chitine épaisse qui pénètre après

frottement dans une loge creusée visiblement pour lui sur la face inférieure de l'hémelytre. Le bouton et la loge sont garnis sur toute leur surface d'un pavage écailleux qui renforce l'adhérence des deux organes. Qui plus est, écrit Cuénot, « quand on les sépare l'un de l'autre par une traction convenable, on entend un petit claquement caractéristique, exactement comme celui que l'on produit en défaissant un bouton de gant ».

Après avoir longuement décrit ces organes, il conclut de ces observations :

Je pense que si les pages précédentes laissent une impression dans l'esprit, celle-ci ne peut être que défavorable à une explication par le hasard tout court ou le hasard dirigé par la sélection ; les quelques organes que j'ai examinés (j'aurais pu multiplier les exemples) sont trop compliqués, trop bien organisés, trop efficaces, pour être l'œuvre du hasard pur ; n'étant pas indispensables, loin de là, et ne pouvant fonctionner que dans leur état parfait, ils n'ont pu donner prétexte à un choix sélectif. Ils nous apparaissent comme des œuvres d'artisan poursuivant un but, et le réalisant par une invention ; c'est l'examen des plus petits détails, faits pour une fonction, qui prouve leur finalité : un piquant droit qui s'accroche à des barbelures (*Bidens*) ; un poil courbe sur lequel doit être enfilé un morceau d'Algue à des barbelures écailleuses (crabes qui s'habillent) ; des râpes ou des pavages revêtent des surfaces qui frottent ou s'engrènent (pattes des Pagures, coaptation d'ailes), etc.

L'outil ou la coaptation est contenu en puissance dans l'œuf fécondé qui donnera naissance à un organisme, exactement comme les autres organes, les instincts, le chimisme personnel, la couleur des cheveux et des yeux, etc. C'est un prodige étonnant que ces innombrables détails soient en dépôt à l'état potentiel dans cette cellule, de structure apparemment assez simple, mais cela ne nous étonne plus. Il a fallu à un moment donné qu'il y ait eu dans la cellule germinale quelques changements préludant à l'invention d'une nouveauté ; si cette modification n'est pas déterminée par le dehors, c'est-à-dire par un hasard quelconque, elle ne peut l'être que par le dedans. Nous en arrivons donc à une conception que l'on qualifiera probablement de mythique, en attribuant à la cellule germinale une sorte d'intelligence combinatrice, un pouvoir imminent équivalent à l'intentionnalité qui se trouve à la base de l'outil humain, répondant au besoin par une création non pas parfaite, mais fonctionnelle du premier coup ; la cellule, dit Von Uexküll, n'est pas une machine, mais un machiniste. Comment ne serait-on pas tenté par cette hypothèse, quand on constate l'identité entre la production humaine et celle de la Nature ? En quoi le filet-piège d'une larve d'*Hydropsyche*, tendu dans l'eau courante, et celui d'une Araignée, tendu dans l'air, diffèrent-ils du filet des pêcheurs et des chasseurs ? Un cristallin, par sa forme et sa parfaite transparence, n'est-il pas identique à la lentille biconvexe d'une loupe ou d'un appareil photographique ? L'ai-

guillon venimeux du Scorpion, la dent inoculatrice des Serpents venimeux, le tube injecteur de la larve de Sacculine, ne sont-ils pas d'admirables canules de Pravaz ? Étant donné deux objets semblables dont l'un est sûrement le résultat d'une invention et d'une intention, l'autre ne peut pas être l'œuvre du pur hasard.

Mais, dira sans doute le mécaniste, comment pouvez-vous être assez... métaphysicien pour attribuer à une cellule cette propriété exorbitante, remplaçant et même dépassant le travail d'un cerveau supérieur et d'adroites mains d'hommes ? Comment pouvez-vous croire au psychoïde d'une cellule germinale ? À cela le vitaliste pourra répondre : je tiens l'action du hasard comme plus invraisemblable encore ; puisque vous acceptez la fonction inventrice du cerveau, ardoise sur laquelle s'inscrit l'idée et d'où partent les ordres, pourquoi la refuser à d'autres cellules ? La cellule germinale, du reste, renferme en puissance tout le système nerveux et toute l'organisation. Je vous ferai remarquer que nombre de naturalistes et de philosophes ont invoqué cet Esprit constructeur, auquel ils ont donné des noms variés : *idée directrice* (Claude Bernard), *volonté de l'espèce* (Schopenhauer), *force plastique* (Courtot), *causalité du besoin* (Goblot), *imulsion formatrice immatérielle*. (Goebel), *entéléchies* (Driesch), *élan vital* (Bergson), *vie créatrice de la forme* (Brachet), *Bauplan ou psychoïde* (Von Uexküll), *psyché formatrice* (Teilhard de Chardin), *forme vivante de l'énergie* (Brachet), *hormé* (Von Monakow et Mourgue),

Cette citation est très caractéristique ; de plus elle a l'avantage de donner la liste des noms que les auteurs ont attribués à cet antihasard qu'ils ont tant cherché dans la nature. On pourrait prolonger cette liste, qui remonte à 1942, en ajoutant le « téfinalisme » de Lecomte du Nouÿ et les « Orthogénèses » de Teilhard de Chardin².

La troisième observation est formulée par les embryologistes.

Trois types de phénomènes ont été invoqués pour suggérer qu'il était difficile d'expliquer la formation des êtres vivants par le seul jeu des lois physico-chimiques, épaulé par le hasard : les « ontogénèses préparantes du futur », le parfait déroulement des chronologies embryonnaires, le problème des régulations.

a) Cuénot a décrit ce qu'il appelait les « ontogénèses préparantes du futur ». Il faisait remarquer que des caractères, qui ne servent que chez l'adulte, apparaissent

¹ L. CUÉNOT, *Invention et Finalité en biologie*, p. 222.

² Le phénomène de l'orthogénése, c'est-à-dire de la croissance de certaines séries phylétiques dans une direction déterminée, est un fait. Cependant Teilhard de Chardin semble avoir reconnu dans ce phénomène la preuve d'une finalité ; il a tendance alors à donner à ce mot un sens philosophique correspondant aux nombreux termes cités par Cuénot.

chez l'embryon avant qu'ils ne jouent le moindre rôle. Certaines espèces de mammifères sauvages ont une dent externe très développée et en face de cette dent, dans la lèvre, une encoche. Or, dans l'embryogenèse, on constate que l'encoche apparaît avant la dent. Un génie malicieux paraît avoir prévu que, dans cette encoche, un jour se logerait une dent.

b) Wolff a insisté récemment³ sur un autre aspect bryonnaires :

Nulle part plus qu'en embryologie, le biologiste n'affronte la finalité, nulle part il n'a fait plus d'efforts pour expliquer les phénomènes en termes mécaniciques. Pourtant, lorsqu'il a démonté avec succès certains mécanismes, lorsqu'il a prouvé qu'une différenciation en commande une autre, qu'un tissu exerce une induction sur un autre tissu par l'intermédiaire de substances chimiques, il n'a pas expliqué pourquoi ces substances apparaissent à un moment précis du développement et à un emplacement déterminé de l'embryon, pourquoi tout se met en place suivant un plan rigoureux et une chronologie précise, comme si tout était prévu et harmonisé à l'avance.

Et l'on est bien forcé de reconnaître que toute une organisation est montée dans cette cellule en apparence simple, que l'avenir y est préparé, que l'œuf est un comprimé de vitalités, qu'il matérialise une intention. Aucune

science ne souligne plus que l'embryologie cette projection du présent dans le futur.

c) Un dernier aspect des embryogenèses, lui aussi en faveur du finalisme, a été développé par le professeur Wolff dans l'ouvrage remarquable que nous venons de citer ; il concerne le phénomène de la régulation embryonnaire.

On sait que, chez de nombreuses espèces animales, si dans les débuts du développement on détruit une partie de la larve les tissus se réorganisent et reconstituent, malgré cela, un ensemble qui aboutit à un embryon normal, quoique souvent plus petit que ses congénères. Nous ne possédons aujourd'hui encore aucune hypothèse, aucun modèle qui nous permettent d'expliquer ce phénomène en termes de physico-chimie.

Un quatrième argument soulevé par les finalistes concerne les orientations que suggère l'étude de l'évolution des êtres vivants. Certains auteurs, et des plus connus des dernières décennies, ont attiré notre attention sur ce phénomène. Ils pensaient y voir des poussées directionnelles ayant agi de façon vague comme l'attraction d'un aimant ou la poussée d'une tornade. L'œuvre du père Teilhard de Chardin est, à cet égard, caractéristique.

Ce dernier attache, on le sait, une grande importance à la croissance du cerveau qui lui semble une direction privilégiée de l'évolution. Il n'hésite pas dans certains textes à imaginer que la croissance de cet organe, conçu pour recevoir l'esprit, est le fruit d'une force directionnelle qui ne peut appartenir à la matière.

³ E. WOLFF, *les Chemins de la vie*, p. 112.

Un dernier argument a été fourni par l'étude des comportements instinctifs du règne animal. Chacun connaît ces phénomènes. Il est difficile de ne pas y reconnaître, à première vue du moins, la marque d'une intelligence organisatrice. Nous verrons qu'ici encore la théorie synthétique peut expliquer leur apparition sans faire appeler à autre chose qu'au schéma mutation-sélection.

Pour discuter les arguments et les réflexions des finalistes, il est nécessaire de rappeler tout d'abord les idées essentielles de la théorie synthétique de l'évolution.

B. LA THÉORIE SYNTHÉTIQUE DE L'ÉVOLUTION RÉPONSE AUX ARGUMENTS DES FINALISTES

Dès que Lamarck, puis Darwin et les biologistes du XIX^e siècle eurent admis de façon presque unanime que les êtres vivants s'étaient développés sur la terre lentement, espèces par espèces, ils essayèrent d'expliquer quelles étaient les causes qui avaient produit ce phénomène.

Lamarck, en 1800, avait suggéré que les caractères acquis par les individus devenaient héréditaires, mais aucune expérience n'était venue confirmer cette théorie.

Darwin avait proposé un schéma explicatif basé sur les transformations que l'on observait sur les êtres vivants et leur triage par la sélection naturelle. En 1900, on découvrit les mutations et on lia ce type de phénomène aux mécanismes de la sélection.

Jusqu'en 1925 environ, le schéma mutation-sélection ne fut accepté que par quelques biologistes. Puis, après 1925, pris en charge par des généticiens, des mathématiciens, des paléontologues, il fut, en quelques années,

l'objet d'un nombre de travaux considérable et ne tarda pas à devenir une théorie appuyée sur un très grand nombre de faits, et qui rallia peu à peu, comme nous l'avons dit plus haut, la grande majorité des spécialistes de l'évolution. On l'appela alors « Théorie synthétique de l'évolution ».

Pour le problème du finalisme que nous étudions ici, deux questions se posent :

- 1^o Est-ce que le schéma mutation-sélection est dominé par le seul hasard ?

2^o Est-ce que le schéma mutation-sélection peut suffire pour expliquer, par le simple jeu des causes secondes, l'immense phénomène qui provoqua en trois milliards d'années le développement des premières cellules et leur évolution jusqu'à l'homme ? Peut-on admettre, en particulier, que l'apparition de mutations successives sur des êtres vivants ait pu provoquer les faits complexes que nous avons évoqués : les orthogénèses⁴, la formation d'organes complexes comme l'œil ou le cerveau, les coaptations de Cuénot, le développement des embryons avec sa chronologie rigoureuse ou ses ontogénèses préparantes du futur et, enfin, l'apparition même de l'homme qui paraîtrait couronner cet édifice ?

À ces deux questions, presque tous les biologistes spécialistes de l'évolution répondent aujourd'hui de façon positive. Nous allons essayer d'expliquer les raisons de cette réponse.

⁴ Ce mot est employé ici dans son sens original, celui des paléontologues.

Rappelons d'abord les idées principales du schéma mutation-sélection⁵. La théorie synthétique de l'évolution est fondée sur deux idées essentielles :

- les mutations représentent l'élément moteur de l'évolution ;
- la sélection trie les mutations favorables dans un milieu déterminé.

On sait qu'il existe, dans les noyaux de toutes les cellules vivantes, des molécules chimiques dénommées gènes, qui représentent le support des caractères héréditaires des êtres vivants. Lorsque les gènes d'ovules ou de spermatozoïdes présentent une modification chimique, une mutation, les êtres qui naissent de ces ovules ou de ces spermatozoïdes présentent une légère différence par rapport à leurs parents.

Lorsqu'au début de ce siècle on suggéra que les mutations étaient la clef de l'évolution, deux arguments s'opposaient à cette hypothèse :

- les mutations ne sont pas assez nombreuses ;
- les mutations détruisent ce qui est, elles ne construisent pas.

⁵ Nous parlerons du phénomène de l'évolution qui s'est produit dans la nature. Nous montrerons que les mutations naturelles ne sont que des phénomènes issus de la rencontre de séries causales indépendantes, c'est-à-dire des phénomènes qui correspondent au hasard de Cournot. Il est très possible que l'on puisse réaliser en laboratoire des mutations artificielles qui ne correspondent pas au hasard de Cournot. Par exemple, on pourra certainement un jour fabriquer à volonté des mutations déterminées, mais cette découverte n'apportera aucun changement à notre propos actuel. Nous discutons dans ce texte du phénomène naturel et non des phénomènes artificiels.

Ces deux critiques doivent être abandonnées. On a démontré aujourd'hui que les mutations sont extrêmement nombreuses dans la nature. On peut estimer que chaque homme naît avec dix mutations. On a établi que, si elles n'étaient constructives que dans des cas rarissimes, l'apparition des mutations constructives ne pouvait être considérée comme négligeable eu égard au nombre total des mutants.

On a démontré également que la sélection n'était pas une simple hypothèse de laboratoire. Des expériences précises et des observations ont établi qu'elle pouvait agir parfois très vite ; dans les dix années qui ont suivi la première application de D.D.T., tous les poux du monde sont devenus résistants à ce produit.

Il faut noter, enfin, que les modifications évolutives dues aux mutations n'aboutissent pas à des phénomènes rapides d'évolution, mais ne sont visibles que si l'on suit l'évolution d'une population d'individus pendant de longues générations. Une description imaginaire fera comprendre cet aspect important de la théorie synthétique.

Supposons une plaine où vivent des zèbres et des lions. Une telle image, beaucoup trop simple, peut faire sourire car nous savons bien que dans la nature les faits sont toujours plus complexes, mais elle nous permet, en isolant les facteurs, de mieux les faire comprendre. Dans cette plaine, si un zèbre est porteur d'une mutation « patte longue », il a plus de chances que ses frères de survivre et d'avoir des descendants. En quelques générations, sa postérité aura remplacé, dans la plaine, celle des autres zèbres. Si survient une mutation qui raccourcit la patte d'un zèbre ou lui donne une structure moins apte à la

course, les sujets porteurs seront vite dévorés par les lions et ils disparaîtront. Si survient, au contraire, une nouvelle mutation qui allonge la patte, les sujets porteurs remplaceront les précédents. De millénaire en millénaire, si le milieu reste le même, la patte des zèbres s'allongera, car les sujets porteurs de pattes longues survivront toujours mieux que les autres. Ce phénomène ne sera que difficilement visible à l'échelle d'une génération, mais les paléontologues qui étudieront et dateront les fossiles de ces zèbres, trouveront de strates en strates des pattes de plus en plus aptes à la course. Ils auront l'impression qu'une force directionnelle a, d'étape en étape, allongé le membre et rendu le zèbre meilleur coursiер.

Voyons comment le schéma mutation-sélection que nous venons de résumer, plus que sommairement, peut fort bien expliquer, par le simple jeu des lois du hasard, les phénomènes les plus mystérieux et les plus étranges qu'offre aujourd'hui au biologiste l'image évolutive de l'univers zoologique.

a) La théorie synthétique de l'évolution et le hasard

L'apparition d'une mutation, son développement ou sa disparition, c'est-à-dire les effets de la sélection, sont fonction du hasard au sens que nous avons donné plus haut à ce terme.

Une mutation est en général produite par la rencontre d'un rayonnement électro-magnétique et d'une molécule d'acide nucléique d'un gène. Il est difficile de trouver, nous l'avons déjà évoqué, une rencontre de séries causales indépendantes plus caractéristiques.

La survie d'une mutation est en grande partie fonction du milieu dans lequel elle se situe. Une mutation déterminée, longueur de la patte, d'un mammifère, par exemple, sera favorable dans une plaine, défavorable dans une région montagneuse. La survie des sujets mutants est donc fonction de la rencontre de la nature de la mutation et du milieu dans lequel elle apparaît. C'est une nouvelle rencontre de séries causales indépendantes.

Qui plus est, comme nous avons déjà eu l'occasion de le signaler plus haut, la mutation peut être due à des rencontres de particules élémentaires, et ces particules élémentaires sont soumises aux incertitudes de Heisenberg.

La mutation est donc le meilleur exemple de hasard absolu : une rencontre de séries causales indépendantes qui, si les idées de Heisenberg se vérifient, ne pourront pas, dans certains cas du moins, être analysées de façon complète, car chacune sera en partie indéterminée.

Si cette incertitude devenait donc, comme le pensent certains, un véritable indéterminisme, la mutation appartiendrait alors à un type de hasard tout à fait inabordable par la science puisque les principes du déterminisme ne pourraient plus lui être appliqués.

Ces faits démontrent, en outre, qu'il ne sera jamais possible de prévoir la suite de l'évolution ; si les mutations sont des phénomènes produits par des rencontres de particules dont la situation n'est pas déterminable, tout essai de prévision dans ce domaine n'est que fantaisie de poète. L'évolution ne serait prévisible que si les hommes parvenaient à fabriquer, à leur guise les mutations qu'ils désirent et décidaient eux-mêmes ainsi de leur sort, mais,

nous l'avons signalé précédemment (note 5), nous ne décrivons ici que l'évolution naturelle et nous ne pouvons évidemment pas nous attarder à l'étude de phénomènes hypothétiques.

En théorie, nous avons répondu à la question posée au départ concernant le hasard, l'ordre et la finalité et nous pourrions terminer ici la deuxième partie de notre exposé. Cependant, nous aurions l'impression de n'avoir pas convaincu le lecteur par ces seules explications ; il hésiterait à croire que l'apparition de l'œil ou du cerveau puisse se réaliser sous la seule influence des lois du hasard. Une réponse purement théorique réussit rarement à convaincre. Il faut y ajouter l'examen de quelques faits précis.

b) Les problème des organes complexes et les coaptations complexes, s'est dégagée l'idée que le hasard ne pourrait jamais donner des appareils aussi remarquablement organisés. En lisant certains ouvrages scientifiques, on a l'impression que si l'on pouvait, en décomposant la structure d'un œil, essayer d'évaluer les mutations nécessaires pour que cet appareil se réalise, on serait amené à reconnaître qu'il n'avait pas plus de chances de se produire que n'en aurait un nombre incommensurable de singes dactylographes, en de nombreuses années, de taper une seule ligne de l'*Énéide*. C'est l'argument des singes dactylographes. Les finalistes classiques pensent donc que l'œil n'a pu se réaliser autrement que sous l'influence d'un vouloir extra-biologique. L'œil est un appareil trop remar-

quable pour être autre chose que le fruit d'une cause finale.

Il y a dans ce raisonnement deux erreurs :

Première erreur

Elle consiste à évaluer par l'imagination les chances de réalisation d'un appareil défini et existant par le seul jeu mutation-sélection-hasard. Or il faut raisonner autrement. Les êtres vivants avaient devant eux un nombre considérable de possibilités. On trouve chez eux toutes les possibilités de systèmes oculaires, des plus simples aux plus complexes ; la description de ces types d'yeux remplirait des volumes entiers.

À l'origine, chez les protozoaires, des mutations très simples ont fait apparaître des organes des sens extrêmement primitifs : une région cytoplasmique sensible à la lumière, par exemple. À partir de ces appareils rudimentaires, il a pu se construire des milliers de types d'organes de plus en plus complexes dont l'œil du mammifère supérieur ne représente, parmi bien d'autres, que l'une des possibilités qui s'est offerte à la nature.

Ces remarques peuvent être généralisées à tous les organes des sens ; pour mettre en relation l'être vivant avec le monde extérieur, le jeu des mutations a provoqué l'apparition de nombreux organes des sens de types divers. L'anatomie comparée de ces organes depuis les métazoaires primitifs jusqu'aux êtres les plus évolués nous en révèle de nombreuses variétés. Du reste, ce n'est pas obligatoirement chez l'homme que se trouvent les organes des sens les plus complexes. On sait par exemple que certains appareils de chauves-souris peuvent enregistrer

les ultra-sons, ce qui permet à ces animaux de se diriger dans l'obscurité. Il existe bien d'autres systèmes sensitifs ou appareils de perception des longueurs d'onde qui sont beaucoup plus perfectionnés chez certaines espèces vivantes que chez l'homme. Ainsi lorsqu'un zoologiste étudie l'anatomie comparée des organes des sens, il reconnaît parfaitement un schéma d'essais et d'erreurs où règne le hasard.

Ainsi, ce qui peut paraître mystérieux, ce n'est pas la formation de l'œil, c'est le fait que la matière vivante soit organisée de façon telle qu'elle ait pu, en utilisant les seules lois du hasard, constituer des yeux, mais nous avons toutes les raisons de penser que l'œil n'était pas prévu dans la nature au départ ; il y était seulement en virtualité comme beaucoup d'autres appareils.

Deuxième erreur

Celle-ci se rencontre dans le mode de raisonnement utilisé pour le calcul du nombre de mutations. Les modèles de synthèse d'organes complexes qu'on a essayé de concevoir à partir du schéma mutations-sélection donnent des possibilités plus grandes que ne le laissaient croire les premières estimations. Il faut toutefois préciser que ces essais de modèle doivent être maniés avec beaucoup de prudence. Simpson, fort pertinemment, attire notre attention sur les risques courus :

Tout essai, pour juger si les taux de mutations observés sont en accord avec les taux d'évolution observés, inclut tant d'hypothèses invérifiables et d'estimations subjectives qu'on ne peut lui accorder que peu de valeur scientifique

sérieuse. Néanmoins, un tel essai peut être autorisé, à titre d'intéressante digression, et peut révéler tout écart vraiment considérable⁶.

Cette prudence étant rappelée, essayons de voir ce que représentent les possibilités en mutation favorable de certaines populations.

Le nombre d'espèces qui peuplent le monde est très difficile à estimer. On a dénombré environ un million d'espèces, mais certains auteurs pensent qu'il en existe encore plusieurs millions non enregistrées par les zoologistes.

Beaucoup d'espèces comportent de par le monde un nombre considérable de sujets, des millions ou des milliards, répartis en populations que l'on nomme des dèmes. Le dème est une population composée de sujets qui sont suffisamment voisins pour avoir tous, théoriquement, une chance égale de se croiser avec tous les autres sujets de la même population.

Imaginons des dèmes de dix mille sujets reproducateurs ; cela peut représenter un chiffre moyen. Nous prenons ce chiffre parce qu'il représente justement, d'après les données mathématiques de la théorie synthétique, une dimension de population particulièrement favorable à l'évolution.

Si l'on tient compte du fait qu'il y a, en moyenne, pour des espèces comme la drosophile ou la grenouille, une mutation pour chaque nouvel être qui apparaît sous le soleil et que, parmi ces mutations 10 pour 100 sont dominantes, et 1 pour 1 000 peuvent apporter un caractère

⁶ G. G. SIMPSON, *Rythmes et Modalités de l'évolution*, traduit par P. de Saint-Seine, p. 81.

terre favorable dans le milieu où vivent les sujets, on peut estimer qu'une mutation sur 10 000 peut avoir une valeur évolutive. Il y a donc à chaque génération, dans le même étude, une mutation à valeur évolutive. Il faut noter, en outre, pour comprendre l'importance de cette capacité mutative, que beaucoup d'espèces se reproduisent plusieurs fois par an et que les sujets de la grande majorité des espèces pondent des centaines, parfois des milliers d'œufs par ponte. Dans ces cas, évidemment, un très petit nombre d'œufs arrive à l'âge adulte, mais une mutation favorable peut agir non pas sur l'œuf unique qui arrive à l'âge adulte, mais sur les embryons ou les larves, et favoriser ainsi leur arrivée à l'âge adulte.

En tenant compte de ces données, voyons comment on peut envisager la série des mutations qui pourraient aboutir à des organes complexes ou à des coaptations.

Il y a coaptation, nous l'avons vu, lorsque dans un même organe, plusieurs parties d'organes en apparence indépendantes concourent à la bonne marche du tout. Cuénot choisissait ses exemples de coaptation parmi des organes de type outil : pinces, systèmes d'accrochages alaires, bouton-pression, etc.

En fait, la notion de coaptation est beaucoup plus large. On peut considérer que dans tous les organes complexes il y a plusieurs systèmes coaptés. L'œil, par exemple, n'est réellement fonctionnel que parce qu'il lui est adjoint dans le cerveau un ensemble d'organes ou d'appareils qui aident à son fonctionnement normal.

Il est probable, même, que bien souvent un caractère apparu par mutation ne pourra présenter un élément réellement favorable que s'il est en corrélation avec une

autre mutation, c'est-à-dire coapté avec un autre caractère nouveau. Imaginons une mutation qui soit favorable d'une façon très faible aux cellules oculaires et qui, à cause de cela, ne puisse s'imposer que très lentement dans le milieu puisque son coefficient de pression de sélection est infinitésimal. Si, chez certains mutants, apparaît une mutation qui est favorable aux cellules nerveuses correspondantes, la pression de sélection qui lui correspondra sera alors considérablement accrue.

Dans combien de cas, dans une population déterminée de dix mille sujets reproducteurs, ayant chacun cent mille gènes et se reproduisant une fois par an, deux gènes que nous appellerons pour simplifier « œil » et « cer-veau » ont des chances d'être affectés en même temps d'une mutation favorable ? En tenant compte des données citées plus haut, on aura les faits suivants :

1) pour une population de dix mille sujets, si chaque gène, c'est-à-dire chaque sujet, mutte une fois par génération soit, pour simplifier, une fois par an, si l'on admet qu'une mutation sur dix mille peut être évolutive, il y a dans cette population une fois par an une mutation évolutive ;

2) pour dix mille sujets, le gène œil mute une fois tous les dix ans et, donc, tous les cent mille ans le gène œil présente une mutation favorable ;

3) lorsqu'une mutation favorable aura atteint le gène œil, en supposant qu'elle se soit propagée dans le milieu très vite, ce qui pour une fois simplifiera les données en faveur de la théorie, il faudra attendre à nouveau cent mille ans pour qu'une mutation favorable atteigne le gène cerveau.

À première vue, cette rencontre entre deux mutations favorables sur deux organes différents est un fait très peu probable et il n'y aurait donc pas assez de mutations pour qu'une coaptation quelconque puisse se réaliser. Mais réfléchissons un instant aux deux points suivants :

1) Nous avons calculé ce phénomène dans une population déterminée de dix mille reproducteurs alors que chez les vertébrés inférieurs, par exemple, ce phénomène pouvait se reproduire chez toutes les populations de grenouilles ou de poissons et non pas seulement pour une population déterminée... Or il y a des dizaines de milliers, peut-être même des centaines de milliers de populations de dix mille sujets de vertébrés inférieurs de par le monde. Cette rencontre de mutations favorables cerveau s'est certainement réalisée chez les vertébrés prioritifs plusieurs fois par an et en plusieurs points du globe.

2) Réfléchissons aussi au fait que nous avons choisi uniquement les gènes œil et cerveau ; mais c'est pour tous les gènes que ce phénomène peut se produire : pour le gène cerveau et doigts, cerveau et oreille, cerveau et aile, etc.

Quoi d'étonnant à ce qu'il se soit alors réalisé de nombreuses coaptations ? C'est plutôt qu'il ne s'en soit pas réalisé davantage qui étonne.

c) Les problèmes soulevés par l'embryologie descriptive

Comme nous l'avons vu plus haut, les découvertes de l'embryologie descriptive ont posé bien des problèmes

et ont amené les auteurs à donner de certains phénomènes de l'embryogenèse une interprétation finaliste. Nous avons cité trois types de problèmes :

— les régulations embryonnaires :
— l'étrange chronologie de la mécanique embryonnaire qui suggère qu'elle est organisée et prévue à l'avance ;
— les ontogenèses préparantes du futur.

Pour les raisons que nous avons données plus haut, il nous paraît inutile de reprendre la question des régulations embryonnaires ; nous ne pouvons pas croire que le phénomène des régulations embryonnaires, très curieux, en effet, ne puisse pas trouver demain une explication physico-chimique absolument classique. Nous allons étudier seulement la chronologie embryonnaire et les ontogenèses préparantes du futur.

La chronologie de la mécanique embryonnaire

Le professeur Wolff, dans un texte que nous avons cité plus haut, évoque l'émerveillement des embryologistes devant le déroulement des structures embryonnaires. Rappelons les passages essentiels de ce texte :

[Lorsque l'embryologiste] a démontré avec succès certains mécanismes, lorsqu'il a prouvé... qu'un tissu exerce une induction sur un autre tissu... il n'a pas expliqué pourquoi... tout se met en place suivant un plan rigoureux et une chronologie précise comme si tout était prévu et harmonisé à l'avance... Aucune science ne souligne plus que l'embryologie cette projection du présent dans le futur.

Pour comprendre les réponses que l'on peut faire aux questions ainsi posées, rappelons la façon dont se construisent les embryons des êtres vivants.

Depuis longtemps déjà, certains auteurs avaient remarqué que le développement des embryons présentait un certain rapport avec la lignée de leurs ancêtres. À la fin du siècle dernier, le biologiste allemand Haeckel reprenant les travaux de ces anciens auteurs comprit, pour la première fois, la raison de ce phénomène et en bâtit un premier schéma valable.

Haeckel suggéra que l'évolution se produisait par additions de caractères sur un être déjà existant. On ignorerait alors ce qu'étaient les mutations. Dans le schéma de Haeckel, un animal *A* donne dans sa descendance un sujet légèrement différent *B*, qui sera par exemple le premier chaînon d'une espèce nouvelle, parce qu'à la fin de l'embryogenèse du sujet *A*, il s'est ajouté sur le sujet *A* des caractères nouveaux *b* qui l'ont transformé en *B*. Dans cette optique, l'espèce *B* s'est réalisée par addition de caractères par rapport à l'espèce *A*. Les caractères de l'animal *A* deviennent alors embryonnaires par rapport à ceux du sujet *B*.

Il est alors logique de penser que l'individu *B*, en se construisant, passe momentanément par le stade *A* puisque cet individu *B* n'est qu'une étape ayant dépassé le stade ancestral *A*. La genèse de l'être vivant rappelle la genèse d'une machine qu'un constructeur aurait modifiée en ajoutant simplement des pièces sur une machine antérieure plus simple.

En généralisant cette vue d'ensemble, on est amené à concevoir que les divers groupes du monde vivant re-

présentent un immense schéma où l'on retrouve toujours de façon plus ou moins caractéristique les étapes antérieures.

Si le sujet *C* descend d'une espèce *B*, qui descendait elle-même d'une espèce *A*, le sujet *C* passera successivement au cours de sa genèse par des étapes qui rappellent *A* puis *B*. C'est ce que l'on a appelé la « loi de récapitulation ». Si l'on appelle *E* les étapes embryonnaires d'un individu et *A*, *B*, *C* les stades adultes, on pourra schématiser de la façon suivante les étapes des trois espèces qui descendent l'une de l'autre *A*, *B*, *C* :

animal <i>A</i>	animal <i>B</i>	animal <i>C</i>
<i>E</i> 3	<i>EA</i>	<i>EB</i>
<i>E</i> 2	<i>E</i> 3	<i>EA</i>
<i>E</i> 1	<i>E</i> 2	<i>E</i> 3
	<i>E</i> 1	<i>E</i> 2
		<i>E</i> 1

Ces phénomènes ne sont pas mystérieux, ils sont logiques et même nécessaires dans beaucoup de cas ; les embryologistes, par exemple, ont montré que les êtres vivants se construisent grâce à des inducteurs qui agissent d'étapes en étapes au cours de l'embryogenèse. Le texte de Wolff, que nous venons de citer, fait allusion à ces inducteurs. Ainsi il est logique que, chez tous les vertébrés, il se forme au cours de l'embryogenèse, avant que n'apparaisse la vertèbre, une corde dorsale, organe ancestral très primitif car cette corde dorsale est nécessaire à la constitution de la vertèbre.

L'addition de caractères qui a provoqué la formation de l'animal *B* à partir de l'animal *A* n'est pas autre chose qu'une mutation. Ce fait devait être découvert quelques années après les exposés de Haeckel. Si cette mutation avait été défavorable ou non viable, l'animal *B* n'aurait pas existé. Si l'animal *B* a vécu, c'est parce que la mutation *B* était favorable. Supposons le cas simple où le caractère du sujet *B* correspond à la transformation d'un organe *aa* qui caractérise l'animal *A*. Le caractère *aa* s'est alors enfoncé dans l'embryogenèse. Mais il est logique qu'il apparaisse à son rang au cours de la genèse de l'animal *B* puisque le fait que *B* est *B* provient d'une transformation de l'organe *aa*.

La chronologie embryonnaire n'est donc pas autre chose qu'une conséquence du fait que la mutation qui a transformé l'organe *aa* en *bb* a provoqué par le fait même la naissance de l'espèce *B*. Ceci veut dire que l'organe *aa* apparaîtra avant l'organe *bb*. Dans ce cas, le gène induc-
teur de *aa* devra évidemment entrer en fonction avant le gène inducteur de *bb*.

Les ontogenèses préparantes du futur

Dans l'embryogenèse, la formation d'un caractère est produite par un gène qui entre en action à un moment déterminé et déclenche indirectement, par ses réactions, la naissance du caractère sur lequel il a pouvoir. Le gène peut être le produit de la mutation que nous avons imaginée ; par exemple, le gène qui produit le caractère *bb* est le produit de la mutation *bb*.

Haeckel avait déjà remarqué qu'il y avait des exceptions à la loi de récapitulation. Haeckel ne connaissait

comme exception que les caractères dits *coenogénétiques*, c'est-à-dire ceux qui assurent la vie des embryons (le placental est un organe *coenogénétique*). Plus tard le biologiste anglais De Beer a signalé de nouvelles exceptions aux phénomènes de récapitulation ; nous avons publié plusieurs travaux sur ces questions ; le plus récent a paru en 1971 dans la *Revue des Questions scientifiques*⁷.

On constate, notamment, parmi les exceptions à la loi de récapitulation, que les chronologies d'entrée en jeu des gènes ne sont pas rigoureusement ce qu'elles devraient être. Les schémas que nous avons décrits plus haut ne se produisent pas toujours avec cette rigueur. Il est alors logique de penser que de temps en temps un décalage des entrées en jeu des gènes fasse apparaître un caractère avant son heure.

Nous avons vu que, chez certains mammifères, il existe des dents très développées et en face d'elles, dans la lèvre, uneencoche. Si l'encoche apparaît avant la dent, c'est simplement parce que le gène encoche, pour une raison quelconque, a fonctionné avant le gène dent.

Nous voyons donc qu'il n'y a rien de mystérieux dans l'apparition d'une ontogenèse qui paraît préparer le futur, car cela vient seulement du fait que cette ontogenèse se développe avec un décalage par rapport à la chronologie normale.

d) Les orthogenèses — La croissance du cerveau et l'apparition de l'homme

Les descriptions que nous avons données plus haut, en imaginant une plaine peuplée de zèbres et de lions, ex-

⁷ M. DELSOL et H. TINTIANT, « Discussions autour d'un vieux problème : les relations entre embryologie et évolution »,

pliquent — nous l'avons déjà suggéré — les images d'orthogénèses que l'on a parfois interprétées comme étant dues à des forces extérieures à la matière.

Dans la plaine peuplée de zèbres et de lions, prise comme exemple, la patte devient de plus en plus longue avec le temps, simplement parce que le milieu ne change pas et que conséquent les animaux qui héritent d'une mutation « patte longue » ont plus de chances que les autres de survivre.

On a beaucoup parlé, il y a quelques années, de l'orthogénèse que montrait le développement du cerveau des vertébrés. Pour attirer l'attention sur ces phénomènes, un article remarquable des années 45 avait pour titre « Vers un plus grand cerveau ». Or, nous n'avons aucune raison, ici encore, de voir dans la croissance du cerveau autre chose qu'un phénomène dû au système mutation-sélection. Dès que les premiers réflexes conditionnés font leur apparition, il est évident que les animaux qui possèdent le cerveau le plus développé et ont les meilleures capacités de réflexes auront, en beaucoup de circonstances, plus de chances de survivre que les autres. Il est donc normal que le cerveau dans la lignée des vertébrés ait eu tendance à devenir de plus en plus gros. Notons d'ailleurs que ce phénomène s'est produit également sur plusieurs lignées d'invertébrés pour la même raison, et non pas parce qu'un « élan vital » poussait le développement cérébral.

Nous voyons du reste survivre et se développer, dans la nature, des espèces qui doivent leur prolifération à leur grand cerveau. Les tatous sont des animaux peu développés psychiquement. Ils ont tendance à disparaître parce

qu'ils sont détruits par les chiens ; mais il existe une espèce de tatou qui a envahi l'Amérique du Sud et qui ait même franchi le canal de Panama ; on a de bonnes raisons de penser que c'est parce qu'elle possède un cerveau plus développé. Les marsupiaux également ont tendance à disparaître dès qu'ils sont en concurrence avec les mammifères dont le cerveau est plus développé que leur ; il y a cependant une espèce, la sarigue, qui a justement un psychisme supérieur à celui des autres membres du groupe ; elle se répand de plus en plus.

Il peut se poser une dernière question : est-ce que l'image que nous fournit le monde vivant nous permet de reconnaître dans l'ensemble une poussée orthogénétique qui donne l'impression que l'arbre généalogique des êtres devait aller fatallement d'étapes en étapes jusqu'à l'homme ? Nous évoquons évidemment, ici, le finalisme qui se dégage de l'œuvre de Teihard de Chardin. Il existe, dans le premier tome des œuvres de cet auteur un dessin qui suggère de telles idées. Ce dessin, qui n'est peut-être qu'une image (l'auteur ne s'est pas expliqué sur ce point), est une généalogie de l'évolution où l'homme apparaît à l'extrême de la branche centrale, tandis que les autres ramasseurs sont présentés comme des branches latérales sans importance.

De toute façon, aucun zoologiste ne pourra reconnaître dans la forme de l'arbre généalogique des êtres vivants une image qui évoque une flèche. Cet arbre est un buisson ramifié de toutes parts ; il est très artificiel de placer un groupe plutôt qu'un autre en son centre.

e) Les problèmes du comportement

Un dernier problème soulève des difficultés qui sont, en apparence, plus importantes encore que les précédentes : dans quelle mesure peut-on admettre que le comportement animal relève, lui aussi, jusque dans ses « instincts » les plus mystérieux, d'un jeu de mutations triées par la sélection ?

Pour répondre à cette question, il nous paraît utile de rappeler quelques-uns des principaux comportements des êtres vivants. On reconnaît communément parmi ceux-ci les tropismes ou taxies, les réflexes, les instincts, les réflexes conditionnés, les actes intelligents.

On accepte facilement l'idée que les actes les plus élémentaires sont le produit de mécanismes, peut-être très complexes, mais uniquement physico-chimiques ; il est plus difficile de savoir où s'arrêtent les possibilités de la physico-chimie. Nous allons voir en examinant quelques exemples que les explications par la physico-chimie et par les mutations paraissent aujourd'hui nous satisfaire.

Tropismes ou taxies

Chacun sait que les tropismes les plus élémentaires, ceux des végétaux, sont dus à de simples variations de la taille des cellules. Lorsqu'une plante se courbe vers la lumière, c'est parce que les cellules qui y sont exposées ont tendance à être plus petites. Que la physico-chimie puisse expliquer complètement ce phénomène, personne n'en disconviendra.

Chez les animaux, les faits sont plus complexes. Si l'on place une araignée du genre *Epiblemmum* sur une ta-

ble entre deux lampes que l'on allume alternativement, l'araignée fera pendant longtemps le trajet de l'une à l'autre lampe. L'attraction qui la fait marcher se présente comme un phénomène absolument automatique. On pourra admettre facilement que ce phénomène est physico-chimique.

Les réflexes

Le réflexe est caractérisé par la transformation involontaire, consciente ou inconsciente, d'une excitation en réaction par l'intermédiaire de plusieurs neurones. Il peut être considéré comme inné, héreditaire et lié à une structure anatomique. Tous les êtres du niveau secondaire savent que, chez une grenouille sans tête, la patte exécute encore des mouvements commandés simplement par les neurones de la moelle épinière. Tout ce que nous savons aujourd'hui de la neurophysiologie suggère encore qu'ici tout est le fruit de mécanismes physico-chimiques dont la complexité est certainement considérable.

Ceux qui n'ont pas étudié ces problèmes pensent parfois que les réflexes, ainsi définis, ne représentent qu'une faible partie du comportement des êtres vivants. En réalité, l'être vivant effectue dans sa vie un nombre considérable d'actes qui ne sont que des associations plus ou moins importantes de réflexes, contrôlés par le système nerveux. La marche, la recherche d'une proie, la prise de nourriture sont des séries compliquées de réflexes, gouvernés et réglés par le cerveau.

C'est ici que s'introduit la notion de l'action intégrative du système nerveux. L'idée et le mot d'intégration ne sont pas nouveaux puisque c'est en 1906 que paraiss-

sait l'ouvrage célèbre de Sherrington : *The Integrative Action in the Nervous System*, mais il semble que c'est aujourd'hui seulement, après un demi-siècle, que la notion d'intégration arrive à maturité.

On comprend facilement la notion d'intégration en utilisant, pour définir ce terme, des explications analogues à celles des mathématiciens : un centre nerveux reçoit des influx de provenances diverses ; certains sont positifs, d'autres sont négatifs ; il en fait la somme et il émet lui-même, en conclusion de cette intégration, un influx sortant qui dépend en nombre, en fréquence, en direction des influx reçus.

Sherrington a défini les réflexes comme « l'unité fonctionnelle d'intégration nerveuse ». Le réflexe constitue, en effet, la forme la plus simple d'intervention du système nerveux, l'unité d'intervention du système nerveux. Des mouvements très complexes mais entièrement réflexes seront ainsi constitués par des associations de réflexes. La marche, par exemple, est une association très complexe de réflexes, plus ou moins simples, qui nous permet de nous déplacer dans une direction en effectuant, plus ou moins consciemment, toute une série de mouvements.

En utilisant cet exemple, nous allons voir comment un très grand nombre de réflexes peuvent être intégrés par le système nerveux et aboutir finalement à une mécanique régulière. La mise en marche de l'animal est commandée par le téлencéphale. Un vertébré supérieur auquel on a enlevé le téлencéphale est parfaitement capable de marcher, voire même de se relever s'il tombe, mais il faut, pour entraîner le début de son déplacement, une poussée artificielle. On ne peut pas le déclencher, le mettre en rou-

te en lui montrant une proie. C'est donc le téлencéphale (c'est-à-dire en fait le cortex cérébral) qui donne le signal de départ des mouvements de l'animal. Par contre, ce sont des éléments postérieurs au téлencéphale qui assurent la synthèse des réflexes de la marche, c'est-à-dire l'intégration des mécanismes du déplacement. Ainsi, par exemple, un animal privé de mésencéphale, mais ayant un bulbe intact, peut rester debout ; mais s'il est renversé, il ne se relève pas.

Évidemment, nous ignorons en grande partie ce qui se passe dans le téлencéphale ou dans le bulbe ; nous ignorons quel est le mécanisme, encore mystérieux, qui reçoit des impulsions des organes des sens et est capable d'en faire la somme et de renvoyer un ordre. Il est certain cependant qu'on ne voit pas comment le biologiste ne connaît pas dans ce phénomène des mécanismes uniquement physico-chimiques.

Réflexes et comportements instinctifs

Lorsque des comportements atteignent un degré de complexité tel que l'animal se livre à des activités qui ressemblent à celles que l'on considère comme dirigées par l'intelligence chez l'homme, on les appelle comportements instinctifs ; pendant longtemps, on les a nommés instincts.

On sait que les philosophes, autrefois, avaient défini le comportement animal comme instinctif et le comportement humain comme un comportement intelligent. Chez les philosophes, le terme d'instinct a été souvent mal accueilli. Ils craignaient d'y voir une notion imprégnée de méta-

physique. Mais, comme le font remarquer dans leur *Précis classique* Aron et Grassé⁸ :

... l'instinct n'est pas une « activité psychique mystérieuse » et ce terme désigne une réalité biologique...

et ils ajoutent :

... toute véritable manifestation instinctive implique une succession d'actes qui s'articulent avec précision et qui souvent semblent se déterminer les uns les autres selon un ordre caténaire. L'instinct, en dernière analyse, est peut-être fait uniquement de réflexes, de taxies, de réactions d'évitement, mais ces éléments s'y trouvent intégrés de façon à constituer un tout, lequel, par sa structure même, permet à l'animal de subsister, de procréer et de maintenir l'espèce.

Ainsi pour plusieurs auteurs, le comportement instinctif correspond à un scénario dirigé principalement par le système nerveux central qui règle l'ordre et la succession des actes, un peu comme il règle l'ordre et la succession des mouvements dans la mécanique de la marche. Certains comportements instinctifs, certaines parades nuptiales, par exemple, nous étonnent plus que la marche d'un animal se dirigeant vers une proie, simplement parce que nous ne sommes pas habitués à les voir quotidiennement et qu'ils ressemblent à des actes humains ; mais, en fait, il paraît évident que de tels comportements

instinctifs correspondent à un mécanisme en partie héréditaire, enchaîné à certaines étapes par des stimuli extérieurs associés à des apprentissages. De toute façon, ce comportement a pour responsables des gènes, exactement comme sont construits par des gènes au cours de l'embryogenèse certains organes complexes comme l'oreille ou l'œil.

L'étude des comportements instinctifs incite à se poser des questions sur leur origine phylogénétique ; certains sont tellement curieux que l'on a pu parfois se demander s'il ne fallait pas les attribuer à quelque « génie » de l'évolution.

Nos connaissances actuelles montrent que les instincts se forment et évoluent comme les structures anatomiques. La phylogénèse des instincts ne pose ni plus ni moins de problèmes que celle des organes complexes. L'apparition progressive d'un comportement dans une lignée évolutive se réalise probablement suivant les mêmes mécanismes que l'apparition des organes les plus délicats. Nous allons décrire un exemple probable de genèse de comportement, récemment découvert chez les batraciens.

On sait depuis longtemps que chez *Pipa pipa*, espèce sud-africaine, les œufs se développent dans des sortes de cavités qui se situent sur la peau du dos de la femelle. L'œuf puise sa nourriture, pendant son développement, dans un réseau sanguin qui s'aménage spécialement à cet effet au niveau des papilles d'incubation de la peau. On ignorait, jusqu'à ces dernières années, de quelle façon les œufs après la ponte étaient collés sur le dos. On avait pensé que la femelle plaçait ses œufs sur son dos grâce à une évagination du cloaque qui se formait momentané-

⁸ 8^e édition, 1966, p. 596.

ment au cours de la ponte. Récemment le biologiste Rabb, ayant pu observer ce phénomène, a montré qu'il n'en était rien. Le couple de *Pipa pipa* enlacé au fond de l'eau effectue, lorsque la femelle a besoin de respirer, un saut périlleux qui l'amène jusqu'à la surface. Au cours de ce saut périlleux, la femelle arrive en haut du cristallisoir, aspire de l'air et pond presque en même temps. Les œufs retombent alors sur son dos et s'y fixent.

Or chez une espèce très voisine, mais plus primitive, *Hymenochirus boettgeri*, on observe les phénomènes suivants : lorsque le couple est formé, il reste d'abord au fond de l'aquarium, puis la femelle entraîne le mâle vers la surface pour respirer. Ce mouvement est accompagné d'un saut périlleux presque semblable au précédent au cours duquel la femelle pond. Ce saut périlleux ressemble à celui de *Pipa pipa* mais, ici, les œufs en tombant ne s'accroient pas au dos de la femelle.

Il paraît difficile de ne pas reconnaître dans le phénomène qui a transformé le réflexe d'*Hymenochirus* en celui de *Pipa pipa* une série de mutations.

CONCLUSION

Tout ce que nous pouvons conclure de cette étude, c'est que la matière vivante, à partir du moment où elle fut constituée, c'est-à-dire à partir du moment où ont existé des cellules capables de muter¹⁰, nous apparaît

que les comportements instinctifs les plus complexes — ceux qui évoquent un être intelligent — peuvent fort bien eux aussi s'expliquer par les mutations ; nous avons voulu attirer l'attention des philosophes sur le fait qu'il fallait être extrêmement prudent avant de refuser de reconnaître que des causes secondes parfaitement analysables par la science pouvaient expliquer toute l'histoire de la

vie sur la terre, y compris celle des comportements les plus étranges du monde animal. Aussi, nous pouvons conclure avec Abelos⁹ :

Les données génétiques, bien que malheureusement encore peu nombreuses, permettent d'affirmer qu'il existe normalement dans les espèces animales une variabilité génotypique des caractères des réactions innées et une variabilité des aptitudes à l'apprentissage qui sont susceptibles de fournir la base d'une évolution éthologique par sélection sous ces deux aspects. Les aptitudes à l'apprentissage, par exemple, sont l'objet de variations individuelles chez les Singes supérieurs comme chez l'Homme.

⁹ « Comportement animal et évolution », dans *Bulletin de Psychologie*, 1963, p. 617.

¹⁰ Nous n'avons pas cherché à traiter dans ce texte du problème relatif à l'origine de la vie sur la terre, c'est-à-dire de la formation des premières cellules capables de muter. On sait que les biologistes pensent presque tous aujourd'hui que la possibilité de la matière à fabriquer de la vie existait dans les atomes de carbone, d'hydrogène et d'azote qui constituaient — il y a trois milliards d'années — la matière fon-

capable d'évoluer vers la fourmi, le hérisson, la sarigue, un être possédant un gros cerveau ou les instincts les plus mystérieux du monde animal. La formation de la pince du crabe, les coaptations les plus étranges, l'œil ou le cerveau étaient possibles, au milieu sans doute de beaucoup d'autres organes que la nature n'a pas fabriquées, dès les premières cellules équipées d'un acide nucléique.

On notera également que ces explications permettent parfaitement de comprendre les réflexions des philosophes qui ont insisté sur la « globalité » de l'être vivant, sur le fait que, dans chaque individu, les diverses parties concourent toujours à la bonne marche du tout. On comprendra aisément que les jeux de la sélection ont éliminé, à chaque étape de l'histoire de la vie, des mutants qui présentaient un organe en non-concordance avec cette globalité de l'être.

IV. Du mécanicisme au finalisme moderne : les deux niveaux de réflexion de la science

DEVANT l'échec évident du finalisme classique, le biologiste, pour expliquer les problèmes que soulève l'existence du monde vivant, peut être tenté par deux autres explications : le mécanicisme matérialiste ou une forme nouvelle de finalisme.

Le mécanicisme matérialiste peut être dialectique comme celui des marxistes, ou classique comme celui que représentaient en France, il y a quelques décennies, Le Dantec ou Matisse, et qu'adoptent aujourd'hui Jean Rosrand ou Monod. Quoi qu'en pensent les marxistes, les deux explications sont identiques quant au fond, la première n'étant en quelque sorte qu'un complément de la seconde. Les arguments de ces mécaniciques ne peuvent nous satisfaire pour les raisons suivantes :

Le mécanicisme matérialiste peut être dialectique comme celui des marxistes, ou classique comme celui que représentaient en France, il y a quelques décennies, Le Dantec ou Matisse, et qu'adoptent aujourd'hui Jean Rosrand ou Monod. Quoi qu'en pensent les marxistes, les deux explications sont identiques quant au fond, la première n'étant en quelque sorte qu'un complément de la seconde. Les arguments de ces mécaniciques ne peuvent nous satisfaire pour les raisons suivantes :

Le mécanicisme matérialiste peut être dialectique comme celui des marxistes, ou classique comme celui que représentaient en France, il y a quelques décennies, Le Dantec ou Matisse, et qu'adoptent aujourd'hui Jean Rosrand ou Monod. Quoi qu'en pensent les marxistes, les deux explications sont identiques quant au fond, la première n'étant en quelque sorte qu'un complément de la seconde. Les arguments de ces mécaniciques ne peuvent nous satisfaire pour les raisons suivantes :