

Zeitschrift: Revue de Théologie et de Philosophie
Herausgeber: Revue de Théologie et de Philosophie
Band: 24 (1936)
Heft: 98

Artikel: Déterminisme et finalité en biologie
Autor: Guyénot, Emile / Reymond, Arnold
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-380286>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

DÉTERMINISME ET FINALITÉ EN BIOLOGIE

I. *Les biologistes et les causes finales.*

Avant d'examiner comment se présente la question de la finalité en biologie, je voudrais préciser quelle est, en général, l'attitude des biologistes vis-à-vis du problème des causes finales.

C'est un fait que l'immense majorité d'entre eux refuse de le prendre en considération, parce qu'il est en dehors des limites de la science positive. Ils estiment qu'il est du domaine de la pure métaphysique.

Il est, en effet, certain qu'il n'y a pas, dans le cadre de la science tel qu'il a été défini par le *positivisme*, de place pour une explication par la finalité. Reprenant la pensée de Bacon pour lequel « le but vrai et légitime de la science n'est autre que de doter la vie humaine de nouvelles inventions et de nouvelles richesses », Auguste Comte a assigné comme but à la science la prévoyance des événements par la connaissance des lois : de là, une possibilité d'action, une prise de possession plus complète de la nature par l'homme.

Pareil pragmatisme supprime de la science toute spéculation. La science positive ne doit que collectionner des faits et rechercher les rapports qui les unissent ; elle est la connaissance des rapports, des lois qui les formulent. L'hypothèse n'est légitime que si elle porte sur les lois des phénomènes et non sur leur mode de production. Il résulte de cette prudente restriction de l'effort scientifique que le savant ne doit jamais se préoccuper de la nature des choses ni du sens des lois dont il constate l'existence. Limitant son travail à l'enregistrement de rapports, il doit, par principe, renoncer à les

expliquer et à les comprendre. Il ne pourrait le faire sans formuler des hypothèses dangereuses. Dès lors, si la science positive n'a pas à se préoccuper du *comment* des phénomènes, il lui est encore plus étranger de rechercher le *pourquoi* des choses.

* * *

Mais le positivisme strict a fait faillite. Il n'est, je crois, pas un savant à l'heure actuelle, même parmi ceux qui se réclament le plus du positivisme, qui puisse se satisfaire de cette science étriquée, mesquine et sans grandeur. Aucun savant digne de ce nom ne peut se contenter d'enregistrer des faits et des lois sans chercher à les comprendre. L'explication est pour nous un besoin nécessaire et légitime.

La *physique*, cette science exacte que l'on place, dans les classifications, immédiatement après les mathématiques, n'est-elle pas devenue la moins strictement positive des sciences ? Quels n'auraient pas été la médiocrité et le terre-à-terre d'une physique conforme au dogme du positivisme lorsqu'on les compare à l'envol magnifique de la physique moderne qui nous apporte une vision pénétrante de la constitution de la matière, plus encore, qui nous conduit à la notion résiduelle d'indétermination et nous entraîne ainsi jusqu'aux limites de l'entendement humain !

Tout physicien est doublé d'un métaphysicien qui croit à l'existence d'objets, qui suppose que notre esprit est capable de pénétrer, dans une certaine mesure, le réel, qui cherche à préciser, d'une façon de plus en plus serrée, la nature des choses. Les physiciens modernes ne considèrent-ils pas l'atome comme une indiscutable réalité ? N'ont-ils pas été conduits à en mesurer la grandeur par des méthodes qui apportent une quasi-certitude ?

Sans doute, au cours de ces spéculations, si étrangères à la science positive, le physicien n'a pas à se demander le pourquoi des phénomènes. Il n'a pas à rechercher dans quel but une molécule décrit sa trajectoire hésitante ni en vue de quelle fin un corps radio-actif subit l'essaimage de ses électrons. Parce qu'elle est essentiellement déterministe, la physique a pu se permettre ces envols métaphysiques qui en font la grandeur et aussi la poésie, sans que le monde de la science en ait été trop fortement choqué.

* * *

La situation est infiniment plus délicate pour les biologistes parce que, dès ses origines, la science de la vie s'est trouvée, à tort ou à raison, imprégnée de finalité. Elle l'est dans ses théories, dans le langage même dont elle se sert.

Tout homme qui réfléchit a confusément l'impression que l'être vivant est construit *pour* vivre, en vue de résister aux innombrables forces de destruction qui menacent sa fragile individualité. Personne ne paraît penser que le cœur n'ait pas été réalisé *pour* faire circuler le sang, le poumon *pour* permettre la respiration, le rein *pour* assurer la dépuración urinaire. Le simple terme de *fonction* n'implique-t-il pas l'idée d'un rôle à jouer, d'un but à remplir, d'une fin ?

Il semble qu'il sera presque impossible de chercher à comprendre l'évolution de la vie au cours des temps passés, la construction d'un organisme actuel, le fonctionnement harmonieux de ses parties, ses innombrables et complexes corrélations physiologiques, sans que l'on soit tenté de considérer le perfectionnement de l'organisme, le maintien de son individualité comme un principe d'explication.

Sans doute, nous l'avons vu, la plupart des biologistes rejettent, *a priori*, toute intervention de la finalité, en se réclamant de la discipline de la science positive. En droit ils ont raison, puisque celle-ci exclut toute tentative de compréhension et d'interprétation. Mais alors pourquoi tolèrent-ils que le monde de la physique et de la chimie soit l'objet des plus audacieuses spéculations métaphysiques ? Il semble, à la réflexion, que le positivisme ne soit ici qu'un prétexte.

La notion de finalité s'est toujours trouvée associée à d'autres conceptions, *animistes* ou *vitalistes* : ou bien c'est l'âme qui est considérée comme le principe animateur de la matière vivante, capable de la diriger en vue d'une fin déterminée ; ou bien l'on imagine, superposé à la matière vivante, un principe directeur, force vitale suprasensible, qui assignerait à la matière vivante son but et lui imposerait l'orientation propre à le réaliser. Même si l'on renonce à l'existence d'une force vitale autonome, on est conduit à admettre que la matière vivante est essentiellement différente de la matière inorganisée, puisqu'elle porterait en elle son but, qu'elle impliquerait un facteur d'ordre, un principe de finalité.

Quelle que soit la nature de l'hypothèse, *finalisme implique dualité* : dualisme de l'âme et du corps ; dualisme de la matière vivante et du principe vital ; dualité de la matière vivante et de la matière inorganisée. Et c'est, en somme, parce que l'intervention de la finalité

est absolument inconciliable avec le monisme matérialiste que nombre de savants en rejettent *a priori* la possibilité.

Ce n'est pas tant au nom d'un positivisme, qui est de toute part largement dépassé, que nombre de biologistes s'insurgent contre la notion de finalité, mais plutôt en raison de leur attachement à un système philosophique d'inspiration matérialiste.

Cependant beaucoup de savants n'ont pas fait un choix définitif et conscient entre le matérialisme et le spiritualisme ; ils sont cependant des monistes qui s'ignorent.

La biologie, la plus jeune des disciplines scientifiques, a emprunté aux sciences exactes leurs méthodes et leurs principes. Déjà, par cette technique, elle a obtenu des résultats magnifiques.

La biologie a connu l'ère des explications puérides, basées sur une conception grossière de la finalité. Elle a vu ces soi-disant explications s'écrouler devant une analyse expérimentale serrée qui nous a révélé le déterminisme des phénomènes vitaux.

Il est donc naturel que le biologiste, encouragé par des résultats presque inespérés, soit devenu résolument déterministe. Il est arrivé à la conviction que le monde de la vie obéit aux mêmes lois générales que celui de la nature inanimée. Il a la persuasion que la science arrivera à expliquer les phénomènes de la vie par l'application du seul principe de causalité. L'appel à la finalité lui apparaît superflu, puisqu'aussi bien le domaine où on pourrait l'invoquer va se rétrécissant chaque jour et s'identifie avec celui de ce qui reste à connaître, de ce que n'a pas pu résoudre encore l'analyse expérimentale.

Attitude heureuse, il faut le proclamer, car c'est elle qui a permis les plus grands progrès de la physiologie et de la biologie. Croyance féconde, car elle élimine une explication trop facile des phénomènes de la vie par une application d'un principe de finalité qui constitue trop souvent un mol oreiller de paresse et une source d'illusions.

C'est, en somme, un monisme empirique, ne procédant pas d'une conception générale du monde mais de la *constatation d'un déterminisme universel*, qui conduit la majorité des biologistes à se désintéresser du problème des causes finales.

Cependant cette attitude est moins rationnelle que beaucoup ne le pensent. C'est une conception un peu simpliste qui oppose systématiquement déterminisme et finalité. On pourrait être finaliste, même en admettant que tous les phénomènes de la vie obéissent,

comme ceux de la matière inanimée, au principe de causalité et peuvent être résolus en une chaîne de causes et d'effets. Car, lorsqu'on envisage les phénomènes, non plus dans leur détail, mais dans leur ensemble, lorsqu'on se place, pour les examiner, sous un angle différent, ne révéleront-ils pas des directions, des tendances, des régulations qui imposeraient l'idée d'un principe directeur, utilisant le déterminisme causal pour la réalisation du but poursuivi ?

La situation est désormais nette. *Le savant renonce à admettre a priori une finalité qui dépasse ses moyens de recherche et échappe, en quelque sorte, à son étreinte.* Il a confiance dans le succès de ses moyens d'investigation qui lui ont révélé le déterminisme des phénomènes vitaux et étendent chaque jour le domaine de ce qui est explicable par la simple causalité.

Il ne se résoudra, sous bénéfice d'inventaire, à admettre *a posteriori*, l'intervention d'un principe de finalité que si l'analyse lui fait reconnaître, dans la marche générale des phénomènes de la vie, un ordre qui dépasse le cadre de la simple causalité.

II. *L'adaptation des organismes.*

Rien ne paraît plus favorable à la notion de finalité que la constatation d'une harmonie entre la structure et le genre de vie, d'une adaptation universelle des organismes à leurs conditions d'existence. Pendant longtemps, le « besoin pour vivre » a été la seule explication de cette adaptation.

L'idée d'adaptation représente, en partie, une survivance de l'ancienne conception créationniste. Lorsque l'on admettait que les animaux et les plantes avaient été directement créés tels que nous les voyons aujourd'hui, il était naturel de penser que le Créateur les avait doués de tout ce qui était nécessaire à leur existence.

« Si l'on vient à examiner les animaux », disait Bernardin de Saint-Pierre, « on n'en trouve aucun de défectueux dans ses membres, si on a égard à ses mœurs et aux lieux où il est destiné à vivre... Il fallait de longues jambes et un long cou aux hérons, aux grues, aux flamants et aux autres oiseaux qui marchent dans les marais et qui cherchent leur proie au fond des eaux... Aucun animal n'a manqué d'un membre nécessaire et n'en a reçu d'inutiles... Ce qui nous paraît, au premier coup d'œil, une déféctuosité dans les animaux est, à coup sûr, une compensation merveilleuse de la Providence et ce serait une exception

à ses lois générales si elle en avait d'autres que l'utilité et le bonheur des êtres. »

C'est par une application automatique de ce principe que, pour expliquer des organes de forme surprenante, des structures anormales et inattendues, les naturalistes ont imaginé, de bonne foi, des mœurs, des genres de vie, des fonctionnements susceptibles de faire rentrer toutes les particularités anatomiques dans le cadre général de l'adaptation. Les livres sont encore encombrés de ces erreurs qu'une étude plus précise des mœurs ou de la physiologie des organismes a déjà souvent mises en lumière. Il y a dans le domaine des adaptations de manifestes exagérations.

Lorsque le transformisme fut formulé par Lamarck, à l'orée du XIX^e siècle, son auteur dut nécessairement mettre l'adaptation au premier plan de ses préoccupations. Vous connaissez les grandes lignes du système lamarckien. La vie, apparue sous une forme très simple, est allée en se diversifiant et en se transformant au cours des temps. Le principe de cette évolution ne se trouve pas dans les organismes, mais dans les variations du milieu extérieur, de l'ambiance. Lorsque ces conditions changent, elles font naître chez l'animal des besoins nouveaux. Nous dirions, dans le jargon moderne, qu'elles modifient son comportement. Ces variations entraînent de nouvelles habitudes, de nouveaux fonctionnements. Les organes, les parties qui fonctionnent beaucoup iront en s'hypertrophiant, en se perfectionnant ; les parties qui cessent de fonctionner iront en s'atrophiant et finiront par disparaître.

Ainsi, les habitudes, l'usage et le non-usage modèleront les organismes, les transformeront tout en les mettant en harmonie avec leurs conditions d'existence, en les adaptant toujours mieux à leur genre de vie. L'adaptation se confond ici avec la variation ; elle est un phénomène primaire de l'évolution.

La conception de Lamarck a souvent été présentée comme essentiellement déterministe. Elle paraît correspondre, en effet, à un simple enchaînement causal : variation du milieu ; changements d'habitudes ; modelage des organes par le fonctionnement ; adaptation. Il n'est cependant pas difficile de montrer qu'elle implique nécessairement un principe de finalité.

L'hypertrophie par l'usage et l'atrophie par le non-usage sont valables pour un muscle, une articulation, un viscère. Mais l'évolution ne se résume pas en hypertrophies et atrophies d'organes.

Elle comprend l'apparition de parties entièrement nouvelles, des modifications dans le nombre des parties, dans leur structure, dans leurs rapports, qui sont inexplicables par les effets supposés de l'usage et du non-usage. L'explication lamarckienne n'est valable que si l'on admet dans la matière vivante *une capacité heureuse de réaction*, grâce à laquelle elle peut acquérir, au moment voulu, sous l'influence du besoin, les parties nécessaires, les organes utiles, les structures indispensables.

Pour beaucoup de lamarckiens, ce « besoin » est devenu un principe d'explication. Les ancêtres des bovidés ont acquis des cornes sur le front parce que, dépourvus de mains, ils en avaient besoin pour combattre. Les escargots ont acquis des tentacules parce qu'ils en avaient besoin pour palper les objets. Ces exemples sont de Lamarck. Plus près de nous, un apôtre du lamarckisme, Kammerer, considère que si les crapauds accoucheurs mâles n'ont pas, comme les autres Batraciens, des pelottes cornées sur les mains, c'est parce que s'accouplant sur terre et non dans les eaux ils n'en ont pas besoin pour saisir les femelles. Il devrait suffire de les amener à se reproduire dans l'eau pour que des excroissances digitales se développent, puisque le mâle en aurait alors besoin pour mieux saisir la peau visqueuse de sa conjointe.

L'explication lamarckienne, en apparence déterministe, est, en réalité, pénétrée de finalité.

Aucun naturaliste, au courant des progrès de la physiologie, de la génétique et de la biologie expérimentale, ne peut admettre aujourd'hui la conception de Lamarck. La pierre angulaire du système était cette hérédité des caractères acquis par les parents sous l'influence du fonctionnement, sans laquelle aucune progression ni régression, c'est-à-dire aucune évolution ne seraient possibles. Or, nulle corrélation nerveuse ou humorale ne permet de comprendre comment une variation du corps, du soma, pourrait retentir spécifiquement sur les glandes génitales, sur le germen qui représente potentiellement les générations futures. Aucune expérience n'a réussi d'ailleurs à mettre en évidence un pareil retentissement.

* * *

Comment se présente dès lors aujourd'hui le problème de l'évolution et de l'adaptation ?

Nous savons que les espèces linnéennes ne sont que des cadres

dans lesquels nous groupons plus ou moins légitimement un nombre souvent considérable d'*espèces élémentaires* ou races qui sont les véritables unités biologiques. Chacune de ces espèces élémentaires possède un patrimoine héréditaire formé de milliers de gènes qui sont d'une très grande stabilité. Les espèces élémentaires diffèrent les unes des autres par la constitution d'un, deux ou quelques gènes.

Tant que, dans une espèce élémentaire, la somme des gènes demeure identique à elle-même, les individus des générations successives conservent les mêmes caractères. Sans doute, en raison de la variabilité des circonstances extérieures, ils ne seront pas identiques et présenteront une certaine variabilité fluctuante. Mais cette variabilité reste purement individuelle, somatique, elle n'affecte en rien le patrimoine héréditaire et ne se transmet pas à la descendance, ainsi que l'ont établi les essais de sélection expérimentale. En dépit de cette fluctuation superficielle, l'espèce élémentaire reste semblable à elle-même ; elle est pratiquement fixe ; l'expérience nous a révélé, derrière l'apparence de fluctuation, l'extraordinaire stabilité de la vie.

Dès lors comment a pu se produire une évolution qui suppose nécessairement l'apparition de variations héréditaires, capables de produire des espèces élémentaires nouvelles ?

Chaque fois que l'on élève des animaux ou que l'on cultive des plantes, de manière à disposer de dizaines de milliers d'individus, on voit se produire, à coup sûr, de ces variations héréditaires ou *mutations*. Elles consistent dans un changement de constitution d'un gène ou dans un remaniement de la structure des chromosomes qui sont les parties de la cellule renfermant les gènes. Il en résulte aussitôt, dans la forme ou les caractères des descendants qui reçoivent ce patrimoine héréditaire modifié, des variations plus ou moins considérables qui seront désormais caractéristiques de la nouvelle espèce qui vient de prendre naissance. Nous savons que ces mutations surviennent dans la nature et l'on a pu suivre, dans certains cas, de véritables phénomènes d'évolution produits par de telles mutations successives.

Ces mutations qui sont, par définition, immédiatement héréditaires et dont la nature évolutive n'est pas douteuse, surviennent à l'improviste, brusquement, suivant un pourcentage qui varie, selon les organismes, entre 1 pour 100 et 1 pour 10 000. Dans un récipient contenant quelques milliers de mouches constituant une génération, on verra, par exemple, apparaître *un* individu qui aura des yeux

blancs au lieu de rouges ou des ailes trop courtes. C'est un mutant. Elevé dans les mêmes conditions de nourriture, de température, d'atmosphère, dans le même bocal que ses frères et sœurs, ce mutant surgit sans que rien puisse expliquer la cause de son apparition.

La mutation se présente comme un accident survenu au cours des phénomènes d'autosynthèse, grâce auxquels chaque gène accroît normalement sa masse en conservant sa structure spécifique. En accélérant les réactions chimiques qui sont à la base de cette synthèse, par une élévation de température, par exemple, nous pouvons accroître considérablement le pourcentage de ces accidents que sont les mutations.

Une autre particularité des mutations, c'est que, suivant le gène intéressé, elles peuvent modifier les organes les plus divers et dans des sens quelconques. Elles n'ont aucun caractère adaptatif nécessaire. Elles peuvent être bonnes, indifférentes ou nuisibles par rapport au genre de vie des organismes. La plupart sont même *léthales*, en ce sens qu'elles entraînent la mort précoce des embryons.

Ces mutations désordonnées sont les *seules* variations héréditaires que nous ayons constatées, les seules avec lesquelles nous puissions essayer de construire une explication du mécanisme de l'évolution qui ne soit pas purement théorique.

C'est ici que l'on peut faire intervenir la notion de sélection naturelle introduite par Darwin, mais une notion revue et corrigée. La sélection n'a pas le caractère impératif que lui avait accordé Darwin. La lutte pour la vie n'est pas assez impitoyable pour que les plus petites variations utiles soient conservées et les plus petits caractères nocifs éliminés. Les grandes causes de destruction des organismes n'ont rien à voir avec l'utilité ou la nocivité des particularités qu'ils présentent. Quand une mare se dessèche, les milliers de têtards qu'elle renferme sont tous détruits, quelles que soient la longueur de leur queue, la coloration de leur peau ou l'activité de leur suc gastrique. Il est absurde de croire que ce sont nécessairement les animaux qui auront une corne un peu plus longue de quelques millimètres, une aile un tantinet plus grande, qui courront un peu plus vite, qui survivront nécessairement. Telle particularité, qui dans une circonstance peut être nuisible, pourra assurer le salut de l'individu en une autre conjoncture. Enfin, chaque être est une somme de caractères favorables, indifférents ou désavantageux et c'est une méthode défectueuse que de raisonner sur un caractère unique en faisant abstraction de tout le reste de l'organisme.

Ces considérations conduisent à n'envisager la sélection que comme un tri approximatif, éliminant sans doute le pire, mais laissant subsister bien des particularités sans valeur, inutiles ou même nuisibles. L'adaptation réalisée par un tel mécanisme doit donc être très relative.

Or, c'est précisément ce que nous montre le tableau de la nature actuelle lorsqu'on l'examine, non plus avec les yeux de la foi, mais à la lumière d'une critique basée sur des observations précises.

Sous le nom d'adaptations à tel ou tel genre de vie, on cite toujours les mêmes exemples, un certain nombre restreint de cas particuliers : patte de la taupe, cou de la girafe, palmure des oiseaux aquatiques, nageoires des Cétacés, qui correspondent à quelque chose d'exceptionnel. Envisagés dans le cadre des mutations, ces dispositifs nous apparaissent comme la conséquence de variations de grande amplitude, véritables monstruosité héréditaires, semblables à celles que nous voyons à chaque instant se produire autour de nous. Déjà Buffon, avec un sens pénétrant, avait signalé le caractère tératologique de tant d'organes qui sont, disait-il, « une de ces singularités ou déficiences, restes des essais imparfaits que, dans les premiers temps, dut produire et détruire la force organique de la nature ». Certains groupes d'animaux, tels que les Edentés et les Cétacés, sont de véritables collections de monstruosité, souvent à la limite des conditions compatibles avec la survie.

Par contre, l'immense majorité des animaux ne présentent aucun de ces dispositifs spécialement frappants et cependant ils vivent, se reproduisent, se multiplient à la surface du globe aussi bien et généralement mieux que les êtres porteurs des plus célèbres adaptations. La taupe est réduite à vivre en grande partie sous terre ; ses pattes, bonnes pour fouir, lui confèrent une démarche lourde ; elle est incapable de gravir un monticule sans rouler sur elle-même comme une boule. Un séjour prolongé en dehors de l'humidité souterraine la tue. La vue lui serait bien utile lorsqu'elle sort chaque matin pour chercher, à la surface du sol, les insectes dont elle se nourrit. Comparez-la au rat, qui n'a aucun dispositif adaptatif particulier, qui peut également courir, sauter, grimper, nager, fouir et dont la fécondité et la résistance sont considérables. Le voilà, le véritable adapté.

Ce tableau de l'adaptation réelle correspond bien à ce que l'on pouvait attendre d'une évolution résultant de mutations se faisant en tous sens, sans relation avec le genre de vie, se produisant au hasard, et d'une sélection très approximative, susceptible tout au plus d'éli-

miner les ensembles trop défavorables. Nous voilà loin du tableau idyllique du doux Bernardin de Saint-Pierre.

Il serait cependant vain de dissimuler le caractère incomplet de la conception mutationniste moderne qui repose, en somme, sur une suite de hasards et représente la moins finaliste des théories de l'évolution. Théorie qui n'est pas sans grandeur, puisqu'elle fait sortir par le seul jeu des forces naturelles d'une somme d'accidents et d'événements fortuits ce monde organisé, que nous avons accoutumé de considérer comme l'expression d'une immanente finalité.

« Tant que l'on ne considère qu'un groupe homogène, construit suivant un même plan d'organisation, on conçoit assez aisément comment les mutations ont pu, sur ce thème, broder les innombrables variations d'où sont sortis les types des espèces, des genres, des ordres ou même des classes d'êtres organisés. Nous comprenons comment, agissant sur les ébauches des ailes des insectes, les mutations ont pu les rendre coriaces ou membraneuses, grandes ou petites, réduire à l'état de balanciers les ailes postérieures ou même déterminer l'atrophie plus ou moins marquée de ces parties, sans compter les innombrables variations possibles dans la structure, la nervation, la pilosité, la coloration. De même, étant donnée l'ébauche du membre d'un mammifère, il est loisible de rattacher à une série de mutations les divers types de déformation, de réduction, de soudure qui caractérisent la patte dans ce groupe zoologique ».

Par contre, comment comprendre l'acquisition par un ancêtre aptère de l'ébauche des ailes des insectes ou par un ancêtre des vertébrés des rudiments des membres ? Comment concevoir que ces parties aient pu devenir fonctionnelles, c'est-à-dire qu'elles aient présenté par hasard le concours d'une forme et d'une structure adéquates, qu'elles aient rencontré les insertions, les muscles moteurs, les nerfs, les vaisseaux, les connexions physiologiques multiples et complexes nécessaires pour que l'organe nouveau ne soit pas un moignon quelconque, mais une partie organisée et fonctionnelle ?

La théorie mutationniste se heurte là à une véritable impossibilité.

III. *La construction de l'organisme.*

Pour essayer de résoudre cette difficulté, il faut quitter le domaine de la génétique et pénétrer dans celui de la mécanique embryonnaire.

C'est, en effet, dans le cytoplasme de l'œuf que se passent les phé-

nomènes de détermination, de mise en place des ébauches, d'où résulte ce type d'organisation dont les variations génétiques ne font que modifier plus ou moins superficiellement les modalités.

Rappelons d'abord en quelques mots la marche du développement embryonnaire.

En premier lieu, l'œuf subit une série de divisions caryocinétiques et se partage ainsi en 2, 4, 8, 16, etc. cellules ou blastomères. Pour chaque œuf, ce morcellement ou segmentation se fait suivant des plans définis et constants. Ce travail aboutit à la formation d'une sphère creuse, la morula, puis la blastula.

Bientôt la sphère blastuléenne se transforme, par l'enfoncement du pôle végétatif à l'intérieur de l'hémisphère animal. Il en résulte une larve à deux feuillet, ectodermique et endodermique, la gastrula. Par divers procédés, des cellules se détachent et constituent le feuillet intermédiaire ou mésoderme.

A partir du moment où ces trois feuillets sont formés, commence l'organogénie ou construction des ébauches d'organes. Ici encore, une très grande régularité préside aux phénomènes de plissement, d'invagination, de différenciation qui mettent en place et définissent ces ébauches.

L'étude statique de ces divers processus a établi que ce sont toujours les mêmes cellules qui donnent naissance aux mêmes organes ou parties d'organes. Nous sommes donc en présence d'un mécanisme précis et parfaitement réglé.

Lorsque l'on cherche à caractériser ce qui se passe au cours du développement embryonnaire, on constate que ce dernier consiste dans l'établissement d'une diversité à partir d'un matériel qui nous paraît homogène. Cependant cette homogénéité de l'œuf n'est qu'une illusion due à l'imperfection de nos moyens d'observation. Toujours, l'œuf présente, dès le début, souvent lorsqu'il n'est encore qu'un ovule inclus dans l'ovaire, un axe définissant les pôles animal et végétal et une stratification de matériaux, souvent diversement pigmentés, autour de cet axe primaire.

Bientôt, des remaniements et déplacements de ces matériaux colorés permettent de reconnaître l'établissement d'un plan de symétrie bilatérale qui coïncide avec l'axe primaire. Plus tard, d'autres plans, frontal et transversal, se trouvent définis.

Un des premiers résultats de l'embryologie causale a été de révéler l'existence de *localisations germinales*, c'est-à-dire de territoires de

L'œuf dont la présence est nécessaire pour la réalisation de tels ou tels organes. L'œuf d'un mollusque, le Dentale, donne naissance à une larve en forme de toupie, portant une touffe apicale de grands cils à son sommet, trois ceintures ciliées et un lobe posttrochal correspondant à l'hémisphère austral. Au moment où l'œuf se divise en deux cellules AB et CD, le protoplasme forme une hernie temporaire qui se réduit en rentrant dans le blastomère CD. Or si, à ce moment, on ampute la hernie, le développement continue, mais il se forme un embryon qui n'a ni touffe apicale, ni lobe posttrochal.

Si, au stade à deux cellules, on sépare les blastomères AB et CD, chacun d'eux se développe. Toutefois, AB, qui manque de la substance de la hernie, forme une larve incomplète, tandis que CD, qui a reçu cette substance, constitue un embryon complet, mais petit.

Lorsque ces deux cellules se redivisent, la hernie se reforme et pénètre ensuite dans le blastomère D. Des quatre cellules, A, B, C et D du stade 4, seule D, renfermant la localisation germinale nécessaire, peut, après isolement, donner naissance à une larve miniature mais complète.

On peut ainsi suivre, expérimentalement, la répartition de la localisation germinale à travers les divisions cellulaires. Nous ne savons pas avec certitude si ces localisations correspondent à des substances spécifiques ou à des centres d'activités spécifiques. Ce qui est certain, c'est que leur existence nous révèle dans l'œuf un *certain degré d'hétérogénéité constitutionnelle* qui est à la base de l'établissement de cette diversité qui caractérise le développement embryonnaire.

Cette hétérogénéité de l'œuf s'accroît d'ailleurs au cours du développement. C'est ce que va nous montrer l'histoire de l'œuf de Batracien.

Au début, chaque partie de l'œuf est encore équipotente, possède des potentialités totales que l'expérience peut révéler. Ainsi, si l'on divise un œuf de triton en deux moitiés, chacune de celles-ci est capable de donner naissance à une larve petite, mais complète. Toutefois, ce résultat n'est obtenu que si la section coïncide avec le plan de symétrie, c'est-à-dire si les deux moitiés sont, au point de vue de leurs axes et de leurs matériaux, l'image l'une de l'autre.

Cette équipotentialité théorique des diverses parties de l'œuf persiste jusqu'au début de la gastrulation. Dans une jeune gastrula, on peut délimiter une aire dorsale superficielle, en forme de croissant, qui est destinée à former le système nerveux central : c'est la plaque

médullaire présomptive. Prélevons un fragment de cette plaque médullaire future et transplantons-le dans la région de la future peau du ventre. Ce fragment change de destinée ; grâce à ses potentialités totales latentes, il peut s'adapter à son nouvel emplacement et donner un simple fragment de peau du ventre. Réciproquement, une rondelle de peau du ventre présomptive, transplantée dans l'aire médullaire future, se développe en collaboration avec les cellules qui l'entourent et donne une partie du cerveau, de la moëlle ou de la vésicule optique.

A ce moment, les parties de l'œuf n'ont encore qu'une détermination labile. Soumises à d'autres influences déterminantes, elles peuvent acquérir une autre destinée et extérioriser ainsi certaines de leurs potentialités totales latentes.

Cependant, ce renversement de la destinée normale devient de plus en plus difficile. Lorsque la gastrulation est achevée, il est désormais impossible. Un fragment de l'aire médullaire présomptive, transplanté dans la peau du ventre, s'y développe conformément à son origine et non plus conformément à son emplacement, en donnant une partie du cerveau ou de l'œil. Réciproquement, un fragment de peau future du ventre, transplanté dans l'aire médullaire, continue à y former de la peau ventrale.

Les parties ont désormais leur sort défini et fixé irrévocablement ; elles sont déterminées.

A partir de ce moment, le développement n'est plus que la somme des évolutions fatales de parties ayant reçu une destinée irréversible.

L'ébauche du cœur d'un bombinator, cultivée en dehors de l'organisme dans une goutte d'eau salée, évolue, par elle-même, en un tube cardiaque qui se coude comme normalement et se met à battre rythmiquement. La vésicule optique primitive d'un crapaud, cultivée avec un peu de peau embryonnaire dans l'eau salée, s'y transforme, par elle-même, en un œil dont la peau forme le cristallin.

A ce moment, les ébauches portent en elles-mêmes les causes de leur propre développement ; elles présentent le phénomène d'*auto-différenciation*.

Il résulte de cet exposé que des parties théoriquement totipotentes comme l'œuf et capables de donner n'importe quelle partie de l'organisme reçoivent, à un moment donné, quelque chose qui fixe leur destinée et les contraint à évoluer d'une façon fatale dans une seule direction. Que se passe-t-il au cours de cette période critique de détermination qui dessine les contours généraux de l'organisation future ?

Nous savons que ce phénomène de détermination progresse à partir de centres de plus grande activité physiologique (plus grande consommation d'oxygène, par exemple), qui ont été appelés centres d'organisation. Le mécanisme nous paraît en être la diffusion de substances sous l'influence des relations de voisinage et d'échanges qui s'établissent entre les parties mises en présence par les phénomènes de plissement et d'invagination. Par exemple, la détermination définitive de l'aire médullaire présomptive résulte de l'arrivée en dessous d'elle de la voûte archentérique, qui pénètre en profondeur au niveau de la lèvre dorsale du blastopore.

Voici un exemple de ces phénomènes de détermination par induction. Lorsque la vésicule optique primitive, émanée du cerveau antérieur, arrive au contact de l'ectoderme de la tête, ce dernier réagit en formant une vésicule qui deviendra le cristallin de l'œil. Or, si l'on extirpe la vésicule optique, l'ectoderme ne forme aucun cristallin ; il lui manque l'excitation, l'induction nécessaire. Réciproquement, si l'on implante cette vésicule optique en un point quelconque du corps, sous la peau du dos, par exemple, cette peau, qui jamais n'a formé de cristallin, réagit à l'action inductrice qu'elle reçoit pour la première fois et constitue un cristallin.

Ces phénomènes d'induction sont certainement liés à la diffusion de substances, car on les obtient au moyen d'inducteurs anesthésiés, broyés ou morts. On a même pu isoler une substance soluble dans l'éther qui, injectée sous l'ectoderme du ventre, induit celui-ci à former un système nerveux et un dos.

* * *

Bien que datant de peu d'années — la découverte des centres d'organisation est de 1919 —, l'embryologie expérimentale nous a permis de saisir l'allure générale de l'enchaînement causal qui de l'œuf conduit à la réalisation de l'embryon.

D'abord un certain degré d'hétérogénéité, se traduisant par l'existence d'un axe polaire qui correspond à un gradient d'activité métabolique ou même parfois à deux gradients en sens inverse. Corrélativement, une stratification de matériaux autour de cet axe, dont certains ne sont autres que des localisations germinales.

Au début, les parties de l'œuf, disposées symétriquement autour de l'axe primaire ou de part et d'autre du plan de symétrie bilatérale, étant l'image l'une de l'autre, ont encore les potentialités totales de

l'œuf lui-même. Des aires limitées peuvent alors changer de destinée et extérioriser, sous l'influence des actions déterminantes nouvelles auxquelles elles sont soumises, des potentialités latentes différentes de leurs potentialités réelles.

Puis des phénomènes d'invagination et de plissement, dont le déterminisme relève de conditions mécaniques et physico-chimiques, mettent en présence des feuillettes, des ébauches qui exercent les unes sur les autres des actions inductrices réciproques, agissent principalement par le moyen de substances diffusibles et fixent ainsi, limitent la destinée de chaque partie.

Après cette détermination qui se fait progressivement et par étapes, le développement n'est plus que le déroulement fatal des potentialités morphogènes limitées, imposées à chaque partie.

* * *

Je ne puis évoquer cette mécanique du développement sans examiner brièvement les expériences déjà anciennes sur lesquelles Driesch avait basé sa fameuse théorie de l'autonomie de la vie.

Travaillant sur l'œuf d'Echinodermes, Driesch avait cru constater que les diverses cellules des stades 2, 4, 8, 16, même que des fragments quelconques de blastula, une fois isolés, étaient capables, par régulation, de donner naissance à des gastrula et même à des larves complètes. Il en avait conclu à l'équipotentialité pratiquement illimitée de tous les fragments de l'œuf en développement. Or, dans le développement normal, chaque partie ne donnant qu'une région de l'organisme, n'extériorisant que ses potentialités réelles, quel pouvait être le principe de cette limitation des potentialités totales latentes ? Pour quelles causes un blastomère, un fragment qui peut tout, ne donne-t-il, en fait, qu'une partie de l'organisme ?

Considérons une blastula et supposons-la étalée dans un plan. Bien que chaque partie soit totipotente, un point tel que X extériorise des potentialités réelles qui sont définies par sa place dans l'ensemble, c'est-à-dire par les coordonnées AX et BX.

Découpons maintenant dans la blastula un fragment quelconque dans lequel X occupe une nouvelle situation relative, définie par les nouvelles coordonnées XA' et XB'. Puisque ce fragment engendre un organisme complet, X devra donner naissance à des parties différentes, manifester de nouvelles potentialités réelles, définies par sa nouvelle situation dans l'ensemble.

On pourrait dire que X choisit, parmi ses potentialités totales, celle qu'il doit manifester pour participer, chaque fois, à la construction d'un organisme harmonieusement constitué. Un tel système dans lequel des parties toutes équipotentes ajustent leur développement à la construction d'un tout harmonieux est ce que Driesch appelle un *système harmonique équipotentiel*.

Quel peut alors être le principe de cet ordre régulateur qui établit chaque fois un nouveau plan et impose à chaque partie sa nouvelle destinée ? La place dans l'ensemble ? Aucune constellation de forces mécaniques, physiques et chimiques ne saurait constituer le fondement d'un tel système harmonique équipotentiel. Comment concevoir une machine, dont chaque fragment devrait être lui-même cette machine complète et dont chaque point pourrait constituer, suivant les cas, des parties différentes de cette machine ?

La seule conclusion, c'est que la vie serait une réalité irréductible et originale. Il y aurait un facteur propre à la vie, facteur d'ordre, portant en lui-même sa propre fin, pour reprendre le mot d'Aristote, une « entéléchie ».

Les expériences de Driesch ont été effectuées à une époque où l'on n'avait pas encore interprété convenablement l'allure de la segmentation et la valeur prospective des blastomères. De là un certain nombre d'erreurs de faits.

Les expériences sur l'oursin ont été reprises depuis 1928 par de très nombreux chercheurs. Il m'est impossible d'en analyser le détail. Voici le sens des conclusions qui s'en dégagent.

Il est bien exact que les phénomènes de détermination sont, dans ce cas, très tardifs et que l'œuf d'oursin présente, pour cette raison, un très grand pouvoir de régulation. Toutefois, il n'est pas exact que n'importe quelle partie puisse donner n'importe quoi, en raison de sa place dans l'ensemble.

Les potentialités d'un blastomère ou d'un fragment sont limitées par sa situation par rapport à un double gradient axial d'activité métabolique et par une localisation germinale qui passe presque en entier dans les micromères du pôle végétatif.

Dans la sphère blastuléenne, l'hémisphère animal isolé est incapable de gastruler parce qu'il est sous l'influence prédominante du gradient anti-gastrulation ayant son maximum d'activité au pôle animal. Par contre, il suffit d'ajouter à cet ensemble un seul micromère, lieu d'activité maxima du gradient opposé, pour induire dans ce fragment la gastrulation.

Les changements de destinée qui sont à la base de la régulation ne sont pas illimités ni dépendant exclusivement de la place dans l'ensemble ; ils sont fonction de l'équilibre réalisé entre deux courants de détermination circulant le long de deux gradients ayant leurs centres dans les pôles animal et végétatif. Nous retrouvons ici l'action déterminante de l'axe polaire et des plans de symétrie ainsi que celle d'une substance spécialisée localisée au pôle végétatif.

La démonstration de Driesch ne correspond plus aux résultats de l'expérience : il n'existe pas de système harmonique équipotentiel.

Conclusions.

J'ai fait porter cette étude sur les divers aspects du problème de la réalisation de la forme parce que c'est celui qui se prête le mieux — infiniment plus que l'analyse physiologique du fonctionnement des organes — à l'illusion finaliste.

La propriété morphogène des animaux reste strictement biologique. Elle est une des expressions les plus profondes de ce qui caractérise la vie. Car il ne s'agit pas seulement d'une agrégation de molécules semblables, réalisant une forme extérieure comme celle d'un cristal. La morphogenèse est la construction d'une forme organisée, c'est-à-dire d'une unité, constituée de parties dissemblables, fonctionnant différemment, mais qui concourent toutes à la genèse de cet ensemble qu'est un organisme vivant et fonctionnel.

Nous avons vu qu'il y a dans le détail de cette organisation bien des imperfections secondaires qu'une sélection très relative laisse subsister. L'adaptation qui en résulte est elle-même très relative.

Nous commençons à entrevoir l'enchaînement causal qui est à la base de l'établissement de cette diversité qui caractérise l'organisation. L'analyse nous révèle des différences constitutionnelles correspondant à une hétérogénéité primaire de l'œuf : substances spécifiques, axes le long desquels décroissent des activités métaboliques s'exprimant sans doute par des dissemblances dans la consommation d'oxygène, l'intensité des synthèses, du pouvoir diastasique ; échanges chimiques entre tissus, vraisemblablement par le moyen de substances diffusibles et réalisant par induction la détermination progressive des ébauches ; évolution par autodifférenciation de parties ayant reçu leur détermination définitive.

Le savant peut se contenter de ces constatations qui lui révèlent le déterminisme des phénomènes embryonnaires. *A la recherche de ces causes, il peut et je pense même qu'il doit limiter son effort.*

* * *

Mais, puisque je m'adresse à des philosophes qui, par définition, veulent aller au delà des limites que s'assigne la recherche scientifique, j'ai le sentiment que je les décevrais si je ne leur signalais où commencent notre ignorance et notre incompréhension.

Constatons d'abord que notre analyse nous révèle des phénomènes mécaniques, chimiques et physiques qui ne laissent en aucune façon prévoir le résultat que nous constatons à l'échelle de la forme et de l'organisation. Le système causal et la résultante n'ont pas de commune mesure ; ils appartiennent à deux ordres de phénomènes dont la liaison nous échappe entièrement. Si nous pouvions mettre en équation toutes les réactions chimiques et toutes les actions physiques qui se passent dans un œuf, aucun génie mathématique ne pourrait en déduire quelle sera la forme réalisée et quels seront les détails de cette organisation. Quelle propriété primaire possède donc la matière vivante pour qu'une augmentation des oxydations en un point conditionne la formation d'une touffe apicale de cils vibratiles ou pour que l'accumulation d'une localisation germinale provoque l'invagination gastruléenne et la formation d'un intestin ? Nous ne rencontrons rien de semblable dans la matière inorganisée.

Déjà nous ne comprenons pas la construction d'une partie, d'un organe. Envisageons maintenant l'organisme dans son ensemble. Voici un œuf, un grumeau de protoplasme, qui présente un gradient axial d'activité métabolique et quelques aires de nature spécifique. Sans doute, cette première hétérogénéité va conditionner une diversité croissante, l'établissement de plans de symétrie, des invaginations, le glissement de feuillet sous d'autres feuillets. Mais quelle surprise que le résultat de cette mécanique ne soit pas un chaos, une masse amorphe, mais, au contraire, un être vivant fonctionnel, où toutes les parties sont reliées les unes aux autres par un système inouï de corrélations nerveuses, de relations topographiques, de liaisons hormonales, physiologiques, dont l'importance est telle que la carence d'une seule peut entraîner la mort.

Comment se fait-il qu'une si extraordinaire organisation où chaque partie remplit une fonction — malgré les imperfections et les excep-

tions constatées — puisse résulter d'un œuf où aucune de ces parties n'était préformée ? Comment de pareils types d'organisation ont-ils pu se trouver réalisés au cours de l'évolution de la vie à travers les siècles écoulés ?

Considérez le développement d'un organe tel que l'œil. Il résulte d'abord de l'assemblage de parties ayant des origines différentes, véritables pièces détachées dont les unes proviennent de la peau de l'embryon, d'autres de son feuillet moyen, d'autres encore du cerveau en formation. Toutes ces parties doivent s'emboîter avec une extraordinaire précision pour constituer l'organe visuel. Le fonctionnement de l'organe suppose, en outre, la coaptation de muscles moteurs appropriés, de réflexes nerveux adéquats, grâce auxquels l'œil se déplace en tous sens, les paupières se ferment à l'approche d'un corps étranger, l'iris se contracte comme un diaphragme qui se ferme si la lumière est trop vive, le cristallin adapte sa courbure à la distance des objets.

Il faut qu'au cours de la vie embryonnaire des éléments formateurs de muscles se soient multipliés et différenciés aux points voulus et aient contracté les insertions nécessaires. Il faut que d'innombrables fibres nerveuses, émanées de cellules ganglionnaires, bulbaires et cérébrales, soient allées se terminer exactement dans les parties qu'elles doivent innerver, aient réalisé entre elles toutes les articulations indispensables.

Sans doute, nous pouvons imaginer quels mécanismes ont réglé la marche de chacun de ces ouvriers constructeurs de l'œil. Mais que répondre si l'on nous pose cette question : « Quel architecte a tracé le plan de l'édifice à bâtir pour que de la somme des activités de ces cellules musculaires, de ces éléments conjonctifs, de ces fibres nerveuses, qui se comportent comme des automates ayant reçu leur destinée, résulte non un inextricable chaos, mais un organe admirable nous permettant la vision du monde extérieur ? »

C'est donc que la matière vivante, travaillant à une autre échelle que la matière inanimée, possède implicitement des propriétés nouvelles. Ainsi que l'a proclamé le grand embryologiste Brachet, qui était cependant un déterministe convaincu et un des fondateurs de l'embryologie causale, nous devons reconnaître que « la Vie est créatrice de la forme ».

Mais nous ne pouvons aller au delà de ces réflexions et nous aventurer sur un terrain qui est le domaine du philosophe.

Emile GUYÉNOT

DISCUSSION

Le travail qui précède, présenté à la Société romande de philosophie, dans sa séance annuelle de Rolle, fut suivi d'un entretien dont voici l'essentiel :

A. Reymond, comme président central, ouvre la discussion : Je tiens, dit-il, à exprimer encore à M. Guyénot notre vive gratitude d'être venu nous instruire. Les vues qu'il nous a exposées présentent un intérêt spécial tant par la base expérimentale sur laquelle elles reposent que par les prolongements philosophiques qu'elles rendent possibles. Je partage entièrement l'opinion de M. Guyénot sur le fait que toute science contient implicitement des postulats métaphysiques. Sans doute les propositions premières qui sont propres à chaque science se prêtent pratiquement à un usage *technique* qui est garanti par leurs conséquences et leur accord avec l'expérience ; mais si on les analyse pour elles-mêmes, elles se révèlent chargées de signification métaphysique. Laisant de côté pour le moment le problème de la finalité, je voudrais poser à M. Guyénot la simple question que voici : Les espèces appelées par lui élémentaires dérivent-elles les unes des autres par mutation ou sont-elles apparues simultanément aux origines de la vie sur notre globe, comme le soutient, sauf erreur, Vialleton ?

E. Guyénot : Elles ont surgi par mutation au cours de l'évolution.

E. Gagnebin : On invoque la finalité lorsque la ou les chaînes causales efficientes se révèlent insuffisantes et c'est pourquoi le fait de considérer dans leur ensemble des phénomènes corrélatifs ne suffit pas à lui seul pour que l'on parle de finalité. Par exemple, la formation des roches granitiques est due à des corrélations complexes et l'on distingue des espèces de granit comme on distingue des espèces animales. De même le creusement d'une vallée est le résultat complexe d'un grand nombre de facteurs. Et pourtant à propos de ces faits on ne fait pas intervenir le principe de finalité, lequel est une manière de raisonner sur la réalité extérieure suivant le comportement humain.

E. Guyénot : Je n'ai pas posé le principe de finalité comme étant démontré directement par les faits. J'ai simplement constaté qu'à l'échelle de nos observations il y a un au-delà du physico-chimique, ce qui laisse la porte ouverte au principe de finalité. Ce principe est forcément anthropomorphique. Pour reprendre votre exemple, si les roches granitiques se formaient en allongeant certaines de leurs parties comme des membres, si elles sautaient et couraient, le problème de la finalité se poserait aussitôt dans notre esprit à leur sujet.

E. Gagnebin : Le raisonnement finaliste est toujours cantonné dans l'étude de tel ou tel fait particulier ; mais il n'intervient pas dans la considération d'un ensemble. Les organismes qui vivent dans l'eau ont besoin de planctons, mais dans cette dépendance nous ne voyons pas un rapport de finalité. Pour

l'ensemble que constitue la biosphère la finalité est écartée. Le finalisme en effet fait intervenir l'idée d'un plan conçu qui est réalisé. La notion est ici préalable à l'acte. Il y a sans doute, comme M. Guyénot l'a si bien montré, des finalismes qu'on peut appeler larvés, celui de Lamarck, par exemple. Cela n'empêche pas que la notion de finalité, comme Aristote le déclare, implique forcément la distinction entre une forme idéale anticipée (un plan) et la réalisation progressive de cette forme. Le finalisme ne va pas sans une idée de but.

E. Guyénot : Je me refuse à cette discussion métaphysique, car j'ai posé le problème uniquement en ces termes : La causalité physico-chimique se révèle à un moment donné impuissante. L'évolution animale, par exemple, ne se résume pas en des développements et des atrophies qui seraient dus à cette causalité. Il y a du nouveau et il faut admettre des capacités heureuses de réaction. Pour les expliquer nous faisons appel à un autre type de raisonnement que celui de la causalité mécanique et le caractère anthropomorphique de cette nouvelle façon de raisonner n'est pas une tare.

Ch. Werner : Je suis heureux d'avoir l'occasion de dire la reconnaissance et l'admiration que j'éprouve pour mon éminent collègue, M. Guyénot, et je le remercie très vivement pour sa belle conférence. En montrant que, dans les organismes vivants, la forme est irréductible aux phénomènes physico-chimiques, il a tracé les limites, en biologie, du déterminisme. Par là il rejoint le grand Claude Bernard, lequel disait que dans l'organisme vivant intervient une idée directrice. Sans doute, M. Guyénot n'a pas voulu s'engager lui-même dans les considérations de finalité, mais il a laissé les philosophes libres de le faire. Somme toute, il nous a donné carte blanche. Pour tous ceux qui estiment que le problème de la vie ne peut être scruté à fond que du point de vue métaphysique, sa conférence restera comme un précieux encouragement.

J. de la Harpe : La finalité n'est pas une notion simple, mais complexe (intention, prévision d'un but, recherche des moyens de réalisation). Il faudrait procéder par étapes dans ce problème, distinguer des finalités élémentaires telles qu'elles se révèlent dans l'arrangement de certains mécanismes qui impliquent une direction, une formation suivant un groupe géométrique plutôt qu'un autre. Le mécanisme laplacien, par exemple, semble au premier abord tout à fait pur et, cependant, dans l'intégration des équations différentielles il faut choisir certaines constantes à l'exclusion d'autres. L'entropie est déjà contraire au mécanisme pur. Il y aurait donc lieu de construire une notion de finalité qui serait dégagée de l'anthropomorphisme aristotélicien.

R. Wavre : M. Guyénot a bien précisé le domaine où la finalité paraît intervenir. La biologie s'efforce d'expliquer les phénomènes vitaux par des causes élémentaires ; mais elle échoue lorsqu'elle cherche à rendre compte par ce moyen de la vie d'un organisme dans son ensemble. L'orientation nouvelle de la biologie s'effectuera au moyen d'une étude approfondie de l'analyse

combinatoire appliquée à la théorie des groupes, et par conséquent des formes. La causalité expliquant ces formes peut alors se caractériser par un système d'équations différentielles qui donnent les conditions initiales et permettent la connaissance des états infiniment voisins (travaux de Volterra, etc., sur les associations biologiques). Par cette voie on dépasserait le point d'arrêt si bien indiqué par M. Guyénot.

P. Frutiger : M. Guyénot a justement signalé les imperfections du positivisme comtien, tout imprégné de métaphysique. La physique actuelle ne fait pas de métaphysique; elle cherche simplement des images représentatives. Cela étant, si l'on écarte la conception enfantine de Bernardin de Saint-Pierre, on constate que finalité et mécanisme sont également anthropomorphiques. Il y a du reste une position intermédiaire qui est l'élan vital bergsonien. Ce qui est certain, c'est que le finalisme n'est pas une hypothèse de travail, tandis que le mécanisme en est une.

E. Guyénot : Je me suis longtemps réclamé du positivisme, basé sur le déterminisme causal. Celui-ci est employé par Auguste Comte d'une façon strictement pragmatiste qui exclut tout regard sur la nature du réel. Il ne s'agit pour Comte que de prévoir, afin d'être à même d'utiliser. En poursuivant mes travaux, j'ai constaté qu'il y a absence de rapports entre ce qui se passe à une certaine échelle et ce qui a lieu à une autre échelle. Du reste ce n'est pas uniquement l'observation en biologie qui est dans ce cas. Dans la physique, la loi de Mariotte donne un résultat d'ensemble, mais elle ne nous renseigne pas sur les destinées mécaniques de chaque molécule prise isolément. Dans l'organisme vivant, nous avons affaire à un complexe formidable. Le résultat dépasse le point de départ ; car la forme n'était pas incluse (par rapport à l'échelle de notre observation) dans ce point de départ.

L. Rougier : L'ordre et l'orientation peuvent résulter d'un état primitif de désorganisation sans aide aucune de la finalité. Pour reprendre l'exemple de M. Guyénot, si nous étions des molécules, nous aurions le sentiment d'être soumis au hasard ; cependant l'agitation moléculaire aboutit à un résultat final que la physique appelle l'état le plus probable sans y attacher aucun sens métaphysique. En utilisant le calcul des probabilités on trouvera certainement dans le sens indiqué par R. Wavre un schème mécanique, grâce auquel sera effectué le passage de la physico-chimie à la morphologie.

E. Gagnebin : Il faut se méfier des concepts intermédiaires entre finalité et mécanisme ; car ces concepts ne sont que des finalismes larvés (par exemple, notion du plus apte dans le darwinisme). Logiquement la notion de finalité implique toujours un « préexistant » à l'action.

A. Reymond : Les termes de fonction, de fonctionnalité, devraient être précisés avec soin suivant le domaine que l'on envisage. La fonction mathématique est quelque chose de très précis. Une quantité dans sa variation dépend instantanément des variations d'autres quantités (les variables) et le tout forme une équation. La fonction mécanique se modèle sur la fonction

mathématique ; mais elle postule en plus que le réel physique (masse, forces, etc.) s'explique entièrement en données mesurables qui, mises en équations, se comportent exactement comme les pures quantités mathématiques. Jusqu'à quel point la réalité se plie-t-elle à cette exigence ? C'est ici que le problème de la causalité, même efficiente, soulève déjà de grosses difficultés. Toutefois, en mécanique classique comme en mathématiques, le résultat final dépend uniquement des conditions initiales posées et toujours mesurables. En biologie la fonction passe nettement sur un autre plan. Le rapport de fonctionnalité s'établit entre une tendance qualitative, mesurable dans ses effets seulement, et des données physico-chimiques constamment mesurables à une certaine échelle ; ce rapport est tel que le résultat final dépasse morphologiquement un arrangement physico-chimique laissé à lui-même et non soumis à cette tendance qualitative. Suffit-il alors pour surmonter la difficulté d'asseoir la mécanique de notre échelle humaine sur une mécanique microscopique, en tous points semblable, mais dans laquelle les conditions initiales ne sont pas perceptibles à notre échelle et dont le calcul des probabilités nous fait connaître uniquement les résultats finaux réagissant sur le donné à nous perceptible ? Tout le problème revient à se demander si, comme le pense L. Rougier, on peut rendre compte de la finalité sans la finalité. J'ai peine à l'admettre pour ma part.

Ch. Baudouin : Je désire ramener l'attention sur les mutations et les accidents, la transmission des caractères acquis. D'après E. Guyénot, il y a dès le début dans l'œuf germinal homogénéité et hétérogénéité, donc des spécifications que nous pouvons percevoir et qui sont peut-être infiniment nombreuses. Ne peut-on pas alors admettre que les caractères acquis se logent dans cette spécificité et se transmettent de cette façon ?

E. Guyénot : Hétérogénéité et homogénéité concernent le protoplasma et le noyau qui soutiennent entre eux des rapports fonctionnels et qui sont cependant différents. Le vrai problème est celui-ci : comment un caractère acquis (muscles du biceps chez le forgeron) peut-il s'incorporer au germe séminal et se transmettre à l'enfant ? Comment la substance spécifique du biceps peut-elle traverser les couches successives du noyau de ce germe ? Une action sur un point ne réagit pas sur tout l'organisme, comme on le croyait autrefois, et il faut admettre des mondes séparés.

J. de la Harpe : La conception d'E. Gagnebin est intenable et le problème de la finalité surgit aussitôt que l'on envisage un ensemble (rapport du tout et des parties).

E. Gagnebin : Les ensembles sont toujours envisagés comme des résultantes et la finalité n'est plus invoquée à leur sujet.

L. Rougier : Au XVII^e siècle, une discussion, semblable à celle que nous avons présentement, a éclaté non pas au sujet de la biologie, mais à propos de la physique. Les notions d'effort minimum, etc., étaient considérées d'un point de vue finaliste (la nature agit toujours par les voies les plus simples).

La microphysique a libéré la physique de ce langage. Il faudrait de même, par le moyen de la mécanique statistique, édifier une microbiologie avec passage à la macrobiologie.

R. Wavre : Je me range à cette manière de voir. Actuellement les mathématiciens se préoccupent de la question. Ils envisagent, dans le calcul des variations, des données réelles et virtuelles avec des positions indéterminées qui aboutissent toutefois à des déterminations. Il y a là une voie à suivre qui permettrait peut-être à la biologie de sortir de l'impasse où elle se trouve.

E. Guyénot : Le problème de la finalité se pose essentiellement au sujet de l'individu envisagé comme un tout ayant une forme organique. Sous ce rapport, une vallée n'est pas un individu ; car les vallées varient dans leur forme à l'infini ; leur ensemble ne constitue pas une espèce, comme le sont les individus d'une espèce animale. C'est dans l'individu qu'est la forme et c'est à propos de cette forme que se pose le problème de la finalité.

I. Benrubi : M. Baudouin a ramené la philosophie sur la terre, je désire l'élever à nouveau jusqu'au ciel. Les sciences font toujours de la métaphysique sans le savoir. Mécanisme et finalisme sont des notions, l'une et l'autre anthropomorphiques, mais indispensables au raisonnement.

E. Guyénot : Evidemment, car on suppose toujours implicitement que c'est un bien pour un individu biologique d'exister et de persévérer dans son être.

E. Gagnebin : Il faut bien se rendre compte que le finalisme peut être employé pour deux buts différents : poser une question (à quoi sert un organe ? quelle est son utilité dans le tout individuel ?) ou bien fournir une réponse métaphysique à la Bernardin de Saint-Pierre. Autant le premier usage (question) est fécond, autant le second (réponse) est à rejeter.

E. Guyénot : A ce point de vue, la finalité dans son usage légitime peut se comparer à l'entropie (marche de la matière vers un état probable).

Ed. Claparède : Il y a certes une frontière entre la biologie et la métaphysique ; mais le problème de l'harmonie reste en biologie un problème scientifique et il s'agit de le résoudre par tous les moyens contrôlables d'investigation dont nous disposons. La réalisation d'un plan suppose l'intervention d'un psychisme ; or l'existence du psychisme est observable directement en nous et n'est donc pas transcendante. Mais comment comprendre un psychisme de forme élémentaire ?

E. Gagnebin : Mais si l'on admet un psychisme élémentaire, où s'arrêter ? Nous pouvons dire d'un oiseau qu'il a soif et va l'étancher en buvant l'eau d'une fontaine. Mais peut-on dire d'un géranium qu'il a soif de la même façon et où placer l'individualité des colonies hydrozoaires ?

E. Guyénot : Je ferai observer que la morphologie est inséparable de l'individu et c'est par abus qu'on l'attribue à la colonie comme telle.

On le voit : la discussion suscitée par le magistral exposé de M. Guyénot fut des plus nourries. Voici, me semble-t-il, les grandes lignes qui s'en dégagent.

Il y a, comme le dit E. Gagnebin, un usage de la finalité que l'on peut appeler *technique* et qui est légitime. Cet usage consiste à poser des questions (à quoi sert tel organe ?), afin de découvrir les relations fonctionnelles qui sont le propre de la vie.

Quant à la signification de la finalité comme telle, il faut distinguer les totalités qui forment chacune un individu caractéristique au point de vue morphologique et les totalités composées d'un ensemble d'individus. Le problème qui se pose alors est le suivant : La cohésion qui caractérise ces deux genres de totalités peut-elle s'expliquer par le seul concours de causes physico-chimiques ?

Relativement au deuxième genre (ensemble d'éléments individuels), on constate des permanences de forme et d'orientation sans qu'il soit nécessaire de recourir à la finalité pour les expliquer (gyroscope, anneaux de fumée). Mais les persistances qui se maintiennent au travers des espèces animales peuvent-elles se ramener entièrement à ce type ?

Les totalités-individus se révèlent en tout cas, ainsi que M. Guyénot l'a lumineusement fait voir, comme inexplicables par le concours des causes physico-chimiques, *telles qu'elles ont été définies jusqu'à maintenant*. Morphologiquement le résultat final transcende les données initiales.

Le fait de recourir au calcul des probabilités et d'envisager une mécanique microscopique, soubassement de la mécanique macroscopique, ne tranche pas la difficulté, si les données initiales restent de nature purement physico-chimique ; car le problème morphologique subsiste entièrement et n'est que reculé.

Il faut, semble-t-il, postuler forcément une tendance organisatrice laquelle n'est pas simplement une causalité efficiente implicite qui maintiendrait une permanence et une orientation données d'emblée et entièrement dans leurs conditions mécaniques (comme pour le gyroscope, les anneaux de fumée). Il s'agit au contraire ici d'une permanence qualitative (morphologique) qui s'affirme progressivement en utilisant et en *triant* les matériaux physico-chimiques dont elle dispose.

On pourrait alors envisager la question comme suit :

L'emploi du calcul des probabilités dans la mécanique statistique (échelle macroscopique) conduit à l'égalité des cas possibles. Ce qui fait alors pencher la balance en faveur de l'un plutôt que de l'autre de ces cas, c'est la tendance organisatrice intervenant dans la micromécanique de l'être vivant. Dans ces conditions, le résultat le plus probable résulte du concours de la tendance organisatrice et des moyens qu'elle a en fait à sa disposition pour se réaliser.

Le président central : Arnold REYMOND