

Apports récents à la théorie de l'évolution

Autor(en): **Ribeaud, Marc**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **82 (1979)**

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-555482>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Apports récents à la théorie de l'évolution

par Marc Ribeaud

Depuis la parution en 1970 du livre de Jacques Monod « Le Hasard et la Nécessité », d'importantes contributions traitant des mécanismes et de la thermodynamique de l'évolution ont été publiées. Dans son livre, Monod intégrait les découvertes en biologie moléculaire des années 50 à 60 pour présenter une version globale de l'évolution qu'il situait par référence aux idéologies dominantes. La nature des thèmes traités et accessoirement la tournure parfois provocatrice et dogmatique de la démarche de Monod suscitèrent une controverse animée. Entre-temps, la mode, la crise économique, un regain d'intérêt pour des thèmes plus romantiques par réaction contre une certaine forme de positivisme scientifique ont relégué les théories évolutionnistes en queue du peloton des sujets d'actualité.

Nous évoquons ici quelques-uns des développements récents de la chimie-physique qui ont permis de concevoir des modèles plausibles pour certaines des phases de la chaîne évolutive. Les articles des revues de chimie-physique donnent l'impression que l'élucidation des phénomènes biologiques est devenue la principale motivation des chercheurs. Les thèmes abordés sont purement techniques et les modèles proposés s'imbriquent dans un vaste réseau de connaissances où ils trouvent leur justification.

Un objectif formulé par Darwin

Le but de la théorie de l'évolution serait, selon Darwin, d'expliquer la biosphère en tant que manifestation singulière de l'évolution de l'univers. Partant du monde minéral, on regroupe en trois étapes essentielles les multiples transformations menant à l'apparition des premiers organismes :

- la formation des constituants chimiques

- la synthèse, à partir de ces éléments, de macromolécules et leur organisation en structures répliquatives qui se développeront jusqu'à former une cellule primitive
- l'évolution biologique à partir des protozoaires primitifs.

L'évolution prébiotique s'étend ainsi sur les deux premières phases. Certains modèles, qui couvrent ces trois étapes, impliquent une accélération du processus, les tâtonnements initiaux ayant été très inefficaces.

L'origine des molécules nécessaires au développement de la vie

Entre la formation de notre planète et l'apparition des premiers organismes vivants, la terre a donc subi une transformation lente caractérisée par une chimie complexe et diverse. De nombreuses expériences, dont les premières remontent à 1950, indiquent que la formation d'acides aminés et de sucres, maillons essentiels du tissu biologique, découle de la composition chimique et des conditions physiques supposées prévaloir à cette époque. Dès la fin des années soixante, la technique spectroscopique dite de Fourier et l'utilisation d'étoiles lointaines comme sources lumineuses ont permis, grâce à leurs raies caractéristiques, d'identifier et de localiser une grande variété de molécules et de radicaux précurseurs possibles du règne organique terrestre. Des spectres très complexes ont ainsi été enregistrés et certains auteurs croient pouvoir les attribuer à des polysaccharides. On en a déduit que les sources de la vie sont extraterrestres, la terre ayant été fécondée par des météorites et des poussières. Cette hypothèse est discutable. Même si la constitution de l'atmosphère terrestre en ces temps reculés, notamment la présence d'hydrogène, est loin d'être élucidée et ne le sera peut-être jamais de manière définitive, les expériences démontrent que toutes les conditions étaient réunies pour que la terre produise sa propre ceinture organique. La richesse et la diversité de la composition de l'espace interstellaire indiquent que les conditions nécessaires à la synthèse de molécules organiques complexes à partir des éléments ou de leur composés simples ont été également réunies en de multiples lieux de l'univers. Le contraire serait à vrai dire surprenant.

La thermodynamique des structures vivantes

Les solutions aqueuses qui constituent le point de départ de la deuxième étape de l'évolution prébiotique contenaient des composés organiques, des sels et des organo-métalliques pouvant servir soit de réactifs, soit de catalyseurs, à une infinité de réactions chimiques. Il est relativement facile de reconstituer en laboratoire les transformations chimiques de ce bouillon et

d'établir des modèles plausibles aboutissant à la formation des polymères essentiels (polypeptides, sucres) au développement des organismes vivants. La présence des éléments constitutionnels n'implique cependant pas la formation automatique des structures possibles. La thermodynamique traditionnelle, qui est pour l'essentiel une première approximation, indique au contraire que l'entropie, qui mesure le désordre, doit augmenter. Les travaux de Prigogine et de ses collaborateurs à Bruxelles ont révélé qu'un système maintenu dans un état éloigné de l'équilibre n'est pas soumis aux restrictions dues au voisinage de l'équilibre et, de ce fait, son évolution peut prendre des formes inattendues. Ce résultat surprenant bouleverse le rôle que la thermodynamique, par la loi de l'entropie croissante, tient dans la théorie de l'évolution; écueil sournois pour les partisans de la théorie et argument facile pour ses détracteurs, elle devient, grâce aux découvertes de Prigogine, un outil essentiel pour l'élaboration de modèles plausibles. Elle s'y prête d'autant mieux que le temps qui apparaît dans les équations n'est plus le paramètre d'un mouvement réversible, mais qu'il assume le sens généralement irréversible du phénomène décrit: il colle dès lors réellement à l'histoire. Selon cette théorie, les états accessibles ne sont pas forcément uniques et l'évolution d'un système n'est donc pas complètement prédéterminée, les fluctuations¹ spontanées qui ordinairement ne l'influencent pas deviennent déterminantes tout en restant par leur nature imprévisibles. Une autre nouveauté dans cette extension de la thermodynamique est l'attention portée à l'environnement du système étudié. L'hydrodynamique, par exemple, ne saurait être dissociée totalement de la thermodynamique. Les conditions nécessaires à l'activation des processus autocatalytiques et coopératifs et leur influence dramatique sur l'évolution des collectivités concernées (qu'elles soient formées de molécules ou d'individus) font l'objet d'études systématiques. Ces phénomènes jouent un rôle déterminant en physique (transitions de phase, magnétisme, supraconductivité) comme en biologie (enzymes, membranes). Cependant, les êtres vivants se distinguent du monde inanimé par une aptitude très développée à vivre aux dépens de leur entourage, autrement dit par leur pouvoir d'assimilation. La production spécifique d'entropie qui mesure cette capacité pourrait, selon Prigogine, fournir le fondement de la logique du vivant.

¹ Les fluctuations sont les déviations des valeurs moyennes, par exemple les écarts locaux et momentanés de la température dans un liquide.

La sélection apparaît au niveau moléculaire

La thermodynamique du vivant de Prigogine constitue un principe général; Eigen et Kuhn ont, par la suite, proposé des schémas détaillés des mécanismes de l'évolution. Leurs études théoriques montrent entre autres que les molécules, qui au moyen de réactions autocatalysées se reproduisent le plus rapidement, dominent leur milieu. La sélection, reconnue depuis Darwin comme étant le mécanisme fondamental régissant l'évolution des êtres vivants, opère au plan moléculaire à travers divers processus dont le plus simple semble être une réaction autocatalysée. La multiplication des espèces les mieux adaptées au détriment de leurs voisines moins opérantes utilisées comme source d'énergie et de matière a lieu à tous les niveaux et cette loi, vue sous un autre angle, constitue la source de l'impulsion vitale ou encore le projet spécifique du monde animé. Ainsi, puisque les conditions de fonctionnement de l'autocatalyse étaient réunies et les flux d'énergie disponible suffisants, la composition chimique du milieu prébiotique, au lieu de diverger, c'est-à-dire de multiplier de manière désordonnée le nombre d'espèces différentes, a pu au contraire produire des formes de plus en plus complexes qui deviendront par le jeu de la sélection des individus capables de réplication.

D'après Eigen, les ensembles de populations moléculaires liées entre elles par un réseau de réactions se seraient progressivement associées et auraient établi autour de leur domaine une membrane moléculaire chargée de régler les échanges avec l'entourage². Ces structures auraient petit à petit regroupé les informations nécessaires à leur survie au moyen du code génétique dans un registre central. Les modèles proposés sont cohérents tant du point de vue de la cinétique chimique que de la thermodynamique. Les hypothèses concernant la composition du bouillon original, l'environnement et notamment les variations de paramètres tels que la température sont réalistes. Pourtant, rien n'est démontré et rien ne le sera sans doute jamais puisque, et c'est une des propriétés fondamentales de ces modèles, certaines « décisions » au cours de cette histoire des biomolécules ont été prises de manière purement aléatoire³, si bien que toute tentative de reconstitution détaillée paraît illusoire.

² Les micelles fournissent une illustration rudimentaire de ce type d'organisation.

³ Citons, par exemple, la prépondérance des sucres naturels déviant à droite le plan de la lumière polarisée.

Un bilan provisoire

Le fait marquant de ces recherches est l'explication esquissée plus haut des mécanismes de la sélection au niveau moléculaire. Elles fournissent également un schéma pour la conduite et l'interprétation d'expériences devant permettre d'affiner la théorie. Elles tentent enfin de démontrer que l'évolution est un événement inéluctable dont le déroulement global est déterminé par les paramètres thermodynamiques (avant tout par l'énergie disponible), mais où certains choix seraient laissés au hasard. Alors que Monod admettait que l'apparition de la vie pourrait être un phénomène purement accidentel, Prigogine et Kuhn s'efforcent de démontrer qu'elle suit un cours prévisible découlant des lois générales de la physique.

Les schémas proposés restent très abstraits, trop abstraits pour un expérimentateur, mais on peut parier que celui-ci ne tardera pas à produire dans ses éprouvettes une partie au moins des démonstrations manquantes. On ne peut attendre plus ; mais la synthèse d'une enzyme artificielle, par exemple, constituerait une preuve de la maîtrise de ce type de mécanisme propre à la biochimie.

Quelle que soit d'ailleurs sa pertinence, la théorie de l'évolution suscitera toujours des rejets d'ordre psychologique et mystique. Il est en effet difficile de s'accepter comme étant la résultante d'une fluctuation survenue dans des circonstances favorables au sein d'un bouillon de culture peu ragoûtant, et ce bouillon prébiotique offre d'autre part un ancrage bien fragile aux croyances traditionnelles. Cette version affinée de l'évolution sera sans doute exploitée à des fins politiques et sociologiques mais, quelle qu'en soit l'interprétation, elle ne peut prétendre, pas plus qu'une autre théorie scientifique, la mécanique céleste par exemple, expliquer le pourquoi des choses et encore moins révéler une éthique commune à tout le règne biologique. D'autre part, puisque rien ne permet d'attendre une simplification des arguments sur lesquels elle se fonde, la théorie de l'évolution sera encore longtemps considérée comme un postulat ou un dogme par les uns et comme une hérésie par beaucoup d'autres.

Marc Ribeaud

BIBLIOGRAPHIE

M. EIGEN: Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules, *Die Naturwissenschaften* 58, 465 (1971).

M. EIGEN et P. SCHUSTER: The Hypercycle, A Principle of Natural Self-Organization, *Die Naturwissenschaften* 65, 341 (1978).

H. KUHN: Modell Consideration for the Origin of Life, *Die Naturwissenschaften* 63, 68 (1976).

J. MONOD: *Le hasard et la nécessité*, Le Seuil, Paris 1970.

G. NICOLIS et I. PRIGOGINE: *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*, Wiley, New York 1977.

I. PRIGOGINE et R. LEFEVER: Stability and Self-Organization in Open Systems, dans *Advances in Chemical Physics* XXIX (1975).