NOUVELLE REVUE THÉOLOGIQUE

80 N° 4 1958

Vers la synthèse artificielle de la vie?

Adrien BAUCHAU (s.j.)

p. 395 - 409

https://www.nrt.be/fr/articles/vers-la-synthese-artificielle-de-la-vie-1963

Tous droits réservés. © Nouvelle revue théologique 2024

Vers la synthèse artificielle de la vie ?

La moindre cellule de notre corps contient plus de problèmes que nous n'en pouvons résoudre. Malgré des progrès impressionnants et ininterrompus, la Biologie ne saisit pas encore parfaitement les mécanismes intimes qui assurent l'apparition de la vie, sa croissance, son hérédité ou son évolution ; ils jouent continûment sous nos yeux attentifs, mais leur souplesse même cache une complexité étrangement rebelle à nos essais de compréhension. Il semble que plus nous sommes impliqués dans un problème, plus aussi il se dérobe aisément à notre emprise. Nous sommes capables d'utiliser les énergies atomiques, nous avons lancé dans l'espace des satellites artificiels, la Chimie nous a dotés de toute une gamme de corps nouveaux qui ne se trouvaient pas dans la nature, mais dans le domaine de la vie, nos succès sont moins décisifs, quoique nos ambitions soient immenses.

Arriverons-nous un jour à synthétiser un vivant en laboratoire? Ce rêve qui a hanté les siècles va-t-il cesser d'être une utopie, une éventualité si lointaine et improbable qu'il vaut mieux se taire et penser à autre chose, ou bien au contraire l'espoir est-il permis? Nous voudrions simplement dans ces pages faire le point, préciser où nos tentatives débouchent aujourd'hui et quelles perspectives se découpent sur l'horizon de demain. Nous nous limiterons volontairement aux résultats déjà acquis, aux données qui découlent immédiatement des faits connus, sans nous engager à exposer et critiquer les hypothèses multiples qui s'essayent à imaginer les modes possibles de la genèse de la vie. Puis en terminant, nous proposerons quelques considérations philosophiques et religieuses qui s'inscrivent dans les perspectives de la Biologie contemporaine.

I. DONNEE PALEONTOLOGIQUE

A première vue, la Paléontologie devrait nous renseigner sur les premières formes historiques de la vie, et guider ainsi les travaux de laboratoire qui cherchent à reproduire artificiellement ce que le jeu des forces naturelles a fait apparaître jadis sur la planète. L'étude des fossiles n'a malheureusement pas fourni, jusqu'ici tout au moins, ce qu'on en espérait ; elle n'a pas réussi à nous montrer des vivants dont le degré de complexité soit fondamentalement inférieur à ce qu'il est permis de trouver encore aujourd'hui. La science explique cette carence, mais l'espoir de la réduire un jour paraît extrêmement ténu, sinon inexistant.

En effet les forces physiques et chimiques, à l'œuvre sur et dans l'écorce terrestre, remanient inlassablement les roches sédimentaires. Force de l'érosion, force surtout du métamorphisme qui a soumis les terrains les plus anciens à des températures et des pressions élevées, à l'action de colonnes gazeuses filtrant des profondeurs; tout cela a modifié la structure chimique de ces roches, a entraîné leur recristallisation et définitivement détruit les traces organiques qu'elles pouvaient recéler.

Est-ce à dire que l'apport paléontologique soit nul? Sans nous satisfaire, les recherches modernes en délimitent mieux l'importance. Vers 1930, on croyait couramment que tous les embranchements des Invertébrés se retrouvaient déjà à l'état fossile dès l'Antécambrien, c'est-à-dire à un âge fabuleusement ancien d'au moins deux milliards d'années. Cette faune très évoluée rejetait l'apparition de la vie si loin en arrière qu'il était vain d'en vouloir surprendre les premiers signes. Une critique impitoyable des documents paléontologiques a profondément modifié ce point de vue.

Tout d'abord, entre le Cambrien (début du Primaire) et l'Antécambrien, Pruvost a proposé de placer un nouvel étage géologique, l'Infracambrien, d'une durée de 200 millions d'années [1]. Or la plupart des fossiles les plus anciens appartiennent à cet étage : Radiolaires des Phtanites de Lamballe, traces de vers, de Brachiopode, restes calcaires d'algues Cyanophycées, etc. Au delà de ces 700 millions d'années qui nous séparent de l'époque actuelle, les fossiles, extrêmement rares, n'appartiennent plus qu'à des végétaux et des animaux d'organisation très simple : Champignons, Algues, Flagellates [2]. Ces indications laissent soupçonner les débuts très humbles de la vie. Mécanismes élémentaires, fort proches de systèmes physico-chimiques, tel fut sans doute son premier visage, il y a quelque 3 milliards d'années. Ce chiffre représente d'ailleurs plus un ordre de grandeur qu'une mesure exacte.

La Paléontologie se tait sur la manière précise dont la nature s'y est prise pour susciter la vie; elle ne nous aide guère dans la tentative de synthétiser un vivant en laboratoire.

II. LA GENERATION SPONTANEE

L'homme ne se résigne pas aisément à ignorer. Il s'est demandé très tôt et il a cru très vite qu'il n'était pas nécessaire de savoir comment la vie était apparue jadis, pour en saisir les structures fonda-

1. P. Pruvost, *L'Infracambrien*, dans *Bull. Soc. Belge Géologie*, 1951, LX, pp. 43-63.
2. R. Mouterde, *L'Origine de la Vie. Contexte géologique*, dans *Cahiers d'Etudes Biologiques*, n° 3, Paris, 1957.

mentales et s'en rendre maître. Jusqu'au siècle dernier en effet, on imaginait qu'à côté de la génération naturelle, provoquée par le jeu de l'instinct ou de la volonté, il existait une autre forme de génération, dite spontanée. Depuis bien avant Aristote et jusqu'à Van Helmont au XVIIe siècle, trop de preuves apparentes appuyaient cette manière de voir pour que le doute même fut autorisé. Et pourtant ce doute allait grandir et s'affirmer avec une telle force qu'aujourd'hui il règne en maître incontesté.

Redi (1621-1697) fut le premier à ne pas accepter que des viandes putréfiées soient le siège d'une génération spontanée [8]. Esprit humaniste, il se délectait à la lecture d'Homère. Un jour il fut vivement frappé par un passage de l'Iliade : Achille serre dans ses bras le cadavre de Patrocle et se lamente, car bientôt les insectes vont souiller ce corps et y répandre la corruption. Une intuition surgit aussitôt en son esprit : les vers des viandes putréfiées ne proviendraient-ils pas d'œufs déposés par des mouches? Expérimentateur méthodique, Redi confirme qu'une viande, conservée dans un récipient fermé par de la mousseline très fine de Naples, se dessèche sans se corrompre. Pour autant il n'écarte pas l'éventualité d'une génération spontanée dans le cas des vers intestinaux. Il faut attendre 1832 pour que là encore cette possibilité soit écartée. Les formes larvaires de ces vers — cysticerques et cercaires, enkystés dans les muscles de bœuf et de porc — n'ont pas été identifiés avant cette date, pas plus que le mode de contamination, ingestion de viandes mal cuites.

Quelques années encore, et Pasteur par ses expériences mémorables exclut le fait de la génération spontanée dans le cas des bactéries. Ce fut le coup de grâce. Convaincus de l'exactitude des démonstrations pasteuriennes, les hommes de science non seulement rejettent le fait de la génération spontanée, mais même sa possibilité. Aussi le problème de la synthèse éventuelle de la vie au laboratoire ne rencontre plus qu'un scepticisme général : les uns l'abandonnent comme insoluble; d'autres, en bons matérialistes, le suppriment, en niant toute différence essentielle entre la matière et la vie; d'autres encore, opposés aux idées d'évolution, triomphent en soulignant qu'il n'y a jamais passage de la matière à la vie. Une discontinuité radicale sépare les deux ordres de phénomènes. Il n'y a pas de génération spontanée aujourd'hui, et donc il n'y en a jamais eu. Nous sommes forcés dès lors d'admettre une « force vitale » pour expliquer l'organisation des êtres vivants.

Le pessimisme est mauvais conseiller, et peu à peu les milieux scientifiques s'en rendent compte. Des voix s'élèvent, d'abord timides et esseulées, puis plus nombreuses et plus sûres d'elles-mêmes, pour rejeter les trois attitudes citées : le problème n'est pas insoluble; le

3. E. Guyenot, *Les Sciences de la Vie aux 17e et 18e siècles*, Paris, 1941.

vivant n'est pas identique à la matière; il peut y avoir continuité phénoménale entre les états de la matière inanimée et les formes simples d'organismes vivants.

Le raisonnement des anti-évolutionnistes cache en effet une faiblesse. Pas de génération spontanée aujourd'hui, et donc jamais non plus dans le passé, concluaient-ils. Ce « jamais » est de trop, car l'absence actuelle de cette forme de génération pourrait s'expliquer par un très bon motif : tout simplement parce que la vie existe déjà. Motif paradoxal, qui ressemble quelque peu à une échappatoire lorsqu'on l'entend pour la première fois, mais argument sérieux néanmoins, que l'esprit pénétrant de Darwin lui-même avait déjà clairement aperçu. Dans une de ses lettres, en 1871, il écrit : « On affirme souvent que les conditions requises pour l'apparition d'un organisme vivant sont réalisées aujourd'hui. Nous pouvons imaginer un petit étang, où toute sorte de sels d'ammonium et de phosphore, lumière, chaleur, électricité, etc., sont présents. Mais si (et c'est un grand si !) une protéine se formait chimiquement dans ces conditions, elle serait aujourd'hui immédiatement dévorée et absorbée. Ce qui n'eût pas été le cas avant l'existence d'êtres vivants ». Précisément c'est à partir de composés chimiques déjà fort élaborés que la vie pouvait éventuellement apparaître. Leur élimination régulière supprime aujourd'hui ces conditions indispensables. Si la génération spontanée a eu lieu un jour, il s'agissait d'un événement historique qui a dû se limiter à une période seulement de l'histoire de la terre. Cela signifie que tout le problème de l'origine et de la synthèse de la vie ne saurait plus être observé passivement dans la nature, il doit être transporté dans le laboratoire pour avoir quelque chance d'être résolu. Nous sommes donc conduits à nous demander : peut-on synthétiser un vivant?

III. APPROCHES EXPERIMENTALES DU PROBLEME DE LA SYNTHESE D'UN VIVANT

Deux voies expérimentales ont été suivies tour à tour. La première part des éléments les plus simples et les plus abondants de l'écorce terrestre. Elle les combine en édifices moléculaires complexes, cherchant à imiter aussi fidèlement que possible ceux que l'analyse met en évidence dans les tissus organiques. Ces tentatives se basent en fin de compte sur une même conviction foncière : une copie suffisamment parfaite des structures organiques jouira, par le fait même, des propriétés fondamentales de la vie. La deuxième voie estime cet objectif, non pas irréalisable en principe, mais trop éloigné de nos possibilités actuelles; elle préfère partir d'un organisme rudimentaire, le décomposer en fragments qui, pris isolément, ne sont plus vivants, puis elle les réunit à nouveau pour voir si cette simple recombinaison n'assure pas automatiquement la réapparition des phénomènes vitaux.

Nous examinerons successivement les résultats obtenus par chacune de ces deux méthodes [4].

PREMIÈRE MÉTHODE : PARTIR D'ÉLÉMENTS SIMPLES INANIMÉS

Il ne sera pas inutile sans doute d'évoquer rapidement ici les étapes principales à franchir, avant de déboucher sur une synthèse complète de la vie. Les espèces actuelles se rangent en effet sur une échelle de tailles croissantes, depuis les Virus qui ne dépassent pas quelques centaines de millimicrons jusqu'aux Métazoaires atteignant parfois plusieurs mètres. Entre ces deux extrêmes se placent les gros Virus, les Bactéries et les Protozoaires. L'examen de ces données permet de dégager un certain nombre d'observations :

1°) En gros, l'augmentation de taille va de pair avec l'apparition de structures de plus en plus complexes. Le Virus n'a ni noyau, ni membrane; la Bactérie possède un noyau diffus et une membrane; le Protozoaire compte un noyau et une membrane; le Métazoaire dispose d'un grand nombre de cellules groupées en tissus et organes différents. Cette différenciation morphologique croissante suppose d'ailleurs une multiplication de plus en plus abondante de mécanismes fermentaires, responsables en définitive de toute cette diversification.

2°) L'apparition des structures va de pair avec l'affirmation de plus en plus nette des fonctions vitales, indépendance vis-à-vis du milieu, souplesse du comportement, etc.

3°) Or les frontières de chacune des catégories d'organismes empiètent sur celles de ses voisines. Les grosses molécules de protéines présentent des dimensions qui rejoignent ou même dépassent celles des plus petits Virus. L'Hémoglobine, protéine qui confère au sang des Vertébrés sa pigmentation rouge, mesure 5,5 millimicrons; l'Hémocyanine, pigment bleu du sang des Mollusques et des Crustacés, est encore plus volumineuse avec ses 22 à 24 millimicrons. A l'autre extrémité de l'échelle, certains Métazoaires, les Rotifères par exemple, peuvent être plus petits que certaines Amibes.

4°) Aussi, à n'en juger que par là, on envisage assez naturellement un passage progressif et continu, par « complexification », de la structure inanimée à la structure vivante, et donc aussi des fonctions physico-chimiques aux fonctions biologiques.

Dans cette optique évolutionniste, on imagine qu'aux molécules minérales, seules présentes au début, les corps chimiques à base de carbone se sont ajoutés peu à peu : sucres, graisses, acides aminés, etc., et finalement protéines. Ce sont là en effet les substances fondamentales dont l'agencement permit un jour la formation d'un pro-

4. Nous ne croyons pas devoir parler ici des applications de la Cybernétique à l'étude de la Biologie. Pour le moment tout au moins, il ne s'agit que de machines ingénieuses, non d'organismes véritables.

toplasme cellulaire. Nous sommes donc amenés à nous demander dans quelle mesure la science maîtrise déjà la synthèse de ces éléments.

Le temps n'est plus où les biologistes croyaient que les substances organiques ne pouvaient s'édifier qu'en présence de « forces vitales », dirigeant tout le processus. Dès 1828, Friedrich Wöhler obtenait de l'acide oxalique et de l'urée par des procédés purement artificiels; il démontrait du même coup que les composés de la chimie dite « organique » n'avaient nullement besoin d'organismes vivants pour être élaborés. Depuis lors les réussites se sont accumulées à un rythme de plus en plus rapide; en particulier, tous les acides aminés, moellons fondamentaux des protéines, ont été obtenus en laboratoire. Pratiquement seules les protéines offrent encore des difficultés sérieuses, mais le biochimiste ici aussi compte à son actif plus d'un succès.

En 1955 par exemple, le Professeur du Vigneaud et son équipe de Cornell University couronnaient 23 ans d'efforts ingénieux en clarifiant la structure, puis en synthétisant deux protéines sécrétées par le Lobe Postérieur de l'Hypophyse : l'Ocytocyne, qui règle le métabolisme de l'eau chez les Amphibiens et commande chez les Mammifères les contractions utérines au moment de la parturition ainsi que l'éjection du lait; la Vasopressine, qui contrôle la pression sanguine et l'excrétion de l'eau par les reins. A vrai dire, ces deux hormones ont une constitution relativement simple; elles ne comptent qu'une dizaine d'acides aminés alors que d'autres protéines en groupent des centaines (600 environ dans le cas de l'Hémoglobine par exemple). Si les difficultés de la synthèse s'en trouvent accrues, elles n'en sont pas pour autant insurmontables.

Les succès déjà obtenus posent en tout cas une autre question : les seules forces naturelles auraient-elles pu assurer l'apparition des protéines sur la terre? Ce qui se passe sous l'œil vigilant du chimiste dans la hotte de son laboratoire n'a-t-il pu se produire à l'air libre, le jour où la planète fut suffisamment refroidie pour s'être cuirassée d'une écorce? D'autant plus que certains phénomènes géologiques entraînent encore à l'heure actuelle la production de quelques corps organiques. Les éruptions volcaniques amènent à la surface des carbures métalliques qui réagissent avec la vapeur d'eau pour former des composés de carbone et d'hydrogène. Cette réaction banale est couramment utilisée dans les lampes à acétylène, familières aux spéléologues-amateurs. Enfin tout récemment des hydrocarbures auraient été identifiés dans un météorite.

Le Professeur Harold Urey, Prix Nobel de Chimie, exposait, il y a quelques années, à l'Université de Chicago, ses idées sur la formation de notre planète, et en particulier sur le mode d'apparition de la vie à sa surface. Il expliquait qu'il était raisonnable d'imaginer l'atmosphère primitive de la terre comme composée de méthane (CH_4), d'ammoniaque (NH_3) et d'hydrogène (H_2). Ce sont précisément les

gaz que la spectroscopie détecte dans l'atmosphère de Jupiter et de Saturne. Il est probable, ajoutait-il, qu'au début des temps géologiques les fortes décharges électriques des orages suffirent à les transformer en corps organiques plus complexes, entre autres des acides aminés. Puis des protéines durent apparaître, et lorsque, à leur tour, elles furent suffisamment nombreuses et diversifiées, elles s'unirent sans doute pour constituer le premier protoplasme vivant : l'Evolution de la vie commençait!

Cette large fresque n'était pour le savant professeur qu'une hypothèse vraisemblable, qu'il n'avait pas cru pouvoir soumettre à un test expérimental. Un de ses étudiants, Stanley L. Miller, âgé de 23 ans, s'avisa au contraire qu'il était relativement facile de vérifier une partie au moins des idées de son maître, moyennant un appareillage assez simple. Imaginez essentiellement un circuit fermé et étanche de tubes de verre; l'air a été remplacé par du méthane, de l'ammoniaque et de l'hydrogène. En un point du circuit, intercalez un ballon à moitié rempli d'eau, que vous chauffez. La vapeur qui s'en dégage entraîne les gaz dans une autre partie du circuit, où ils sont soumis à des décharges électriques, miniatures des éclairs de l'atmosphère terrestre primitive. Après avoir laissé fonctionner l'appareil pendant huit jours, Miller analysa les corps chimiques qui s'étaient formés et un succès inespéré couronna ses efforts : plusieurs acides aminés, dont 6 ont été bien identifiés, s'étaient synthétisés de même que toute une série d'acides organiques [5]. En 1957, deux russes, A. Pasynskii et T. Pavlovskaya, ont répété l'expérience de Miller et ils ont abouti à des résultats parfaitement comparables [6]. Pour autant, nous ne sommes évidemment pas obligés d'admettre que l'atmosphère terrestre primitive était bien celle que supposait le Professeur Urey, mais il est clair que, si ses vues sont exactes, la synthèse d'acides aminés en dehors de tout organisme vivant est parfaitement concevable par le seul jeu des forces physiques en présence.

D'autres techniques expérimentales ont été mises en œuvre avec un égal succès. K. Bahadur irradie par des rayons ultraviolets certains gaz choisis. Procédé parfaitement légitime puisqu'au début de l'histoire de la planète, la couche d'ozone actuelle de la haute atmosphère n'existait pas encore et les rayons U.V. atteignaient le sol sans encombres [7].

Peut-on pousser plus loin et obtenir des composés organiques plus complexes encore, voire des protéines? Et le cas échéant, ces protéi-

5. Stanley L. Miller, *Production of some organic compounds under possible primitive Earth conditions*, dans *Journal of Amer. Chemical Society*, 1955, vol. 77, pp. 2351-2361.

6. Cités par A. I. Oparin, dans *The Origin of Life on the Earth*, Londres, 1957, à la page 180.

7. K. Bahadur, *Photosynthesis of amino-acids from Paraformaldehyde and Potassium Nitrate*, dans *Nature*, 1954, tome 173, p. 1141.

nes vont-elles s'organiser et faire apparaître un premier vivant? Questions non encore résolues et qui exigeront à coup sûr des techniques moins simples que celles dont nous avons parlé. Mais l'esprit humain est ingénieux et l'avenir garde le secret des réalisations de demain. Le grand mérite des expériences de Miller en tout cas est d'avoir fait passer une partie des idées de Urey du domaine des possibilités théoriques à celui des possibilités réelles.

Cette première méthode cherchant à synthétiser un vivant ne débouche donc pas encore sur un succès; elle est tout juste à pied d'œuvre. Nous sommes dans la situation d'un architecte qui veut bâtir une maison; il en connaît de mieux en mieux le plan, mais n'a réussi jusqu'ici qu'à tailler quelques pierres. Comment les agencer, les faire tenir? Difficulté réelle, mais qui, aux yeux de beaucoup, ne semble pas insurmontable.

DEUXIÈME MÉTHODE : PARTIR D'UN ORGANISME ÉLÉMENTAIRE

Ce procédé indirect a fourni des renseignements importants, grâce au travail de quelques groupes de chercheurs américains. Le Professeur Wendel M. Stanley, Prix Nobel, à la tête de l'équipe très dynamique de l'Université Berkeley, s'est attaqué en particulier à un virus végétal, le Virus de la Mosaïque du Tabac. Parmi les cent virus environ identifiés à l'heure actuelle, il appartient au petit nombre de ceux dont les biochimistes ont dressé un portrait précis. Cristallisé dès 1935 par le Dr Stanley lui-même, il se présente comme un minuscule bâtonnet de 300 millimicrons de long sur 16 de diamètre. Son aspect évoque assez bien celui d'un crayon : des spires serrées de protéines constituent un manchon externe (le bois), entourant un axe central d'acide ribonucléique (la mine). A elles seules, les protéines constituent les 94 % de la masse totale, l'acide ribonucléique (et aussi une très petite quantité d'un corps voisin, l'acide désoxyribonucléique) intervenant pour les 6 % restant. Cette composition des plus simples, où l'on ne retrouve ni les lipides, ni les glucides, ni les ferments particuliers de certains virus parasites des animaux, se prête excellemment au travail expérimental.

Le Dr Heinz Fraenkel-Conrat, savant allemand émigré aux U.S.A. depuis 1936, est parvenu à dissocier les deux parties du virus et à les isoler. Les beaux clichés, pris au microscope électronique par le Dr R. C. Williams, confirment visuellement ce résultat des manipulations biochimiques. Les protéines ainsi obtenues, injectées seules à un plant de tabac, perdent toute propriété infectieuse [8]; elles ne se multiplient pas non plus. Mais remises en présence d'acide ribonu-

8. Par contre, il semble bien que l'acide ribonucléique seul soit infectieux. Cfr A. Gierer et G. Schramm, *Infectivity of Ribonucleic Acid from Tobacco Mosaic Virus*, dans *Nature*, 1956, tome 177, pp. 702-703.

cléique, en milieu légèrement acide (pH compris entre 6 et 7), elles se recombinent spontanément avec lui et donnent un virus qui paraît tout à fait normal : mêmes dimensions, même structure, mêmes propriétés infectieuses, même capacité de multiplication. La simple réunion de deux fragments isolés suffit donc pour provoquer la réapparition du virus avec tous ses caractères habituels [9]. Fraenkel-Conrat prit soin de vérifier de diverses manières la réalité de ce résultat surprenant. Une objection ne manque pas en effet de surgir à l'esprit : l'une ou l'autre des deux parties isolées du virus n'était-elle pas contaminée par quelques particules virales non dissociées? Et n'est-ce pas ces individus non tués qui sont le point de départ véritable de la nouvelle souche? Cette possibilité a été écartée par des tests sérologiques qu'il serait trop long d'exposer ici.

D'autre part, une équipe de chercheurs de Washington University (St. Louis, Missouri), sous la direction du professeur Commoner, a abouti, en toute indépendance d'ailleurs, à des résultats tout à fait comparables [10].

En face de succès aussi impressionnants, on serait tenté de conclure sans plus : la synthèse de la vie a été réussie en laboratoire. Mais précisément, c'est ici que le problème rebondit sous une autre forme : les biologistes discutent encore pour savoir s'il est permis d'affirmer que les virus vivent vraiment.

Certains inclinent vers la négative : nous sommes en présence de complexes moléculaires qui ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur et aux dépens d'un protoplasme cellulaire étranger. Le virus emprunte en effet toute son énergie à un autre organisme, tous les essais de culture *in vitro* ont échoué jusqu'ici, ce sont donc des parasites obligés. De plus, bon nombre d'entre eux cristallisent comme d'autres molécules minérales et organiques, et cela même n'est-il pas une propriété typique de la matière inanimée? Le virus serait donc non pas un organisme, mais un organite, parasite certes, mais au fond du même ordre que d'autres organites cellulaires (mitochondries ou microsomes). Il est frappant de constater d'ailleurs leur ressemblance de composition avec les microsomes.

D'autres biologistes sont d'un avis contraire. Le virus serait bien un vivant, assez spécial sans doute, mais il jouit de trop de propriétés biologiques pour ne pas mériter d'être recensé comme un organisme. La simplicité de son organisation interne serait le résultat d'une dégénérescence, assez classique d'ailleurs chez la plupart des parasites. Le ver solitaire par exemple qui habite l'intestin de l'homme a perdu tout

---

9. H. Fraenkel-Conrat and R. C. Williams, *Reconstitution of Active Tobacco Mosaic Virus from its inactive proteins and nucleic acid components*, dans *Proc. Nat. Acad. Sciences*, 1955, vol. 41, pp. 690-698.

10. Commoner et alii, *Reconstitution of Tobacco Mosaic Virus Components*, dans *Nature*, 1956, tome 178, p. 767.

son tractus digestif, il ne possède plus ni bouche, ni intestin et se nourrit par simple diffusion, à travers la peau, des substances digérées par l'hôte. D'autre part, les virus se multiplient activement à l'intérieur d'une cellule. c'est-à-dire qu'ils synthétisent des protéines. Or celles-ci sont différentes de celles du protoplasme ambiant et varient d'une espèce de virus à une autre. A tel point qu'il suffit d'en injecter à un animal pour qu'elles déclenchent des réactions de défense : l'animal va synthétiser et libérer des anticorps destinés à neutraliser et détruire les corps étrangers qui ont violé ses frontières. Rien de tel ne se passe évidemment lorsque les cellules du même animal, ou mieux encore lorsque ses propres microsomes construisent leurs protéines. Cette différence souligne le caractère d'individualité biologique du virus. Enfin il se reproduit, il peut subir des mutations, c'est-à-dire des changements héréditaires qui seront transmis à tous les descendants. Ici aussi nous trouvons un caractère biologique typique. Pas mal de biologistes inclinent à voir dans le virus un organisme vivant rudimentaire.

Que faut-il en penser? Les Virus reposent à leur façon le problème des frontières : quand pouvez-vous dire qu'un grain de sable proche de la frontière de deux Etats voisins se trouve en deçà ou au-delà de cette ligne idéale? Le problème ainsi posé reste très souvent insoluble, et il est une part de vérité dans l'affirmation comme dans la négation. De même, si la vie s'est installée sur la terre par un long processus d'évolution, utilisant des substances organiques complexes, il est bien clair que ces premiers organismes s'en distingueront malaisément. Ils allieront de manière parfois déconcertante des propriétés apparemment opposées. Les Virus se trouvent dans une situation de ce genre : aucun métabolisme propre et cristallisation d'une part, protéines spécifiques et mutations héréditaires d'autre part. Nous sommes à la limite de deux règnes, devant une entité *sui generis* qui jette un pont entre deux degrés de complication structurale et fonctionnelle. Les ranger sans plus parmi la matière inanimée ou parmi les vivants, c'est un peu ignorer leur condition propre d'être des entités intermédiaires : entité supérieure à un simple amas de molécules, entité inférieure à un organisme cellulaire.

Aussi est-il sans doute prématuré de parler à leur sujet de la synthèse d'un vivant en laboratoire, mais les succès obtenus constituent assurément un pas important dans cette direction. Au reste, même à supposer que le virus puisse être considéré comme un organisme, il faudrait encore remarquer que ni les protéines, ni les acides nucléiques, utilisés par Fraenkel-Conrat, n'avaient été synthétisés artificiellement. Cela ne paraît pas irréalisable, un jour plus ou moins prochain, nous l'avons vu au sujet des protéines; quant aux acides nucléiques, ajoutons seulement que leur synthèse a été réussie en certains cas, mais la reconstitution semble défectueuse, car ils se sont

révélés jusqu'ici physiologiquement inactifs [11]. Précisons toutefois que les expériences se poursuivent. Si l'on songe à leur complexité, à la nécessité de mettre à leur place exacte les constituants de ces acides, de manière à assurer des alignements bien précis, et aussi à la simplicité des moyens mis en œuvre, ce demi-échec n'étonne guère. Nous nous garderons de conclure à l'existence d'un mur infranchissable, pour nous borner à constater que le problème posé n'a pas encore reçu de réponse adéquate.

IV. REFLEXIONS PHILOSOPHIQUES SUR LA PERSPECTIVE D'UNE SYNTHESE ARTIFICIELLE DE LA VIE

Les résultats dont il a été question permettent d'envisager l'éventualité plus ou moins lointaine d'une synthèse artificielle de la vie. Cette mainmise possible de l'homme moderne sur les processus vitaux consacrerait-elle la victoire d'un mécanicisme intégral? La vie se réduirait-elle en définitive à un rouage fort complexe, mais essentiellement physico-chimique? Et au point de vue religieux, faut-il attendre ce jour avec appréhension, redouter un empiétement sur la Toute-Puissance divine?

Remarquons tout d'abord que le Créateur a donné à tous les êtres vivants la capacité de se reproduire, c'est-à-dire d'édifier et de mûrir dans leur propre organisme des cellules qui, seules (dans le cas de la parthénogenèse ou de la scissiparité), ou en conjugaison avec d'autres (dans le cas de la sexualité), peuvent être le point de départ d'une nouvelle vie. Ce processus de la génération n'a rien d'irrationnel, d'inintelligible pour la raison humaine; il implique des étapes précises, la mise en jeu de mécanismes déterminés que la physiologie détaille de mieux en mieux et qu'elle ne manquera pas de comprendre et de maîtriser de plus en plus complètement à l'avenir. Dès lors, en principe, il n'y a évidemment rien d'impossible à voir l'intelligence humaine reproduire, copier en quelque sorte, avec toute son ingéniosité expérimentale, les conditions naturelles; elle parviendra peut-être même à les faire jouer à volonté pour aboutir finalement aux mêmes résultats : la naissance d'un nouvel être.

Ce succès éventuel implique-t-il l'identification pure et simple de la vie à la matière inanimée, dont elle ne serait qu'un état plus complexe? Nous ne le pensons pas. Sans doute, considéré isolément, ce résultat n'exclut pas la possibilité d'une conception de ce genre, mais il ne l'impose pas davantage, et les hommes choisiront pour ou contre elle, en raison de motifs extrinsèques à la science pure.

---

11. F. H. C. Crick, *Nucleic Acids*, dans *Scientific American*, septembre 1957, vol. 197, pp. 188-200.

simple, quoique un peu fruste. Mais nous dirions que nous avons réussi à dégager le « plus » qui se cachait comme une virtualité dans le « moins ». Nous ne dirons pas que nous avons créé la vie, ni un vivant, mais bien que nous l'avons fait émerger, en réunissant les conditions nécessaires et suffisantes de son épiphanie. Plus précisément encore, l'organisme obtenu par synthèse en laboratoire est certainement « plus » qu'un édifice minéral. Nous ne proposons pas d'imaginer la matière inanimée comme un animal ou une plante camouflés en minéral, comme un vivant dont le degré de psychisme est déjà formellement présent, quoique provisoirement imperceptible. Mais le minéral, grâce à l'analogie selon laquelle il n'est pas totalement hétérogène au vivant, recèle une ordination positive à passer dans un ordre supra-minéral, et le seul jeu des lois physico-chimiques le pousse à cette ascension.

Pour un philosophe non mécaniciste, deux représentations d'inégale valeur s'offrent dès lors à l'esprit. La première s'exprimerait ainsi : dès que les conditions de l'apparition de la vie sont réalisées, *ipso facto*, le Créateur, par un coup d'état entièrement arbitraire, complète les montages de la nature (ou de l'homme, dans notre cas) et les anime, c'est-à-dire leur confère le degré de « conscience analogique » dont ils sont capables. Cet « interventionnisme » auquel Dieu serait condamné paraît trop enfantin et semble bien près d'une caricature anthropomorphique de la puissance créatrice. Certes il y a un concours divin à toute activité d'un être fini, et donc aussi à l'évolution par laquelle un vivant est issu d'antécédents physico-chimiques. Mais ce concours ne procède ni par miracle, ni par coup d'état, ni même par coup de pouce ; il assure simplement le déroulement des processus normaux, voulus par le Créateur dès l'apparition de la matière, inscrits, à titre de destination future, dans les lois naturelles du monde minéral.

Nous dirons donc que la matière réelle sur laquelle nous œuvrons possède la vie, non pas formellement, mais comme une virtualité non épanouie. Notre action scientifique, tout comme le processus naturel de la reproduction, ou l'évolution accomplie au cours des ères géologiques, se borne dès lors à permettre la réalisation — l'« actuation » dirait la philosophie scolastique — de cette virtualité, à des degrés divers selon les structures matérielles plus ou moins adéquates qui lui sont offertes [14]. N'est-ce pas une évolution ascendante analogue à celle que parcourt un ovule fécondé? Le degré de « conscience analogique » dont il jouit au début est des plus limités, mais au fur et à mesure que progresse le développement, il atteint aussi sa pleine mesure. Cette représentation fait l'économie des retouches incessantes que le Créateur apporterait à son œuvre. Ajoutons une remarque : si cette conception correspond à la réalité, il faudrait s'attendre à découvrir d'au-

14. Nous réservons expressément le cas de l'âme humaine que nous n'avons pas à examiner dans le cadre de cet article.

Comme le montre la philosophie, la conscience en effet est un aspect du réel qui se retrouve de manière analogique à tous les échelons des êtres [12]. Nous ne saurions prétendre nous représenter exactement à quoi elle se réduit chez des espèces fort éloignées de la nôtre, et à fortiori chez des êtres inanimés. Par contre les espèces plus proches de nous, les Mammifères par exemple, en offrent des manifestations suffisamment claires pour que nous n'hésitions pas à la reconnaître. Cette « conscience analogique » utilise l'énergie de la matière et les mécanismes divers qui la canalisent, la concentrent ou la libèrent. Un observateur unilatéral pourrait même éprouver la tentation de n'y voir qu'une propriété particulière des structures complexes, propres aux organismes. L'analyse ne découvrira jamais en effet qu'une continuité phénoménale, sans couture, dans le passage de la matière inerte à la matière vivante; l'examen des phénomènes d'assimilation ou d'un développement embryonnaire quelconque suffit à nous en convaincre. C'est que la « conscience analogique » ne monte pas elle-même les mécanismes qui vont lui permettre de s'exprimer, ceux-ci sont parfaitement soumis à la légalité physico-chimique et nul « principe vital » n'est indispensable pour en assurer l'édification et le fonctionnement [13]. En d'autres termes, toute interaction de deux molécules dans le corps du vivant se fait conformément aux lois minérales, et il n'y a pas lieu d'invoquer le psychisme pour expliquer une prétendue violation de ces lois. Ce qui lie par exemple les cellules entre elles, ce n'est pas la conscience, ni un « principe vital », mais les affinités chimiques des complexes protéiniques. A ce niveau-là de la réalité, nous ne sommes affrontés qu'avec des forces matérielles.

Néanmoins notre expérience personnelle nous montre que cet aspect n'épuise pas la richesse du vivant, et que, dans l'homme, il existe de plus une conscience, d'une autre nature que les forces physico-chimiques. Et cette structure ontologique se retrouve *analogiquement* à tous les échelons de la réalité infra-humaine.

Si donc, grâce à des techniques assez délicates, nous assistions un jour à l'apparition de la vie en laboratoire, nous ne conclurions évidemment pas que « le plus sort du moins », pour reprendre une formule

---

12. Pour éviter toute équivoque, nous voudrions préciser ici une convention de vocabulaire. La conscience humaine se découvre par une expérience réflexive, donc étrangère à la science pure des phénomènes extérieurs. Mais entre la conscience humaine (spirituelle) et le psychisme (non spirituel) des autres organismes vivants, et même l'activité minérale, la philosophie admet une certaine analogie. Nous ne pouvons préciser ici ce qu'est cette analogie. Nous conviendrons de désigner ces diverses formes de psychisme infra-humain, par l'expression « conscience analogique ». Bien entendu, notre vocabulaire conventionnel s'écarte de l'usage courant. Ajoutons aussi que dans notre texte le mot « matière » ne sera pas pris au sens technique de la philosophie scolastique, mais dans le sens habituel du mot. Il ne sera donc pas synonyme de « matière première ».

13. Jean Moretti, *Les Virus et la Synthèse de la Vie*, dans *Etudes*, avril 1956, tome 289, pp. 88-95.

tres vivants plus ou moins évolués, en d'autres points de l'Univers, le jour où cette exploration spatiale serait permise à la curiosité humaine.

Il y aurait cependant une manière erronée de concevoir le lien qui unit les deux aspects du réel que nous avons distingués. Tout dualisme platonicien est à écarter ; la « conscience analogique » n'est pas une prisonnière, enfermée dans une gangue de matière dont elle ne se dégagerait qu'à des degrés variables. Le vivant est un tout, supérieur à la somme de ses parties, non un aggrégat, mais un « intégrat »[15] suivant le mot si heureux de Sinnott. L'unité supérieure que le psychisme apporte se place sur un autre plan que celui des liaisons chimiques et tissulaires. Ce qui n'empêche pas les conditionnements respectifs et réciproques, tout comme l'intention d'un écrivain n'empêche pas la phrase écrite de comporter des lignes sinueuses soumises à la géométrie.

Quoi qu'il en soit, en face des progrès scientifiques contemporains, un chrétien ne saurait éprouver ni angoisse, ni inquiétude. Le pouvoir nouveau qu'il acquiert ne fait que souligner l'ampleur des responsabilités dont Dieu l'a chargé. Le Seigneur est libre en effet d'agir comme Il l'entend, et nous n'arrivons à saisir son « comportement » qu'à travers les gestes, les actes, les mots qu'Il nous destine. Or toute la création constitue un texte prodigieux, où nous pouvons déchiffrer une part au moins de ses démarches, de ses intentions et de ses désirs.

Au cours des dernières décades, l'étude de l'Evolution nous a fait pressentir de plus en plus profondément la manière harmonieuse dont Dieu articule les forces naturelles pour assurer une dérive de plus en plus rapide de tout le cosmos vers l'homme, cet « être unique » comme le qualifiait Julian Huxley. Après Galilée, après Darwin, l'espèce humaine avait perdu, semblait-il, sa place privilégiée dans l'Univers. Elle n'apparaissait que comme une espèce parmi des millions d'autres, elle n'était venue que tardivement peupler la surface d'un petit astre circulant autour d'une étoile secondaire. Elle n'était pas au centre du monde, et elle ne semblait pas davantage constituer un centre pour le monde. Les progrès actuels sont en train de la réhabiliter. Ils démontrent que, malgré nos limites et l'humilité indéniable de notre histoire première, nous sommes étrangement bien outillés pour dominer les espaces et percer les secrets de la matière et de la vie. L'homme ne s'est pas contenté de changer la face de la terre en l'humanisant de plus en plus, c'est-à-dire en l'aménageant à son gré pour qu'elle réponde à ses besoins, mais il est en passe de faire irruption dans l'Univers. Personne ne sourit plus aujourd'hui de la même manière que jadis, lorsqu'il est question de quitter notre astéroïde, ce berceau de l'espèce, et de fouler le sol d'autres planètes. Bien plus,

15. E. W. Sinnott, *The Biology of the Spirit*, Londres, 1956.

il n'est pas déraisonnable de penser que la vie elle-même nous sera un jour largement soumise. Nous sommes en train d'accumuler les connaissances qui nous permettront de modifier sciemment les organismes, de les modeler selon nos volontés et peut-être même d'en susciter de nouveaux que la terre n'avait jamais portés. Or, ne l'oublions pas, la Bible précise que nous sommes une « image de Dieu », la plus parfaite même qui soit dans le monde matériel. En pétrissant à notre tour la glaise terrestre, nous pouvons y laisser l'empreinte d'une ressemblance divine plus achevée. Le mal physique entre autres, qui nous fait souffrir dans notre chair et dans notre cœur, ne pourra reculer que par une maîtrise de plus en plus délicate de la matière et de la vie. Et Dieu même se réjouit du jour, où l'espoir sera rendu aux cas jugés aujourd'hui désespérés.

Le monde ne nous a pas seulement été donné pour y vivre vaille que vaille, mais il nous a été confié pour que nous achevions avec le Seigneur ce qu'Il avait commencé sans nous. Cette tâche n'est pas la seule qui soit nôtre, mais elle fait partie intégrante de notre mission d'homme. Tout progrès scientifique débouche dès lors, non sur un orgueil suffisant ou une crainte timide, mais sur une joie : celle de savoir que Quelqu'un compte sur nos sueurs et s'intéresse à nos échecs comme à nos succès, qui sont aussi les siens.

Nous ne confondons pas pour autant nos tâches terrestres et notre destinée surnaturelle, mais l'une et l'autre ne peuvent aboutir qu'orientées dans une même direction. Et c'est pourquoi sur tous les plans de la création, nous ne travaillons jamais tout seuls.

Namur
61 Rue de Bruxelles.

Adrien BAUCHAU, S. J.
Professeur aux Facultés Universitaires.