

Hasard et nécessité

« Avec la généralisation de la thermodynamique, on arrive à comprendre que la vie est la règle dans certaines conditions et que le dualisme de la nécessité et du hasard est dépassé. »

La vie est caractérisée par l'ordre : le métabolisme des cellules nécessite la coordination de milliers de réactions chimiques, c'est l'ordre fonctionnel ; le code génétique détermine un arrangement des molécules qui permet, par exemple, la spécialisation des enzymes, c'est l'ordre architectural.

Le second principe de la thermodynamique affirme que l'état d'évolution le plus probable de tout système isolé est l'état d'équilibre désordonné (d'entropie maximale). Il semblait donc y avoir, jusqu'à présent, incompatibilité entre ce principe et l'apparition de la vie ordonnée.

Les chercheurs de l'école de Bruxelles, dont le chef de file est Ilya Prigogine, renversant le mouvement, ont détruit cette incompatibilité. Selon Prigogine, les structures biologiques sont des états spécifiques de non équilibre ; elles exigent une dissipation constante d'énergie et de matière, d'où leur nom de structures dissipatives.

« C'est, écrit Prigogine, par une succession d'instabilités que la vie est apparue. C'est la nécessité, c'est-à-dire la constitution physicochimique du système et les contraintes que le milieu lui impose, qui détermine le seuil d'instabilité du système. Et c'est le hasard qui décide quelle fluctuation sera amplifiée après que le système a atteint ce seuil et vers quelle structure, quel type de fonctionnement il se dirige parmi tous ceux que rendent possibles les contraintes imposées par le milieu. » Pour Ilya Prigogine, le rôle du hasard dans l'apparition de la vie est donc très restreint : il se réduit à un choix entre diverses possibilités alors que, pour Jacques Monod, le choix est purement aléatoire.

Bien entendu, la théorie qualitative des structures de non-équilibre est encore dans ses premières étapes, et nous devons nous attendre à de nombreux développements dans les années futures. Il est dès à présent remarquable de constater que la vie comprend à la fois des structures régulières (du type de celles que présente le rythme cardiaque) et des structures chaotiques (du type des processus neurologiques, dont le cerveau est le siège). Il semble raisonnable, devant la généralité de ces processus, de penser que des systèmes présentant des dynamiques reliées à des attracteurs étranges ont pu jouer aussi un rôle dans la genèse des phénomènes vivants. On sait que la structure d'un flocon de neige retient la trace de certaines caractéristiques des conditions sous lesquelles s'est déroulé le processus de solidification, en particulier la trace de la distance à l'équilibre. De même, l'observation de biopolymères peut révéler quelles conditions de non-équilibre présidaient aux processus qui ont permis leur formation. Il s'agit là d'un programme dans lequel le groupe de Bruxelles est très actif.

Peu à peu se modifie la compréhension que nous avons du statut du second principe de la thermodynamique. Dans les systèmes isolés, ce principe était attaché à l'idée de dégradation ; pour les systèmes vivants, ce principe rend au contraire possible des processus d'autostructuration. Cette métamorphose du second principe a-t-elle des prolongements ? Lorsque nous considérons l'Univers dans son ensemble, nous devons à la fois considérer l'entropie et la gravitation. Or les liens connus entre thermodynamique et gravitation restent fort ténus, malgré les succès partiels de certaines théories dans le cadre de l'hypothèse des trous noirs.

L'Univers pris comme un Tout est-il promis à une évolution cyclique où est-il appelé à connaître une dégradation irréversible ? Faut-il choisir entre Univers cyclique et Univers entropique ? C'est bien l'alternative à quoi aboutissent la plupart des exposés actuels. Ne peut-on pas penser qu'une synthèse plus approfondie des acquis de la relativité et de la gravitation exprimera à l'échelle cosmologique ce qui est l'essentiel du second principe, à quelque niveau qu'il s'applique : que l'évolution d'un système dynamique n'est pas donnée ?

Déterminisme et intelligibilité

La question du hasard et de la nécessité a toujours été, dans nos sciences, une question portant soit sur le monde soit sur les idéaux de la connaissance. Le parcours accompli n'aboutit pas à un renoncement à une question de ce type. En un sens, comme l'interprétation probabiliste de Boltzmann, l'interprétation dynamique de l'événement que nous avons esquissée est une expression de sa fécondité. Le parcours aboutit plutôt à une redéfinition du sens de cette question, que l'on propose d'axer non plus sur une problématique de jugement mais sur une problématique de pertinence.

Le sens d'une interrogation ne se démontre ni ne se réfute. Il est affaire de conviction, et c'est en tant que tel qu'il guide le travail des scientifiques et intervient dans leurs controverses. Mais cette conviction n'est pas pour autant arbitraire : elle se nourrit du passé pour définir ce que pourrait être demain une nouvelle cohérence de nos sciences. Cette cohérence ne devrait plus traduire une hiérarchie, expression d'un jugement, mais une exigence dont chaque science aurait la charge : l'exigence de rendre explicite, dans le concept singulier de son objet, et notamment dans la manière singulière dont il articule hasard et nécessité, le type de question qui en assure l'accès le plus pertinent, le type de regard et de pratique qu'il a fallu apprendre pour devenir capable d'en reconnaître la singularité.

Ilya Prigogine: Prix Nobel de chimie (1977)/ Chimiste, Physicien, Philosophe/ Professeur à l'université d'Austin USA et **Isabelle Stengers:** Docteur en philosophie Professeur à l'université libre de Bruxelles.