

> pertinents pour chercher les traces des débuts de l'évolution de la vie unicellulaire. Enfin, ils ne sont pas tous strictement biologiques : il existe des processus géologiques ou géochimiques, comme les gradients d'énergie utilisés par le vivant dans les cheminées hydrothermales. L'environnement n'est pas juste un filtre qui contraint les lignées de microbes, de plantes ou d'animaux. Il contribue à produire certaines propriétés du monde vivant, comme dans le cas des métalloprotéases, ces enzymes qui utilisent des métaux pour fonctionner. Et à l'autre bout du spectre, on trouve des langages de programmation informatique, qui n'existeraient pas sans nous, mais qui sont aussi un résultat de l'évolution. Les différents processus et objets qui constituent l'histoire du vivant se rattachent les uns aux autres, mais ne s'expliquent pas d'une manière univoque.

**Depuis Darwin, on explique souvent l'évolution par la sélection naturelle, qui favorise les plus aptes. Pourquoi affirmez-vous que, de plus en plus, le hasard concurrencera ces explications ?**

Nos modèles pour penser la sélection s'appliquent à l'intérieur d'une lignée. Dans les collectifs composés de multiples espèces, nous avons besoin de modèles étendus pour comprendre la pérennité des associations, leurs transformations et leur succession dans le temps. Une façon plus mécanique d'expliquer des collectifs est de recourir à la théorie de la présuppression. Imaginez que deux entités, par exemple des protéines, interagissent par hasard et que, au gré d'une mutation, l'une d'elles se mette à dépendre de l'autre : elle perd ses capacités, mais l'autre les compense. Bien que désavantageuse pour la protéine seule, la mutation sera transmise à la descendance, comme si la seconde protéine avait supprimé par avance le handicap de la première.

Cette théorie offre une vision de l'évolution aux antipodes de la sélection des meilleurs. Elle décrit un monde où « les handicapés » qui s'épaient sont nombreux parmi les systèmes complexes. Certains proposent d'appliquer ce modèle aux ribosomes, des structures cellulaires formées de l'agrégation de nombreuses protéines. Dans cette perspective neutraliste, la complexité émerge d'une succession d'interactions loin d'être optimales pour la survie, mais qui interdisent le retour à l'état initial par un effet cliquet : la probabilité d'un retour à un état indépendant est beaucoup plus faible que celle de s'en éloigner. Cette interprétation diverge de celle selon laquelle lors de la complexification d'un assemblage de protéines, la sélection optimise les fonctions de cet assemblage.

Un autre paramètre intervient, la taille des populations. Lorsqu'elles sont grandes, la sélection peut agir, lorsqu'elles sont petites, le hasard prend une place prépondérante. Pour

de nombreuses associations, comme l'acquisition de la mitochondrie dans une cellule pré-eucaryote, on peut imaginer qu'au début, les populations étaient petites.

## Cette vision de l'évolution est aux antipodes de la sélection des meilleurs

**Si on prolonge votre constat d'entrelacement en incluant, comme vous le faites, les éléments abiotiques des écosystèmes, ne rejoint-on pas l'hypothèse Gaïa ?**

Dans l'hypothèse Gaïa, les écosystèmes de la planète sont intégrés, de telle sorte qu'une entité supérieure émerge. Je pense non seulement que cette fascinante question se pose, mais aussi qu'elle entre dans le cahier des charges des évolutionnistes. Existe-t-il un tel collectif et, si oui, comment parler de ses évolutions et de ses transformations ? Il est encore trop tôt pour répondre à ces questions, mais on peut prendre des modèles à une échelle plus petite. On sait que différents microbes dans un environnement peuvent réaliser une fonction, par exemple une voie métabolique qui a un impact sur la fixation du carbone ou sur des cycles géochimiques. Lorsqu'une telle voie est installée, un découplage peut survenir entre sa fonction et l'évolution des composants qui la produisent. La fonction a été sélectionnée, elle perdure, mais les microbes et leurs génomes se transforment. En serait-il de même pour une fonction attribuée à Gaïa ?

**Pensez-vous qu'une réorganisation de la profession soit nécessaire pour élargir le cadre conceptuel de l'évolution ?**

La multidisciplinarité me paraît la meilleure façon d'y parvenir. À partir du moment où l'on pense que des associations sont sélectionnées et qu'elles sont composées d'éléments n'ayant pas toujours la même origine, la même manière de se transformer ni le même tempo d'évolution, on comprend qu'il est nécessaire de solliciter les compétences de certains collègues, ce qui conduit à une modification des pratiques. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR GÉRARD LAMBERT