

- > en profondeur nos idées sur l'évolution des espèces, et même avoir des répercussions sur notre avenir.

## UNE THÉORIE, BEAUCOUP DE QUESTIONS

Traditionnellement, l'évolution par sélection naturelle opère au sein de populations, c'est-à-dire d'ensembles d'individus apparentés, lorsque trois conditions sont réunies. D'abord, il faut que les membres d'une population ne soient pas tous semblables. Ensuite, il faut que les différences qui apparaissent influent sur les capacités de survie ou de reproduction. Enfin, il faut que ces traits plus ou moins avantageux soient héréditaires, pour que des adaptations soient transmises de parents à descendants. Dans ce cas, à mesure des générations, les spécimens les mieux adaptés voient leur fréquence au sein du groupe augmenter, et modifient les populations.

L'évolution se déroulerait ici principalement par une compétition sans fin, au sein d'une lignée, où chaque membre, confronté à ses semblables, est soumis à l'épreuve de la sélection naturelle. Selon cette logique, la valeur sélective se mesure souvent par le succès reproductif, c'est-à-dire par le nombre de descendants.

Néanmoins, l'évolution peut aussi *a contrario* façonner l'histoire de la vie en «altérant» les capacités de survie et de reproduction isolées de certains. Les transitions évolutives, rares mais essentielles, rendent compte de ce contre-pied, et complètent la théorie standard de l'évolution. Durant ces événements, de nouvelles espèces émergent d'interactions durables entre des entités biologiques qui, pour l'occasion, perdent leur capacité à se reproduire ou à survivre seules au profit d'un collectif.

Ainsi, depuis près de deux milliards d'années, les mitochondries, descendantes captives des cellules bactériennes ayant contribué à la naissance des cellules eucaryotes, ne peuvent plus se reproduire ni survivre en dehors de ces «nouvelles» cellules. De même, la transition vers la multicellularité, à l'origine par exemple des animaux, a fait suite à la division du travail reproductif entre cellules en interaction qui ont depuis perdu leur capacité à survivre seules. À l'issue d'une transition évolutive, des individus d'un nouveau type constituent donc des nouvelles populations (eucaryotes, organismes multicellulaires, etc.) sur lesquelles la sélection naturelle va désormais agir.

Dans le cadre de ces théories, les évolutionnistes débattent pour déterminer quels éléments (gènes? génomes? organismes?) et quelles populations (mono- ou multispécifiques?) subissent la sélection naturelle ou émergent de transitions évolutives. Depuis une dizaine d'années, les analyses de la dynamique des communautés microbiennes sont venues enrichir considérablement ces débats. Car les travaux sur les microbiomes

laissent entrevoir la possibilité que les théories classiques de l'évolution par sélection naturelle ne modéliseraient qu'imparfaitement l'évolution des cellules microbiennes. Plus précisément, ces théories pourraient sous-estimer le statut évolutif de nombreuses associations microbiennes, en ne les reconnaissant pas comme des groupes capables d'évoluer en tant que tels.

## D'HOMO SAPIENS À CHOSMO SAPIENS

Les débats sur l'holobionte (voir l'entretien avec M. A. Selosse, page 48) illustrent ces questions nouvelles. Sommes-nous des assemblages coconstruits par des informations génétiques de microbes et d'humains, des *Chosmo sapiens* (un collectif «métahumain» intégrant les microorganismes qui nous accompagnent), plutôt que des *Homo sapiens* dont certains traits caractéristiques seraient uniquement codés dans les gènes de notre espèce? Et si les biologistes se trompaient sur les frontières réelles de notre être? Autrement

# L'UNIVERS DES MICROBES EST PEUT-ÊTRE EN RÉALITÉ UN MONDE FONDAMENTALEMENT MULTICELLULAIRE ET STRUCTURÉ

dit, existons-nous vraiment, aux yeux de la sélection naturelle, sans nos microbes?

Plus généralement, c'est la question de notre capacité à identifier les entités filtrées par la sélection naturelle qui est posée par les analyses portant sur les associations microbiennes. Certaines d'entre elles méritent-elles d'être pensées comme des individus évolutifs de plein droit, et lesquelles? Un biofilm composé d'espèces diverses, poussant aux abords d'un étang, a-t-il un avenir évolutif? Une communauté de microbes, capable de fixer l'azote par des passages de relais fonctionnels entre membres de différentes espèces (quand des espèces distinctes enchaînent des réactions métaboliques successives), a-t-elle un futur en raison de la sélection naturelle? Si oui, l'enjeu est de taille: les microbiomes pourraient héberger un nombre considérable d'organisations multicellulaires issues de transitions évolutives masquées.

La question se pose désormais: l'évolution microbienne se joue-t-elle principalement au niveau des cellules isolées ou au niveau d'organisations multicellulaires plus intégrées? Certains microbes ne sacrifieraient-ils pas en partie leur potentiel reproductif au profit de la persistance ou de la reproduction d'un collectif