

> « horizontale », entre organismes sans lien d'ascendance (voir l'encadré page 58). On pourrait y voir juste un paradoxe amusant, mais cela révèle deux facettes d'une pièce, par définition difficiles à voir simultanément. Comme au XIX^e siècle avec l'hérédité et l'évolution, deux domaines scientifiques distincts se sont développés à partir de ces deux facettes. L'un, la biologie moléculaire, est construit sur l'utilisation en laboratoire des mécanismes naturels de transfert horizontal. L'autre, l'évolution moléculaire, s'appuie sur l'hypothèse de la stricte transmission verticale de l'ADN pour construire l'histoire évolutive des organismes et des espèces. Le premier implique les mécanismes de l'hérédité, l'autre les mécanismes de l'évolution.

D'un côté de la pièce, l'ADN est vu comme le livre de recettes permettant la construction et le fonctionnement d'un organisme. Pour le déchiffrer, la possibilité de transfert horizontal est utilisée quotidiennement dans les laboratoires de biologie moléculaire. Chez des organismes aussi divers que bactéries, plantes, levures ou mammifères, il sert à isoler des gènes, tester leurs effets, purifier leurs produits, modifier les génomes, « améliorer » les plantes et animaux d'intérêt agronomique, connaître la séquence des protéines ou des gènes, c'est-à-dire l'arrangement en longues suites linéaires de leurs composés (les acides aminés pour les protéines, les nucléotides pour l'ADN). En regardant l'ADN comme un élément fonctionnel, les biologistes ne pouvaient ignorer l'importance de ces mécanismes de transfert horizontal, étant donné leur diversité et la facilité avec laquelle ils pouvaient les manipuler.

Pour les évolutionnistes impliqués dans la construction d'un arbre du vivant, le transfert horizontal était plutôt l'élément à écarter. De ce côté-ci, l'ADN est avant tout ce qui est transmis, avec modifications, de parents à descendants depuis les origines de la vie. C'est un document pour l'histoire. Depuis les années 1960, les biologistes ont accumulé les données et progressivement mis au point des méthodes pour les exploiter.

L'analyse comparative des séquences d'ADN a ainsi transformé notre vision de la diversité et de l'histoire du vivant. On comparait un petit nombre de gènes essentiels supposés exempts de transfert, présents chez l'ensemble des organismes vivants, en attribuant leurs similitudes à des histoires communes et leurs différences à une appartenance à des groupes taxonomiques distincts. On découvrait et organisait ainsi la biodiversité microbienne en grands domaines, certains totalement inconnus jusqu'alors. Le transfert horizontal était l'apanage d'autres parties du génome, qu'il était préférable d'ignorer. À ce

L'arbre du vivant paraissait un concept dépassé, impossible à construire

prix, un arbre du vivant, décrivant l'histoire du monde vivant à travers les relations de parenté entre toutes les espèces connues, prenait forme. Le développement parallèle de ces deux domaines à partir des années 1950, l'un tenant pour négligeables les bases fondamentales de l'autre, a fait ressurgir la tension entre évolution et hérédité sous une autre forme, au tournant du XXI^e siècle.

GLOSSAIRE

SÉLECTION NATURELLE

Propagation des traits favorables à la reproduction dans une population d'organismes vivants. Ce mécanisme important de leur évolution explique notamment l'adaptation à l'environnement.

GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS

Étude de la dynamique des variations génétiques dans une population d'organismes vivants. Cette discipline a permis de réconcilier la génétique, qui explique l'apparition et la transmission des variations, et la sélection naturelle, qui explique leur propagation dans les populations.

PHYLOGÉNIE

Étymologiquement proche d'« origine des espèces », ce terme désigne l'écriture de l'histoire évolutive du monde vivant à l'aide des relations de parenté entre organismes actuels. Comme pour les arbres généalogiques, ces relations se décrivent sous la forme d'arbres – des objets abstraits représentant la diversification des espèces ou des gènes comme des ramifications. L'arbre du vivant est celui qui décrit les relations entre toutes les espèces vivantes.

UNE SECONDE CRISE DARWINIENNE

En effet, les incompatibilités des présupposés des deux parties ont des conséquences pour chacune d'elles. D'un côté, ignorer l'évolution pour comprendre le fonctionnement des génomes comporte des dangers. Par exemple, en 2003, dans la continuité du projet *Génome humain*, qui avait abouti au séquençage d'un génome humain entier, le projet international *Encode* a entrepris de répertorier l'ensemble des activités biochimiques liées à l'expression du génome humain. Ses résultats, publiés en 2012, ont révélé que 80% du génome était actif, et nombre de personnes en ont déduit un peu vite que 80% de notre génome était fonctionnel. Or avoir une activité biochimique ne signifie pas forcément être fonctionnel, c'est-à-dire avoir un rôle dans le fonctionnement de l'organisme. Au fil de l'évolution, il arrive que des gènes perdent leur fonction mais gardent une activité biochimique, ou que des fragments d'ADN acquièrent une activité biochimique par hasard, sans acquérir de fonction pour autant...

D'un autre côté, les évolutionnistes cherchant à construire l'arbre du vivant ont vu le nombre de gènes exempts de transfert horizontal se réduire à néant au fur et à mesure que les données génétiques de nouvelles espèces devenaient disponibles. C'est ainsi qu'au début des années 2000, la prise de conscience de l'importance du transfert horizontal a presque provoqué une deuxième éclipse de la théorie darwinienne. Comme au siècle précédent, l'incohérence entre les hypothèses sur lesquelles repose la théorie de l'évolution et les