

Réfléchir le vivant

Les protozoaires et les reptiles existent encore !

Marc-André Selosse 

On dit parfois qu'il ne faut plus parler de protozoaires ou de reptiles, car ces groupes ne sont plus reconnus dans les nouvelles classifications : est-ce vrai ? Pour comprendre que la réponse est « oui, et non », il faut revenir sur les changements plus ou moins récents qu'ont vécus les classifications scientifiques.

La ressemblance et son sens évolutif

Au départ, les organismes vivants furent regroupés sur la base de ressemblances, le plus souvent morphologiques. Certaines classifications décidaient arbitrairement de critères prioritaires : celle des plantes, publiée par le naturaliste Carl von Linné entre 1735 et 1764, se base sur les similitudes florales, avec une priorité pour celles des organes sexuels mâles. Cette approche ouvrait à des controverses avec ceux qui utilisaient d'autres critères : Carl von Linné railla d'ailleurs ceux qui utilisaient des organes différents. Mais on peut aussi utiliser, sans priorité et globalement, toutes les similitudes disponibles : cela prévaut par exemple dans la définition actuelle de l'espèce bactérienne basée sur les cinétiques de ré-hybridation croisée, après la dénaturation conjointe de l'ADN des deux bactéries. On considère alors, par définition, qu'au-dessus de 70 % de similitude des séquences génomiques¹, sur tout le génome, deux souches appartiennent à la même espèce.

Ces utilisations de la ressemblance brute ont fondé les premières classifications historiques, dites phénétiques (basées sur l'apparence, *phenos* en grec) qui remontent à l'Antiquité. Puis advient, à partir du XIX^e siècle, une vision évolutionniste, où une similitude entre deux organismes différents peut s'expliquer de deux façons :

– soit elle est héritée d'un ancêtre commun, comme l'aile chez les différents oiseaux : on parle alors d'« homologie », qui signe une parenté évolutive ;



Professeur du Muséum national d'histoire naturelle, Institut de systématique, évolution, biodiversité et membre de l'Institut universitaire de France.
marc-andre.selosse@mnhn.fr

– soit elle est apparue indépendamment, plusieurs fois au cours de l'évolution, comme l'aile des oiseaux et celle des insectes ou des chauves-souris : les traits similaires sont alors des « homoplasies », qui signent souvent une adaptation à une même contrainte évolutive.

Dans le détail, les homoplasies comprennent deux phénomènes. Une « convergence » au sens strict résulte de l'apparition indépendante du trait similaire dans deux lignées différentes, comme les ailes des oiseaux et des insectes. On parle par ailleurs de « réversion », quand il y a bien deux apparitions indépendantes, mais dans la même lignée, où il y a eu perte du trait chez certains individus, puis réacquisition de ce trait parmi certains descendants de ces individus : ainsi, les vertébrés terrestres ont perdu la nageoire de leurs ancêtres, mais les cétacés l'ont réacquise (un bégaiement évolutif, donc !). Des classifications basées sur les homologies sont dites biologiques, car elles intègrent la logique biologique de la similitude ; ces classifications ont vu le jour à partir du XIX^e siècle. Des groupes faits d'organismes similaires, mais apparus indépendamment, dits polyphylétiques, en furent éliminés : c'est le cas des lichens, apparus plusieurs fois dans l'évolution des champignons, ou des gamopétales (plantes à fleurs dont les pétales sont soudés) qui disparurent progressivement des classifications scientifiques.

On peut s'étonner qu'il n'y ait pas une baisse de similitude proportionnelle à la distance évolutive entre individus apparentés dans l'évolution : si c'était vrai, on serait d'autant plus proche évolutivement qu'on serait globalement similaire (et les classifications phénétiques et biologiques seraient identiques). Mais c'est

Vignette (© Marc-André Selosse).

¹ Aujourd'hui, on peut aussi établir ce pourcentage par comparaison de séquence quand les génomes sont connus.

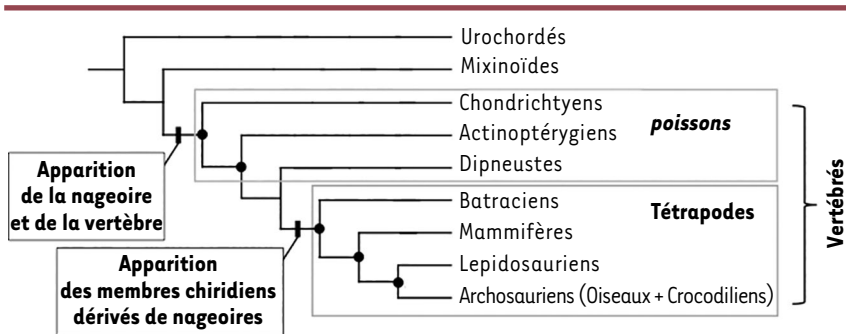


Figure 1. Exemple de l'arbre phylogénétique des Vertébrés, avec deux groupes-frères (les Myxinoïdes et les Urochordés). Les noms indiqués en caractères droits correspondent à des groupes monophylétiques ; les poissons constituent un groupe paraphylétique.

oublier deux phénomènes qui surviennent au cours de l'évolution. Premièrement, il y a parfois de la convergence entre deux lignées, donc le temps créé de la ressemblance entre individus non apparentés. Deuxièmement, les rythmes d'apparition des différences entre les descendants d'un même ancêtre sont variables d'une lignée à l'autre : nous différons par exemple plus morphologiquement de notre ancêtre commun avec les poissons que les poissons n'en diffèrent eux-mêmes. La similitude n'est donc pas toujours proportionnelle à la parenté : les classifications biologiques ne donnent pas le même résultat que les classifications phénétiques.

Les classifications modernes, phylogénétiques

Dans les années 1950, on distingua deux types d'homologies. Pour le comprendre, observons l'arbre évolutif des Vertébrés (Figure 1) [1]. On y distingue les vertébrés terrestres ou Tétrapodes, ainsi nommés car ils ont 4 membres chiroïdiens² : patte, aile, bras ou jambe selon les cas. Les membres chiroïdiens, apparus dans leur ancêtre commun, sont des homologies. De même, les poissons ont tous des nageoires, homologies apparues dans leur ancêtre commun (qui est aussi celui de tous les Vertébrés, Figure 1). Mais ces deux homologies ont des propriétés différentes. Le membre chiroïdien définit un groupe, les Tétrapodes, tel que tous ses membres ont un ancêtre commun : il est homogène évolutivement et contient tous les descendants de son ancêtre commun. En revanche, les poissons ont bien un ancêtre commun, mais ce groupe n'en contient pas tous les descendants, puisque les Tétrapodes ne sont pas des poissons (Figure 1). De plus, parmi les poissons, les Dipneustes³ sont plus proches des Tétrapodes qu'ils ne le sont d'aucun autre poisson d'un point de vue évolutif (l'ancêtre commun est plus récent, Figure 1) : pourtant, ils ne sont pas réunis avec eux... Cette asymétrie vient d'un aspect évolutif : parmi ces deux états du même trait (le membre pectoral), le membre chiroïdien est apparu

² Les membres chiroïdiens sont des appendices locomoteurs articulés et munis de doigts, au nombre de deux à l'avant et deux à l'arrière ; ils sont apparus au Dévonien (il y a environ 400 millions d'années).

³ Les Dipneustes sont des poissons osseux d'eau douce qui partagent avec les vertébrés terrestres (Tétrapodes) plusieurs caractères (poumons, narines internes, structure du cœur...). Les Dipneustes respirent beaucoup plus avec leurs poumons (à la façon des Tétrapodes) qu'avec leurs branchies.

après la nageoire et à partir d'elle. Ils ne sont pas strictement symétriques. On distingue donc parmi les homoplasies :

- les états apparus anciennement au cours de l'évolution, dits états ancestraux ou « plésiomorphies » (comme la nageoire des poissons par rapport aux membres des Tétrapodes) ;
- les états apparus secondairement, dits états dérivés ou « apomorphies » (comme le membre chiroïdien des Tétrapodes ou la vertèbre des Vertébrés).

Si l'on fonde un groupe sur une (ou plusieurs) plésiomorphies, il possède bien un ancêtre unique (qui possédait

ses plésiomorphies), mais pas tous les descendants de cet ancêtre, car il exclut tous ceux chez qui a eu lieu un passage à l'état dérivé. Ces groupes, dits paraphylétiques, ne sont plus reconnus par la classification scientifique : c'est le cas des poissons, des reptiles ou encore des protozoaires (ces derniers regroupaient les eucaryotes unicellulaires : c'est un état ancestral dans la mesure où l'état pluricellulaire est apparu plusieurs fois par la suite).

En revanche, si on ne conserve que les groupes fondés sur une (ou plusieurs) apomorphie(s), ces groupes appelés monophylétiques ont l'intérêt d'être homogènes et de comprendre tous les descendants d'un ancêtre commun (comme leur étymologie l'indique : *mono*, seul, *phylum*, lignée). C'est la base de la classification la plus récente, dite phylogénétique.

Les trois dernières décennies ont été l'objet de changements intenses de la classification pour deux raisons : d'une part, l'émergence de la classification phylogénétique ; d'autre part, le recours aux caractères moléculaires, à la fois nombreux et plus à même de fossiliser des parentés que la morphologie. L'utilisateur de la classification peut donc se lamenter – mais ce n'est pas neuf : déjà, Heinrich Crantz⁴ fustigeait, en 1766, les réformes incessantes des systèmes de classification et « la ruine (...) de notre esprit exubérant qui (...) brûle aussitôt d'envie de jeter dans une nouvelle création les choses qu'il vient de rejeter ». Et en même temps, cela veut dire que la classification est une science et qu'elle intègre les progrès de la biologie. Soyons positifs : Heinrich Crantz déplorait aussi que « jusqu'à ce jour, on n'a pas trouvé le fil d'Ariane par lequel on puisse dérouler la nature à partir de la nature ». Distinguer homologies et homoplasies dans les ressemblances, puis

⁴ Botaniste et médecin viennois, né en 1722 et mort en 1797.

apo- et plésiomorphie dans les homologues, c'est au moins exploiter un fil majeur de la nature : l'évolution !

Tout n'est pas monophylétique dans la vie !

Puisque nous en sommes venus aux utilisateurs, reprenons notre question de départ : peut-on encore parler de protozoaires ou de reptiles ? Quelle place, à présent, pour les groupes polyphylétiques et paraphylétiques puisque la classification phylogénétique moderne les rejette ? S'ils n'existent plus pour cette discipline, restons pragmatiques quant à nous.

Les groupes paraphylétiques regroupent des organismes qui ont des ressemblances – précisément, des plésiomorphies. Les poissons se ressemblent en plein de façons, liées au fait qu'ils ont conservé l'état aquatique ancestral et les adaptations qui y sont liées (nageoires, forme du corps, branchies, etc.). Il est donc encore pratique de nommer « poisson » ce groupe : après tout, on ne va pas fermer les poissonneries sous prétexte que la classification scientifique ne reconnaît plus les poissons ! La définition phénétique de l'espèce bactérienne entrevue en introduction a toujours cours... De même les protozoaires regroupent, utilement en termes descriptifs, les eucaryotes unicellulaires. L'usage pratique, ou parfois l'habitude, justifie de garder ces groupes, en tenant compte au besoin de leur nature évolutive.

Et *quid* des groupes polyphylétiques, qui rassemblent deux lignées ou plus, apparues plusieurs fois dans l'évolution ? Les ressemblances sont parfois multiples, car il s'agit souvent d'organismes adaptés par l'émergence de plusieurs caractères à une même contrainte écologique. Par exemple, les algues, qui sont apparues à plusieurs reprises avec l'acquisition de chloroplastes à partir de cyanobactéries libres ou d'autres algues eucaryotes unicellulaires (nous y reviendrons dans cette chronique), se ressemblent de multiples façons : on peut désigner l'ensemble de ces lignées en gardant le mot d'algues. Ou encore, les eucaryotes hétérotrophes faits de filaments microscopiques qui

sont aussi apparus plusieurs fois : un grand groupe (les Eumycètes) contient les champignons que nous connaissons, mais il y a aussi d'autres lignées (dont les Oomycètes, comportant les mildious) [2] : gardons le mot de champignons pour désigner l'ensemble de ces organismes divers à l'écologie semblable... Cela va plus loin : des catégories hétérogènes évolutivement, comme les « plantes grasses », les « organismes envahissants », ou les « ferments lactiques » ont leur place dans notre discours et nos écrits, car ils regroupent des espèces aux caractéristiques semblables : bien que polyphylétiques, ils sont très utiles !

Par convention et comme dans ce texte, on recommande de ne pas affubler les groupes para- et polyphylétiques de majuscules, qu'on réserve aux groupes monophylétiques.

Alors, les protozoaires et les reptiles existent-ils encore ? Non, dans la classification scientifique. Mais oui, en pratique, sans majuscule ni prétention d'homogénéité évolutive. Tous les regroupements utiles dans le discours restent permis ! Ouf.

La classification a commencé comme un exercice pratique, accessible et utile pour tous : mais, comme souvent au cours de l'histoire des sciences, l'exercice s'est spécialisé et complexifié. Au point que s'opère une distinction entre le registre scientifique et celui de la vie de tous les jours – y compris celui de la science non liée à la classification proprement dite. Mais classifier doit rester pratique. Derrière l'affirmation que tel ou tel groupe « a disparu » ou qu'il « ne faut pas dire... » se cache souvent une maladresse d'expression, sinon une erreur conceptuelle !

How to classify living beings?

LIENS D'INTÉRÊT

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article

RÉFÉRENCES

1. Lecointre G, Le Guyader H. *Classification phylogénétique du vivant*, quatrième édition (tome 1). Paris : Belin, 2016 ; 584 p.
2. Selosse MA. L'évolution de la classification du monde vivant : méthodes et résultats saisissants. *BFC Nature* 2014. 20: 86-92.

TIRÉS À PART

M.A. Selosse