



## **Cérémonie de réception des nouveaux membres – Le 23 juin 2015**

### **Du premier crâne aux premières mâchoires : un voyage dans l'arbre à remonter le temps**

Philippe JANVIER, *membre de l'Académie des sciences*

Madame et Monsieur les secrétaires perpétuels,  
Messieurs les Président et Vice-président de l'Académie des sciences,  
Chers consœurs et confrères,  
Chers collègues et amis,

C'est évidemment un grand honneur pour moi que d'avoir été élu à l'Académie des Sciences, mais surtout un grand plaisir de l'avoir été sur un poste d'interface entre les sections des Sciences de l'Univers et de la Biologie intégrative, les deux domaines entre lesquels, comme paléontologue, j'ai constamment oscillé au cours de ma carrière. Le paléontologue est en effet géologue sur le terrain, à la recherche des fossiles et des indices de leur âge et de leurs environnements passés, mais aussi biologiste au laboratoire, où il compare la structure, l'anatomie et la diversité de ces organismes disparus avec celles des espèces actuelles afin d'en élucider les relations de parenté.

C'est au cours d'une mission paléontologique au Spitzberg, en 1969, que j'ai découvert le monde si étrange des plus anciens vertébrés connus, sortes de poissons cuirassés et sans mâchoires vieux de 360 à 470 millions d'années. Jean-Pierre Lehman, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle puis membre de l'Académie des Sciences, qui dirigeait cette mission m'a alors proposé de faire une thèse sur l'anatomie d'un groupe de ces vertébrés, les ostéostracés, dont j'ai plus tard démontré qu'ils étaient en fait les plus proches parents fossiles des vertébrés à mâchoires. Si j'ai choisi de travailler sur les vertébrés, le groupe zoologique auquel nous appartenons, ce n'est pas par anthropocentrisme, mais parce qu'ils sont anatomiquement complexes et que leurs fossiles conservent, dans leur squelette, beaucoup d'informations phylogénétiques et fonctionnelles qui permettent de retracer les étapes de leur évolution et de leurs adaptations au cours du temps.

J'ai ensuite été recruté au Musée Suédois d'Histoire Naturelle, à Stockholm, alors un pôle mondial de recherche sur les premiers vertébrés et où les professeurs Erik Stensiö, Erik Jarvik et Tor Ørvig m'ont convaincu que l'embryologie et la compréhension du développement des organismes dans le temps « court », celui de la vie de l'individu, était un complément indispensable à l'interprétation des étapes de leur construction au travers de fossiles étudiés dans le temps « long », celui de l'histoire de la Terre. De retour en France, et recruté au CNRS, j'ai poursuivi mes recherches sur les premiers vertébrés en conservant cette lecture comparative de la diversité du vivant présente et passée, sans renier l'indispensable travail de terrain qui permet parfois des découvertes décisives, comme celle du plus ancien squelette complet d'un vertébré, faite en Bolivie par mon doctorant d'alors, Pierre-Yves Gagnier, dans des terrains vieux de 470 millions d'années, et qui nous montre la structure du premier crâne ossifié.



Mais si le paléontologue-géologue surprend toujours par l'âge ou l'apparente étrangeté des fossiles qu'il trouve, c'est le paléontologue-biologiste, anatomiste, phylogénéticien et systématicien, qui donne la clé de leur place dans la généalogie du vivant. C'est avec Lars Brundin à Stockholm, puis Robert Hoffstetter, Daniel Goujet et Pascal Tassy à Paris, que j'ai été initié aux principes de la Systématique Phylogénétique établie en 1950 par l'entomologiste allemand Willi Hennig, maintenant plus connue sous le nom de « Cladistique ». Cette méthode – je dirais plutôt cette logique – de reconstruction des parentés entre les espèces actuelles ou fossiles est fondée non pas sur la recherche de relations

d'ancêtre à descendant entre groupe primitifs et groupes évolués, mais sur celle de groupes dits monophylétiques, c'est-à-dire une espèce ancestrale et tous ses descendants actuels et fossiles, sans exception. D'une succession de groupes ordonnés dans le temps, l'arbre du vivant devient alors un emboîtement de groupes frères, actuels et fossiles confondus, définis exclusivement par le partage congruent de caractères évolués et ordonnés en vertu du principe de parcimonie. Cette méthode d'analyse a été, dans les années 1970-80, une révolution conceptuelle majeure en biologie comparative car elle permet de proposer des hypothèses de relations de parenté réfutables. Elle est maintenant généralisée et a évolué avec l'avènement de l'informatique et l'utilisation des caractères moléculaires, mais sa base conceptuelle reste la même lorsqu'on reste dans le domaine de la parcimonie. Les approches probabilistes sont autre chose.

Si j'ai emprunté l'expression « arbre à remonter le temps » au titre du remarquable livre de Pascal Tassy, c'est précisément parce que les arbres phylogénétiques construits par cette méthode, et dont des branches peuvent représenter des espèces éteintes, permettent maintenant de dater les divergences entre les espèces ou les groupes et de retracer les étapes qui les séparent de leur ancêtre commun. Lorsque j'ai commencé mes recherches, le monde des vertébrés était réparti en deux grands ensembles : les vertébrés sans mâchoires et sans squelette minéralisé, comme la lamproie actuelle, et les vertébrés à mâchoires, au squelette minéralisés, comme les requins et nous-mêmes. Entre les deux semblait exister une immense lacune morphologique. Les plus anciens vertébrés fossiles connus, sur lesquels je travaillais, étaient des vertébrés puissamment ossifiés, mais sans mâchoires et donc considérés, par défaut, comme apparentés aux lamproies actuelles en raison de l'absence de cet attribut. C'est en appliquant les principes de la systématique phylogénétique à l'analyse des caractères anatomiques de ces formes fossiles que j'ai mis en évidence qu'elles partageaient en réalité un nombre croissant de caractères évolués avec les vertébrés à mâchoires, témoignant ainsi de l'assemblage progressif du plan d'organisation de l'ancêtre commun de tous les vertébrés à mâchoires: crâne dermique, dentine, nageoires paires, organes olfactifs paires, puis finalement mâchoires. Ceci illustre bien le pouvoir des fossiles, seuls capables de nous montrer des combinaisons de traits qui n'existent plus dans la nature actuelle. Ainsi, les prétendus grands groupes « ancestraux » ou « basaux », tels les « protozoaires », « invertébrés », « poissons », « agnathes », « reptiles », établis sur la base d'une ressemblance générale et non du partage de traits particuliers uniques et évolués, disparaissent-ils des classifications en effaçant ces césures qui empêchent encore beaucoup de nos contemporains d'avoir une vision rationnelle de la diversité du vivant. C'est ce que le phylogénéticien Gareth Nelson a appelé la « dissolution des complexes basaux ».



Le constructeur d'arbres phylogénétiques a toujours besoin de plus de caractères pour tester ses hypothèses de relations de parenté. Il va maintenant les rechercher dans les séquences moléculaires de l'ADN ou de l'ARN, généralement inaccessibles au paléontologue. A la recherche des premiers vertébrés fossiles, ce voyage d'un paléontologue dans l'arbre à remonter le temps devrait donc s'arrêter aux plus anciennes traces de tissus minéralisés, os ou dentine, il y a 470 millions d'années, soit à la base du seul rameau des vertébrés à mâchoires. Pourtant, le rameau des lamproies comporte quelques très rares fossiles datant d'au moins 360 millions d'années, et dont les traces de cartilages et de tissus mous évoquent une morphologie presque identique à celui des lamproies actuelles. L'étude de telles traces exceptionnelles de tissus mous chez des animaux fossiles est un nouveau champ de recherche, car de nouvelles technologies d'imagerie et d'analyse permettent de les décrypter. C'est ainsi que la racine de l'arbre des vertébrés vient de se peupler de petits animaux cartilagineux de 510 à 535 millions d'années découverts à Burgess et Chengjiang et qui possèdent déjà des caractères de vertébrés. Le voyage vers le passé profond continue donc, et les progrès des techniques d'analyse vont bientôt permettre une nouvelle exploration de cette période cruciale de l'histoire de la vie, entre 540 et 600 millions d'années, pendant laquelle s'est préparée la diversification spectaculaire des animaux pluricellulaires.

Enfin, je veux remercier tous ceux et celles qui m'ont soutenu dans mon travail au laboratoire et sur le terrain, techniciens, doctorants, collègues, sans oublier les habitants de mes terrains d'exploration favoris, de la Bolivie au Viet Nam, qui m'ont si souvent offert l'hospitalité. Je remercie aussi ma famille pour avoir partagé mon enthousiasme de chercheur et si patiemment supporté les effets de mes frustrations de directeur de laboratoire!

Je vous remercie.