

Comprendre et enseigner la classification du vivant

Collectif / Lecointre (Guillaume) (Sous la direction de)

On n'enseigne plus que le Soleil tourne autour de la Terre. Pourtant, en biologie, la révolution copernicienne n'est pas encore complètement effective. On continue souvent à confondre tri et classification ou à apprendre des noms de groupes qui, tel "invertébrés", ne disent rien des êtres vivants qu'ils désignent, mais renvoient à la place que se donnait l'homme dans la Nature voici deux siècles.

Aujourd'hui, l'homme n'est plus au centre, et la classification du vivant a changé.

Fruit de plusieurs années de travail sur le terrain, ce livre n'est ni un ouvrage de pédagogie théorique, ni un ouvrage de systématique, mais un guide pratique. Il fournit aux enseignants un rappel synthétique des principes de la classification du vivant, ainsi que les outils leur permettant de l'enseigner, depuis l'école primaire jusqu'aux classes préparatoires.

Les auteurs ont constaté que la pédagogie active qui a été élaborée, au départ, pour l'école primaire, pouvait parfaitement être adaptée pour le collège, le lycée, voire au-delà. Aussi, à partir d'une plateforme pédagogique commune, pour chaque niveau, ils proposent des pratiques de classe. Issues d'expériences de terrain, élaborées conjointement par un chercheur du Muséum national d'histoire naturelle et des enseignants, elles sont contrôlées scientifiquement, testées en classe et conformes aux programmes. Elles impliquent un travail autour de collections rigoureusement sélectionnées d'êtres vivants, familiers des élèves et des professeurs. Cet ouvrage est l'outil indispensable pour enseigner, à tous les niveaux, la classification du vivant.

© 2004, 21 x 28,5 cm, 312 pages, broché, impression en bichromie, code Belin 003896, ISBN 2-7011-3896-5

Prix : 25 Euros

Comprendre et enseigner la classification du vivant¹

Préface

La question de la classification du vivant est une préoccupation de longue date. Mais au fait, comment classer? Faut-il faire comme Bécassine, la célèbre petite bretonne de *La semaine de Suzette*, qui rangeait ensemble tous les éléments rouges, qu'ils soient serviettes, crayons ou tomates? Faut-il imiter ces restaurateurs qui classent les coquillages et autres «fruits de mer» parmi les poissons? Ou faut-il classer comme Buffon, chercheur prestigieux par ailleurs, qui regroupait les êtres vivants en fonction de leurs rapports avec l'homme? Il n'était d'ailleurs pas le seul à procéder ainsi au XVIII^e siècle.

Mais d'abord, pourquoi classer? Ou encore, pourquoi André Giordan - si je peux modestement me citer! - pour une préface sur la classification. Pourquoi un physiologiste, de surcroît épistémologue? Et surtout, pourquoi quelqu'un qui tournait en dérision les livres et les pratiques pédagogiques en usage sur la classification?

Tout simplement parce que la systématique, cette science de la classification, et son enseignement ont fait leur saut quantique... Ils n'ont plus rien à voir avec ce qu'ils étaient dans un passé récent! Il ne s'agit plus de classer pour repérer, répertorier, engranger ou pour... le plaisir de classer! Il s'agit de classer pour comprendre. Pour comprendre une histoire. Et pas n'importe laquelle: celle de la Vie, celle des êtres vivants.

Les résultats sont décapants, mais tellement plus formateurs que la connaissance des pièces buccales d'un crabe ou du nombre des sépales d'un coquelicot! Désormais - il faudra s'y faire - les poissons n'existent plus. Les termes «reptiles» ou «invertébrés» n'ont plus aucun sens, du moins sur le plan scientifique. Pire, les dinosaures n'ont pas disparu! Les crocodiles sont plus proches des oiseaux que des lézards. Enfin, nous-mêmes, membres de la noble espèce humaine, ne sommes plus au centre de la Nature. Et nous devons dorénavant nous considérer plus proches de certains champignons des sous-bois que d'une belle rose...

Non! Il ne s'agit pas d'élucubrations sans fondements. En s'appuyant sur les méthodes les plus actuelles de la recherche scientifique, ce sont quelques-uns des bouleversements que nous apprend ce livre. Pas simple à concevoir, tout cela! Et c'est bien pour cette raison qu'il était temps de faire un état de la question pour tous ceux qui sont chargés de l'enseigner. C'est le premier mérite de ce livre, coordonné par Guillaume Lecointre, professeur au Muséum national d'histoire naturelle.

Mais son mérite principal est ailleurs. Ce livre pose la question du changement de nos habitudes mentales, et cela, à une époque de mutation où cette transformation devient un enjeu social. Les résultats des travaux des systématiciens nous obligent à regarder et à décrire le monde autrement. Face à ce que l'on prenait pour un poisson, nous devons désormais faire un cheminement mental similaire à celui que nous effectuions pour exclure les baleines et les dauphins de ce même groupe des «poissons». Peut-être même sera-t-il plus complexe, puisqu'il ne s'agit plus d'exclure, mais de concevoir autrement et de mettre en avant des mots différents.

Dans cette optique, ce livre propose une autre approche de la classification, aussi bien pour l'école maternelle que pour les premiers cycles universitaires, en passant par le collège et le lycée. Car désormais, celle-ci reprend sens pour la classe. Convoquant Carl von Linné, Charles Darwin, Willi Hennig et bien d'autres, Guillaume Lecointre et ses collègues retracent les grandes étapes de l'élaboration de cette nouvelle démarche. Ils montrent notamment comment la théorie de l'évolution a permis de fonder les relations de parenté entre les êtres vivants et comment les classifications d'aujourd'hui doivent rendre compte de ces parentés.

Toutefois, ne prenez pas ce livre pour un *pensum* ou pour un traité théorique de plus! Avant tout, il aborde les questions concrètes de la classe. Comment, à l'avenir, faire apprendre cette science qui a tant changé? Tout de suite, on s'aperçoit qu'il ne suffit pas d'observer pour «bien» classer. Les cheminements sont beaucoup plus complexes et rejoignent en tous points nos travaux sur *l'apprendre*.

La pensée de l'apprenant, qu'il soit enfant ou adulte, se doit d'être transformée; et pour y parvenir, il n'y a jamais rien d'évident. Aucune recette n'existe, c'est un environnement didactique qu'il s'agit de mettre en place. Bien des ressources et des outils sont nécessaires. Quelques-uns de ceux qui ont «réussi» dans des classes témoins sont ainsi proposés dans cet ouvrage.

André GIORDAN

¹ Collectif / Lecointre (Guillaume) (Sous la direction de), *Comprendre et enseigner la classification du vivant*, Belin Paris 2004, pp. 8-9

5. Un peu d'épistémologie : la place de la systématique au sein des sciences¹

Au XX^e siècle, la systématique a subi une véritable révolution épistémologique, ce qui ne contribue pas, au premier abord, à clarifier son statut de science aux yeux du public cultivé mais non-spécialiste. Avant Willi Hennig et les premières applications informatisées des principes qu'il a énoncés, la persistance des résultats du classificateur tenait plus à l'autorité de celui-ci qu'à une mise à l'épreuve de ses résultats – rendue difficile en raison de la non transparence des procédures utilisées. A l'heure actuelle, deux éléments bien distincts permettent de comprendre le statut scientifique de la systématique. Tout d'abord, elle appartient aux **sciences des structures** et non pas aux sciences qui étudient des processus. Ensuite, la scientificité de la systématique (son caractère scientifique) tient à la transparence que permettent les procédures explicites et l'usage du principe de parcimonie.

5.1. La systématique est une science des structures

Tous les champs de la connaissance sont traversés par la dichotomie entre les sciences des structures et les sciences des processus.

Schématiquement, les premières répondent à la question «quoi?», et les secondes à la question «comment?».

Les sciences des structures décrivent, nomment, comparent et classent les choses et les êtres. La systématique, science des classifications biologiques, est donc une science des structures. Les disciplines qui contribuent à la systématique sont l'anatomie comparée, la paléontologie, la zoologie, la botanique, l'embryologie descriptive, la caryologie (analyse de la structure des chromosomes) et la phylogénie moléculaire (qui n'est autre qu'une analyse comparative de séquences d'ADN ou de protéines).

Les sciences des processus mettent à jour des processus du vivant. Les disciplines concernées sont la génétique classique, la génétique moléculaire, la biochimie, la cytologie, la physiologie, l'embryologie causale (étude des mécanismes de l'embryogenèse), l'écologie, la génétique des populations, etc. Les différents processus étudiés sont mis en évidence grâce à des expériences de laboratoire. Ainsi, on a pu concevoir des expériences pour étudier les processus de l'évolution en modulant, par exemple, la contrainte sélective (la pression de sélection) sur des organismes modèles à temps de génération court (bactéries, drosophiles). Le raisonnement mis en oeuvre est surtout hypothético-déductif.

Le type de raisonnement utilisé en sciences des structures n'est pas tout à fait le même. Prenons le cas de la science des classifications. Elle classe les êtres vivants selon leur degré d'apparement. Elle est donc intimement liée à la reconstruction phylogénétique. Pour effectuer une telle reconstruction, on utilise un raisonnement qui est plus proche de celui pratiqué par un historien que par un chimiste ou par un physicien. En effet, il s'agit de mettre en cohérence des observations réalisées aujourd'hui, afin d'en inférer certaines situations du passé. Le déroulement généalogique du vivant étant définitivement révolu, et en l'absence de machine à remonter le temps, tout ce qui reste à faire est de construire une théorie des relations de parenté la plus cohérente possible, c'est-à-dire faisant appel au plus petit nombre d'hypothèses *ad hoc* de transformation des caractères (en d'autres termes, une théorie la plus parcimonieuse possible). A ce titre, le travail est celui de la reconstitution historique ou de l'enquête policière: les résultats (un déroulement évolutif qui donnera lieu à une classification) sont d'autant plus fiables qu'ils sont cohérents.

Bien des incompréhensions viennent d'une méconnaissance de la distinction entre sciences des structures et sciences des processus :

- Certains scientifiques travaillant dans le champ des sciences des processus considèrent que la science des classifications n'est pas une science, parce qu'elle «n'expérimente pas comme ils le font».
- Une partie du public – ne connaissant pas la nature des preuves mises en oeuvre dans les sciences des structures – considère comme des faiblesses la nature hypothétique des ancêtres partiellement reconstitués et le fait qu'un arbre phylogénétique ne soit jamais qu'une théorie des relations de parenté

¹ Collectif / Lecointre (Guillaume) (Sous la direction de), *Comprendre et enseigner la classification du vivant*, Belin Paris 2004, pp. 39-41

que l'on ne pourra jamais «vérifier» en retournant voir en arrière. Et pourtant. Plus personne aujourd'hui n'a été directement témoin de la bataille d'Austerlitz. Ce que nous savons de cette bataille tient à des restes, des vestiges et des documents écrits que nous devons articuler entre eux pour les comprendre. C'est la mise en cohérence maximale de ces faits isolés qui permet de penser cette bataille en tant que trame interprétative générale. Malgré cela, personne ne remettra en cause la crédibilité de cet événement sous prétexte qu'il n'a plus de témoins directs, ou qu'il est impossible de le reproduire en laboratoire. En quelque sorte, la bataille d'Austerlitz est une théorie très cohérente. Le phylogénéticien fait la même chose : il construit une théorie des relations de parenté entre espèces, qui est en même temps une théorie des transformations successives subies par les organismes, théorie dont on tire ensuite une classification. Mais il le fait plus efficacement encore, car il utilise des logiciels de construction d'arbres phylogénétiques qui mesurent la cohérence globale de tous les caractères pris en compte pour chacun des arbres possibles.

- En systématique, ce que l'on doit expliquer, c'est la distribution des caractères dans la nature actuelle. Ce qui permet d'expliquer, c'est la phylogenèse (cadre explicatif théorique), c'est-à-dire le processus par lequel les êtres vivants se transforment et lèguent ces transformations à leur descendance. On voit ainsi que le statut de la phylogenèse est inversé en sciences des structures et en sciences des processus. Dans les sciences des structures, la phylogenèse (le processus) explique. Dans les sciences des processus, la phylogenèse est à expliquer. Pas étonnant que des incompréhensions puissent naître de l'ignorance de ce fait !

Et en classe? Une fois intégré le fait que la systématique est une science des structures, on ne s'étonnera pas que l'expérience réalisée par un élève en sciences des classifications corresponde non pas à l'approche expérimentale suivant la séquence classique hypothèse → expérience décisive → déduction, mais à un exercice de mise en cohérence d'observations.

5.2. La transparence des procédures en systématique

La science est l'élaboration d'une connaissance objective, dans le sens où l'on peut vérifier sa validité grâce à la reproductibilité de l'expérience sur laquelle elle est fondée. L'objectivité tient donc aux conditions qui permettent la reproductibilité des expériences, et en particulier à la transparence des procédures.

Dans le passé, le caractère scientifique de la systématique pouvait être remis en question à cause du manque de transparence des procédures employées. Chacun tentait bien de produire une mise en cohérence de faits, mais ni l'ensemble des hypothèses entrant en ligne de compte, ni la procédure n'étaient formalisés. Aussi, lorsque deux auteurs traitaient d'une même question, il était très difficile pour l'un de reprendre les données de l'autre. Les théories étaient des forteresses imprenables contribuant à asseoir la réputation d'expertise de leur auteur, et défendues avec des arguments tenant plus de l'autorité que de la démonstration. Plusieurs systématiciens ont alors clamé que la systématique était un « art », suprême aveu de subjectivité.

A partir des années soixante, avec les principes énoncés par Willi Hennig et la recherche informatisée des classifications les plus parcimonieuses, la discipline changea du tout au tout. De nos jours, la première qualité d'une bonne classification est d'être totalement explicite. La matrice montre précisément le jeu des caractères pris en compte et, avec le codage en « 0 », « 1 », etc., la façon dont ils ont été interprétés. Les principes de mise en cohérence ont été transcrits en algorithmes. Chacun connaît la règle du jeu qui a été suivie et chacun peut vérifier si une théorie des relations de parenté résiste ou non à l'ajout de nouveaux caractères. On peut critiquer, tester, approuver le codage qu'a proposé un autre chercheur sur un caractère donné. Certains systématiciens de la vieille école s'en offusquent encore aujourd'hui: dans leur système de pensée, la mise à l'épreuve d'une théorie est une attaque personnelle.

Le caractère scientifique de la systématique est donc évident aujourd'hui, à condition de ne pas se tromper de régime de preuve. La systématique produit une connaissance objective par la mise en cohérence informatisée d'observations faites sur les êtres vivants. Il en résulte des arbres phylogénétiques qui sont des classifications transparentes, que l'on peut confirmer ou infirmer.