

Nature de la Biosystématique

André Francoeur
Département de Sciences pures
Université du Québec à Chicoutimi

Ann. Soc. Ent. Québec, **25** : 90-98 (1980)

Résumé

Après une courte introduction à caractère historique sur l'époque récente, l'auteur résume les fondements de la systématique biologique en discutant de sa place et de son rôle en biologie, en soulignant ses processus d'analyse et de raisonnement, puis en révisant ses subdivisions. Suit une présentation du problème de l'identification scientifique des espèces dans les travaux de biologie, et principalement en entomologie.

Abstract

After a short historical introduction on the recent decades, the scientific basis of biological systematics is briefly summarized in relation to its place and role in biology, its ways of reasoning and analysing data, and its subdivisions. The problem of scientific identification of species in biological literature, particularly in entomological papers, is presented.

Introduction

Au cours des trente dernières années, et malgré une éclipse relative dans les universités provoquée par les développements spectaculaires de la biologie physiologique et moléculaire, la systématique biologique ou biosystématique a connu une remarquable renaissance engendrée par le progrès des concepts, théories, outils et techniques qui la touchent directement ou indirectement.

Ainsi, les taxonomistes ont joué un rôle de premier plan dans l'élaboration de la nouvelle synthèse de la théorie moderne de l'évolution et ont démontré que l'étude de la diversité du monde organique constitue une discipline biologique essentielle. En outre, selon Mayr (1969), la systématique a largement contribué à l'émergence de la biologie, et en particulier, de la génétique des populations.

Par ailleurs, l'importance de la systématique a été renforcée, durant cette période, par une reconnaissance effective de l'existence de deux grandes méthodes scientifiques, la méthode expérimentale et la méthode comparative. Les données d'observation demeurent plutôt sans signification, si elles ne sont pas classifiées avant d'être comparées. Cette nécessité

méthodologique a suscité de nouveaux intérêts dans l'étude des méthodes et de la théorie de la classification dans tous les domaines de la biologie comparée.

L'arrivée des ordinateurs a favorisé et amplifié les travaux de phylogénie et de classification, en permettant des analyses poussées d'un plus grand nombre de variables et de données. Mais surtout, des besoins immenses et indispensables en taxonomie appliquée, tels que délimitation des espèces naturelles, outils adéquats permettant une identification exacte, ont surgi à l'échelle de la planète dans les domaines de l'agriculture, de la santé publique, de l'écologie, de la génétique et de l'éthologie. Les travaux, par exemple, sur la taxonomie des Drosophiles et des Moustiques vecteurs de la malaria n'ont-ils pas permis des percées significatives en biologie fondamentale et appliquée? Et, aujourd'hui, peut-on répondre aux besoins urgents mis en évidence par les multiples études sur l'environnement?

La décade qui s'achève aura donc cristallisé définitivement la reconnaissance de la biosystématique non seulement comme science véritable, mais aussi comme l'un des pôles de l'axe biologique dans le vaste champ des sciences naturelles. Dorénavant, elle peut offrir des nouveautés passionnantes, des défis nombreux et des satisfactions stimulantes. Les fondements de cette science habituellement exposés et discutés en fonction des grands types d'organismes sont généralisés et unifiés en un tout cohérent et harmonieux dans le volume de Ross, « Biological systematics », publié en 1974. Cette parution pourrait marquer, à mon avis, la fin de la période de renaissance moderne en ce domaine, alors que le volume de Huxley, « The new systematics » publié en 1940, en indique le début.

Après cette entrée historique, je vais maintenant m'attarder quelques instants sur l'essence de la biosystématique pour faire ressortir certaines facettes de la pensée, des objectifs et des moyens de cette discipline. Cet exposé se limitera à des éléments plutôt généraux et même philosophiques, puisque les conférenciers qui vont suivre traiteront d'aspects plus concrets. Toutefois, quelques modalités pratiques liées à une identification véritablement scientifique seront soulignées avant de conclure.

Fondements de la biosystématique

Place et rôle en biologie

On peut définir la systématique biologique comme l'étude scientifique de la diversité des organisme vivants et fossilisés. Cette simple définition, généralement acceptée aujourd'hui, demande quelques explications qui feront en outre mieux ressortir la place et le rôle de cette discipline.

Il existe, selon Mayr (1961), deux approches fondamentales dans l'étude du monde organique. La première s'intéresse aux fonctions et aux processus dont les organismes sont le siège. Elle cherche également à déterminer les unités ultimes de l'édification et du fonctionnement de la matière vivante. Ses analyses reposent essentiellement sur l'usage de techniques physiques et chimiques. Elle touche les niveaux élémentaires d'organisation des êtres. On parle alors de biologie fonctionnelle ou moléculaire, alors que la deuxième approche est qualifiée de biologie évolutive. Cette dernière s'attache à déterminer les causes historiques de la diversité organique par la comparaison des propriétés et attributs des espèces actuelles et passées.

Les taxonomistes en jetant les bases de cette méthode ont fait germer la théorie de l'évolution. En fait, l'objet premier ou immédiat d'analyse est l'individu et, à travers lui, les populations qui constituent les espèces, puis les systèmes biologiques. Il s'agit de niveaux d'organisation qui se situent bien au-delà de niveau moléculaire. Les techniques d'analyse s'avèrent donc fort différentes : la biologie évolutive repose sur la méthode comparative. Toutefois, il ne faut pas voir ici des oppositions, mais bien des expressions différentes d'une même réalité complexe laquelle se manifeste par une hiérarchie de niveaux d'intégration aussi distincts que complémentaires, tous essentiels et interdépendants.

La biosystématique appartient à la deuxième approche puisque son rôle est de compiler, d'ordonner, d'analyser, d'expliquer et de présenter toutes les données concernant le phénomène de la diversité des êtres vivants dans l'espace et dans le temps. C'est la principale source de données sur les populations naturelles et sur les taxons supérieurs. Par ses concepts, méthodes et théories, elle se présente maintenant avec tous les attributs d'une véritable science. Sa capacité, par exemple, de prédire et de décrire avec une grande exactitude les formes ancestrales grâce au raisonnement phylogénétique basé sur des faits d'observation a été confirmée avec éclat, au cours des deux dernières décennies, par la découverte effective de fossiles illustrant de telles formes, en particulier chez les Vertébrés et les Insectes. Ainsi la découverte de *Sphecomyrma freyi*, en 1966, dans de l'ambre d'une formation crétacéenne du New Jersey, a confirmé l'existence d'une forme ancestrale prévue pour les fourmis du Mésozoïque (Wilson *et al.*, 1966).

Pour Simpson (1945), la systématique constitue la facette à la fois la plus élémentaire et la plus synthétique de la biologie. Toute recherche sur la vie, quelle que soit sa nature, demande au départ une identification juste du type d'organisme étudié, donc un cadre de référence qui véhicule lui-même une information générale sur celui-ci. Par ailleurs, c'est elle qui synthétise toutes les connaissances biologiques disponibles pour découvrir, décrire, cataloguer et comprendre les relations biologiques et historiques entre les différentes catégories d'organismes. Le passage d'une ère de pure description morphologique des espèces à une ère où l'on se préoccupe de l'ensemble des attributs biologiques des espèces apparaît tout à fait évident en entomologie, domaine où progressent rapidement en particulier l'étude des caractéristiques éthologiques contrôlés par les sécrétions des glandes exocrines, de même que les caractéristiques écologiques des espèces. Aujourd'hui, les études taxonomiques se déroulent autant dans la nature qu'en laboratoire.

On peut résumer, à la lumière de Mayr (1969), le rôle de la systématique en biologie :

- C'est la discipline qui présente et illustre l'existence de la diversité du monde vivant actuel et passé, sur notre planète.
- Elle fournit la plus grande part des données permettant de reconstituer la phylogénèse des organismes.
- Elle met en évidence des phénomènes fascinants de l'évolution et offre ainsi l'occasion aux autres disciplines biologiques d'en étudier les causes intrinsèques.
- Certaines disciplines, comme la biogéographie, dépendent presque entièrement de la systématique.
- Elle offre des classifications qui s'avèrent d'une grande valeur heuristique et explicative dans presque toutes les autres branches de la biologie, comme la biochimie évolutive, l'immunologie, l'écologie, la génétique, l'éthologie, ou encore la géologie historique.

- Elle s'avère indispensable à l'étude d'organismes d'importance médicale et économique.
- Enfin, la systématique a été et demeure un ferment qui favorise le développement de concepts et de mode de pensée essentiels à l'équilibre global des sciences biologiques.

Voies et moyens

La systématique cultive une façon de penser et d'analyser les problèmes biologiques qui lui est propre. Le phénomène de l'évolution en constitue la trame essentielle. Les faits d'observation forment la base matérielle de la méthode, alors que l'interprétation de la signification de ces faits en donne les éléments hypothétiques et théoriques.

Autrefois, les données morphologiques étaient les seules utilisées ou presque. La biosystématique moderne puise dans les matériaux produits par toutes les autres disciplines biologiques. On peut les rassembler en trois catégories d'information : (1) les caractéristiques ou propriétés d'un individu étudié, (2) la provenance géographique de ce dernier et (3) les circonstances écologiques de sa découverte. La première catégorie englobe la plus grande partie des données proprement biologiques, celles allant du niveau de la molécule à l'individu. Il n'y a pas, en effet, de différence de nature dans la comparaison, par exemple, de mandibules, de chromosomes, de phéromones ou de comportements différents chez des espèces différentes. Il s'agit d'employer toute information utile transmise par le génome, pendant le cycle complet de développement de l'individu. Aucune raison logique ne peut justifier *a priori* le rejet d'une quelconque information biologique dans l'élaboration d'une conclusion taxonomique. Les données sur la répartition géographique des êtres vivants contiennent une foule d'indices importants pour établir et comprendre les anciennes routes de dispersion des lignées évolutives. Les données sur les facteurs écologiques, une fois intégrées aux phylogénies les plus certaines, peuvent faire découvrir des éléments de l'évolution passée.

Les faits d'observations, non altérés par l'erreur ou les manipulations humaines, contiennent l'information sur la nature des organismes. Comment alors extraire tous les renseignements qu'ils recèlent, interpréter leur diversité et supputer leurs interrelations? Mais tout simplement par le raisonnement scientifique, ce qui signifie pour la systématique les processus suivants : (1) faire ressortir l'information par la méthode comparative; (2) interpréter leur signification première par le raisonnement logique formel; (3) poursuivre l'analyse par induction – déduction pour parvenir aux concepts généraux, aux hypothèses et théories explicatives. Sans vouloir détailler ici ces processus, mentionnerai deux effets caractéristiques qui en découlent.

La biosystématique comporte un fort pourcentage de conclusions qui ne sont que probables, lorsqu'il s'agit de reconstituer le passé ou même de définir des espèces actuelles. Fréquemment, on perçoit mal ce phénomène. Les systèmes phylogéniques et l'étude de l'espèce s'avèrent pour certains dénués de signification parce qu'une certitude totale fait défaut en l'absence de preuve formelle ou définitive. Pourtant le degré très élevé de probabilité atteint dans bien des cas équivaut presque à cette certitude, comme le prouve la découverte des formes prédites de fossiles. Le progrès des connaissances qui suscitent de nouveaux schémas, de nouvelles conclusions, ne signifie pas que la méthode est mauvaise, mais que l'homme ne découvre pas toute la vérité des faits du premier ou d'un seul coup ou encore qu'il peut faire des erreurs d'interprétations.

La comparaison des propriétés biologiques des individus débouche sur l'évaluation de leur importance relative au sein d'un individu et entre les individus. C'est la grande question de la valeur attribuée aux caractères utilisés pour définir et classier les espèces. Le développement récent de la taxonomie numérique provoque encore de grandes controverses sur ce point, dont une bonne partie ne concernent plus, en fait, la réalité biologique. Par ses manifestations tangibles, la réalité biologique elle-même nous enseigne à l'évidence l'existence d'une hiérarchie dans les ensembles de caractères observés chez les individus ou au niveau des systèmes biologiques. Imaginons sur cette scène d'une part un homme blanc, un noir et un jaune, puis d'autres par un cheval blanc, un noir et un brun. En comparant l'ensemble de leurs attributs biologiques, il devient évident que la couleur de la peau, des yeux et de la pilosité est un caractère secondaire non seulement dans le regroupement des trois hommes en une espèce et des trois chevaux en une autre, mais aussi dans la comparaison des deux identités. Par contre, ces deux espèces fort différentes peuvent se regrouper ultérieurement dans une unité ou taxon plus vaste, supérieur en terme hiérarchique, parce qu'ils appartiennent à un même système biologique, appelé mammifère. La comparaison des divers types de Mammifères, illustrant des variations sur un même thème, fera apparaître une progression dans le développement des organes essentiels du système, d'où les notions de forme primitive, dérivée et moderne. L'existence actuelle de Mammifères qui pondent des œufs devient alors une source importante de faits significatifs. Ces Mammifères primitifs ne posent-ils pas le problème de l'origine de ce système, donc de sa relation avec d'autres systèmes dits antérieurs puisqu'il n'y a pas de génération spontanée?

Subdivision

Cette discussion nous amène tout naturellement aux parties ou subdivisions de la biosystématique. Selon les objectifs visés par la discipline, on peut distinguer trois parties : (1) l'étude des espèces, (2) la phylogénie et (3) la classification. Notons qu'il n'existe pas en pratique de limites absolues entre elles.

Le premier objectif de la biosystématique est de connaître les espèces, leurs caractéristiques et leurs fonctions, puis de les nommer. Le progrès des connaissances sur la notion d'espèce demeure capital, car il s'agit de l'un des niveaux importants d'intégration de la matière vivante. Il est déconcertant, selon Mayr (1974), de constater qu'une grande partie de l'histoire de la biologie a négligé ce niveau. Il n'existe même pas de terme particulier pour l'étude de l'espèce qui correspondrait par exemple, à la cytologie pour l'étude des cellules et à l'histologie pour l'étude des tissus. Pour obtenir des résultats significatifs dans la plupart des travaux de biologie, il importe de connaître le nombre d'espèces en cause et leur identité. Ross (1974) estime à seulement 1% le nombre d'espèces reconnues expérimentalement par l'isolement dans la reproduction; les autres étant définies par les différences observées sur des spécimens préservés.

L'ensemble des activités conduisant à la définition, à la description et à l'identification, constitue, pour moi, la taxonomie. Donner un nom aux espèces ne découle pas d'une nécessité intrinsèque à la systématique en tant que science. La nomenclature et son code de procédure ne représentent qu'un outil nécessaire aux hommes pour communiquer entre eux.

Le deuxième objectif de la biosystématique consiste à préciser les relations de parenté et de descendance entre les espèces. Ce domaine, appelé phylogénie, offre un pourcentage assez élevé de conclusions hypothétiques ou reposant sur de fortes probabilités. Il serait trop long ici de résumer les efforts considérables consentis depuis 15 ans pour faire progresser les concepts et développer les méthodes d'analyse plus précises, sinon quantitatives, afin de mieux exprimer ces relations. Il importe cependant de mentionner la contribution essentielle de Hennig (1966) au développement de la pensée phylogénétique.

Le troisième objectif vise à regrouper les organismes selon leurs degrés d'affinité et de leur attribuer un rang dans une hiérarchie. Le système de classification qui en résulte peut exprimer l'ordre de la nature et l'évolution des êtres, en véhiculant l'information biologique essentielle qui les concerne. Il s'agit d'établir les divisions en partant du moins général pour aller au plus général en respectant l'importance effective des caractères révélés par l'observation et la comparaison des espèces. La subordination des caractères doit être déduite des faits, et non la classification déduite d'une subordination *a priori* des caractères. La classification naturelle exploite à la fois la généralisation et la sériation des propriétés biologiques, puis combine les deux de telle sorte que toute coupe effectuée à travers la classification logique fait apparaître, au même degré de généralisation, une série de complexité croissante des êtres qui y sont intégrés (Callot, 1957).

Il existe incontestablement des classifications artificielles en biologie. Le choix subjectif du critère de la comparaison permet de les juger comme un artifice en vue d'un but que l'auteur veut atteindre. Par ailleurs, je considère également comme artificielles les classifications numériques. Leur principe n'est pas nouveau. Déjà en 1763, Adanson postulait dans son ouvrage sur les « Familles de plantes » que tous les caractères ont égale valeur et que, en conséquence, toutes les distances entre les degrés de classification sont numériquement les mêmes et fixées par le calcul statistique des distances constatées. L'étude des propriétés biologiques des organismes démontre que ce principe est faux et ne correspond pas à la réalité. Les recherches récentes en ce sens, légitimes pour l'esprit humain, ne sont pas sans intérêts, ni utilité. Leur principal mérite est d'avoir provoqué un renouveau méthodologique en biosystématique. Comme pour les Arts, le temps se chargera d'élaguer ce qu'il en faut conserver.

L'identification scientifique

Laissons maintenant ces aspects généraux pour aborder brièvement un problème très pratique, l'identification scientifique des organismes utilisés dans les travaux de biologie.

Bien qu'il appartienne d'abord au taxonomiste de décrire et de nommer les espèces, tous ceux qui emploient des organismes dans leurs travaux de recherche contractent une responsabilité qui s'avère encore largement ignorée en pratique : celle d'une identification véritablement scientifique, c'est-à-dire valide et vérifiable (Robinson, 1975).

Trop fréquemment, les autres disciplines biologiques considèrent comme secondaire, voire anodin, l'usage des noms d'espèces et autres taxons. À cause d'une telle erreur de jugement, la littérature a accumulé, avec les décades, un nombre incroyable de publications où les données sur la biologie des organismes se révèlent inutilisables parce qu'il est impossible de savoir de quelle espèce il s'agit en réalité. D'auteur en auteur, des interprétations erronées sont

véhiculées et transposées durant parfois de longue période de temps, avant que les attributs de l'espèce soient vérifiés à nouveau. Ce phénomène apparaît particulièrement flagrant en entomologie. Ceux qui scrutent l'écologie, la physiologie, l'éthologie et autres aspects de la vie des êtres vivants doivent reconnaître leur responsabilité dans l'usage de noms scientifiques valides et à jour, accompagnés d'informations pertinentes.

L'identification pour être qualifiée de scientifique doit offrir la possibilité d'une vérification en tout temps. À cette fin, un auteur mentionne la personne ayant procédé à l'identification et les ouvrages consultés, la provenance exacte des spécimens, puis indique un dépôt de spécimens de référence dans une institution appropriée, lesquels sont étiquetés, à cet effet (Francoeur, 1976). Cette démarche se généralise de plus en plus en entomologie. Ainsi, l'an dernier, on a lancé un appel international pour que toute étude ou publication sur les Scolytidae (Coleoptera) s'accompagne d'un dépôt de spécimens de référence dans l'International Voucher Specimen Collection of Scolytidae de la Collection Nationale des Insectes du Canada, à Ottawa (Bright, 1978).

La provenance des spécimens se révèle trop souvent vague et mystérieuse. Même des taxonomistes négligent encore ce genre de renseignement pourtant fondamental. L'information doit être suffisamment complète pour demeurer non seulement accessible à tous, en particulier des étrangers, mais surtout utilisable. Par exemple, un insecte qui porterait une étiquette libellée « St-André, Québec » devrait aller à la poubelle, car on compte quatre localités de ce nom, dans autant de régions différentes du Québec. Autrement, il peut s'ensuivre des erreurs graves au sujet de la répartition géographique et de l'écologie de l'espèce en cause.

La manipulation des échantillons doit être extrêmement minutieuse pour éviter là aussi des erreurs malencontreuses. Ainsi, Wheeler, en 1927, a décrit une variété de *Formica* (Formicidae, Hymenoptera) en provenance du Sumatra. J'ai pu souligner récemment (Francoeur, 1977) que ces spécimens provenaient de l'est de l'Amérique du Nord, levant ainsi une difficulté biogéographique qui durait depuis 50 ans.

Tous ces petits détails, en apparence insignifiants, s'avèrent essentiels pour la transmission de renseignements exacts et pour un sain développement des connaissances scientifiques. À la suite de Kevan (1973), il faut déplorer encore aujourd'hui que trop de scientifiques poursuivent des recherches particulières sur des organismes qu'ils connaissent à peine en tant que tels, en particulier dans les cas des insectes, qu'ils se préoccupent peu du statut et de l'identification exacte de ceux-ci ou encore qu'ils ne tiennent pas compte de leur histoire naturelle.

Conclusion

L'étude des organismes vivants comporte de multiples facettes où tous les spécialistes ont un rôle propre et complémentaire à jouer. Loin d'être l'homme aux vues étroites qu'on imagine trop souvent, loin de passer tout son temps à compter des poils ou mesurer des antennes, le systématien ou taxonomiste est un scientifique à l'écoute de toutes les découvertes biologiques, quelle que soit leur nature, afin de mieux comprendre et expliquer la diversité du monde vivant. Les difficultés même de son œuvre l'entraînent à réfléchir aux liens entre les diverses connaissances biologiques pour en évaluer la valeur et la portée autant pratique que théorique.

Les progrès matériels et techniques de notre époque offrent aux individus des possibilités incomparables pour étudier la nature et le temps pour ce faire. La connaissance et la contemplation du phénomène paradoxal de l'unité et de la diversité des êtres vivants procurent aussi bien à l'amateur qu'au professionnel des satisfactions bien humaines.

Remerciements

Je remercie bien sincèrement le Dr William L. Brown de l'Université Cornell, le Dr D.K. McE. Kevan de Collège Macdonald de l'Université McGill et le Dr Lucien Huot, Doyen de la Faculté des Sciences et de Génie de l'Université Laval, pour avoir révisé le texte et offert des suggestions utiles.

Références

- Bright, D.E., 1978, International voucher specimen collection of Scolytidae, *Bull. Entomol. Soc. Canada* **10**(2) : 42-43.
- Callot, E., 1957, Philosophie biologique. Dion, Paris 357 p.
- Francoeur, A., 1976. The need for voucher specimens in behavioral and ecological studies. *Bull. Entomo. Soc. Canada* **8** :23.
- Francoeur, A., 1977. The taxonomic status and biogeographic significance of the sumatran *Formica* (Formicidae, Hymenoptera). *Psyche* **84**(1) : 11-12.
- Henning, W., 1966. Phylogenetic systematics. University of Illinois Press, Urbana 263 p.
- Huxley, J.A., 1940. The new systematics. Clarendon Press, Oxford 583 p.
- Kevan D.K. Mc.E., 1973. The place of classical taxonomy in modern systematics entomology, with particular reference to orthopteroid insects. *Can. Ent.* **105** : 1211-1222.
- Mayr, E., 1968. The role of systematics in biology. *Science* **159** : 595-599.
- Mayr, E., 1969. Principles of systematics zoology. McGraw-Hill, N.Y. 428 p.
- Mayr, E., 1974. Populations, espèces et évolution. Herman, Paris 496 p.
- Robinson, W.H. 1975. Taxonomic responsibilities of non-taxonomists. *Bull. Entomol. Soc Amer.* **21**(3) : 157-159.
- Ross, H.H., 1974. Biological systematics. Addison-Wesley, Reading (Mass.), 345 p.
- Simpson, G.G., 1961. The principles of animal taxonomy. Columbia University Press, N.Y., 247 p.

Wilson, E.O., Carpentier, F.M. and Brown W.L., 1967. The first mesozoic ants, with the description of a new subfamily. *Psyche* **74(1)** : 1-19.

(Accepté pour publication : 15 février 1980)