

Résumé et recommandations

1. Résumé

La systématique a pour objectifs la compréhension des relations entre les organismes tant vivants que fossiles, leur classification dans un système qui permet de prédire leurs propriétés biologiques, et leur identification. Les groupes d'organismes définis par la systématique, espèces, genres, familles etc. sont appelés des taxons. La systématique englobe deux grands domaines d'activité scientifique, qui se recouvrent très largement mais qu'il est pratique de distinguer car leurs produits et leurs utilisateurs ne sont le plus souvent pas les mêmes :

- la biosystématique correspond plutôt à l'étude des relations de parenté entre les taxons, ou phylogénie, et des mécanismes de l'évolution qui sont à l'origine des espèces ;
- la taxonomie correspond plutôt à l'activité de délimitation, de description, d'inventaire et de dénomination des taxons dans un système de nomenclature scientifique.

Les besoins de systématique sont énormes, d'abord parce que c'est la systématique qui définit la façon dont nous envisageons le monde vivant et fossile, et qui fournit le cadre conceptuel où s'exercent toute la biologie et ses applications, tant sur le plan fondamental que dans le domaine de l'environnement. Aussi et plus conjonctuellement, nous avons besoin de systématique parce que les espèces nommées et définies par les systématiciens correspondent au niveau d'organisation le plus généralement utilisé pour décrire et gérer la diversité biologique, avec tous les enjeux économiques et environnementaux qu'implique notamment la Convention de Rio sur la diversité biologique.

En France, on peut estimer le nombre de systématiciens professionnels à plusieurs centaines, dont toutefois il faut noter qu'une majorité n'a pas la systématique comme activité scientifique principale. La situation des champs de recherche, et des chercheurs, est contrastée. La bio-

systématique, qui a récemment commencé à se développer, est en plein essor et doit être confortée par la reprise de programmes tels que ceux qui ont permis son premier développement dans notre pays. La taxonomie dispose en France de forces et d'un potentiel considérables au niveau mondial, grâce aux collections nationales et à une tradition scientifique de taxonomie tropicale qui correspond précisément aux besoins des pays en développement. Cependant les taxonomistes, dont les travaux s'insèrent mal dans le système d'évaluation de la recherche, sont dispersés, mal reconnus et non soutenus et apparaissent de fait en voie de disparition rapide, malgré la prise de conscience récente d'une partie des organismes de recherche. Par comparaison avec les autres pays développés et notamment les États-Unis, la politique scientifique française en systématique apparaît moins cohérente malgré des atouts évidents, dont l'importance du Muséum national d'histoire naturelle n'est pas le moindre.

Sur le plan des développements scientifiques récents on retrouve le même contraste : la biosystématique, par les développements successifs des méthodes phylogénétiques, de l'informatique et des techniques de la biologie moléculaire, a totalement renouvelé notre vision du monde vivant et ses résultats sans cesse renouvelés imprègnent de plus en plus la recherche en biologie. En revanche la taxonomie, toute aussi nécessaire du point de vue sociétal, s'est trouvée abandonnée par les pouvoirs publics et une grande partie de la communauté scientifique, s'est peu renouvelée, et n'est pas en état de faire face aux besoins d'inventaire et de description d'un monde vivant dont nous ne connaissons encore qu'une trop faible proportion d'espèces (environ 1,7 million d'espèces connues pour 5 à 30 fois plus d'espèces vivantes, principalement tropicales).

Les voies de recherche et d'application de ces recherches aux besoins de la science et de la société sont ouvertes, et la communauté scientifique française possède le potentiel pour les explorer : à travers les développements méthodologiques de la recherche phylogénétique, de la génétique des populations, la réflexion sur l'analyse morphologique et ses outils morphométriques, la révolution dans la compréhension des mécanismes du développement, on voit apparaître la possibilité d'unification des deux aspects de la systématique dans le cadre unificateur de la théorie de l'évolution. Dans le même temps, la systématique et son utilisation peuvent, au prix d'un effort finalement assez faible par rapport aux forces déjà existantes, répondre aux besoins de ses utilisateurs en utilisant les ressources de l'informatique. Celle-ci, qui trouve dans la systématique un intérêt scientifique grâce à la complexité des concepts et des données, fournit et peut fournir plus encore non seulement les moyens d'analyse, mais aussi les moyens de structuration et de diffusion des connaissances dont le besoin est universel :

bases de données sur les noms d'espèces, sur leurs propriétés, sur les spécimens des collections, bases de connaissances et outils d'identification accessibles en ligne.

Les applications de ces recherches sont multiples. Les pathologies humaines, mais aussi animales et végétales, ne peuvent pas être comprises sans systématique des micro-organismes pathogènes. Les substances naturelles d'intérêt biologique, jusque et y compris les antitumoraux récemment découverts, ne peuvent pas être identifiées et isolées en l'absence d'identification des organismes qui les produisent. Les industries qui utilisent des micro-organismes, que ce soit comme ferments dans l'alimentation ou comme indicateurs tels que les microfossiles dans les applications géologiques, ne peuvent pas se passer d'identifications taxonomiques. L'analyse de l'environnement, la définition des habitats, leur conservation, notamment dans le cadre des directives européennes et des conventions internationales, passent par l'établissement de listes taxonomiques d'espèces. Le développement d'une agriculture durable nécessite de mieux connaître et identifier les espèces utiles (lutte biologique) ou nuisibles (mauvaises herbes et espèces envahissantes).

En France, l'enseignement et la formation à la systématique ont été négligés depuis plus d'un siècle au profit des aspects fonctionnels de la biologie. On y constate une confusion entre l'enseignement de la zoologie et de la botanique, c'est-à-dire la description souvent fastidieuse des propriétés biologiques des organismes, et l'enseignement de la systématique qui éclaire ces propriétés en les plaçant, dans une perspective évolutionniste et classificatoire, dans le cadre théorique et méthodologique approprié. Les quelques formations existantes sont récentes et quantitativement insuffisantes pour fournir tant les chercheurs que les ingénieurs et gestionnaires de l'environnement qualifiés en systématique dont le pays a besoin.

2. Recommandations

La première conclusion du présent rapport est que la systématique est en plein renouveau. Loin d'être une discipline du passé et dépassée, c'est une discipline qui a connu au cours des dernières décennies une révolution conceptuelle et méthodologique. Plus que jamais la systématique constitue le passage obligé pour structurer les connaissances en biologie. Par les phylogénies qu'elle produit, la systématique fournit le cadre de référence à toute la biologie et à la paléontologie, et le support

indispensable à toutes les études sur l'évolution. Le rêve de Darwin de voir un jour une classification fondée sur la « généalogie » (ie la phylogénie) est en cours de réalisation. Ce cadre phylogénétique connaît à l'heure actuelle de profonds bouleversements qui remettent en question une bonne partie de nos connaissances sur l'évolution du vivant. Les recommandations qui suivent tiennent donc compte en premier lieu de la nécessité d'accompagner ce renouveau de la discipline. À côté de cet objectif cognitif majeur, il existe un besoin quotidien de « taxonomie de base », dont les applications sont multiples, et dont les spécialistes sont... en voie de disparition alors même que les besoins, notamment dans les pays du tiers-monde, augmentent. Une deuxième série de recommandations répond à cette situation plus que préoccupante.

2.1. Programmer et persévérer

Il faut souligner d'emblée qu'il n'est possible de remédier à l'état sinistré dans lequel se trouve la systématique qu'en établissant, et en appliquant fermement, une programmation à long terme. La systématique et sa nécessaire évolution fondamentale et méthodologique ne sont pas une affaire qui se résoudra par un appel d'offres, quelques contrats de courte durée et un désintéret ultérieur. La discipline a besoin d'une politique suivie, d'un engagement fort de l'État et des organismes de recherche, s'étalant sur plusieurs années. L'effort doit porter autant sur la formation que sur les équipes existantes, s'agissant d'une discipline dont les praticiens sont indispensables mais en voie d'extinction.

2.2. Entreprendre un effort majeur de formation

La formation en systématique constitue un enjeu majeur : il s'agit de répondre à la demande sociale en intégrant, à tous les niveaux depuis les petites classes du primaire jusqu'au troisième cycle des universités, la dimension explicative évolutionniste qui permet à la fois l'appréhension rationnelle de la diversité biologique, et la compréhension de la signification des noms scientifiques utilisés par tous comme références. À tous les niveaux, il faut dépasser l'émerveillement des documentaires animaliers (tout en le préservant !), pour aller vers une explication évolutionniste des adaptations et une présentation dans un cadre phylogénétique (même simple, dans les petites classes).

Dans l'enseignement supérieur, le premier cycle doit fournir les bases de la connaissance taxonomique des êtres vivants, en remplaçant, lorsqu'ils existent encore, les enseignements obsolètes de « zoologie » et de « botanique », par une présentation phylogénétique et historique

de la diversité du vivant. Après un second cycle ou son équivalent qui devrait, plus qu'à la connaissance spécialisée des taxons, être consacré à l'acquisition des théories et des méthodes qui soutiennent la systématique, plusieurs voies doivent être ouvertes :

1. La formation à la recherche doit être assurée, au-delà des DEA, par un nombre significatif de thèses soutenues par des allocations de recherche. Ces allocations doivent être fléchées vers la discipline, à l'exemple de ce qui se passe aux USA : c'est le seul moyen d'éviter l'effet pervers de l'amplification des tendances majoritaires d'une communauté scientifique où, bien que fondamentale, la systématique ne représente qu'une discipline quantitativement marginale.

2. La mise en place ou le développement d'une formation à la systématique dans le cursus des ingénieurs appelés à exercer leur profession dans le domaine de l'environnement doit être assurée ;

3. Il est urgent de mettre en place des formations professionnalisantes à la taxonomie, notamment par le moyen d'un ou plusieurs DESS. Compte tenu des besoins et des demandes des pays en développement, et des responsabilités et des engagements internationaux de la France, notamment par les collections et l'expertise qu'elle détient, la formation de taxonomistes des pays du sud devrait constituer une priorité, en coordination avec le potentiel existant au niveau européen.

2.3. Hisser la recherche française en systématique et ses produits au niveau international

Pour assurer la qualité de la recherche en systématique, mais aussi la qualité du service qu'elle rend à la société, il est indispensable de dépasser l'antagonisme stérilisant entre l'activité scientifique reconnue comme relevant de la recherche fondamentale suivant les critères généraux d'évaluation (biosystématique), et celle qui ne l'est pas (taxonomie). C'est ce que fait avec succès la National Science Foundation des États-Unis dans ses appels d'offres, la frontière étant d'ailleurs bien souvent difficile à établir. Les exigences de qualité sont au même niveau dans tous les domaines, et il faut donc mettre en place un système, ou des critères d'évaluation, qui permettent d'en juger.

Les programmes de recherche à mettre en place, par les moyens appropriés y compris et surtout des allocations de thèse, pourraient correspondre à trois axes :

- biosystématique : il s'agit ici tout à la fois :
 - d'étudier les « patterns » et les mécanismes de formation des taxons, ainsi que les méthodes d'analyse des relations de parenté et leur traduction en une classification ;

– d'assurer conjointement le maintien ou la création d'expertise sur les taxons actuels et fossiles dont la connaissance est insuffisante pour les besoins de la conservation et de la gestion de la biodiversité, et ceci en relation avec les capacités taxonomiques existantes en France, en Europe et dans le monde ;

- descriptions et inventaires : dans ces domaines il faut aller au-delà de l'empirisme qui guide la pratique depuis deux siècles. La méthodologie des descriptions morphologiques est un domaine à peu près inexistant, malgré les progrès de la morphométrie qui demandent à être confortés ; et la programmation scientifique d'inventaires ne devrait pas se limiter à un objectif de production de listes, mais également se préoccuper de méthodologie pour répondre rationnellement aux besoins de suivi de la biodiversité. La mise en œuvre des recherches sur les faunes et flores tropicales, domaine d'excellence des taxonomistes français, pourra permettre le transfert de connaissances vers les pays du Sud demandeurs, par le moyen de programmes d'inventaires et de description en coopération ;

- informatique et bases de données : il s'agit non pas tant de fabriquer les produits informatiques utilisés par les non-systématiciens, mais de résoudre les problèmes informatiques posés par le traitement et la gestion des données incomplètes et imprécises de la systématique, pour fabriquer des outils génériques permettant d'implémenter les bases de données et d'une façon générale tous les instruments de la systématique assistée par ordinateur.

2.4. Développer les outils (informatique, valoriser les collections, ...)

La maîtrise des données de la systématique des organismes vivants et fossiles, qu'il s'agisse des noms de taxons, des spécimens en collections, des occurrences des taxons dans la nature, ou des propriétés des taxons, est un enjeu majeur de l'environnement ; et ceci tant du point de vue scientifique pour l'écologie, que du point de vue sociétal pour la gestion durable de la diversité biologique. Les outils qui permettront à la France de maîtriser ses propres données, de revaloriser et de restaurer des collections d'intérêt régional, national et international actuellement en cours de disparition faute de maintenance, et de participer à la gestion des données mondiales, doivent être développés – notamment pour permettre une participation significative au Global Biodiversity Information Facility (GBIF) proposé par l'OCDE en 1999 (voir annexe 3).

1. Référentiels taxonomiques : le meilleur moyen de garder un contrôle sur les bases de données mondiales des noms scientifiques des espèces, qui sont au cœur du GBIF, est d'en implémenter le plus

grand nombre possible au niveau national où toutes les compétences existent.

2. L'implémentation des bases de données des collections taxonomiques accessibles sur la Toile est un moyen à la fois de répondre à une demande internationale, de valoriser les connaissances détenues en France, et de guider la restauration matérielle des collections, qui a un siècle de retard pour certaines des plus importantes d'entre elles (au Muséum national d'histoire naturelle, mais aussi en régions comme dans le cas de l'herbier de l'université de Montpellier ou de collections de paléontologie). L'informatisation des collections de spécimens provenant de pays du Sud devrait se faire, chaque fois que c'est possible, en étroite coordination avec le pays d'origine pour assurer la gestion coordonnée des données et un transfert de capacité.

3. Les bases de connaissances taxonomiques, associées à des outils d'identification accessibles aux non-spécialistes, doivent être développées pour pouvoir répondre à la demande sociétale dans des conditions où les spécialistes actifs et disponibles ne seront jamais assez nombreux pour pouvoir répondre individuellement à chaque besoin.

4. À l'interface des programmes de recherche et des utilisateurs, tant systématiciens que non systématiciens, une activité de service devrait être mise en place au niveau national dans deux domaines : systématique moléculaire/phylogénie et systématique assistée par ordinateur (SAO). L'organisation d'une telle activité pourrait s'inspirer des expériences précédentes des Services communs de Biosystématique et du Réseau National de Biosystématique, dont il apparaît a posteriori que le principal défaut est d'avoir été interrompus malgré les intentions contraires affichées à leur création.

5. Inventaire national faunistique et floristique : tout intervenant dans le domaine de l'environnement devrait pouvoir disposer facilement d'un état de la faune et de la flore dans la région où il intervient, tant en Europe qu'outre-mer. Pour répondre aux engagements internationaux de la France, il conviendrait qu'un décret crée un inventaire national. La faune et la flore françaises doivent faire l'objet d'un programme national d'inventaires exploitables en ligne sur la Toile. Ceux-ci doivent être validés dans l'immédiat grâce à l'expertise et aux référentiels taxonomiques, et demeurer vérifiables à long terme par le moyen du dépôt sélectif de spécimens de référence de l'inventaire dans des collections publiques. Le savoir-faire correspondant devrait être transféré vers les pays du Sud demandeurs par le moyen de programmes en coopération.

2.5. Mettre en place une politique institutionnelle nationale

En prenant garde de bien situer les actions à entreprendre dans le contexte européen et international, une politique institutionnelle nationale est nécessaire à quatre niveaux :

1. à l'Université, il faut favoriser le recrutement d'enseignants-chercheurs sur des profils de types écologie et systématique, évolution et systématique, informatique et systématique (etc.), de façon à assurer à la fois la formation supérieure en systématique et l'intégration des enseignants-chercheurs concernés dans des unités de recherche qui, dans la situation présente des universités françaises, ne peuvent pas être entièrement consacrées à la discipline. De cette communauté vivante pourront émerger les systématiciens spécialisés dont le Muséum, ou d'autres organismes pour des cas particuliers, ont besoin ;

2. au Muséum national d'histoire naturelle, centre national de référence pour la discipline, la vigoureuse réforme actuellement entreprise doit être poursuivie et menée à terme pour permettre à l'établissement de jouer pleinement son rôle national, européen et international. Cette réforme devrait constituer l'un des fondements d'une politique nationale de l'expertise et des collections visant à mettre fin à la situation dramatique, et parfois scandaleuse en ce qui concerne les grandes collections, de la taxonomie et des collections taxonomiques dans tout le pays ;

3. les organismes de recherche, notamment à travers leur partenariat avec les structures de recherche des Pays en Développement, doivent jouer un rôle important d'appui pour le développement des capacités locales et régionales en systématique, et pour la valorisation des connaissances et des collections encore présentes dans ces pays lorsqu'elles existent ;

4. les besoins d'expertise taxonomique ne peuvent être satisfaits que par une action concertée des organismes de recherche, du Muséum et des universités, pour fédérer le trop faible nombre de spécialistes et le développer en fonction des besoins à moyen et long terme. Seule l'unification de la gestion des ressources humaines consacrée à la systématique opérationnelle permettra de résoudre la contradiction entre la brièveté des programmes de recherche ou des applications ayant recours à la taxonomie, et la longue durée nécessaire pour la qualité de l'expertise taxonomique de chaque spécialiste.

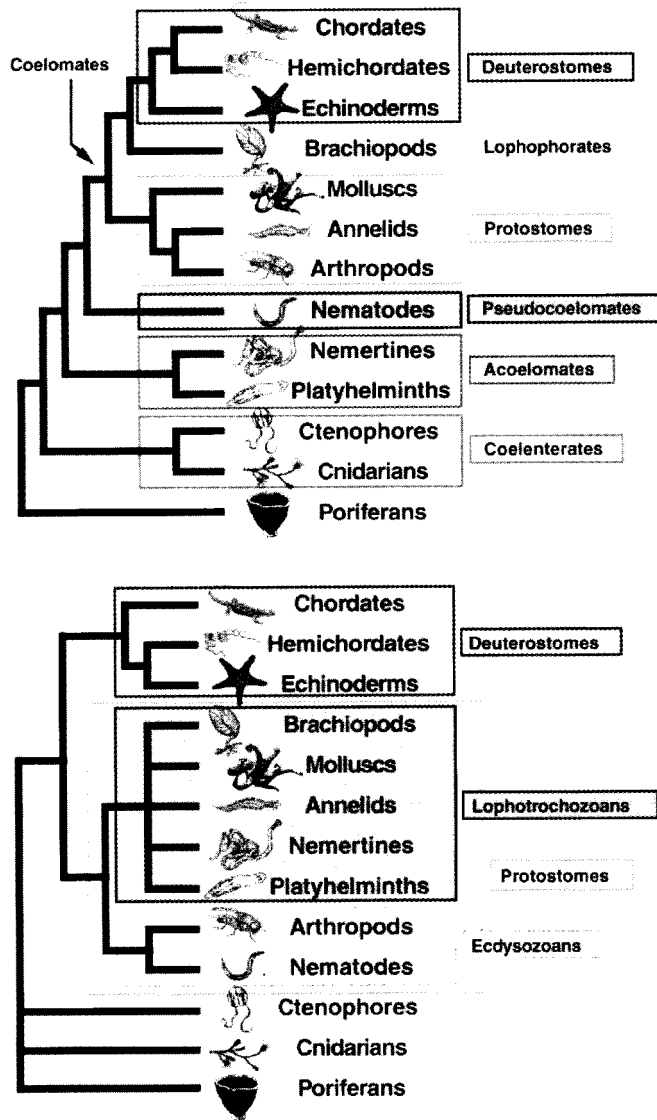


Figure III-1 – Deux phylogénies des métazoaires. En haut, la phylogénie traditionnelle où les clades successifs émergent par ordre de complexité croissante. En bas, phylogénie obtenue par l'utilisation de séquences d'ARN 18S et de gènes du complexe *Hox*. Notez en haut, l'émergence progressive et successive des clades à laquelle est substituée en bas la disposition en trois rameaux à l'intérieur desquels la résolution est faible. Les groupes autrefois situés en position basale émergent à présent tardivement, suggérant que la simplicité de structure qui les avait fait considérer comme « primitifs » est en fait dérivée secondairement.