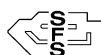

SOMMAIRE

Éditorial par T. Bourgoin	4
Journée SFS « Systématique : ordonner la diversité du vivant », 27-02-2001	5
<input type="checkbox"/> Compte rendu général par N. Bailly	5
<input type="checkbox"/> Plate-forme.....	10
Journées annuelles SFS 2001 « Systématique et Biogéographie »	14
Tribune libre	14
<input type="checkbox"/> « Inquiétudes : billet de mauvaise humeur » par P. Tassy	14
<input type="checkbox"/> « Les nomenclatures « linnéenne » et « phylogénétique » et d'autres problèmes artificiels » par I. Lobl	16
Compte rendu de Réunion	21
<input type="checkbox"/> « Le commerce des animaux sauvages » par I. Ineich.....	21
Thèses et H.D.R.	23
Vient de paraître	27
<input type="checkbox"/> « Classification phylogénétique du vivant » par P. Tassy.....	27
<input type="checkbox"/> « Une brève histoire des mammifères » par J.P. Hugot	28
<input type="checkbox"/> « Origin of the Hexapoda »	29
<input type="checkbox"/> Zootaxa	29
Informations diverses	29
Annonces de Congrès et Réunions	30
Classification des Eucaryotes par M.A. Selosse	32
Biosystema : bon de commande	45
Demande d'adhésion SFS	46
Appel à cotisation 2001	47



Le 27 Février, notre société s'est donc vue une nouvelle fois ouvrir les portes de l'Académie des Sciences. La première fois en 1994, c'était pour présenter en France le programme Systematic Agenda 2000. Aujourd'hui l'initiative est française, l'Académie présente le dernier rapport du Comité « Rapport Science et Technologie » : « Systématique, Ordonner la diversité du Vivant ».

On ne peut que s'en réjouir. Je reconnais d'ailleurs bien volontiers, avoir ressenti une petite satisfaction à voir la Systématique susciter un tel intérêt. Depuis quelques années, elle semble en effet retrouver une certaine légitimité, on reparle désormais de systématique sans mots couverts, on revendique sans état d'âme son action de systématicien... Je partagerais même avec vous un brin de fierté d'oser penser que notre Société y est pour quelque chose : après tout, voilà 18 numéros de Biosystema que la Société essaye de convaincre de l'importance de notre discipline dans tous les domaines de la Biologie.

Et pourtant, après avoir écouté certains conférenciers, je me demande si le message est vraiment bien passé !...

Mais tout d'abord, revenons un peu sur cette journée. De manière un peu caricaturale, je la résumerai ainsi : la Systématique d'aujourd'hui s'organise désormais autour de deux grands pôles : l'alphataxonomie et la biosystématique. Pour le premier, le salut se trouve du côté des expertises et des inventaires : ministères et grands organismes de recherche sont même demandeurs. Quant au second, pas de problèmes majeurs, les équipes de recherche en place sont désormais prêtes à engager des biosystématiciens. On nous a même suggéré quelques voies de recherches : le problème de la spéciation !

Merci ... et décidément, non merci !

Je ne puis souscrire à cette vision de la Systématique. Non il n'y a pas d'un côté une systématique prestataire de service dont le seul rôle serait de fournir des noms à nos collègues biologistes. Non il n'y a pas de l'autre côté des « biosystématiciens » au service d'équipes de recherche, qui changeraient de modèle d'étude (autrement dit de groupe taxonomique) au gré des problématiques des équipes ou des demandes de ses membres. Et non, le

problème de la spéciation en tant que processus n'est pas un problème de systématicien !

Pour ma part, je défends une Systématique qui recherche les faits qui font la Biodiversité et qui les organise en des propositions testables et réfutables. Une Systématique qui relève la diversité des gènes et des molécules, la diversité des caractères morphologiques, la diversité des processus qui les expriment, la diversité des espèces et de leurs caractères étho-écologiques associés, la diversité de leurs milieux ... une Systématique qui, sur la base de comparaisons argumentées, s'organise en hypothèses de phylogénie pour proposer des scénarios évolutifs, dans une vision de synthèse de l'évolution de taxons regroupant des espèces. S'ancrant dans la Biologie comparative, la Systématique est fondamentalement une affaire de « patterns ». Si elle peut utiliser les processus comme caractères illustrant la diversité de l'évolution, elle ne les étudie pas en tant que tels. Alors laissons les problèmes de spéciation à la génétique des populations. Si, bien entendu, le systématicien d'aujourd'hui se doit de suivre les avancées de cette discipline, ce n'est pas là véritablement l'objet de ses recherches.

Car effectivement, le systématicien d'aujourd'hui reste avant tout un chercheur et il m'apparaît tout à fait légitime qu'il ait ses propres problématiques, pas nécessairement au service d'autres équipes de recherche en écologie ou en génétique des populations. Et pourquoi pas au sein d'équipes de recherche en Systématique tout simplement ? Au demeurant, c'est vraiment méconnaître le travail du systématicien que de penser qu'une bonne phylogénie s'élaborerait en quelques mois pour passer ensuite sur un autre modèle. L'expérience de nos doctorants systématiciens montre que 3 ans de thèse sont tout juste suffisants pour traiter d'un groupe d'une trentaine de taxons à partir de caractères morphologiques et moléculaires ! Non, il n'est pas raisonnable que les systématiciens laissent derrière eux leurs propres interrogations scientifiques pour se voir imposer celles de nos autres collègues biologistes, toutes aussi intéressantes soient elles. Dans le précédent éditorial du bulletin, Guillaume Lecointre s'interrogeait sur le recrutement des futurs systématiciens. Certes, la recherche s'organise

en problématiques et en concepts ... encore faudrait-il pouvoir les définir et les utiliser à bon escient. Que valent-ils réellement s'ils s'élaborent à partir de groupes dont la monophylie ne serait pas vérifiée ? Qu'on le veuille ou non, la prise en compte de la dimension taxonomique restera la base de toute la biologie.

Quant à vouloir justifier l'activité des systématiciens par des études d'inventaires et d'expertises, cela me semble particulièrement dangereux. Certes, un corps d'ingénieurs ou de conservateurs systématiciens serait le bienvenu pour nous aider dans ces travaux spécifiques, mais s'y reconnaître, certainement pas ! Que deviendraient nos problématiques scientifiques si nous devons désormais ne nous consacrer qu'à ces seules tâches ? Faut-il désormais laisser à nos voisins le monopole de l'élaboration et de l'accroissement de nos connaissances systématiques ? Déjà la situation française s'est gravement détériorée ces dernières années (25 % de systématiciens en moins !), l'abandon de toute prérogative et ambition scientifique pour nous réfugier dans la prestation de service signerait la fin de la systématique.

Alors si je salue aujourd'hui le rapport de l'Académie des Sciences qui montre l'urgence à reconnaître à la systématique sa place au sein des disciplines de recherche, je dénonce en revanche la lecture que certains en ont faite.

Nous devons défendre une Systématique riche, celle qui commence sur le terrain par la récolte des spécimens et leurs caractères

biologiques associés, celle qui les compare et les identifie, celle qui propose leur histoire dans l'espace et dans le temps en les regroupant. On observe là trois étapes d'une démarche progressive. Pour chacune, certains se spécialisent et notre communauté y reconnaît ici le spécialiste de terrain - le naturaliste incontesté - là le spécialiste taxonomiste du groupe ou encore là le phylogénéticien qui fait référence dans l'évolution d'un taxon. Et pourquoi pas si la connaissance qu'ils apportent est de qualité ? En revanche, chaque étape conditionne la suivante et vouloir s'en affranchir est le signe certain d'une totale méconnaissance de la Systématique.

Alors, à ces tentations de scission que l'on nous propose, l'Alphataxonomie des uns d'un côté et la Biosystématique des autres de l'autre, je réponds non ! Au contraire, ce qui fait la force de la Systématique, c'est sa faculté de pouvoir proposer des synthèses de notre connaissance sur la diversité biologique et son évolution, des scénarios évolutifs pour des caractères et des taxons précis. Fruit de la Biologie comparative, la Systématique permet d'interroger la Biologie Générale sur ... la généralité de ses résultats. Par là même elle s'avère essentielle : la Biologie ne serait plus une science si elle ne pouvait se remettre en cause.

Thierry BOURGOIN

JOURNÉE SFS « Systématique : ordonner la diversité du vivant », 27 Février 2001

□ COMPTE RENDU DE LA JOURNÉE DU 27 FÉVRIER 2001

La SFS a organisé une journée de conférences « Systématique : ordonner la diversité du vivant » à l'Institut de France le 27 février 2001. Cette journée faisait suite à la parution du rapport de l'Académie des Sciences de même titre paru à la fin de l'année 2000 (Rapports sur la science et la technologie, n° 11. Éditions Tec & Doc, Paris).

L'objectif de cette journée était d'illustrer l'histoire, la situation et les besoins de la systématique pour répondre aux attentes de la société, et d'inciter les décideurs, les

responsables des grandes institutions scientifiques et des universités à travailler avec les systématiciens pour trouver des solutions permettant de rééquilibrer la systématique au moment où son rôle sociétal prend une ampleur considérable (voir la plate-forme p. 10). 117 personnes ont assisté à cette journée (dont 50% travaillent au MNHN).







D'autre part, la presse était présente et a fait écho de cette journée dans les semaines qui ont suivi : Sciences et Avenir, AFP, Sciences et Vie, Figaro, France Culture, Express, Le Point, Le Monde, La Recherche, Euréka, Charlie-Hebdo (+ Pour la Science).

Jean Dercourt, Université Paris 6, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences a ouvert la journée en replaçant la systématique dans les sciences biologiques.

Simon Tillier, MNHN, Président de la Société Française de Systématique, a ensuite détaillé, du terrain et collections aux phylogénies et classifications prédictives, l'utilité et la nécessité de la systématique. Pour la société, elles correspondent principalement à des besoins en expertise, et pour la science, à des besoins en recherche. Or l'offre systématique ne répond actuellement pas à la demande sociétale : si la biosystématique satisfait la demande des chercheurs (et a entraîné certains progrès en biologie, voir A. Adoutte ci-dessous), en revanche, l'offre alpha-taxinomique ne suffit pas aux autres acteurs concernant la biodiversité. L'offre est insuffisante en termes d'inventaires, de gestion des noms changeants, d'outils d'identification. C'est ce que la *Convention on Biological Diversity* (CBD) a appelé le « handicap taxinomique ». La comparaison Europe-Amérique du Nord fait apparaître des capacités générales similaires bien que réparties de façon hétérogène dans les divers domaines de la systématique. Notamment, les taxons ne sont pas étudiés également (voir J.-F. Silvain ci-dessous), l'effort porte surtout sur les pays en développement, et les méthodes restent les mêmes depuis le 18^{ème} siècle avec un déficit marqué en gestion des connaissances (voir R. Vignes ci-dessous). En biosystématique, un effort doit être fait en génétique des populations, et à la résurrection de la physiologie (des organismes) et écophysiologie, et la morphologie fonctionnelle dans un cadre comparatif.

Nicolas Bailly, MNHN, membre du *Project Bureau* de *Fauna Europaea* et délégué du MNHN au Consortium FishBase, a présenté une liste des institutions et des programmes internationaux liés à la création de systèmes d'information sur la biodiversité, dont la mise en œuvre massive et effective est seulement en cours grâce à l'application récente de la CBD par les pays signataires et par des initiatives internationales comme le *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). Vus comme des icebergs, seule la partie émergée de ces systèmes à destination du reste de la société

est financée, et très peu la partie immergée correspondant à la connaissance précise des spécialistes. Les difficultés de réalisation concernent la propriété des données, leur qualité, leur mise à jour, et leur diffusion à des niveaux différents. À ces titres, *Fauna Europaea* et *FishBase* ont été présentés comme exemples de deux types de projets. Enfin, la France, et particulièrement le MNHN, a été trop souvent absente de la scène internationale dans ce domaine : il faut espérer que la récente création de l'Institut Français pour la Biodiversité (IFB) permette une politique volontariste d'organisation de cette nécessaire représentation internationale.

Martin Sharman, de la Direction Générale Recherche de la Commission Européenne, a exposé la politique de recherche actuelle et prévisionnelle de la Commission en termes d'évaluation et de conservation de la biodiversité. Bien sûr, la conservation doit être envisagée dans un cadre de gestion durable et de réconciliation entre les activités humaines et le fonctionnement des écosystèmes. Il a rappelé les efforts déployés lors du 5^{ème} Plan Cadre où les deux premiers appels d'offres concernant strictement la biodiversité ont permis de financer une douzaine de projets en cours, dont *Fauna Europaea* et *Euro+Med PlantBase* qui visent à établir la liste des espèces européennes animales et végétales terrestres et fluviatiles (les projets répondant au troisième appel d'offres étant en cours d'évaluation). Il a aussi détaillé les orientations du dernier appel d'offres dont la date limite est octobre 2001. D'autre part, la commission a développé une *European Platform for Biodiversity Research Strategy* qui permettra entre autres la mise en œuvre de la CBD et du GBIF au niveau européen (via un *European Network for Biodiversity Information*, ENBI). Enfin, il a évoqué les possibles orientations du 6^{ème} Plan Cadre en matière de biodiversité, notamment par la mise en place plus générale de l'*European Research Area* (ERA).

Véronique Barriel, MNHN, membre du Conseil d'Administration de la SFS, a fait la comparaison entre les questionnaires pour le livre blanc (1983-1985) et celui plus récent pour le rapport (2000) : diminution du nombre de systématiciens (CNRS et universités principalement) ; un tiers seulement de la tranche 40-50 ans renouvelé ; si la pyramide des âges conserve la même structure, une extrapolation prévoit la disparition des systématiciens dans 20 ans ; 30% des systématiciens émargent au MNHN, mais si on inclut toutes les personnes des autres institutions qui travaillent au sein de l'Institut de

Systématique (CNRS FR 1541 qui regroupe MNHN et Paris 6), le pourcentage atteint 80% ; comme noté par S. Tillier (ci-dessus) et J.-F. Silvain (ci-dessous) ; 2 communautés chevauchantes, une majorité alpha-taxinomiste vieillissante dont l'activité est mal évaluée individuellement et collectivement, et une minorité biosystématicienne nouvelle active mais fragile. Le bilan des publications en systématique sur une période de 12 ans allant de 1985 à 1996 (voir montrant clairement le déclin de l'alpha-taxinomie (descriptions d'espèces, inventaires, révisions traditionnelles) face à la biosystématique (phylogénie principalement). La place moyenne des publications d'auteurs français en alpha-taxinomie, sans être dramatique, traduit néanmoins la trop faible ampleur en France de cette communauté. Bien sûr, la production de publications est variable selon les grands taxons en fonction du nombre de spécialistes en activité.

Philippe Bouchet, MNHN, Responsable Scientifique de *Fauna Europaea* et *European Register of Marine Species* au MNHN, a clairement mis en perspective le dilemme des systématiciens qui naviguent sans cesse entre expertise et recherche (comme dans de nombreux autres domaines scientifiques d'ailleurs), entre les collections et les phylogénies, la taxinomie servant d'intermédiaire. Il a aussi mis en évidence la différence de volume de financement entre les types de travaux en systématique, la description de patrons et la création d'outils de gestion des connaissances étant peu pourvues face à l'analyse des mécanismes, de l'expertise et très récemment des référentiels taxinomiques (voir plus haut N. Bailly). Cette analyse rejoint celle de V. Barriel (ci-dessus). Cette schizophrénie expertise-recherche s'est accentuée dans les 30 dernières années avec l'apparition des facteurs d'impact utilisés pour l'évaluation des chercheurs. Il est évident (comment peut-on penser autrement vraiment ???) et démontré aujourd'hui que ces indices calculés sur une courte période (2 à 3 ans) sont totalement inopérants pour rendre compte de l'importance des travaux taxinomiques dont la validité et la rémanence sont (pluri)séculaires comparativement à d'autres domaines de la biologie. C'est l'organisation même du domaine de la systématique qui est en jeu ici, et cet exposé a comblé la plus forte lacune qui était apparue à la fin des journées « Profession : Systématicien » en 1997, où cette question avait été presque totalement occultée : l'expertise doit-elle mobiliser des postes de chercheurs ? Ou faut-il songer à la création

d'unités de service, et pourquoi pas de « start-up » pour compenser le déficit d'offres ?

Jean-François Silvain, IRD, membre du Conseil d'Administration de la SFS, nous a rappelé que pendant ces débats de salon, le travail d'exploration sur le terrain continue. Les quelques statistiques générales sur les espèces et les systématiciens en activité montrent clairement au niveau mondial ce qui était déjà apparu à diverses occasions dans l'analyse des questionnaires de la SFS au niveau national (voir V. Barriel ci-dessus) : l'effort systématique n'est pas du tout proportionnel à la richesse spécifique des groupes, et plus les taxons sont proches de l'être humain (vertébrés, mammifères, primates ...), plus le nombre de spécialistes augmente. Les diverses approches pour estimer la richesse taxinomique de la biodiversité dans la biosphère conduisent à des résultats variés, variabilité accrue par la prise en compte nécessaire des niveaux infra-spécifiques. Presque 2 millions de taxons décrits en 250 ans ; s'il y en a 10-30 millions, combien de temps faudra-t-il pour les découvrir et les nommer ? 1250-3750 ans ou moins ? Heureusement, les exemples cités montrent que dès qu'un systématicien travaille sur un groupe, en particulier tropical, le nombre d'espèces décrites augmente exponentiellement. La gageure peut donc ne pas en être une, mais il faut que la société accepte d'investir dans cette connaissance, et de toute urgence, dans la formation de ceux qui rendront les courbes exponentielles.

Après une très courte pause déjeuner, André Adoutte, Université Paris 11, membre de l'Institut, nous a montré comment les nouvelles relations de parenté établies depuis les 30 dernières années avaient pu influencer sur les recherches dans d'autres domaines de la biologie. Les interactions entre phylogénies et biologie du développement ont notamment marqué l'histoire de celle-ci dans les 10 dernières années et restent un champ d'investigation fructueux appelé « Evo-Devo ». La connaissance de phylogénies solides étayées par divers types de caractères permet de suivre l'évolution de gènes directement impliqués dans la morphologie, alors que l'on cherchait avant des marqueurs moléculaires « neutres », i.e., supposés subir peu de pression sélective. D'autres résultats, sur les complexes de gènes homéotiques, ont permis de repenser le concept d'homologie. Enfin, la paléontologie a permis de mettre en évidence les « radiations évolutives », et la disponibilité des phylogénies permet d'émettre de nouvelles hypothèses sur les adaptations de l'arsenal génétique du



développement qui ont permis la diversification des plans d'organisation.

Daniel Goujet, MNHN, coordinateur de Parsyst, a détaillé l'intérêt des collections : témoins de la biodiversité et de son évolution (le statut des objets a changé, ils ne sont plus considérés comme renouvelables), références pour la nomenclature et l'identification, sources d'investigations pour de nouvelles techniques, source d'informations associées, ... Il nous a présenté les efforts de la Commission Européenne dans le 4^{ème} et le 5^{ème} Plans Cadres pour financer l'utilisation des collections en tant qu'équipements lourds de la systématique (2 Meuros dans le 5^{ème} plan), au même titre que les observatoires pour l'astronomie ou les accélérateurs de particules pour la physique, après un lobbying appuyé du *Consortium of European Taxonomic Facilities* (CETAF). Les muséums de Londres, d'Amsterdam, et de Paris, ainsi que le jardin botanique d'Helsinki et une station marine en Islande, ont été parmi les premiers à en bénéficier. Aujourd'hui, certains de ces programmes ont été reconduits, parfois dans un cadre différent, et à ces pionniers sont venus s'ajouter Copenhague, et sans doute Berlin, Stockholm et quelques autres (évaluation des derniers projets en cours). Ces financements couvrent, pour les Européens seulement, le déplacement et un per diem, ainsi que les coûts de fonctionnement pour l'analyse de collections (informatique, photographie, parfois séquençage, etc.). Mais il faut noter que ces projets peuvent maintenant financer le déplacement des collègues des pays en voie d'accession à la Communauté Européenne, ce qui n'était pas le cas avant. Il est encore trop tôt pour dresser un bilan général de ces projets, mais cette reconnaissance des collections et des institutions qui les abritent et les gèrent aura certainement un impact considérable dans la production systématique européenne, en quantité et en qualité. Cet effort est justifié au vu de l'importance historique des collections en Europe. En France, il existe 187 muséums d'histoire naturelle (ou de section de musées) et 30 universités abritent des collections taxinomiques. Et au MNHN, les collections sont au centre du projet de rénovation.

Régine Vignes-Lebbe, Université Paris 6, Directrice du Laboratoire Informatique et Systématique, a exposé les difficultés à « informatiser » la systématique pour en gérer les connaissances. Il peut paraître surprenant que les états disposent de systèmes d'information gérant des dizaines de millions de personnes, alors que FishBase ne traite que de 25 000 espèces par exemple. Toute la difficulté

provient de la représentation formelle de ces connaissances, dont la complexité est supérieure de plusieurs ordres de grandeur, et qui nécessitent des collaborations de recherche plus étroites, mais difficiles à concrétiser, entre Informatique et Systématique. L'étape de modélisation de cette représentation est cruciale avant toute tentative d'implémentation sous la forme d'un logiciel intégré, voire d'une base de données focalisée dans un domaine restreint. Même la nomenclature et les classifications sont particulièrement complexes à traiter si on veut représenter les connaissances telles que les créent et les gèrent les systématiciens.

Manolo Gouy, Université Lyon 1, représentant de la France au GBIF, a dressé l'historique et l'état actuel du GBIF. Le GBIF est une initiative des pays de l'OCDE qui sera complémentaire de la *Global Taxonomy Initiative* (GTI, de la CBD), et des *Clearing-House Mechanism* (CHM, de la CBD aussi) des états et des groupements régionaux (par exemple, la Communauté Européenne a établi un CHM au même titre que les états européens en tant que membre signataire de la CBD). Le GBIF sera un réseau de bases de données constitué d'un référentiel taxinomique mondial (*Species 2000*) et de 3 principaux types de bases de données complémentaires : collections, littérature, espèces (i.e., les informations biologiques sur les espèces notamment les descriptions). Ce réseau doit rendre les données sur la biodiversité accessibles à tous (à des fins d'analyses notamment) en assurant l'interopérabilité de ce noyau avec les autres bases de données sur les inventaires, les séquences, les habitats, l'écologie, etc., et en développant des engins de recherche intelligents pour retrouver les informations notamment à partir des noms et des origines géographiques (en traitant les problèmes de noms et de classifications changeants dans les deux cas !). Discuté depuis 1996 dans les forums *Mega-Science* puis *Bioinformatics*, préparé par un *Interim Steering Committee* entre juin 1999 et mars 2001, le GBIF aura réuni officiellement deux fois son *Governing Board* depuis cette date (mars et juin 2001), la deuxième réunion devant désigner le pays hôte du secrétariat. Ce secrétariat sera en contact avec les nœuds nationaux et régionaux, le nœud pour la France étant l'IFB avec le MNHN comme opérateur principal.

La deuxième partie de cette journée a été consacrée à une table ronde, préparée par quelques courtes présentations de l'état de la Systématique dans diverses institutions, et

ponctuée par un débat entre les participants à cette journée.

Hervé Lelièvre, MNHN, membre du Conseil d'Administration du MNHN, a rapidement présenté les contraintes historiques qui expliquent le développement tricentenaire du MNHN et sa réorganisation actuelle, qui devrait mettre un terme à plus de 30 ans d'incompréhension, plus ou moins recherchée de part et d'autre pour des raisons variées, entre cette institution et ses tutelles, il faut l'espérer.

Patrice Cayré pour l'IRD, Directeur du Département Ressources Vivantes, et Pierre-Henri Gouyon pour la Conférence des Présidents d'Université et pour le CNRS, ont rapidement évoqué ce qu'ils attendaient des systématiciens. Il faut bien reconnaître d'après ce débat que la conception de la systématique est très clairement différente de celle exprimée notamment, mais pas seulement, par les systématiciens du MNHN : les deux orateurs ne conçoivent la systématique que comme une activité de service au sein de leur institution, et pas comme un domaine de recherche. Leur stratégie de recrutement consiste à intégrer des systématiciens à des équipes d'autres domaines de la biologie et de l'écologie, en oubliant au passage qu'il faut bien des formateurs pour ces systématiciens, et donc une communauté de recherche structurée capable de produire et de réfuter ses propres paradigmes. La discussion a été un affrontement majeur et direct entre les tenants des deux approches, en mettant au centre du débat cette dualité, sinon cette schizophrénie, expertise-recherche dans le domaine de l'alpha-taxinomie : est-ce que décrire une nouvelle espèce est une activité de recherche ? Doit-on former des chercheurs via un DEA et une thèse, ou des ingénieurs via un DESS ? Telle est la question qui n'a toujours pas trouvée de réponse à l'issue de ce débat.

Commentaires avant conclusion en forme de billet d'humeur

Mais dans quelle mesure répondre à cette dernière question solutionne-t-il le problème du manque de postes et de financements ? Car après tout, si le MNHN devait être l'unique centre d'alpha-taxinomie (alors qu'il reste dans ce domaine un énorme travail de conceptualisation, notamment en représentation des connaissances, ainsi que méthodologique), il suffirait d'un peu de bonne volonté pour passer outre cette différenciation à mon sens complètement stérile, et stérilisante, en permettant plus facilement dans un sens, le détachement de personnels d'autres institutions au sein du MNHN pour une période donnée, par

exemple pour faire la révision d'un groupe économiquement ou scientifiquement important ; et inversement, le détachement de personnels du MNHN dans ces autres institutions quand un problème taxinomique important doit y être travaillé ou quand un problème biologique ou écologique théorique a pu être soulevé par une étude taxinomique. Trois questions doivent être résolues au préalable : 1) les universités doivent dégager des filières de formation à la systématique, c'est-à-dire à la totalité de la systématique et pas seulement à l'aspect phylogénétique ; faire un inventaire recouvre bien des aspects théoriques d'échantillonnage (l'espèce est-elle une catégorie adaptée et suffisamment définie ?) et d'analyse de données, qui sont trop peu considérés dans les travaux actuels ; peu de filières existent aujourd'hui, sont-elles suffisantes et complètes ? 2) le recrutement de systématiciens doit être important dans les toutes prochaines années, éventuellement uniquement au MNHN si les autres institutions de recherche refusent de constituer des équipes dédiées (ce que je ne souhaite pas) ; il est donc important que les collègues biologistes dégagent des postes et des budgets à ces fins ; 3) les systèmes d'évaluation doivent être profondément adaptés pour tenir compte, selon les institutions, des charges administratives, de l'enseignement, de la gestion des collections et des bases de données, de la gestion des ressources (pour les agronomes et les halieutes par exemple), de l'aide au développement, d'applications pratiques de méthodologies, de soutien technique (comme l'informatique et les statistiques dans les laboratoires), de l'expertise et de la participation à la diffusion des connaissances, j'en oublie sûrement. Toutes ces activités ne débouchent pas sur des publications au sens scientifique. En revanche, elles doivent fournir leur propre système d'évaluation. Sans la réalisation de ces trois conditions, je doute que le handicap taxinomique mis en évidence par la CBD soit facilement comblé, en tout cas pas par une politique nationale qui négligerait ces trois points.

D'autre part pendant le débat, est réapparu ce vieil antagonisme inter-institutions : «Vous le MNHN n'avez pas pris le train de la systématique phylogénétique en son temps.», «Vous l'université vous ne l'avez pas plus enseignée.». Ne serait-il pas plus productif de dépasser cette opposition, là aussi bien stérile ? Ne devons-nous pas admettre que nos formations hyper-spécialisées, pour de bonnes raisons, ne nous permettent pas d'être omniscients, ni même seulement conscients de



toutes les problématiques des domaines qui ne nous sont pas familiers ? Ne devons-nous pas faire confiance aux collègues des autres domaines, même apparemment proches ? Faut-il aussi revoir notre système de formation universitaire (absence totale d'enseignement épistémologique un peu poussé par exemple) pour améliorer la tolérance, et diminuer une compétition outrancière, aux postes et aux budgets, sans pour autant totalement la supprimer ?

Et pour ceux qui ont mal vécu leurs enseignements de systématique, ce qui, à les entendre, les a plongés dans la génétique et la biologie cellulaire puis moléculaire, pourquoi ne les ont-ils pas améliorés dès qu'ils ont été en poste (ce qui me permet a contrario de rappeler la sortie de l'excellent ouvrage des camarades Guillaume Lecointre et Hervé Leguyader illustré par Dominique Visset). Parce que moi, ces mêmes enseignements, je les ai aussi suivis 10 à 15 ans après eux et ils n'avaient manifestement pas changé ! Heureusement, j'ai eu la bonne idée de suivre une sous-option en licence qui m'a permis de découvrir la cladistique dès le début des années 80 grâce au (maître ?) assistant (à l'époque) Pascal Tassy, grâce lui en soit rendue, dont on lira avec attention le billet d'humeur (professoral aujourd'hui) en page 14 de ce bulletin pour une autre réaction à cette réunion.

En conclusion, cette journée (comme point d'orgue du rapport) a comblé les lacunes des journées 1997 « Profession : Systématicien », qui m'avait laissé pour le moins sur ma faim, et je n'étais pas le seul, trop tournées qu'elles étaient vers les médias sans doute. Je pense que la situation cette fois a été mise à plat de manière exhaustive, les problèmes explicitement abordés et les profondes divergences parmi la communauté biologique clairement mises en évidence. Les besoins et les problèmes sont aujourd'hui identifiés et mis au grand jour, il ne reste « plus » qu'à les résoudre. Des leçons doivent être tirées pour la mise au point finale de la réorganisation actuelle du MNHN, pour lui trouver une cohérence interne mais aussi externe dans le réseau national (et international) des institutions scientifiques, en accord avec elles et avec les ministères de tutelle.

Nicolas BAILLY
MNHN, Institut de Systématique
(CNRS FR 1541)

▣ PLATE-FORME DES PROPOSITIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SYSTÉMATIQUE

Renouveler la Systématique : une urgence pour la Science et la Société

Le 24 mars 2000, la revue américaine *Science* a publié le génome complet de *Drosophila melanogaster* ; mais, il ne reste en Europe que deux scientifiques en activité, deux systématiciens, capables de comparer et d'identifier avec précision les 3 000 espèces connues de drosophiles ! Pour une autre espèce qui fait l'objet d'un énorme effort au niveau mondial, un poisson du genre *Tetraodon*, il a fallu l'opiniâtreté de quelques chercheurs du Génoscope pour qu'on s'aperçoive que l'espèce étudiée n'était pas celle que l'on croyait... Dans trois ans, il n'y aura plus en France un seul spécialiste en activité des méduses ; il n'y a presque plus de spécialistes des acariens, des ascidies, et il n'y a déjà plus un seul spécialiste des tardigrades.

Toute la biologie risque, à court terme, d'être privée de sa dimension descriptive et historique, si la biologie comparative appliquée à la classification et à l'évolution des êtres vivants, appelée aussi Systématique, venait à disparaître. Nous sommes aujourd'hui sur ce chemin. C'est ce qui a motivé la préparation du rapport de l'Académie des Sciences « Systématique : ordonner la diversité du vivant » qui a été présenté au Ministre de la Recherche en octobre 2000.

Onze ans après la publication du « Livre blanc sur la systématique », ce rapport fait l'état international et national d'une discipline devenue multiforme, et montre l'intérêt de ses aspects les plus novateurs et les plus dynamiques, comme par exemple la phylogénie et la taxonomie moléculaire qui sont en plein développement. En revanche, il montre la lente agonie de ce que l'on appelle la taxonomie alpha, la description et l'identification des espèces, à cause du non-renouvellement des taxonomistes, de leur vieillissement et de leur marginalisation croissante au sein de la communauté scientifique, car la valeur de leurs travaux n'est plus reconnue par les instances d'évaluation. Enfin, il souligne la nécessité de développer à grande échelle les outils informatiques de gestion et de diffusion des connaissances de la systématique, afin que celle-ci soit rendue accessible au public le plus large.

Que dit le rapport ?

- La systématique définit la façon dont nous envisageons le monde vivant et fossile, et fournit le cadre conceptuel où s'exercent toute la biologie et ses applications. Elle est socialement incontournable à l'heure où l'humanité s'inquiète de plus en plus de la dégradation de son environnement et s'interroge sur son rôle dans la disparition ou la raréfaction des espèces.

- La systématique a connu un extraordinaire renouvellement conceptuel et méthodologique au cours des 30 dernières années, grâce à l'émergence de la méthode cladistique, qui permet de retrouver les relations de parenté des espèces, grâce à l'accès direct à la diversité moléculaire, et grâce aux progrès de l'informatique. Le développement des bases de données taxonomiques est un objectif majeur de la communauté internationale, promu par l'OCDE.

- La comparaison de l'enquête publiée dans le Livre blanc de 1989 avec celle menée en 2000, montre à la fois la diminution des effectifs de systématiciens et leur vieillissement. Les systématiciens français sont maintenant majoritairement rassemblés au Muséum national d'histoire naturelle, l'IRD constituant un autre pôle numériquement plus restreint. C'est au CNRS et à l'Université que le déclin de la discipline a été le plus marqué.

- Le déclin de la taxonomie est lié en France à l'absence de reconnaissance du travail des taxonomistes, le plus souvent marginalisé aussi bien lors des évaluations individuelles que lors des évaluations d'équipes.

Le rapport « Systématique, ordonner la diversité du vivant » dresse donc un tableau contrasté d'une discipline qui d'un côté a connu un renouvellement conceptuel et méthodologique considérable, qui se traduit par une production scientifique de haut niveau et un pouvoir d'attraction réel vis-à-vis des jeunes générations de chercheurs ; et qui de l'autre côté voit ses bases chanceler, faute d'une reconnaissance du caractère essentiel de la taxonomie, et faute du non-renouvellement des spécialistes par suite de l'absence de réflexion et de politique scientifique à long terme.

Il y a urgence ! La pyramide des âges des systématiciens est dramatiquement déséquilibrée. Que faire ?

Quelle stratégie de formation ?

Pendant 25 ans, la systématique a formé des jeunes sans bourses ou allocations de thèse. L'effort de formation est devenu plus

efficace dans les années 1990 grâce à (1) l'obtention de quelques bourses de thèses en systématique, (2) l'amélioration de la qualité de l'enseignement dispensé, (3) quelques postes permanents, réconfortants comparés au néant précédent. Cependant *le nombre de bourses de thèses dévolues à des formations doctorales en systématique est très insuffisant*, si l'on veut assurer le renouvellement de personnels que la systématique réclame sous peine de disparition. *Il faut obtenir des bourses fléchées dans des domaines de recherche de la systématique* pour contrebalancer les tendances, très fortes dans la communauté universitaire, à ne retenir que ce qui est « rentable » scientifiquement à très court terme, alors que la production scientifique en systématique n'est rentable qu'à long terme.

Il faut réorganiser l'enseignement de la systématique en distinguant clairement l'enseignement des résultats de la systématique (la connaissance des groupes d'animaux et de plantes), de l'enseignement des méthodes et outils de la systématique. Il faut penser l'adéquation des candidats à la recherche d'abord en termes de problématique, mais en tenant compte de leur capacité à maîtriser les concepts associés à une expertise taxonomique. Dans ce cadre là, il faut penser l'enseignement de la systématique en symbiose avec les autres sciences de l'évolution ; mettre le descriptif au service des concepts de l'évolution. À cet égard, il faut absolument relancer un enseignement des faits et concepts de la systématique moderne dans de nombreuses universités. Un fait dramatique est que, compte tenu d'une pyramide des âges catastrophique, les enseignements universitaires de systématique sont faits actuellement « sur le tas » par de jeunes chercheurs qui n'ont jamais été formés pour cela. Ensuite, il faut intensifier la formation et le recrutement d'informaticiens concepteurs d'outils indispensables à la recherche et à la diffusion des connaissances en systématique (systèmes de gestion de bases de données, logiciels, etc.), en soutenant les filières existantes, et au besoin par la création de filières de formation spécifiques. Enfin, pour mettre fin au malaise qui règne chez les alpha-taxonomistes qui sont évalués sur des critères de recherche en biosystématique qui ne correspondent pas à ceux de leur propre recherche, il faut changer les règles d'évaluation, voire changer les filières de recrutement. En effet, une formation plus intensive d'alpha-taxonomistes et d'experts en faunistique est nécessaire pour pouvoir répondre à la demande sociétale croissante en matière de taxonomie. La création au niveau



national d'un ou de plusieurs DESS « faunes-flores » auxquels participeraient les meilleurs spécialistes actuels devrait notamment permettre de former des cadres techniques nécessaires à la mise en place d'une politique active de prospection et de protection de l'environnement, et de gestion des zones peu anthropisées, en France et dans les pays tropicaux partenaires. Mais il ne faut pas que ces filières soient coupées des ponts menant à la recherche. Les étudiants de ces DESS qui le souhaitent, sous condition de satisfaire à certaines exigences de niveau, pourront rejoindre une voie universitaire qui leur permette de soutenir une thèse et d'intégrer un organisme de recherche en tant que systématicien.

Quelles stratégies de recherche ?

En taxonomie, il faut soutenir les efforts de recherche sur les outils et les concepts de l'alpha-taxonomie, compartiment de la systématique sans lequel aucun travail à finalité explicative sur la diversité du vivant ne pourrait aboutir. Cette recherche ne doit pas rester isolée mais dans la mesure du possible s'intégrer dans des équipes de recherche en biosystématique et bioinformatique. La description des espèces, des faunes et des flores, et l'acquisition d'une expertise taxonomique qui en découle, doivent faire l'objet d'une évaluation adaptée à ces fonctions spécifiques. Le « handicap taxonomique » est qu'en matière d'expertise, la demande sociétale est supérieure à l'offre, et les moyens vont décroissant. Il faut créer des structures publiques à vocation de service, pour répondre aux besoins sociétaux croissants en taxonomie.

En biosystématique, ce ne sont ni les outils, ni les groupes taxonomiques qui font une problématique de recherche. Il faut décloisonner la recherche, les recrutements et les structures jadis pensés par grands groupes taxonomiques (insectes, mammifères, plantes etc.), même si bien évidemment il sera toujours nécessaire de dégager des priorités d'étude en fonction de l'importance de certains groupes pour la science ou pour l'environnement. La recherche en biosystématique doit se concentrer sur des problématiques et des concepts, en sachant que celle-ci s'appliquera à des groupes taxonomiques qui, par leur histoire, peuvent révéler des modalités particulières propres à influencer notre vision de la vie. Dans le domaine des concepts, des méthodes et des explications, la systématique offre un champ de recherche passionnant : alors que la phylogénie nous révèle l'histoire de la vie grâce aux

techniques moléculaires et au renouveau de la réflexion sur la morphologie, la génétique des populations et la biologie comparée du développement nous expliquent les mécanismes de l'évolution qui sont à l'origine des groupes que reconnaît la systématique. Il faut mettre sur pied et soutenir les programmes de recherche qui sauront envisager et coordonner tous ces aspects, pour améliorer le cadre conceptuel dans lequel nous percevons le vivant et les explications de la vie que réclament la science et la société.

Pour cela, il faut absolument redynamiser une recherche en néontologie (zoologie, botanique, anatomie comparée) conceptuellement moderne. En effet, une telle systématique n'est conduite aujourd'hui pour l'essentiel que soit par des paléontologistes qui manipulent essentiellement des fossiles, soit par des phylogénéticiens qui manipulent avant tout des séquences d'ADN. *Il faut relancer une véritable pratique de l'anatomie comparée.*

Il faut que l'évaluation des chercheurs du CNRS et des autres organismes de recherche prenne en compte positivement leurs travaux en systématique, afin d'éviter la fuite des activités réelles vers des disciplines annexes plus payantes en termes de carrière. Il s'agit d'évaluer pour elle même toute la biosystématique, mais aussi la recherche en alpha-taxonomie.

Le développement de la recherche en systématique requiert un soutien ferme et permanent à ses équipements lourds spécifiques qui sont *les bibliothèques et les collections*, qui sont des outils de stockage des connaissances devant être gérés et accessibles par le développement de *bases de données et d'outils d'identification accessibles en ligne*, comme le réclame la mise en œuvre effective des traités internationaux sur la diversité biologique.

Enfin, à l'interface entre informatique et biosystématique, un manque de financements reste sensible au niveau de la création et du perfectionnement d'outils de gestion des connaissances, propres à générer des bases de données gérables sur le long terme.

Quelles stratégies de recrutement ?

Il faut recruter de nombreux chercheurs et techniciens car, faute d'une politique volontariste, la discipline fondamentale qu'est la systématique est vouée à l'extinction pure et simple en France d'ici une vingtaine d'années. *Mais il ne faut pas recruter n'importe comment :*

- il faut mener une concertation entre organismes de recherche (Muséum, IRD, universités...) pour que les recrutements puissent prendre en compte : 1. la pérennité des spécialités à l'échelle du pays et de l'Europe, pour mieux répartir le nombre de spécialistes en fonction de l'intérêt de la recherche scientifique et de la diversité réelle des taxons dans la nature (il y a autant de spécialistes de mammifères que de spécialistes d'insectes, alors qu'il y a au moins deux mille fois plus d'espèces d'insectes que d'espèces de mammifères dans le monde !), 2. les besoins sociétaux, et 3. le maintien des pôles d'excellence déjà existants ;

- il faut planifier les recrutements afin que les créations d'emplois soient coordonnées avec les besoins des disciplines et la disponibilité de candidats brillants et compétents ;

- il faut redynamiser par des recrutements la systématique à l'Université et au CNRS, d'où elle a pratiquement disparu. Dans les universités, il faut que des biosystématiciens puissent être recrutés dans des équipes de biologistes dont les axes de recherche sont autres (ou différents) mais qui ont besoin d'une approche synthétique de la diversité du vivant. Ces recrutements permettront aussi de pallier le manque d'enseignants naturalistes dans les universités.

- il faut que les critères qui accompagnent ces recrutements ne soient pas uniquement ceux mis en avant par plusieurs EPST, dont le CNRS ; qui abusent du facteur d'impact. Il faut tenir compte des spécificités d'une discipline qui est bien souvent défavorisée par l'usage irraisonné du facteur d'impact, compte tenu du mode particulier de citation des travaux de systématique (taux faible de citations sur deux

ans mais des citations sur un très long terme). Il faut modifier les procédures habituelles d'évaluation qui valorisent trop souvent la production nord-américaine au détriment des productions européennes, le court terme au détriment du moyen et long terme ; et redonner aux évaluateurs le temps et les moyens d'évaluer correctement les travaux scientifiques. Ceci est un problème grave qui ne touche pas que la systématique, mais le fonctionnement social de toute les sciences.

- Pour sauver les collections orphelines du Territoire National, c'est-à-dire des collections locales ou régionales qui ne sont plus entretenues, on peut envisager une coopération entre les musées régionaux ou citadins des villes universitaires qui auraient vocation à abriter des collections d'origine universitaire, et l'université locale qui, elle, délèguerait des enseignants-chercheurs systématiciens dans ces musées. Point important, l'activité de ces systématiciens devrait être comptabilisée en équivalent de service d'enseignement.

Pour cela, il faut obtenir appui et veille sur le long terme. **Il s'agit donc bien de l'urgence d'une véritable politique de recrutements, nécessaire et pérenne.**

**Véronique Barriel, Daniel Goujet,
Guillaume Lecointre, Jean-François Silvain,
Simon Tillier**

SYSTÉMATIQUE : ORDONNER LA DIVERSITÉ DU VIVANT. Rapports sur la science et la technologie, n° 11. Éditions Tec & Doc, 11 rue Lavoisier, 75384 PARIS cedex 08.

JOURNÉES ANNUELLES SFS 2001 « SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE »

La SFS a choisi pour thème de ses journées annuelles 2001 « Systématique et biogéographie ». La réunion se tiendra les 27, 28 et 29 septembre 2001 au Muséum national d'Histoire naturelle, dans l'auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution.

Ce thème est susceptible d'intéresser beaucoup d'entre nous, compte tenu de l'importance de la systématique pour la biogéographie, de l'importance que présentent en retour les données de distribution

géographique des taxons pour l'interprétation de l'histoire de ceux-ci, et enfin du flou qui existe actuellement en ce qui concerne la définition même de la biogéographie, son contenu et ses limites.

Les journées débiteront par des exposés visant à clarifier la signification ainsi que les sous-entendus méthodologiques de différents termes couramment utilisés dans la littérature, par exemple : biogéographie historique, panbiogéographie, biogéographie de la



vicariance, phylogéographie etc... Nous tenterons ainsi de dresser une sorte d'inventaire des approches proposées par le passé dont la multiplication et la superposition peuvent être source de confusion. Un certain nombre de critiques et de suggestions méthodologiques concernant les différentes approches doivent également être proposées à la discussion. Ces présentations seront complétées par des exposés concernant notamment la « nested cladistic analysis » ou encore l'utilisation de la

morphométrie géométrique en phylogéographie. Il sera également présenté des exposés de cas concrets intéressant les systématiciens, illustrant l'application de ces concepts et méthodes à l'analyse des données biogéographiques et phylogéographiques.

Un appel à contribution est lancé pour compléter ce programme.

TRIBUNE LIBRE

▣ INQUIÉTUDES : BILLET DE MAUVAISE HUMEUR.

Mardi 27 février 2001 : systématique à l'Académie. Commentaire dans *Le Monde* du 8 mars : « les naturalistes français sont menacés d'extinction ». Le message est clair.

Cette réunion, sept ans après « Systématique Agenda 2000 » dans le même lieu – comme le temps passe – m'a laissé perplexe.

Depuis quelques années, la systématique a relevé la tête. Elle est enseignée à l'université, c'est dire ! Aujourd'hui, par exemple, de brillants étudiants sont à la fois spécialistes de tel groupe de plantes malgaches ou guyanaises (ou de la région qui vous plaira d'inscrire) et virtuoses dans le maniement des logiciels d'analyse phylogénétique. Ce sont des taxinomistes **et** des biosystématiciens pour reprendre une dichotomie à l'honneur ce jour-là (mais, à mes yeux, source de fortes ambiguïtés). Pourtant, j'ai été fort déçu de constater que d'estimables collègues biologistes n'ont pas vu passer cette révolution. Ou bien, s'ils l'ont vu passer – car ils l'ont vu passer, bien sûr – c'est de loin, sans s'en soucier beaucoup.

On le sait – et ce fut montré lors de la réunion – les enjeux en matière de biodiversité sont considérables ; les financements aussi. Mais ces financements sont internationaux, ils ne sont pas issus des logiques du comité directeur du CNRS. Protections, bilans écologiques et géographiques, études d'impacts, etc... : tout ceci n'a de sens qu'à partir d'une parfaite connaissance des taxons formant cette biodiversité. Paradoxe : la connaissance des taxons disparaît peu à peu comme disparaissent les systématiciens qui en sont les dépositaires. L'une des raisons de cette

réunion était ce constat préoccupant, quoique pas nouveau.

Or il s'est dit des bizarreries ce jour-là, au fil des communications et au cours des propos à bâtons rompus de la discussion finale. J'ai entendu, comme tout le monde, des choses qui permettent de comprendre qu'aujourd'hui encore les naturalistes n'ont pas droit à l'existence, en tout cas à l'existence en tant que chercheurs. Je n'aborderai qu'un point.

Il fut dit notamment qu'« identifier une nouvelle espèce, ce n'était pas de la recherche ». Imaginons un appel d'offre international sur une étude de bilan de biodiversité dans une quelconque région du globe (j'avais pris l'exemple des Célèbes, ç'aurait pu être la Nouvelle-Calédonie, pour choisir un exemple cher au Président en exercice de la SFS). Aucun chercheur du CNRS ne pourra jamais y répondre : telle fut l'affirmation claire et nette de Pierre-Henri Gouyon, invité à la réunion pour exprimer le point de vue du CNRS et de la Conférence des Présidents des Universités.

Autrement dit : la France veut des biologistes pas des naturalistes. Le réductionnisme n'est donc pas mort : où il n'y a pas de gêne il n'y a pas de plaisir. Mais même en matière de gènes... pourquoi le fait de découvrir et de décrire des espèces nouvelles n'aurait-il rien à voir avec des soucis génétiques ? Un exemple : un beau moment du DEA Biodiversité (Universités Paris 6, Paris 7, Paris 11, Muséum, INAPG) de l'année 1999 fut le stage de Vincent Daubin (au Labo. Populations, Génétique et Evolution du CNRS à Gif) sur la génétique et la biologie moléculaire des drosophiles d'Afrique occidentale. Ce travail reposait en partie sur la découverte et la description d'une nouvelle espèce de drosophile, *Drosophila santomea*, dans l'île de

Sao Tomé (publiée depuis par Lachaise et al. 2000 *Proc. R. Soc. Lond. B*, 267, 1487-1495). Quant aux applications en matière de génétique des populations et de modes de spéciation, elles sont sous presse (Cariou et al. *Mol. Ecol.*, 2001). Gorges chaudes à l'époque et juste fascination de trouver du nouveau qui ajoute à la connaissance des ségrégations génétiques dans ces populations d'Afrique occidentale. La découverte et la description d'une nouvelle espèce, ce jour-là, c'était de la recherche et nul ne pensa à dissuader l'étudiant de faire une carrière de chercheur. Tout serait alors question de contexte : une nouvelle espèce à Gif c'est de la recherche, ailleurs... c'est de la rigolade. Mais la biologie molle et la biologie dure, comme la plésiomorphie et l'apomorphie, sont des notions relatives. Chacun d'entre nous est le « mou » ou le « dur » d'un autre : demandez à un biochimiste malintentionné (on doit en trouver en cherchant bien) si la génétique des populations de mouches, même dans un labo. du CNRS à Gif, c'est de l'avant-garde ou bien du réchauffé... je n'hésite pas à parier sur la réponse !

Bref, un certain piétinement, pavé de bonne conscience (?), de la biologie française face à l'explosion internationale des besoins en biodiversité et, par voie de conséquence, de systématiciens, me fait un peu de peine. À croire certains collègues le remplacement même (je ne parle pas de développement) des forces vives en systématique encore en activité pour quelques mois, quelques années, tient de l'extravagance.

Cela me rappelle un propos tenu lors d'une réunion de paléontologues, il y a quelques années au Carré des Sciences du Ministère de l'Education nationale, où un éminent congressiste affirma que ses taxons X il les faisait déterminer à Montpellier et que ses taxons Y eh bien il les faisait déterminer à Houston. Si demain il n'y a plus personne pour déterminer des X à Montpellier, alors il s'adresserait à Copenhague : on n'a pas à avoir des états d'âme. En entendant ça, je me disais que le jour où un décideur américain ou danois s'aviserait de fermer Houston et Copenhague en suivant l'exemple français, il n'y aura plus que le désert pour répondre aux besoins de cet éminent congressiste. Heureusement, rien de tout ça ne fut dit à l'Académie en février dernier, n'est-ce pas ...

Dix-sept ans après la création de la SFS, tout membre de la Société sera sans doute vexé de constater que le message n'est pas vraiment passé. Cela dit, depuis toutes ces années de militantisme, la SFS a fait son boulot, sûrement pas aussi efficacement qu'on

l'aurait souhaité, mais elle l'a fait. En matière de choix politiques vis-à-vis des problèmes actuels de biodiversité, c'est désormais à l'institution de prendre ses responsabilités. J'ai lancé lors de la discussion l'idée d'« Assises de la Biologie » (de toute la biologie). Chiche ?

Pascal TASSY

Muséum national d'Histoire naturelle

▣ LES NOMENCLATURES « LINNÉENNE » ET « PHYLOGÉNÉTIQUE », ET D'AUTRES PROBLÈMES ARTIFICIELS.

La nomenclature actuellement utilisée est instable. De plus, elle serait inefficace et inexacte. Tel est le message des auteurs de la « nomenclature phylogénétique » (De Queiroz et Gautier) qui proposent, pour la joie des collectionneurs de papillons, des écologistes et des juristes, une nouvelle nomenclature stable. La nouveauté consiste à établir des liens entre les noms et les nœuds, branches ou synapomorphies à la place des taxons et des spécimens, tout en supprimant les catégories taxinomiques formelles (les genres, les familles, les ordres etc...).

Benton (2000) et Nixon et Carpenter (2000) ont démontré que la « nomenclature phylogénétique », issue d'une confusion fondamentale entre la phylogénie, qui est réelle, et la classification, qui est utilitaire, mènerait à une instabilité bien plus grande que la nomenclature actuelle et à des confusions majeures. La « nomenclature phylogénétique » se base sur des hypothèses non testables et elle est enracinée dans la métaphysique. Les percutantes analyses de Benton et de Nixon et Carpenter ne laissent guère de place pour des arguments nouveaux. Le lecteur intéressé pourra s'y référer et y trouvera aussi une bibliographie exhaustive.

L'article de Pleijel, publié dans notre Bulletin (Pleijel, 2000) et celui, modifié pour un public plus large, paru dans *La Recherche* (Pleijel & Dayrat, 2000), requièrent toutefois une réaction. La nomenclature est la seule langue qui véhicule l'information sur la totalité des organismes reconnus, vivants et éteints. De ce fait il me semble nécessaire de discuter brièvement, point par point, les différents défauts reprochés à la nomenclature traditionnelle, avant de nous arrêter sur les propositions de la « nomenclature phylogénétique ». Étant entomologiste, mes



exemples seront tirés du règne animal, mais il est évident que ce qui suit est aussi applicable pour les autres règnes.

Les critiques de Pleijel et de Pleijel et Dayrat touchent, en principe, les points suivants :

I. La nomenclature est mal adaptée aux concepts phylogénétiques ... Elle a été élaborée pour exprimer le plan divin de la création.

De toute évidence, C. Linné ne doutait pas de la création. Ses multiples éloges à Dieu en témoignent clairement. Toutefois, l'affirmation dérivée de ce fait historique est dépourvue de fondement. Linné a reconnu presque 4 400 espèces animales en 1757, en rédigeant sa dixième édition de *Systema Naturae*. Dans sa contribution, il a présenté : a) une liste des êtres vivants ordonnés dans un système cohérent ; b) une catégorisation de celle-ci (en six classes, formées chacune d'ordres, qui contiennent des genres, constitués d'espèces) ; c) une définition, basée sur des caractères réels, de chacun des éléments qu'il considérait.

Aucune espèce ne peut exister à l'extérieur du système.

Aujourd'hui, presque 250 ans plus tard, 300 fois plus d'espèces animales (4 400 x 300) sont incluses dans ce système et rien n'indique qu'il s'écroulerait dans le futur. L'essentiel de l'apport de Linné fut la cohérence dans la définition et la catégorisation. L'action correspond à un besoin humain : la catégorisation est une des conditions nécessaires à la pensée ! L'idéologie sous-jacente, comme celle de la totalité des concepts, des méthodes, des hypothèses ou des théories élaborées ou proposés aux cours de l'histoire de l'humanité, est sans doute intéressante du point de vue historique, philosophique ou personnel. Elle doit cependant être dissociée de l'évaluation de la portée scientifique de ces efforts intellectuels. Allons-nous rejeter la théorie de l'évolution, la physique, les mathématiques à cause des croyances de leurs fondateurs ?

II. Les noms de taxons sont fixés par le concept de type et dérivent d'un seul individu, l'holotype.

Chaque ensemble est constitué d'éléments. Les éléments de base du système de classification de la vie sont les espèces, qui sont en principe des unités discrètes et discontinues. Or, bien qu'elle soit élémentaire, l'espèce n'est qu'un concept (ce n'est donc pas par hasard, que des définitions différentes de l'espèce existent, la définition biologique étant

d'ailleurs bien distincte de la définition phylogénétique). Faut-il rappeler que nous n'avons pas d'accès direct à l'étude de l'espèce, mais à l'étude des spécimens et des populations concrètes. Les espèces recensées sont basées sur des caractères concrets (morphologiques/anatomiques, moléculaires, physiologiques, éthologiques, etc...) observées sur des individus/populations réels. Les taxons supra-spécifiques sont des groupes d'espèces plus ou moins proches, donc des concepts basés sur des concepts qui partagent des caractères réels. Le fait que les noms spécifiques soient associés à des objets concrets (les spécimens), et que les noms des taxons supérieurs, jusqu'au niveau famille, en dérivent, assure un lien entre le réel et les concepts et, en même temps, augmente la stabilité des noms. Dans le système « Linnéen », l'espèce-type, basée sur son matériel type, doit être incluse dans les taxons supra-spécifiques. Elle détermine le contenu des taxons monospécifiques, elle assure une cohérence du contenu des taxons plurispécifiques. Il ne faut pas non plus confondre le concept de type avec la taxinomie typologique, qui se base sur des ressemblances ou des différences sans se préoccuper de la nature des caractères utilisés.

Les éléments de la vie sont donc définis par leurs caractères mais la compréhension des caractères et de leur signification évolue. D'où un triple avantage du système Linnéen : il est ancré dans la réalité, il est ouvert aux nouvelles données et il est évolutif. Par ailleurs, l'affirmation de F. Pleijel qui prétend qu'un groupe monophylétique est fixé ou défini par le choix du porte-nom est incorrecte dans l'absolu : les noms des taxons de rang supérieur à la famille ne sont pas régis par un code et n'ont donc pas de porte-nom.

III. Le nom du taxon ne définit pas son contenu.

En effet, ce qui est possible, par exemple, dans la chimie inorganique, semble être impossible dans des systèmes aussi complexes que ceux des organismes. Le langage taxinomique est, et doit être, fonctionnel, la définition précise des taxons étant un problème étranger à son domaine. La demande de limites et de définitions du contenu des taxons supra-spécifiques relève de l'incompréhension du besoin de classer les organismes dans un système de référence.

Mais imaginons cependant le contenu des noms des taxons définis. La découverte de spécimens possédant des caractères ou des combinaisons de caractères inconnus

poseraient un problème majeur puisque le système étant fermé, il leur serait interdit. En effet, la « nomenclature phylogénétique » nous laisse deux choix : a) la fixation du nom et de son contenu (ses limites) à un certain point (un nœud, une branche) du premier arbre accepté, au prix de placer la classification dans le domaine des parasciences (la falsification de l'hypothèse phylogénétique étant interdite), ou b) acceptation des nouvelles données qui auront la faculté désagréable de changer le contenu et les limites des clades / taxons sans avoir un impact sur les noms. Personne ne saura ainsi, en utilisant un nom taxinomique, de quoi il parle !

IV. Le rang des taxons supraspécifiques est problématique parce qu'il n'exprime pas les relations. Les mêmes rangs taxinomiques des groupes différents ne peuvent être comparés. Les niveaux des rangs sont établis subjectivement par les taxinomistes.

En observant des animaux et des végétaux, le taxinomiste trouvera des caractères fondamentaux qui unissent les espèces de chaque groupe. À ce niveau, nous allons traiter des caractères homologues chez les deux groupes, et constater la présence ou l'absence de ces caractères chez les uns ou chez les autres. Dès que notre intérêt se sera porté spécifiquement sur les animaux, nous les séparerons en sous-groupes, par exemple en se basant sur les différents plans d'organisation des corps. À ce niveau, le retour aux caractères utilisés au niveau supérieur (pour distinguer les règnes) devient impossible, à cause de l'absence d'homologies. Un processus analogue va se produire en descendant dans les subdivisions taxinomiques. L'exemple donné par F. Pleijel (le genre *Homo* n'est pas comparable au genre *Phyllodoce*), et son insatisfaction entraînée par l'impossibilité de comparer les taxons du même rang, sont donc dépourvus de sens. Les caractères utilisés à l'intérieur des mammifères ne sont pas pertinents chez *Phyllodoce* parce qu'ils ne sont pas homologues aux caractères utilisés pour définir les divers groupes de polychètes ou de vers.

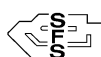
Les genres, comme les sous-genres, les tribus, les familles et tous les autres taxons supra-spécifiques, sont en principe des groupes d'espèces monophylétiques. Ni plus, ni moins. Chaque taxon représente un certain secteur (point) sur l'arbre de la vie. Son nom n'est rien d'autre que son nom. Les taxons sont des vecteurs d'information dépourvus de sens une fois sorti de leur contexte taxinomique. D'où une certaine subjectivité dans l'établissement des

rangs. Chaque taxon ayant au moins deux taxons subordonnés peut être formellement subdivisé en unités monophylétiques (nous y reviendrons plus loin) de rang variable à l'intérieur d'une fourchette plus ou moins grande. Puisque les unités supra-spécifiques de la classification dérivent du besoin de la classification (la catégorisation), et non d'un besoin de valeurs absolues, la liberté du taxinomiste qui établit un rang est limitée seulement par l'environnement taxinomique du groupe en question. Par exemple, deux espèces nouvelles représentant un embranchement nouveau peuvent être classées dans le même genre, ou dans des genres différents appartenant à des familles, ordres et classes différents. Dans les deux cas, elles vont occuper le même point sur l'arbre de la vie. Un groupe supra-spécifique de coléoptères peut avoir un rang formel seulement dans la fourchette sous-genre/sous-ordre, celui de carabiques dans la fourchette sous-genre/famille. Le « besoin » d'objectiver les rangs taxinomiques ne découle pas de besoins de la taxinomie, comme le « besoin » d'objectiver la notion de « beauté » des philosophes marxistes d'après guerre n'a pas découlé des besoins de la philosophie ou de l'art.

Les rangs de certains taxons supra-génériques sont indiqués par la terminaison de leur nom. En changeant le rang de ces taxons, on change leur terminaison, par exemple -ini en -inae, sans toucher au radical des noms. La simple suppression de ces terminaisons, sous prétexte de l'instabilité qu'elle engendre, mènerait à une perte importante d'information sur la classification du taxon. La nomenclature, comme d'autres langues évoluées, fonctionne avec des altérations grammaticales de ses composants !

V. Le lien entre les types et les rangs engendre des synonymes.

L'exemple (Pleijel, 2000 : fig. 2) montre six espèces groupées alternativement en un, deux et trois groupes. Grâce au lien obligatoire espèce-type rang, le groupe AB au moins va garder le nom originel dans tous les cas et le transfert des espèces C à F va affecter leurs combinaisons avec des noms génériques et éventuellement les terminaisons grammaticales de noms spécifiques. Au niveau taxinomique supérieur, dans le cas de transferts de genres, tribus, familles, dans d'autres taxons supérieurs, il n'y a pas d'impact sur les noms. De même pour les transferts des espèces dans différents sous-genres du même genre nominal. Sans lien type-taxon, les changements de noms dans



l'exemple présenté auraient pu affecter tous les groupes, donc augmenteraient l'instabilité et n'importe quel scénario phylogénétique aurait pu être proposé, sans possibilité de tester son fondement.

VI. La nomenclature est instable, les changements de noms sont difficilement acceptables, notamment par des non-taxinomistes.

Certes, l'instabilité des noms des taxons (pas de la nomenclature) est pesante. Mais aller jusqu'à rejeter la nomenclature, sans analyse réelle des causes de cette instabilité, serait aussi absurde que rejeter la médecine à cause de certains médecins. En fait, les changements de noms (ou de combinaisons de noms) de taxons dérivent de sources différentes.

a) La majorité de noms spécifiques et génériques couramment utilisés sont tirés de sources secondaires. Peu de taxinomistes (et probablement aucun des biologistes non-taxinomistes) ne vérifient l'orthographe correcte des noms. Les vérifications progressives des anciennes publications permettent d'éliminer les erreurs et de découvrir des homonymes et des synonymes éventuels. En plus, les innombrables émendations injustifiées de noms publiées notamment au cours du 19^{ème} siècle, se corrigent progressivement. Par ex. le nom scientifique du nécrophore, *Nicrophorus*, corrigé en *Necrophorus*, existe simultanément sous ces 2 formes dans la littérature.

b) Les espèces et les genres ont été définis par leurs auteurs d'une manière plus au moins compréhensible et les taxinomistes ont essayé d'interpréter ces définitions. De nombreuses erreurs en ont découlé, d'où des descriptions multiples du même taxon, et les publications de noms synonymes. Une autre raison de la production de synonymes est la sous-estimation de la variabilité infraspécifique et du potentiel de dispersion des espèces. Ainsi, un petit staphylin humicole *Leptusa piceata* a 17 synonymes, la plupart introduits par un spécialiste croyant en un endémisme extrême chez les *Leptusa*.

La vérification des sources primaires, le réexamen de matériel type et l'approche non typologique des taxinomistes mènent progressivement à l'élimination de ces erreurs. Dans ces deux cas, il s'agit, comme l'a remarqué Dubois (2000), d'un phénomène limité dans le temps et non inhérent à la taxinomie.

c) Les taxons supra-spécifiques doivent être, en principe, monophylétiques. On n'admet plus la paraphylie dans un système censé refléter l'évolution. Or, la reconnaissance de la monophylie, parfois « évidente », n'est pas

aisée dans beaucoup de cas, il suffit de se rappeler les oiseaux et les « reptiles ». Les relations entre les taxons sont très souvent obscurcies par des homoplasies. D'ailleurs, la découverte d'un nouveau caractère peut rendre polyphylétique ou paraphylétique un groupe, précédemment considéré comme monophylétique. Au niveau des noms, cela va se traduire soit par la production de nouveaux noms, soit par leur mise en synonymie, soit par des transferts et changements de rang. Étant donné que nous ne connaissons ni la totalité des taxons, ni la plupart de leurs caractères, ni la signification phylogénétique de la majorité des caractères observés, il s'avère difficile d'être sûr que les hypothèses exprimées par la classification ne seront pas contredites par des découvertes futures. La taxinomie rejoint ici les autres domaines scientifiques, elle est ouverte au progrès et refuse les dogmes. La stabilité totale des noms des taxons reviendrait à leur codification et placerait la taxinomie dans le domaine des croyances.

d) Le rang des taxons est, à l'intérieur des limites indiquées plus haut, largement subjectif et l'objet de controverses ayant un impact sur la stabilité des noms. Comme mentionné précédemment, n'importe quel groupe non monospécifique peut être subdivisé en deux ou plusieurs taxons monophylétiques formels. Suivant l'école à laquelle ils se rattachent et leurs habitudes, certains taxinomistes reconnaissent des groupes informels d'espèces à l'intérieur d'un genre nominal, là où d'autres établissent des sous-genres ou des genres (par ex. chez les *Aphodius* ou les *Bembidion*, affectant dans ces cas des milliers d'espèces). Au niveau supérieur, on peut placer arbitrairement les anciens sous-genres au niveau générique (comme chez les *Geotrupes*), et les tribus et sous-familles au rang de famille (chez les Carabidae par exemple). Ces actions n'apportent pas d'information nouvelle. Elles expriment uniquement l'opinion subjective du taxinomiste sur « l'importance » ou « la différence » du groupe et des caractères étudiés. Si, par exemple, la totalité des nombreuses sous-familles de scarabées sont relevées au rang de famille, c'est sans importance, pourvu que chacune d'elles reste monophylétique et que cet ensemble soit dissocié du contexte taxinomique supérieur. Naturellement, au moment de leur traitement avec d'autres constituants de la même superfamille, le taxinomiste va se heurter à une dissymétrie gênante. Au niveau inférieur, l'atomisation de genres multispécifiques en une multitude de petits genres porte un fort potentiel de production de noms homonymes en cas de

rétablissement de grands genres. Le troisième inconvénient des atomisations de taxons formels est la production d'une forte quantité de noms.

Cette source d'instabilité est bien réelle, mais pourrait, en principe, être maîtrisée. Il suffirait probablement de réserver les éclatements des anciens taxons et les changements de rang aux cas des paraphylies ou des polyphylies documentés. Le rôle de la formation des taxinomistes et la responsabilité des rédactions sont ici évidents. Si nous persistons à considérer les actions des taxinomistes comme l'expression de leur liberté personnelle, ce type d'instabilité va probablement perdurer.

La « nomenclature phylogénétique » veut éliminer les défauts réels et imaginaires de la nomenclature traditionnelle. Elle propose le remplacement du concept type/taxon basé sur des observation de caractères réels d'objets réels par un résultat de calcul statistique. Dans un premier temps, elle s'occuperait seulement des taxons supraspécifiques. Cette taxinomie apporterait à la fois la stabilité et un contenu aux noms de taxons.

Les caractères utilisés en biologie sont ceux des spécimens représentants des espèces (en laissant de côté les hybrides). Il est donc impossible de dissocier une étude phylogénétique de celle de l'espèce. De deux choses l'une : soit le taxinomiste ne connaît pas les espèces qui représentent les taxons supérieurs étudiés, soit le niveau de l'alpha-taxinomie est suffisamment élevé pour qu'il puisse se baser sur des données déjà mises en évidence. Dans le premier cas, dans l'ignorance de l'identité spécifique, la vérification des synapomorphies et des arbres phylogénétiques serait impossible. Or, une démarche non vérifiable est inadmissible en sciences. Dans le deuxième cas, la bêta-taxinomie (= phylogénie) peut être appliquée seulement dans les groupes déjà suffisamment étudiés par les alpha-taxinomistes. Donc, une assez grande partie des vertébrés et une minuscule partie des invertébrés devraient représenter le règne animal. De ce fait, la « nomenclature phylogénétique » perdrait toute prétention à l'universalité.

Mais il y a des observations encore plus problématiques. D'abord, il est tout à fait impossible de traiter exhaustivement un très grand nombre de taxons par les méthodes cladistiques. Les ordinateurs les plus puissants n'en ont pas la capacité. Ensuite, plusieurs modes d'élaboration de phylogénies existent : manuel, par différents types de logiciels, par le choix du groupe-frère, en polarisant ou non les

états des caractères, avec ou sans pondération, par les différents traitements des caractères aux états multiples... Ces choix vont influencer la topographie des arbres. Le même procédé d'analyse phylogénétique, basé sur les caractères morphologiques/anatomiques, auxquels on peut ajouter des caractères physiologiques, éthologiques, écologiques, distributionnels etc., produit une multitude d'arbres. La phylogénie peut être aussi manipulée par l'adjonction ou l'élimination de caractères ou de taxons. Le résultat correct, celui qui reflète l'évolution réelle, est-il celui d'un arbre de consensus (avec des polytomies probables), ou celui choisi arbitrairement ? L'honnêteté intellectuelle du chercheur est rarement aussi sollicitée que dans l'élaboration d'une phylogénie.

Toutefois, nous pourrions négliger le problème des arbres si les autapomorphies et les synapomorphies hypothétiques étaient suffisamment robustes pour à la fois définir les taxons et éclairer leurs relations. En réalité, les synapomorphies sont rarement évidentes. Le problème des synapomorphies est celui des homologies et des analogies. Il peut être illustré par l'exemple donné par Pleijel & Dayrat (2000) : le genre *Phyllodoce* serait monophylétique parce que ses membres sont unis par une synapomorphie, une incision derrière la tête. Mais comment savoir si cette incision se développa une seule fois au cours de l'évolution ? La robustesse d'une hypothèse phylogénétique est donc relative.

Les taxinomistes ont depuis longtemps remarqué les contradictions entre différents complexes de caractères et ils ont parfois préféré choisir un seul complexe de caractères (par ex. les organes génitaux chez certains insectes) pour assurer des résultats. Cette méthode aboutit à une multitude de concepts divergents pour un groupe donné, chacun prétendant à la vérité. Les méthodes cladistiques appliquées honnêtement ont l'avantage de présenter une multitude de scénarios plausibles, avec certains points éventuellement résolus et avec la possibilité de tester objectivement les différentes phases du procédé et les résultats qui en découlent. Il serait dommage d'annuler ce progrès par la codification des arbres et des noms proposés par la « nomenclature phylogénétique ».

Cela dit, nous pouvons tout de même nous interroger sur les causes de la crise de la taxinomie dans la plupart des pays européens. Considérée comme une science inexacte, on l'a progressivement réduite ou éliminée des universités où, dans bien des cas, elle est confondue avec l'art de nommer des



organismes (cette vision réductrice est, pour en revenir aux métaphores, comme une réduction de la médecine en l'art d'écrire des ordonnances). La taxinomie peut éventuellement servir, mais son intérêt serait trop limité pour que les crédits nécessaires à son développement soient libérés. Éliminée ou quasi éliminée des Académies et des autres grandes structures de recherche, elle trouve difficilement des défenseurs au niveau décisionnel.

Curieusement, plusieurs paradoxes se greffent sur cette situation :

1) L'écologie est soutenue bien qu'elle soit censée étudier les interactions des organismes, donc des espèces (qui seraient à peu près dépourvues d'intérêt), avec leur environnement. Certains écologistes deviennent taxinomistes par besoin et « au noir », d'autres recourent à l'aide des taxinomistes amateurs. Dans ce cas, leur travail considéré comme scientifique se base sur des données produites par des personnes en fait doublement déconsidérées !

2) L'élaboration des modèles phylogénétiques, notamment par les méthodes de la biologie moléculaire, est soutenue bien qu'il s'agisse d'études sur les relations entre les taxons qui eux sont déconsidérés.

3) La crise de la biodiversité est préoccupante et des fonds considérables sont libérés pour saisir des données qui pourraient documenter l'état de la biosphère. On extrapole à partir des prélèvements ponctuels, mais personne ne peut traiter les groupes tropicaux multispécifiques. Faute de taxinomistes disponibles, on ignore la variabilité infraspécifique et on ne connaît pas les caractères spécifiques des taxons prélevés. Par conséquent, les extrapolations se basent soit sur des groupes taxinomiques peu diversifiés et bien maîtrisés, dans l'espoir qu'ils seront représentatifs, soit restent extrêmement peu précises. Quoi qu'il en soit, l'information utilisable ne peut être fournie que par des personnes ayant une formation taxinomique - qui elle serait à peu près inutile.

Actuellement, dans beaucoup de pays, les derniers refuges de la taxinomie sont les musées d'histoire naturelle. Les collections des grands musées documentent la quasi-totalité des taxons recensés et permettent aux taxinomistes l'étude d'un échantillonnage impossible à réunir sur le terrain au cours d'une vie. Or, les collections grandissent continuellement, mais le nombre de personnes qui en ont la charge stagne ou régresse. À partir d'une certaine surcharge, le taxinomiste doit soit

réduire sa production scientifique soit abaisser le niveau de la gestion des collections.

À ce problème s'associent au moins deux phénomènes qui affaiblissent la taxinomie dans les musées.

Les autorités considèrent les collections biologiques de la même manière que les collections d'objets d'art ou ethnographiques. Chacun des spécimens aurait une valeur intrinsèque, bien qu'ils soient prélevés de populations qui, normalement, rétablissent leurs effectifs rapidement... D'autre part, les taxons sont considérés comme étant définis une fois pour toutes. À partir de ces présomptions, une pression qui a pris la forme d'une pandémie s'abat sur les chercheurs des musées d'histoire naturelle : ils doivent « informatiser » leurs collections. Au lieu de résoudre des problèmes, ils sont poussés à établir des bases de données reposant sur des bases douteuses et dont la valeur ajoutée n'a jamais été analysée.

Plus que d'autres naturalistes probablement, les taxinomistes sont interpellés par la dégradation continue des sites naturels, notamment ceux à haute diversité biologique ou à proportion importante d'endémiques. Ils ont de bonnes raisons de croire que les prélèvements possibles aujourd'hui ne le seront plus demain. Ils sont nombreux à risquer leur santé et à investir beaucoup pour réaliser des missions de collecte. Or, les restrictions, notamment dans les pays à diversité biologique très haute, dont la faune encore mal connue est progressivement exterminée, rendent leurs efforts plus compliqués. Ainsi, à une administration domestique souvent pesante s'ajoutent des requêtes, des formulaires, des rapports et des dépenses supplémentaires.

Il me semble que l'homme a le besoin et le droit de savoir qu'elles étaient, et sont encore, les formes de vie existant dans son univers. Espérons que les taxinomistes retrouveront des conditions favorables pour pouvoir répondre à cette question.

Ivan LOBL

Remerciements : Il m'est agréable de remercier D. Burckhardt, J. Mariaux et C. Vaucher pour leurs suggestions et commentaires.

Bibliographie :

Benton M. J., 2000 : Stems, nodes, crown clades, and rank-free lists: is Linnaeus dead ?
Biological Reviews 75 : 633-648.

Dubois A., 2000 : Nomenclature zoologique : quelques problèmes et besoins actuels.

Bulletin de la Société Française de
Systématique 24 : 13-23.

Nixon K. C. et J. M. Carpenter, 2000 : On the
other "Phylogenetic Systematics".
Cladistics 16 : 298-318.

Pleijel F., 2000 : Nomenclature linnéenne et
nomenclature phylogénétique. Bulletin de

la Société Française de Systématique
24 : 25-28.

Pleijel F. et B. Dayrat, 2000 : De l'évolution
dans la nomenclature ? La Recherche
333 : 48-50.

COMPTE RENDU DE RÉUNION

▣ LE COMMERCE DES ANIMAUX SAUVAGES, 17-18 MAI 2001, PARIS.

Les 17 et 18 mai 2001 s'est déroulé dans
l'auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution
du Muséum national d'Histoire naturelle un
premier colloque sur le Commerce des Animaux
sauvages. Cette manifestation a été organisée
conjointement par la Société Zoologique de
France et le Muséum.

Elle a permis la rencontre des nombreux
intervenants dans ce commerce qui concerne
les espèces protégées par la Convention dite de
Washington (CITES), les espèces protégées par
d'autres réglementation (arrêté Guyane
française par exemple qui interdit la
commercialisation de certaines espèces ou
Convention de Berne), mais aussi les espèces
non protégées. Ce commerce peut être légal ou
illégal (fraude).

Dans le cadre de la CITES, le Ministère
de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement représente l'autorité de gestion
et délivre les permis. Elle fait appel pour cela à
l'avis d'une autorité scientifique représentée en
France par le Muséum national d'Histoire
naturelle.

La salle n'a pas désempli du jeudi matin
au vendredi soir jusqu'à 18 heures 30 : 120
personnes en permanence durant ces deux
journées. Le public consistait en chercheurs du
muséum, journalistes qui ont largement couvert
la manifestation, représentants des organismes
impliqués dans le contrôle du commerce
(Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement, Direction des services
vétérinaires, Office national de la Chasse et de
la Faune sauvage, pompiers, Directions
régionales de l'Environnement, membres de la
Société zoologique de France). Cette réunion
était un congrès national car chaque pays
possède sa propre organisation pour contrôler le
commerce des animaux sauvages. Un douanier

britannique était cependant présent dans la
salle en permanence.

L'application et le contrôle pratique des
réglementations sur le commerce et la détention
de faune sauvage captive se fait conjointement
par les Services douaniers, la Direction des
Services vétérinaires (DSV) et la Brigade
Convention de Washington de l'Office national
de la Chasse et de la Faune sauvage (ONCFS)
qui siège à Bar-le-Duc. Tous ces services sont à
présent particulièrement actifs et sensibles à ce
type de commerce. Ils réalisent des efforts
considérables afin de contrôler ce qui est légal
et réprimer ce qui est illégal et il faut sans
aucun doute les féliciter pour le travail qu'ils
accomplissent.

Ce colloque a fait clairement ressortir
plusieurs points dont il faut faire écho ici. Les
services chargés des contrôles font état d'un
flagrant manque de documents concernant
l'identification de nombreux groupes
zoologiques repris dans les annexes de la
CITES (coraux et serpents par exemple). Ces
documents devront être réalisés en ayant à
l'esprit que leurs utilisateurs potentiels n'auront
que des connaissances basiques en zoologie.

L'autorité de gestion consulte les
scientifiques du Muséum pour leur avis
concernant les demandes d'animaux figurant
sur les annexes de la CITES. Ces scientifiques
se basent alors sur leurs propres connaissances
mais aussi sur les publications accessibles et
disponibles. Il importe par conséquent que les
systématiciens affichent à présent clairement le
statut de chaque espèce dont ils sont
spécialistes afin que l'autorité scientifique
puisse formuler un avis (positif ou négatif)
argumenté sur des bases scientifiques publiées
pour une demande concernant une espèce
sensible : s'agit-il d'une espèce rare, menacée
ou abondante dans tel ou tel pays et quel auteur
le dit ?

Un autre point que je souhaiterais
développer ici est la responsabilité des
systématiciens quand ils décrivent une espèce



nouvelle dans un groupe concerné par le commerce. Il m'est arrivé de trouver chez des commerçants français un Varan d'une forme jaune qui m'était inconnue mais qui était vendu sous le nom d'une espèce commune, nomenclature qui correspondait alors à l'état de notre connaissance. En fait cette nouvelle espèce était en cours de description en Allemagne et les importateurs français étaient au courant de son futur statut de nouvelle espèce mais pas les autorités françaises, ni moi-même. Ces Varans ont été importés légalement à un prix supérieur à celui de l'espèce sous laquelle ils étaient importés (nom de l'espèce la plus proche alors connue) tout simplement car aussi bien les importateurs que les exportateurs en Indonésie savaient qu'une fois cette espèce décrite, son prix allait encore augmenter considérablement. Les systématiciens des groupes concernés par le commerce doivent par conséquent faire preuve d'une certaine discrétion pour les taxons qu'ils vont décrire sous peine de voir se développer à chaque fois un pic de commerce avant la publication officielle de la description. Notre société de consommation et l'internet qui s'en fait le véhicule engendre une demande de plus en plus forte de faune sauvage, légalement et illégalement : de nouveaux besoins se créent, encore activés par les bourses et autres expositions de plus en plus nombreuses. La détention de beaucoup d'espèces est à présent banalisée à outrance à tel point qu'on en oublie qu'il s'agit d'un animal vivant et non pas d'un produit de consommation ordinaire comme une paire de chaussettes ! Plusieurs centaines de milliers de sites concernent le commerce des animaux (plus de 300 000 sites pour les oiseaux) et il est à présent difficile de faire le tri de ce qui est « propre » et de ce qui est « frauduleux ».

Les nombreux intervenants du colloque (plus d'une trentaine) ont souligné à plusieurs reprises le fait que certaines espèces commercialisées n'étaient pas adaptées au maintien en captivité ; c'est le cas de quelques tortues ou de la plupart des caméléons. Un important travail reste à faire dans ce domaine. On peut même se demander s'il ne serait pas utile d'établir des labels de qualité pour ces nouveaux animaux de compagnie (NAC) sous la forme d'ECO-NACS certifiés conforme à un cahier des charges. Les eco-nacs seraient commercialisés de façon « propre » depuis leur pays d'origine jusqu'à l'acheteur final et

correspondraient à des animaux capables de « supporter » la captivité.

Dans de nombreux cas, le commerce des animaux sauvages répond à une demande qui n'est pas essentielle et vitale. Un important travail d'éducation reste à accomplir dans les pays consommateurs : éducation des acheteurs mais aussi éducation des personnes directement impliquées dans le contrôle. La décision récente de décentralisation aussi bien de l'autorité de gestion de la CITES (autrefois le Ministère accordait les permis CITES mais à présent les Directions régionales de l'Environnement, les DIREN, en ont la charge) que de la délivrance des Certificats de Capacité qui sanctionnent les compétences d'une personne pour détenir des animaux de la faune sauvage (autrefois accordé par le Ministre après examen du dossier par une commission nationale et à présent par le Préfet de chaque région) est un handicap certain pour l'harmonie du commerce des animaux sauvages au niveau national.

Pour ce qui est des pays d'origine de ces animaux, la plupart situés dans les zones tropicales, l'éducation locale reste délicate car le niveau de vie est souvent tellement bas que l'exploitation de l'« or sur pattes » reste une tentation difficile à ne pas assouvir. Il n'est pas rare de constater que l'argent issu de ce type de commerce serve à acheter des armes destinées localement à des guerres.

En conclusion ce colloque a clairement montré la nécessité d'une communication accrue entre les différents organismes impliqués dans la gestion et le contrôle du commerce animal. Face à l'ampleur du phénomène les moyens (aussi bien financiers qu'humains) accordés aux services concernés ne sont pas à la hauteur de la tâche à accomplir. Des efforts devront être fait pour améliorer cette situation. De nouvelles règles claires doivent être définies rapidement afin de permettre au commerce de se maintenir à un niveau qualitatif et quantitatif acceptable aussi bien pour les espèces animales concernées, que pour notre société.

Ivan INEICH, organisateur du colloque

Muséum national d'Histoire naturelle
Laboratoire de Zoologie (Reptiles et Amphibiens)

25, rue Cuvier, 75005 Paris

e-mail : ineich@mnhn.fr

□ ORIGINE ET DIFFÉRENCIATION DES ELASMOTHERIINA PARMIS LES RHINOCEROTIDAE (MAMMALIA, PERISSODACTYLA) : ANALYSE CLADISTIQUE ET IMPLICATIONS BIOSTRATIGRAPHIQUES ET PALÉOBIOGÉOGRAPHIQUES.

Pierre-Olivier ANTOINE

Laboratoire de Paléontologie

Thèse de doctorat (Muséum national d'Histoire naturelle)

Date de soutenance : 29 juin 2001

Directeur de thèse : Pascal TASSY

Les Elasmotheriina (Mammalia, Perissodactyla, Rhinocerotidae) sont replacés dans leur cadre systématique, spatio-temporel et historique. 282 caractères anatomiques (52 crâniens, 10 mandibulaires, 120 dentaires, 100 post-crâniens) sont décrits et illustrés.

Trois arbres également parcimonieux (1249 pas ; I.C. = 0,30 ; I.R. = 0,58) sont obtenus dans l'analyse cladistique fondée sur les 282 caractères contrôlés chez 36 taxons terminaux : 4 extra-groupes, 19 Elasmotheriina (= groupe interne), 13 Rhinocerotidae (= groupe de branchement). L'arbre de consensus strict est de la forme (Rhinocerotidae ((Rhinocerotinae (Rhinocerotini (Rhinocerotina, Teleoceratina) (Elasmotheriinae (Diceratherium armatum (Elasmotheriini (Menoceras arikarensis (Elasmotheriina)))))). Plusieurs analyses de parcimonie fractionnées sont effectuées : des analyses partielles fondées sur une partie des caractères et des analyses restreintes en termes de taxons. Un parallélisme évolutif est mis en évidence entre les Elasmotheriina évolués et certains Rhinocerotina ; la séquence de branchement des Elasmotheriina est confirmée et l'influence de l'échantillonnage taxinomique contrôlée.

Une classification provisoire des Rhinocerotidae est proposée. La systématique des Elasmotheriina est révisée et les diagnoses cladistiques établies. Le cladogramme des Elasmotheriinae révisés est confronté aux données stratigraphiques : plusieurs lignées-fantômes sont supposées ; les principaux traits de l'évolution morphologique des

Elasmotheriina sont récapitulés et leur intérêt biostratigraphique discuté. Les différentes phases de dispersion des Elasmotheriinae (Oligocène/Pléistocène supérieur) sont replacées dans leur contexte paléobiogéographique. L'évolution et les fluctuations de distribution géographique des Elasmotheriina depuis le Miocène inférieur sont mises en relation avec l'évolution de leur régime alimentaire.

Mots-clé : Elasmotheriina, Rhinocerotidae, Analyse cladistique, Phylogénie, Biostratigraphie, Paléobiogéographie

□ DEUX APPROCHES DE L'ÉVOLUTION MOLÉCULAIRE : ASYMÉTRIES DE COMPOSITION ET RECHERCHE DES COVARIONS.

Philippe LOPEZ

Laboratoire : UPRES-A CNRS 8080

« Développement et évolution »

Thèse de doctorat (Université Orsay Paris XI)

Date de soutenance : 12 décembre 2000

Directeur de thèse : Hervé PHILIPPE

L'évolution moléculaire peut s'étudier d'au moins deux manières : la première approche consiste à analyser les propriétés spatiales de séquences biologiques individuelles (étude horizontale) et la seconde à comparer un grand nombre de ces séquences pour inférer des événements historiques (étude verticale). Nous avons appliqué ces deux conceptions à l'étude des asymétries de composition dans les génomes complets et à celle d'un nouveau modèle d'évolution, le modèle gamma-covarion. Dans une première partie, nous étendons les analyses classiques de l'excès de G sur C, ou de A sur T, dans les séquences génomiques par l'excès de mots de 2 à 8 nucléotides sur leurs complémentaires inverses. Cette technique permet de mieux prédire *in silico* les origines de réplication de certains génomes bactériens, et surtout pour la première fois des archéobactéries, pour lesquelles nous montrons qu'elles ont une origine unique de réplication *in silico*, ce que



nous confirmons par des expériences *in vitro*. Par ailleurs, la cause des asymétries de composition reste à déterminer, mais nous démontrons qu'elles peuvent se réduire aux effets conjugués d'une orientation biaisée des gènes et d'un biais mutationnel global lié à la réplication. Dans une seconde partie, nous invalidons par un test statistique la majeure partie des modèles d'évolution utilisés jusqu'à présent, qui postulent que le taux de substitution d'une position donnée est constant dans le temps. Cette violation des modèles est la cause d'artéfacts de reconstruction en phylogénie, dont nous détaillons quelques exemples, comme la position de la racine de l'arbre universel du vivant ou encore la phylogénie des eucaryotes. Nous proposons alors un nouveau modèle d'évolution à partir du modèle covarion, pour lequel le taux de substitution peut varier le long de l'arbre. Les conséquences de ce modèle pour la phylogénie et ses possibles implémentations sont discutées.

▣ ORIGINE ET ÉVOLUTION DES MÉCANISMES MOLÉCULAIRES CONTRÔLANT LA MORPHOGÉNÈSE CHEZ LES MÉTAZOAIRES : UN NOUVEAU MODÈLE SPONGIAIRE, SYCON RAPHANUS (CALCISPONGIA, CALCARONEA).

Michaël MANUEL

Laboratoire DIMAR (UMR 6540), Centre d'Océanologie de Marseille, Station Marine d'Endoume

Thèse de doctorat (Université Orsay Paris XI)

Date de soutenance : 05 janvier 2001

Directeur de thèse : Nicole BOURY-ESNAULT

Depuis quelques années, l'essor de la génétique du développement a profondément renouvelé notre compréhension de l'évolution de l'organisation morphologique chez les animaux pluricellulaires (Métazoaires). Chez les Bilateria (ou Triploblastes) tout particulièrement, l'implication de familles de gènes homologues dans le contrôle des processus morphogénétiques chez des animaux très éloignés morphologiquement et phylogénétiquement, comme la Drosophile et les Vertébrés, a remis à l'honneur le concept d'unicité fondamentale d'organisation des animaux et suscité l'espoir de comprendre l'évolution de la complexité morphologique à travers l'évolution des mécanismes moléculaires du développement.

Dans cette perspective, les Éponges ont un intérêt tout particulier du fait de leur position phylogénétique à la base de l'arbre des Métazoaires. Toutefois, dans le domaine de la biologie du développement, les Éponges souffrent d'une réputation excessive de simplicité morphologique, de nature à décourager les recherches les plus ambitieuses.

L'objectif de ce travail est de promouvoir un nouveau modèle spongiaire pour ce type de recherches, l'éponge calcaire *Sycon raphanus* (Calcispongia, Calcaronea, Leucosoleniida, Sycettidae). Jusqu'à présent, la recherche des gènes de développement chez les Éponges n'a porté pratiquement que sur des démosponges d'eau douce du genre Ephydatia, qui ne présentent pas un plan d'organisation bien défini.

Le premier chapitre de ce travail est consacré à la morphologie et à la systématique de *Sycon raphanus*. Les caractères principaux de l'organisation et du développement embryonnaire de cette éponge y sont décrits en mettant l'accent sur les polarités et les différenciations morphologiques qui rendent ce modèle particulièrement intéressant dans la perspective de l'élucidation des mécanismes moléculaires contrôlant la morphogénèse. Les caractères morphologiques utilisables pour différencier les espèces de *Sycon* sont réévalués et une première révision taxonomique du genre est présentée, dans le but de faciliter l'identification de l'espèce étudiée. Enfin, une étude préliminaire de l'organisation histologique et de la cytologie de *Sycon raphanus*, à partir de coupes semi-fines et de clichés en microscopie électronique à transmission, a été réalisée dans le but de compléter les données de la littérature.

Le deuxième chapitre a pour but de préciser la position phylogénétique du nouveau modèle, à partir des données moléculaires. Les arguments en faveur de la monophylie des Métazoaires incluant les Éponges sont rappelés, en y ajoutant une nouvelle synapomorphie. L'analyse de séquences d'ARNr 18S permet de renforcer l'hypothèse selon laquelle les Éponges Calcaires (Calcispongia) sont plus apparentées aux Eumétazoaires (Cténaires, Cnidaires, Bilateria) qu'aux Démosponges, ce qui accroît encore l'intérêt de *Sycon raphanus* pour comprendre l'évolution de la morphogénèse à la base de l'arbre des Métazoaires. Au sein des Calcispongia, la monophylie des Calcaronea et des Calcinea est fortement soutenue, et des hypothèses sont présentées concernant les relations interfamiliales. La signification évolutive des caractères du plan d'organisation

de *S. raphanus* est discutée à la lumière des résultats de ce chapitre.

Dans le troisième chapitre sont présentés les résultats de la recherche, chez *S. raphanus*, des homologues de certaines familles de gènes impliqués dans le contrôle du développement chez les Eumétazoaires. Plusieurs représentants de la superclasse Antennapedia de gènes à homéoboîte ont été caractérisés, ainsi qu'un représentant de la superclasse Paired, et un membre de la famille Brachyury de gènes à boîte T. Ces résultats confirment et étendent les conclusions tirées des travaux antérieurs sur les gènes à homéoboîte de Démospoges, concernant l'ancienneté des grandes familles de gènes régulateurs du développement, spécifiques des Métazoaires. Par ailleurs, pour la première fois une importante diversification a été mise en évidence à l'intérieur de familles données de gènes à homéoboîte. La technique d'hybridation in situ, permettant la visualisation dans l'espace de l'expression des gènes, a été mise au point, et les premiers résultats obtenus sur un gène à homéoboîte de la classe NK-2 et sur l'homologue de Brachyury montrent des patrons d'expression localisés en accord avec une fonction dans la morphogenèse. Ce type d'études offre la possibilité d'identifier les éléments les plus anciens des mécanismes de contrôle du développement des Métazoaires.

**▣ LA RÉPÉTITIVITÉ DES CLADES
COMME CRITÈRE DE FIABILITÉ :
APPLICATION À LA PHYLOGÉNIE DES
ACANTHOMORPHA (TELEOSTEI) ET
DES NOTOTHENIOIDEI
(ACANTHOMORPHES ANTARCTIQUES).**

Wei-Jen CHEN

Laboratoire d'Ichtyologie Générale et Appliquée
& Service de Systématique Moléculaire (FR
1541)

Thèse de doctorat (Université Paris VI)

Date de soutenance : 11 janvier 2001

Directeur de thèse : Guillaume LECOINTRE

Les Acanthomorpha constituent un tiers des espèces de vertébrés actuels. La phylogénie de ces téléostéens est très peu connue est reste certainement l'un des chantiers majeurs de l'ichtyologie systématique de demain. L'insuffisance de nos connaissances de la phylogénie de ce groupe bloque les investigations phylogénétiques à plus petite

échelle, par exemple la recherche du groupe-frère des Notothenioidei, perciformes antarctiques auxquels nous nous sommes également intéressés, et plus généralement la recherche d'extra-groupes pour l'investigation de la phylogénie de n'importe quel ordre, sous-ordre ou famille d'acanthomorphes. Quatre gènes ont été séquencés pour plus de 72 taxons. Les propriétés de chacun de ces gènes ont été évaluées. La stratégie de leur analyse phylogénétique se fonde sur les avantages respectifs des analyses séparées et simultanées. Nous tenons pour essentielles les analyses séparées (sans consensus) afin d'évaluer la fiabilité des clades à travers leur répétitivité, et ceci quelle que soit leur robustesse statistique. D'autre part, l'arbre issu de l'analyse simultanée fournit la topologie sur laquelle l'histoire des caractères pourra être obtenue, et généralement une meilleure robustesse statistique. Compte tenu de l'impossibilité d'attribuer une quelconque fiabilité à un arbre issu d'une seule analyse (la robustesse statistique n'est pas la fiabilité), c'est la répétitivité des clades issue des analyses séparées qui atteste le degré de confiance que nous accordons aux clades issus de l'analyse simultanée. L'analyse séparée conduit à une analyse fine de la congruence taxonomique. Deux nouvelles procédures ont été mises au point afin d'interpréter la répétitivité des clades. L'analyse des « composants répétés du bootstrap » permet d'empêcher un signal statistiquement fort mais non répété d'imposer sa topologie en analyse simultanée. Cette procédure est destinée à filtrer les conséquences phylogénétiques des biais de composition affectant une partie des taxons dans un seul gène. L'analyse des « core-groups » et des « clades de référence » permet d'interpréter les répétitivités partielles (par exemple lorsqu'un taxon s'« échappe » de son clade dans un seul des arbres). Ces procédures ont permis d'identifier une partie des 11 nouveaux clades que nous avons pu détecter dans la radiation des Acanthomorpha. L'une des questions qui nous intéressait tout particulièrement, identifier le groupe-frère des Notothenioidei, a pu recevoir une réponse. Il s'agit des Percidae, ce qui représente un hiatus biogéographique et paléontologique important. Enfin, des travaux plus précis ont été menés. Le premier travail concerne la phylogénie fine des notothenioïdes tardifs : les familles des Harpagiferidae, Artedidraconidae,



Bathydraconidae, et Channichthyidae. La phylogénie complète des channichthyidés, fameux poissons des glaces sans hémoglobine, a été résolue et apparaît congruente avec les travaux d'anatomie antérieurs. Les bathydraconidés se subdivisent clairement en trois clades qui pourraient avoir valeur de sous familles. Les relations de ces trois clades entre eux et à l'égard des channichthyidés ne sont pas résolues. Les harpagiferidés et artedidraconidés sont deux familles sœurs. Le second travail concerne l'un de nos marqueurs destinés à élucider la phylogénie des

acanthomorphes : la rhodopsine, pigment visuel. Une comparaison des séquences en acides aminés aux positions critiques pour l'absorption de certaines longueurs d'ondes entre taxons vivant dans des milieux diversement éclairés montre qu'il n'y a pas de rapport simple entre les mutations affectant ces positions et l'accord spectral entre le système visuel d'un téléostéen et la lumière qui l'environne.

VIENT DE PARAÎTRE

▣ CLASSIFICATION PHYLOGÉNÉTIQUE DU VIVANT.

Guillaume Lecointre & Hervé Le Guyader (dessins de Dominique Visset), 2001, Belin, Paris, 543 p.

L'arbre de la vie découpé en 15 arbres principaux (et autant de chapitres), 540 pages, 183 taxons terminaux, 113 nœuds internes, près de 60 000 espèces citées et quelque chose comme 1 600 dessins originaux (j'ai renoncé à comptabiliser les caractères). Sans compter un lexique et un index de 17 pages. Plus une annexe de 7 arbres majeurs, non détaillés dans le corps de l'ouvrage, auxquels s'ajoutent 5 arbres où sont délimités les groupes para- ou polyphylétiques parmi les plus traditionnels (algues, invertébrés, reptiles etc...). Et avec une introduction de 46 pages sur les principes généraux de l'analyse phylogénétique (où, inexplicablement, une place est laissée à des méthodes et concepts non phylogénétiques comme l'UPGMA et l'horloge moléculaire, une distraction ?).

Ces chiffres sont éloquentes. L'entreprise était ambitieuse, pour le moins. Nous avons là un ouvrage sans équivalent. Certes, les germanophones avaient le manuel de Hennig⁽¹⁾ sur la classification phylogénétique des invertébrés (incluant les chordés, même brièvement : monophylie oblige), les anglophones avaient le Nielsen⁽²⁾ (avec la classification phylogénétique des grands groupes d'animaux, mais seulement des animaux) et j'en passe, d'anglophones, notamment en matière de botanique (on consultera la bibliographie p. 522 si l'on est

curieux). Mais désormais, grâce à Lecointre et à Le Guyader – tous deux enseignants-chercheurs membres de la SFS, ceci explique-t-il cela ? – les francophones ont tout, excepté les virus (qui ne sont pas des vivants au sens donné par les auteurs).

Ce livre est en fait un immense fichier que l'on peut consulter, en même temps qu'un grand dépliant pratique à manipuler, tout en suivant, dans le texte, les nœuds et caractères du clade choisi. Après un temps d'adaptation, et un savoir minimal sur le sujet (chercher les protostomiens avant les deutérostomiens, par exemple) ce pari se révèle tout à fait réussi et le livre devient très pratique. L'information présentée selon un plan rigoureux et stéréotypé est, de la sorte, acquise presque automatiquement.

L'illustration, impressionnante, est fort pédagogique tout en étant très élégante malgré quelques rares schémas ambigus, voire incompréhensibles, comme le pied du loup de la page 437 ou la région auditive de la page 416. Et puis, quel plaisir de voir tous ces vivants qui en surprendront plus d'un. Pour le coup, on assiste au triomphe de la biodiversité. Avec au passage quelques vedettes qui reviennent plus qu'à leur tour, apparemment ce sont les fétiches des auteurs, si l'on en juge par le nombre de citations : l'*Abies nordmanniana* et l'*Homo sapiens*, puis *Pan troglodytes*, *Zea mays* et *Helix pomatia*, sans oublier le gris du Gabon. À propos d'*Homo sapiens*, on appréciera l'hommage appuyé à E. P. Jacobs (en tout cas, je l'ai apprécié !). Celui (d'hommage) à Raymond Macherot, l'immortel créateur de Chlorophylle et Minimum, ne sera perçu que par

les seuls amateurs avertis de la BD belge des années 50-60, je n'en dis pas plus !

Malgré cet immense effort, il y aura indiscutablement des lecteurs pour regretter que tel groupe ne soit pas développé, pourquoi pas plus de détails sur les oiseaux et tant sur les primates ? Pourquoi deux pages seulement sur les angiospermes (230 000 espèces) et trois pages sur les céphalopodes (730 espèces) ? Si le poulpe a battu la rose, j'y vois la victoire du cerveau sur le parfum ; un manque de poésie chez nos auteurs ? ou des choix, tout simplement, parce qu'il fallait faire des choix afin de maintenir la taille du livre dans les limites d'un usuel ? Dans l'avant-propos, les auteurs donnent l'une des clés de leur choix : le livre est orienté vers les professeurs du secondaire, il se devait donc de développer, outre ce qui pose problème par rapport à la tradition, ce qui est attendu parce que destiné à être utilisé (les primates par exemple).

Face à une telle prouesse, on se sent un peu mesquin à trouver ici et là des coquilles, ailleurs que dans le chapitre 8 (du style symphiles p. 308, ou bien Lybie p. 483 : je précise, pour bien montrer que j'ai lu le livre !). On répugne également à ergoter sur telle ou telle manie de Lecointre et de Le Guyader. Comme la décision de ne dénommer les clades que par des noms vernaculaires (même si p. 14 un Mammalia et un Crocodilyia (sic) ont échappé aux auteurs). Cela nous donne, par exemple, des Hominoïdes différents des Hominoïdés, pas facile.

On imagine aussi que tout un chacun contestera tel clade, tel caractère, telle explication plutôt confuse. J'entends des collègues s'exciter sur le chapitre dont ils sont spécialistes, un peu comme sur la classification des Mammalia de McKenna & Bell ⁽³⁾ : on critique mais on s'en sert tout le temps ! Par exemple, bien que non-primatologue, je suis resté dubitatif sur les « primates *lato sensu* » de la page 416 et de leur caractère.

Je vais quand même aborder ici le problème touchant aux fossiles, puisque paléontologue je suis, paléontologue je reste. Ce livre est fondé sur l'arbre des vivants, ne cherchons donc pas querelle aux auteurs. Pourtant ces derniers mentionnent, pour chaque clade, les plus anciens fossiles connus. Information précieuse mais d'où surgit alors la question de savoir si lesdits fossiles ont bien, ou non, les synapomorphies prêtées aux actuels. On s'en doute, la question devient celle de la définition des groupes entiers vs groupes apicaux (les « groupes » et « *groupes » de Hennig, dits encore *total groups* et *crown groups*) et celle de la réfutation, par les fossiles,

des homologies partagées par les actuels. Un exemple : la perte du foramen mastoïdien est présenté comme la synapomorphie des cétongulés (p.435) en même temps que les arctocyonidés (fossiles) sont considérés comme faisant partie du groupe ; or ceux-ci sont pourvus d'un foramen mastoïdien.

Il est vrai qu'un tel ouvrage à visée pédagogique ne peut pas inclure tous les débats et controverses, doutes et conjectures. Pourtant les auteurs font part à diverses occasions de tels problèmes avant de trancher. Car la recherche phylogénétique est de la recherche ; c'est pourquoi rien n'est plus changeant que les cladogrammes. Peut-être que Lecointre et Le Guyader auraient pu ajouter une annexe avec la liste de ceux des nœuds qui posent le moins de problèmes.

Ce livre, enfin, montre l'immense richesse de l'anatomie et de la morphologie. Le vivant est là, qui grouille sous nos yeux, fait de chair et de cellulose, d'os et de tubuline. De ce point de vue, il vient à point. Il suscitera à n'en point douter des vocations encyclopédiques et phylogénétiques tout à la fois, tout en donnant le vertige quant à la complexité du vivant : comment maîtriser tous ces caractères ? A, G, C, T, c'est plus facile, non ?

Je m'aperçois que ce commentaire est long. Il est à la mesure de mon enthousiasme pour une telle entreprise. Il fallait le faire, Guillaume Lecointre et Hervé Le Guyader (sans oublier Dominique Visset) l'ont fait !

⁽¹⁾ W. Hennig *Taschenbuch der Zoologie, Bd 2 : Wirbellose I*, G. Thieme, Leipzig (1957), *Bd. 3 : Wirbellose II*, G. Thieme, Leipzig (1959) (deux volumes plusieurs fois réédités, dernière édition : 1984).

⁽²⁾ C. Nielsen *Animal evolution. Interrelationships of the living phyla*. Oxford University Press, Oxford (1995).

⁽³⁾ M. C. McKenna & S. K. Bell *Classification of mammals above the species level*. Columbia University Press, New York (1997).

Pascal TASSY

▣ UNE BRÈVE HISTOIRE DES MAMMIFÈRES – BRÉVIAIRE DE MAMMALOGIE.

Jean-Louis Hartenberger, 2001, Belin (collection Pour La Science), Paris, 288 pp.



Bréviaire ? Il est peu probable que ce soit au « *livre de prière à l'usage des prêtres* » auquel fasse allusion Hartenberger en donnant ce sous-titre à son livre, mais plutôt à un « *ouvrage ou un auteur auquel on se réfère constamment* ». Et ce livre au format de poche a en effet les dimensions qu'il faut pour être emporté et lu partout. Mais, dès que l'on commence à le feuilleter, on comprend aussi qu'il a les qualités de ces livres qui deviennent de bons compagnons. Pour nous raconter, brièvement, l'histoire des mammifères, Hartenberger nous raconte des histoires (naturelles, cela va sans dire) avec beaucoup de talent. On connaît sa façon et sa passion pour son métier et pour les questions que nous pose l'histoire de l'évolution. La bonne nouvelle c'est qu'il a su parfaitement les transposer en passant de l'oral à l'écrit. Ce livre se lit comme un roman et quelle que soit la page à laquelle on l'ouvre, on est pris par ce qu'il y raconte et ce qu'il y décrit. Bref, ce livre convivial a un style, dont la clarté et l'intelligibilité concourent à mettre le lecteur en « confiance » avec l'auteur. Hartenberger a aussi su éviter de jargonner et il montre ici que l'on peut aborder les questions et discuter les concepts les plus complexes en utilisant un vocabulaire simple et accessible au plus grand nombre. Et, lorsque les mots techniques ne peuvent pas être évités ils sont explicités en note ou en encadré.

Un bréviaire ce n'est pas seulement un livre qu'on retrouve avec plaisir, c'est aussi un document où l'on va chercher des références et rafraîchir sa mémoire. Une lecture plus attentive révèle de ce point de vue un ouvrage extrêmement construit et complet. Si la trame générale est la chronologie de l'histoire des mammifères, les apartés concernant les hommes qui ont peu à peu rassemblé et ordonné les éléments de cette histoire et l'exposé des controverses et des discussions méthodologiques qui ont accompagné leurs découvertes viennent à propos. Et parfois pour nous rappeler que les « progrès » accomplis dans nos disciplines ne nous mettent pas à l'abri des interprétations biaisées ou partisans. Dans ces moments-là Hartenberger n'hésite pas à donner son opinion (le contraire nous aurait étonné). Mais s'il le fait avec conviction, il le fait sans parti pris.

Les illustrations, au nombre d'une soixantaine, sont de bonne qualité et bien choisies. Si peu d'entre elles sont des originaux, elles ont été rafraîchies et remises en forme de telle manière qu'elles ne souffrent pas du format relativement réduit. J'aime particulièrement

l'image de couverture, une gravure de Charles d'Orbigny représentant une femelle sarigue. Elle montre que le dessin scientifique peut faire bon ménage avec le dessin artistique et éveiller l'émotion sans trahir ses fins documentaires. De la même façon que ce livre qui regorge de noms et de dates et récapitule et réexamine la plupart des interrogations et controverses que soulève cette histoire qui est aussi la nôtre, a le pouvoir aussi de susciter la réflexion et d'inciter à la rêverie.

Jean-Pierre HUGOT

▣ ORIGIN OF THE HEXAPODA.

Éd. Th. Deuve, *Annales de la Société Entomologique de France*, 2001.

Il s'agit d'un numéro spécial des *Annales de la Société entomologique de France* (fascicule 1/2 du volume 37, année 2001) consacré aux Actes du Congrès international sur l'origine des Hexapodes, qui s'est tenu au Muséum, dans la Grande Galerie de l'Évolution les 8 et 9 janvier 1999. Ce Congrès avait été organisé conjointement par la Société Zoologique de France et la Société Entomologique de France.

Ce volume de 304 pages, abondamment illustré, fait le point des apports les plus récents de l'anatomie, de la génétique du développement et de la cytologie comparées, de la paléontologie et de la biologie moléculaire à la connaissance des relations phylogénétiques entre Crustacés, Myriapodes et Insectes.

▣ ZOOTAXA.

Une nouvelle revue (américaine) vient de paraître : Zootaxa. Ce périodique assure la publication rapide (un mois après acceptation) d'articles taxonomiques : monographies, catalogues, bibliographies, guides d'identification, analyse de relations de parenté, distributions zoogéographique, descriptions de taxa etc...

Vous trouverez plus d'informations et le premier numéro en ligne sur le site : <http://www.mapress.com/zootaxa/content.html>

INFORMATIONS DIVERSES

☐ PRIX DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE L'OUEST DE LA FRANCE

La Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France vient d'entériner la création de trois Diplômes, accompagnés d'un Prix (options Botanique, Géologie et Zoologie) destinés à récompenser les Thèses Universitaires (ou les travaux de niveau scientifique équivalent), apportant une *contribution significative au progrès des connaissances dans les différents domaines des Sciences Naturelles dans l'Ouest de la France.*

Chaque candidat doit, avant le 31 décembre suivant la fin de l'année universitaire de soutenance, transmettre au siège de la Société : une lettre de candidature, l'avis

favorable du directeur de thèse, 3 exemplaires de la thèse et un résumé du travail. Le montant du prix est fixé pour l'année 2001 à 500 euros (3 275 frs).

Renseignements auprès de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, Muséum d'Histoire Naturelle, 12 rue Voltaire, 44 000 Nantes.

☐ FLORE DES GRANDES ANTILLES

Les bulletins de la Flore des Grandes Antilles n° 1 (1991) à 17 (2001) sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.nybg.org/bsci/fga/>

ANNONCES DE CONGRÈS ET RÉUNIONS

☐ 13TH ENTOMOLOGICAL CONGRESS (PIETERMARITZBURG, AFRIQUE DU SUD, 02-05 JUILLET 2001)

Cette réunion est organisée par la « Entomological Society of Southern Africa ». Elle se déroulera à l'Université de Natal (Pietermaritzburg).

- Symposiums et workshops :
 - # Biodiversity and Insect conservation
 - # Forensic entomology
 - # Fruit flies
 - # hymenoptera
 - # Insect pathology
 - # Insect rearing
 - # IUCN southern african invertebrates specialist group
 - # Southern african stem borer management project
 - # Taxonomists as Team Players
 - # Permits and Legislation for collection of invertebrates

- Contact : D.J. Brothers, African entomology 2001, School of Botany & Zoology, University of Natal, Private Bag X01, Scottsville, 3209 South Africa.

Fax : (+27) (0)33 260 5105

Tel : (+27) (0)33 260 5106/4

e-mail : brothers@nu.ac.za

☐ SYSTEMATICS AND EVOLUTION CONFERENCE (MELBOURNE, AUSTRALIE, 16-18 JUILLET 2001)

Cette réunion est organisée par la « Society of Australian Systematic Biologists » (SASB) et la « Australasian Evolution Society » (AES).

- Thèmes abordés :
 - # Symposium on Short-range endemism in the Australian biota
 - # Workshop on Opportunities for digital publishing of systematics in Australia
 - # Discussion session on the Phylocode



- Contacts : Mark Elgar (m.elgar@zoology.unimelb.edu.au) et Robin Wilson (rwilson@museum.vic.gov.au)

- Site internet : <http://www.museum.vic.gov.au/about/conferences/sasb2001.htm> or

▣ 4th INTERNATIONAL TRITICEAE SYMPOSIUM (CORDOBA, ESPAGNE, 10-12 SEPTEMBRE 2001).

- Thèmes abordés : Systematics, evolution, biodiversity, biogeography, genetic resources, and utilization.

- Site internet : <http://herbarium.usu.edu/triticeae/tritsym.htm>

- Contacts : Pr. Antonio Martin et Dr. Pilar Hernandez , Instituto de Agricultura Sostenible , Apdo. 4084, 4084 Cordoba, Spain (gelmamua@uco.es)

▣ RÉSEAU POUR L'ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ DES NÉMATODES ET DES HELMINTHES (PARIS, 17-19 SEPTEMBRE 2001).

Ce colloque, soutenu par le CNRS, l'INRA et l'Institut de Systématique se tiendra dans l'Auditorium de la Galerie de l'Évolution du Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris.

L'entrée du colloque sera libre. Toutefois, en raison du nombre strictement limité des places dans l'auditorium imposé pour des raisons de sécurité, l'entrée sera réservée en priorité aux personnes ayant rempli la fiche d'inscription.

Deux sessions de posters sont prévues, Les thèmes choisis devront concorder avec les mots-clefs suivants :

systématique et classification des nématodes et/ou des helminthes, basée sur des caractères morpho-anatomiques ou moléculaires, évolution, coévolution, biogéographie ;

interactions entre la systématique de ces groupes et l'embryologie, le développement, la génomique, l'écologie, la lutte biologique, la parasitologie ;

recherches en relation avec la constitution de bases de données, la diffusion et/ou l'informatisation des résultats, l'élaboration

de clefs de détermination et/ou d'outils d'aide à l'identification.

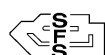
- Renseignements, programme et fiche d'inscription auprès de Jean-Pierre Hugot (CNRS-MNHN, Paris) : hugot@mnhn.fr

▣ ASSEMBLING THE TREE OF LIFE (AMNH, NEW-YORK, 20-22 SEPTEMBRE 2001).

- Thèmes abordés : Relations phylogénétiques de tous les grands groupes d'organismes vivants et les implications dans divers domaines (génomique, santé, biologie comparative, biologie du développement ...)

- Contact (renseignement et inscription) à l'adresse suivante :

tolsymposium@amnhn.org



**▣ THIRD INTERNATIONAL
CONFERENCE ON PRESERVATION OF
BOTANICAL COLLECTIONS (BEIJING,
CHINE, 23-26 SEPTEMBRE 2001).**

- Thèmes abordés :

Botanical collections : preservation and management

Database, images and web site resources of botanical collections

The status and importance of botanical collections throughout the world

Contemporary issues facing herbaria

- Contact : Dr. Hai-ning Qin, General secretary, Third international conference on botanical collections, Chinese national herbarium (PE), Institute of Botany, The chinese academy of sciences, Xiangshan, Beijing, China 100093

Fax : (86) 10-8259 3448

E-mail : hainingqin@ns.ibcas.ac.cn

**▣ PALÉODIVERSITÉ, CRISE,
PALÉOENVIRONNEMENT (PALAIS DE
LA DÉCOUVERTE, PARIS, 10-11
DÉCEMBRE 2001).**

Cette séance spécialisée de la Société Géologique de France a pour but de faire un point sur les recherches concernant l'évolution paléobiologique et ses liens avec le paléoenvironnement, en particulier dans les contextes de crise et de reconquête. La séance inclura le bilan des actions soutenues dans le cadre du programme "CrisEvoIE".

- Contact : information scientifique (gardin@ccr.jussieu.fr) et inscription par e-mail auprès de Monique Troy (palstrat@ccr.jussieu.fr)



CLASSIFICATION DES EUCARYOTES : un document de travail

Marc-André SELOSSE

Institut de Systématique (CNRS FR 1541)

Muséum National d'Histoire Naturelle

43 rue Cuvier, 75005 Paris, France

ma.selosse@wanadoo.fr

AVANT-PROPOS

Un numéro déjà ancien du Bulletin de la Société (n° 22, juin 1999) appelait chacun à publier sa classification. Ce texte répond tardivement à cet appel, avec modestie toutefois : il ne propose pas un schéma original mais une contribution temporaire tentant d'additionner et de clarifier les données récentes. Par ailleurs, il se limite aux seuls Eucaryotes. Ce document est, à l'origine, une synthèse élaborée pour appuyer les cours que je donne dans diverses préparations à l'Agrégation des Sciences de la Vie et de la Terre : elle sert aux étudiants, comme à moi-même, en tant que memento de référence pour des exposés sur l'évolution et la diversité du vivant. J'ai supposé que la publication de cette synthèse pouvait servir à d'autres.

Si l'on envisage l'usage habituel de ce document, on aura compris ses envies et ses faiblesses :

- il vise à présenter une image actuelle de la systématique, c'est-à-dire :
 - ♦ choisir autant que possible des groupes monophylétiques (classification phylogénétique),
 - ♦ rapporter des analyses fondées sur des données non seulement classiques (morphologiques, biochimiques, etc.) mais aussi moléculaires.
- il vise à décrire les groupes souvent utilisés dans la littérature (c'est un memento¹), donc on doit :
 - ♦ tolérer une part de groupes paraphylétiques, explicitement reconnus comme tels (inscrits en italique),
 - ♦ indiquer, en note, ce dont sont constitués les groupes polyphylétiques et pourquoi on les a éliminés.
- il vise à clarifier et par là simplifier cette classification pour un lectorat peu initié (étudiant idéal de deuxième cycle universitaire) et donc il faut :
 - ♦ éviter ici les références à la bibliographie,
 - ♦ éviter certains groupes peu fréquents dans les ouvrages généraux et/ou dans les écosystèmes,
 - ♦ utiliser des noms « français », certes non rigoureux taxonomiquement, mais qui recourent le contenu des ouvrages francophones même anciens, sans trancher le niveau hiérarchique exact des taxons (utilisation exclusive de suffixes en -phytes ou -mycètes ; ponctuellement, en l'absence d'équivalent français, il est plus simple de garder un terme anglais ou latin).
- il vise à intégrer les organismes chlorophylliens et les « champignons » aux autres eucaryotes pour présenter un tableau global des Eucaryotes. Ce memento inclut donc, en les modifiant parfois et en les résumant, trois contributions présentées dans ces colonnes :
 - ♦ par J.-Y. Dubuisson (les Embryophytes, bulletin n°20),
 - ♦ par B. de Reviers (les Algues, bulletin n°21),
 - ♦ par G. Durrieu (les Champignons, bulletin n°22).

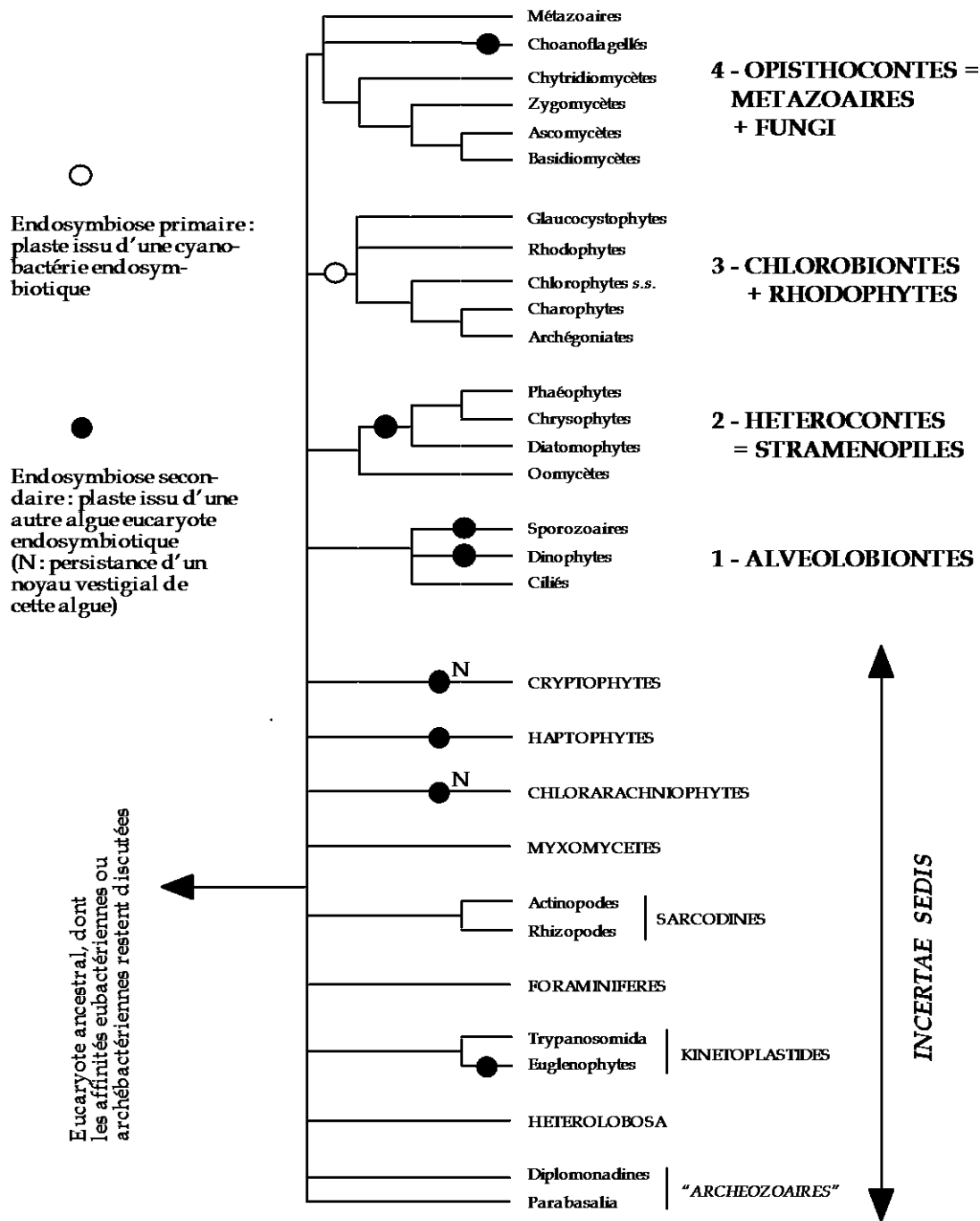
Le résultat est peut-être maladroit, mais se veut commode d'usage. J'espère qu'il sera utile pour certains collègues enseignants : un fichier de ce texte, éventuellement mis à jour, peut être obtenu sur simple demande par courriel. Réciproquement, je suis intéressé par tous les commentaires ou toutes les questions qui pourraient faire évoluer ce document. Il serait trop long de les nommer tous, mais je tiens déjà à remercier ceux, étudiants ou collègues, qui ont permis jusqu'à présent d'améliorer ce document grâce à leurs réactions.

Les ambitions de ce memento, tout comme le rythme actuel de l'avancée des connaissances, rendent illusoire l'obtention d'un document stable : c'est une synthèse momentanée, inséparable de sa date de publication, à corriger dans l'année... avec l'aide des lecteurs !

STRUCTURE DU MÉMENTO

Pour rompre avec la multiplication des « règnes », je n'ai pas utilisé ce terme. J'ai divisé les Eucaryotes en taxons (qui correspondent parfois aux règnes de certains auteurs) : 4 taxons majeurs plus un ensemble

¹ Pour plus de précisions sur la classification du vivant, se reporter à : G. Lecointre & H. Le Guyader, 2001. Classification phylogénétique du vivant. Ed. Belin, Paris, 544 pp.



d'*Incertae sedis* (« fourre-tout » fait de multiples taxons dont j'ai seulement cités les plus connus). Afin de faciliter la compréhension de ce mémento, une visualisation fait l'objet de la **Figure 1**. Les premières Figure 1. Présentation synoptique des principaux groupes abordés : la couronne radiative des Eucaryotes. Les cercles indiquent l'acquisition de plastides par endosymbiose primaire (cercles vides) ou secondaire (cercles pleins). Voir texte, et Figure 3 pour le détail des Métazoaires.

phylogénies moléculaires permettaient notamment de distinguer une « couronne terminale » (un râteau, dont divergent apparemment plusieurs lignées au même moment) et des branches basales. Hélas, les groupes situés dans et hors de cette couronne ne sont pas les mêmes selon le gène utilisé pour obtenir la phylogénie ! On ignore donc si les groupes qui se placent parfois hors de l'arbre le font artificiellement (par exemple parce que le gène étudié a évolué plus vite dans ce groupe, ce qui introduit des distorsions de la topologie de l'arbre) ou parce qu'ils ont effectivement divergé précocement. Un scénario possible suggère une radiation simultanée de toute la lignée eucaryote : il n'y aurait alors, qu'une unique grande couronne mal résolue. Dans ce mémento, on choisit précisément de représenter un grand râteau (**Figure 1**), où les groupes d'affinité douteuse et/ou de position mal connue seront réunis en *Incertae sedis*. Dans l'avenir, les *Incertae sedis* obtiendront peut-être un statut de taxons indépendants, ou seront rapprochés d'autres taxons ; une meilleure résolution de la couronne rendra peut-être obsolète la représentation en râteau : de fait, on annonce régulièrement la découverte de liens entre groupes-frères, comme récemment les Algues Rouges et les Chlorobiontes.

On présente donc les regroupements suivants :

TAXONS DE POSITION INCERTAINE = *INCERTAE SEDIS*, séparés artificiellement en 3 sections (IS1 à IS3)

TAXON 1	ALVEOLOBIONTES	
TAXON 2	HETEROCONTES	(dont Oomycètes, Diatomées et Algues Brunes)
TAXON 3	CHLORO- & RHODO-BIONTES	(Algues Rouges, Algues Vertes et Plantes)
TAXON 4	OPISTHOCONTES	(Champignons pour partie et Métazoaires)

Dans le texte qui suit les caractères utilisés pour les noms de groupes indiquent :

- en CARACTERES DROITS, les groupes monophylétiques,
- en ITALIQUE SOULIGNE, les noms de groupes polyphylétiques,
- en ITALIQUE SIMPLE, les noms de groupes paraphylétiques.

En conclusion du mémento, on trouvera quelques réflexions en forme de glossaire sur des termes dont l'usage me paraît peu souhaitable, ou bien méritant une redéfinition.

TAXONS DE SITUATION INCERTAINE (*INCERTAE SEDIS*)

Avertissement - Cette section est assez délicate, pour le lecteur comme pour le rédacteur : pour tous deux se pose le problème des noms utilisés qui, selon les auteurs, désignent des groupes différents. Or, beaucoup de ces groupes sont peu fréquemment abordés dans la littérature... Pour un lecteur pressé de passer aux groupes plus fréquents dans la littérature, on pourrait résumer cette section à quelques taxons, autrefois regroupés parmi les « flagellés » et les « amibes » :

- PARABASALIA, dont les HYPERMASTIGOTES (symbiontes du tube digestif des Termites)
- KINETOPLASTIDES (= EUGLENOZOAIREs) (Euglènes + Trypanosomes, qui sont deux groupes-frères)
- FORAMINIFERES (*Nummulites*, *Globigerina*)
- ACTINOPODES (Héliozoaires et Radiolaires) et lignées constituant les « RHIZOPODES »
- MYXOMYCETES
- HAPTOPHYTES (= PRYMNESIOPHYTES) (dont les Coccolithophoridées de la craie)

Figurent ici les organismes eucaryotes d'affinités évolutives incertaines, dont la position pourrait bien changer dans les temps à venir. Dans certaines phylogénies moléculaires, ils émergent avant la radiation terminale (ou couronne terminale) de la lignée eucaryote. Ceci peut s'expliquer par deux raisons différentes : soit ils sont en effet issus de groupes individualisés avant la couronne terminale, soit ils se placent artificiellement là par attraction de longues branches. Nous distinguerons trois sous-séries, commodes mais entièrement artificielles, qui nous permettront de placer quelques groupes plus ou moins connus :

- ◇ Pas de mitochondrie vraie ni de plaste : **IS.1. – ARCHEZOAIRES**
- ◇ Présence de mitochondries, mais pas de plaste : **IS.2.**
- ◇ Présence de mitochondries et de plastides : **IS.3.**

IS.1. – ARCHEZOAIRES

Ce groupe a été créé pour réunir des taxons supposés descendre directement des eucaryotes primitifs, car dans les arbres phylogénétiques basés sur l'ADNr, ils figuraient au bout de longues branches divergeant non loin des procaryotes. Il n'est pas exclu que certains groupes, restant éventuellement à découvrir, soient effectivement de cette nature. Toutefois, les Archéozoaires sont au moins en partie le fruit d'évolutions régressives et leur position reflète probablement une attraction de longue branche. Ils sont dépourvus de mitochondries, mais certains ont pu en contenir, comme en témoigne l'existence d'hydrogénosomes⁽¹⁾ ou de gènes d'origine mitochondriale dans le noyau (transférés au cours de leur évolution, avant la perte des mitochondries). Ils sont souvent parasites d'animaux et inféodés à des milieux pauvres en oxygène. De plus, certains possèdent des ribosomes 70S (donc proches des procaryotes, mais peut-être est-ce une convergence) et aucun intron n'a jusqu'ici été découvert dans leurs gènes.

Ce groupe est très discuté et probablement polyphylétique ; on propose actuellement des reclassements. Par exemple, les Microsporidies qui comptaient originellement parmi les Archéozoaires sont en fait placés auprès des Champignons vrais (taxon 4, Ascomycètes plus précisément) sur la base de critères moléculaires et cellulaires (paroi chitineuse, modalités de la mitose). La liste d'organismes flagellés qui suit n'est pas limitative (les OXYMONADINES, les RETORTOMONADINES et les JAKOBIDES se placent également ici) :

◇ Avec hydrogénosomes ⁽¹⁾ :	PARABASALIA
◇◇ sans Golgi :	TRICHOMONADINES ⁽¹⁾ (<i>Trichomonas</i>)
◇◇ avec Golgi :	HYPERMASTIGOTES ⁽¹⁾ (symbiontes du tube digestif des Termites)
◇ Pas d'hydrogénosome :	DIPLOMONADINES (<i>Giardia</i>)

⁽¹⁾ Les hydrogénosomes sont des organites limités par deux membranes, réalisant des décarboxylations oxydatives anaérobies et produisant de l'ATP, de l'acétate et du H₂ à partir de pyruvate. Ils sont en fait dérivés de mitochondries. Les groupes possédant des hydrogénosomes auraient dérivé d'ancêtres pourvus de mitochondries.

IS.2. – ORGANISMES NON PHOTOSYNTHETIQUES DOTES DE MITOCHONDRIES

Nombreux groupes, dont beaucoup d'organismes amiboïdes. À retenir surtout dans ce regroupement artificiel :

◇ Avec test (mais pas toujours !) :	FORAMINIFERES (<i>Nummulites</i>)
◇ Pas de test, unicellulaires :	SARCODINA (= SARCODINES) (monophylétisme ?)
◇◇ Avec axopodes ⁽¹⁾ :	ACTINOPODES (Hélozoaires et Radiolaires)
◇◇ Sans axopodes :	<u>RHIZOPODES</u> ⁽²⁾
◇◇◇ :	LOBOSA (<i>Amoeba</i> , <i>Acanthamoeba</i>)
◇◇◇ :	ENTAMOEBIDAE (<i>Entamoeba</i> , <i>Archamoeba</i>)
◇◇ Pseudopodes en lobes :	HETEROLOBOSA s.l. (= PERCOLOZOAIRES s.l.) ⁽³⁾
◇◇◇ Formations de faux plasmodes ⁽⁴⁾ :	ACRASIOMYCETES s.s. (= ACRASIDES) (<i>Acrasis</i>) ⁽⁵⁾
◇◇◇ Pas de plasmodes ⁽⁴⁾ :	HETEROLOBOSA s.s. (= SCHIZOPYRENIDA (<i>Naegleria</i>)
◇ Formant des plasmodes ⁽⁴⁾ vrais ou faux, mais sans pseudopodes en lobes :	MYXOMYCETES s.l. (= MYCETOZOAIRES) ⁽⁵⁾
◇◇ Plasmodes ⁽⁴⁾ vrais, végétatifs :	MYXOMYCETES s.s. ⁽⁵⁾
◇◇◇ Saprophytes ou bactériophages :	MYXOGASTRIDES (= MYXOMYCETES de qqs auteurs, sens très strict) (<i>Physarium</i>)
◇◇◇ Parasites de végétaux :	PLASMIDIOPHORALES (<i>Plasmodiophora</i>)
◇◇ Faux-plasmodes ⁽⁴⁾ lors de la reproduction asexuée, faits de cellules agrégées :	DICTYOSTELIDES ⁽⁵⁾ (<i>Dictyostelium</i>) et PROTOSTELIDES ⁽⁵⁾
◇ Organismes flagellés, chromosomes toujours condensés :	KINETOPLASTIDES (= EUGLENOZOAIRES) ⁽³⁾⁽⁶⁾
◇◇ Autotrophes ⁽⁷⁾ facultatifs :	EUGLENOPHYTES (<i>Euglena</i>)
◇◇ Parasites ou saprotrophes libres :	TRYPANOSOMIDA (<i>Trypanosoma</i>)

⁽¹⁾ Expansions cellulaires formées autour d'un axe de microtubules.

⁽²⁾ Groupe qui recouvre des organismes différents selon les auteurs ! J'en ai éliminé les Euglyphina (*Paulinella* et *Euglypha*), placés plutôt près des Chlorarachniophytes (voir IS.3) : mais Cavalier-Smith appelle précisément ces organismes-là « Rhizopodes » ! J'ôte aussi les Heterolobosa et les Myxomycètes, placés là par d'autres auteurs. Sous la forme adoptée ici, les Rhizopodes sont probablement encore polyphylétiques. Les Lobosa sont peut-être proches des Myxomycètes. Selon certaines phylogénies, les Entamoebidae seraient parents du taxon 3.2 (Chlorobiontes) ; d'autres phylogénies les rapprochent des Cryptophytes et de leurs parents non photosynthétiques (voir IS.3).

⁽³⁾ Certaines phylogénies regroupent les Kinétoplastides avec les Heterolobosa (dans le groupe des Discicristata) : ils partagent des mitochondries à crêtes discoïdes (d'où leur nom) et un épiplasma, c'est-à-dire un cytosquelette formant une couche sous-membranaire rigide.

⁽⁴⁾ Un plasmode vrai est un ensemble de noyaux réunis dans un seul cytoplasme amiboïde : c'est un syncytium ou coenocyte. Dans un faux plasmode, les noyaux sont encore séparés par une membrane plasmique : ce sont des cellules agrégées entre elles.

⁽⁵⁾ Certains travaux suggèrent que les Myxomycètes s.l. forment un groupe monophylétique, groupe-frère du taxon 4 (métazoaires et champignons) : ironie de l'histoire, qui les avait d'abord exclus des champignons... Autrefois les Acrasiomycètes s.s. étaient regroupés avec les Protostélidés et les Dictyostélidés (dans un groupe nommé... Acrasiomycètes, au s.l.). Dans ce cas-là, l'ensemble des Myxomycètes, au sens très large de : Acrasiomycètes s.l. + Myxogastrides + Plasmodiophorales, formait un groupe polyphylétique. Voir aussi note 1 du taxon 2 sur les Labyrinthulomycètes

Noter que certaines phylogénies rapprochent tantôt les Heterolobosa, tantôt les Lobosa des Myxomycètes s.l. (dans le dernier cas, le groupe formé est appelé Amoebozoaires).

⁽⁶⁾ Certaines phylogénies regroupent les Kinétoplastides avec le taxon 1 (Alvéolobiontes) de la couronne terminale. D'autres les regroupent avec les Heterolobosa (note 3).



⁽⁷⁾ Plaste à 3 membranes, issu d'une algue verte endosymbiotique régressée.

IS.3. – ORGANISMES PHOTOSYNTHETIQUES

Plusieurs groupes d'organismes flagellés unicellulaires, numériquement faibles à l'exception du deuxième et du quatrième :

- ◇ Phycobiliprotéines⁽¹⁾ en solution dans les thylakoïdes, chlorophylles *a* et *c*, amidon : CRYPTOPHYTES⁽²⁾⁽³⁾ (*Cryptomonas*)
- ◇ Chlorophylles *a* et *c*, pas d'amidon, haptonéma⁽⁴⁾ entre les flagelles : HAPTOPHYTES⁽²⁾⁽³⁾
(= PRYMNESIOPHYTES) (dont les Coccolithophoridées de la craie)
- ◇ Chlorophylles *a* et *b*, amidon, amiboïde : CHLORARACHNIOPHYTES⁽⁵⁾
- ◇ Chlorophylles *a* et *b*, amidon et flagelles, autotrophes facultatifs : EUGLENOZOAIRES (*Euglena*, *Phacus*), Cf. IS.2⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Protéines pigmentées (hème tétrapyrolique) assurant la collecte de la lumière : phycoérythrine, phycocyanine et allophycocyanine (également présentes chez les Rhodobiontes et les Glaucocystophytes, voir taxon 3.1, et les Cyanobactéries).

⁽²⁾ Les plastides des Cryptophytes et des Haptophytes, limités par 4 membranes, dérivent d'algues rouges endosymbiotiques régressées (dont le noyau persiste à l'état vestigial chez les Cryptophytes mais non chez les Haptophytes).

⁽³⁾ Les Haptophytes (et plus rarement, les Cryptophytes) sont placés auprès du taxon 2 par certains auteurs, ce qui suggérerait que les plastides secondaires de tous ces groupes aient pu être acquis en même temps.

⁽⁴⁾ Haptonéma : diverticule cellulaire filamenteux (contenant des microtubules entourés de réticulum), placé entre les flagelles. Selon les espèces, il sert à éviter les obstacles, adhérer au substrat ou même capturer des proies pour les espèces facultativement phagotrophes.

⁽⁵⁾ Peut-être proches d'un groupe d'amibes à filipodes de la couronne terminale, les Euglyphina, auxquelles appartiennent *Euglyphina* et *Paulinella* (ceux-ci parfois classés parmi les Thécamoebiens ou les Rhizopodes, mais pas au sens de ce memento - voir IS.2). Le plaste des Chlorarachniophytes est une algue verte régressée.

⁽⁶⁾ Appartiennent aux Kinétoplastides, mentionné ici pour mémoire. Le plaste dérive d'une algue verte régressée.

TAXON 1 - ALVEOLOBIONTES (ou ALVEOLOBIONTES, ALVEOLATA, DINOZOAIRES s.l.)

Groupe dont l'unité est apparue récemment. Beaucoup de ces organismes présentent des saccules sous la membrane plasmique, considérés comme une synapomorphie - d'où leur nom d'Alvéolobiontes - et tous ont des mitochondries à crêtes tubulaires. Autrefois inclus dans les Protozoaires, ils sont peut-être liés aux Kinétoplastides (voir IS.2). Les plastides des Dinophytes⁽¹⁾ et des sporozoaires⁽²⁾ comme l'agent du Paludisme, *Plasmodium*, mais aussi les chlorelles de certains Ciliés, montrent que des symbioses fixatrices de carbone ont souvent été acquises dans ce groupe (il est possible que les plastides des deux premiers groupes dérivent de la même endosymbiose). Des travaux récents suggèrent que ce groupe puisse être un groupe-frère des Hétérochontes.

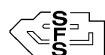
- ◇ De nombreux flagelles courts (cils) : CILIES (= CILIOPHORA, CILIOBIONTES)
(*Paramecium*, *Vorticella*, *Tetrahymena*)
- ◇ Deux flagelles dans des sillons, autotrophes⁽¹⁾ ou non : DINOPHYTES⁽¹⁾ (= DINOZOAIRES s.s.,
DINOFLAGELLÉS) (*Dinophysis* et zooxanthelles)
- ◇ Non flagellés, parasites : SPOROZOAIRES⁽²⁾ (= APICOMPLEXES)
(*Babesia*, *Plasmodium*, *Toxoplasma*)

⁽¹⁾ Parfois secondairement non flagellés. Plaste typique à 3 membranes, probablement issu d'une algue rouge, mais aussi, chez certaines espèces, des algues eucaryotes ou des cyanobactéries endosymbiotiques remplaçant le plaste typique. De nombreuses espèces sont hétérotrophes (environ 50% des espèces), ce qui amène certains à rejeter le terme « Dinophytes » suggérant l'autotrophie pour tout le groupe. Le terme « Dinoflagellés » est rejeté par ceux qui soulignent l'existence d'espèces immobiles. Contient les chlorophylles *a* et *c*, ce qui avait conduit à un regroupement, les Chromista ou Chromophytes, avec les Ochrophytes (algues du taxon 2), les Cryptophytes, les Haptophytes voire certains Choanoflagellés (taxon 4) : regroupement nettement polyphylétique.

⁽²⁾ Souvent, comme chez *Plasmodium*, présence d'un organite dérivé d'un plaste : probablement issu d'une algue verte, il n'effectue plus la photosynthèse, mais est impliqué dans d'autres synthèses pour la cellule.

TAXON 2 - HETEROCONTES s.l. (ou HETEROCHONTES, STRAMENOPILES)

Groupe comprenant des hétérotrophes unicellulaires et filamenteux (ceux-ci étaient autrefois classés parmi les champignons : Oomycètes) et des autotrophes, dont le plaste à 4 membranes dérive d'une algue rouge endosymbiotique (événement unique). Les Hétérocontes possèdent : une paroi cellulosique, des réserves sous forme de β -1-3 glucanes solubles (laminarines stockées dans les vacuoles), des mitochondries à crêtes tubulaires et surtout un appareil cinétique à deux flagelles dissemblables, qui leur vaut leur nom (« à poils différents »). Sur les cellules mobiles (gamètes ou spores par exemple), l'un des flagelles est couvert de poils tubulaires tripartites (mastigonème) et l'autre est lisse, exception faite des Hypochytridiomycètes et des Opalines



notamment. Taxon peut-être lié aux Haptophytes, voire aux Cryptophytes (voir IS.3). Des travaux récents suggèrent que ce groupe puisse être un groupe-frère des Alvéolobiontes.

- ◇ Hétérotrophes : (ensemble poly- ou para-phylétique ?)
 - ◇◇ Unicellulaires : BICOSOECIDES (*Cafeteria*), OPALINES (*Opalina*) et d'autres groupes...
 - ◇◇ Unicellulaires formant un réseau : LABYRINTHULIDES⁽¹⁾ (*Labyrinthula*)
 - ◇◇ Filamenteux (siphon coenocytique) : « FAUX-CHAMPIGNONS »⁽²⁾
 - ◇◇◇ Zoïdes à deux flagelles typiques : OOMYCETES (*Phytophthora*, *Plasmopara*)
 - ◇◇◇ Zoïdes à un seul flagelle antérieur : HYP(H)OCHYTRIDIOMYCETES
- ◇ Autotrophes (chlorophylle a et c) : OCHROPHYTES⁽³⁾ (= HETEROCONTOPHYTES)
 - ◇◇ Pluricellulaires : PHEOPHYTES (= ALGUES BRUNES) (*Fucus*)
 - ◇◇ Unicellulaires à frustules siliceux : DIATOMOPHYTES (= DIATOMEES ou BACILLARIOPHYTES) (*Navicula*)
 - ◇◇ Et autres unicell. ou filamenteux dont : CHRYSOPHYTES (= XANTHOPHYTES) (*Vaucheria*)
BOLIDOPHYTES
DICTYOCHOPHYTES
EUSTIGMATOPHYTES
PEDINELLOPHYTES
PELAGOPHYTES
RAPHIDOPHYTES
TRIBOPHYTES
et divers autres groupes...

⁽¹⁾ Groupe d'amiboïdes dont les cellules forment un réseau ressemblant à un plasmode, ce qui les plaçait autrefois parmi les Myxomycètes *s.l.*, sous le nom de Labyrinthulomycètes ou Hydromyxomycètes (terme à éviter !). Un autre groupe, les Thraustochytridiomycètes, est aussi reclassé auprès des Labyrinthulides.

⁽²⁾ Conséquence importante : les Champignons au sens large ne sont pas monophylétiques (voir taxon 4.1). La monophylie de ces « faux-champignons » n'est pas établie.

⁽³⁾ Pas d'amidon (polymère de stockage : laminarines en solution vacuolaire). La présence commune de chlorophylle c avait conduit à un regroupement avec les Dinophytes (taxon 1), les Cryptophytes, les Haptophytes, voire certains Choanoflagellés (taxon 4), au sein des « Chromophytes » – taxon polyphylétique. On appelait « Chromista » l'ensemble Hétérocontes hétérotrophes + Chromophytes. À éviter, car les Dinophytes (au moins !) sont indépendants évolutivement !

TAXON 3 – RHODOBIONTES (= ALGUES ROUGES) + CHLOROBIONTES (= CHLOROPHYTES *s.l.*)

L'unité entre algues rouges et vertes a récemment été démontrée à partir de gènes nucléaires. D'autres études laissent supposer, sans le démontrer absolument, que les Glaucocystophytes (voir ci-dessous et **Figure 2**) appartiennent au même ensemble évolutif. Tous les eucaryotes dont les plastes dérivent d'endosymbiose primaire (= plastes dérivés directement de cyanobactéries) formeraient donc un groupe monophylétique. Nous distinguerons surtout (**Figure 2**) :

- ◇ Chlorophylle a et phycobiliprotéines : **3.1. - ALGUES ROUGES (=RHODOBIONTES)**
- ◇ Chlorophylle a et b : **3.2. - CHLOROBIONTES (= CHLOROPHYTES)**

On mentionne ici, faute de pouvoir les placer plus précisément au sein de ce groupe, les **GLAUCOCYSTOPHYTES**, algues unicellulaires flagellées. Les plastes à 2 membranes de ces organismes ressemblent tellement à des cyanobactéries (chlorophylle a et phycobiliprotéines ou présence d'une mince paroi de peptidoglycane résiduelle, par exemple) que beaucoup d'ouvrages les décrivent comme des « protozoaires » dotés de cyanobactéries endosymbiotiques ou « cyanelles ». Mais le génome réduit de ces « cyanelles » s'apparente à des génomes de plastes et non à celui de cyanobactéries libres.

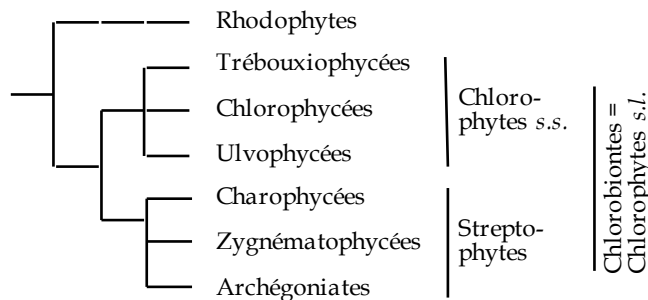


Figure 2. Principaux groupes du taxon 3 (Chlorobiontes + Rhodobiontes).

3.1 - RHODOBIONTES (ou RHODOBIONTES, RHODOPHYTES, ALGUES ROUGES)

Groupe d'autotrophes à chlorophylle *a* et phycobiliprotéines, sans cellule flagellée et avec amidon extraplastidial (rhodamidon) : les Algues Rouges. Quelques espèces parasites ont secondairement perdu leurs plastides.

- ◊ Thalles simples à croissance diffuse, synapses⁽¹⁾ absentes ou particulières, pas de tétrasporange⁽²⁾ : *BANGIOPHYTES (= BANGIOPHYCIDEES)⁽³⁾ (Porphyra)*
- ◊ Thalles souvent multicellulaires, à croissance localisée, synapses typiques, tétrasporanges⁽²⁾ : *FLORIDEOPHYTES (= FLORIDEOPHYCIDEES) (Antithamnion, Chondrus)*

⁽¹⁾ Structure de communication intercellulaire (peu étudiée, analogue aux plasmodesmes des Archégoniates).

⁽²⁾ Cyste comportant les spores méiotiques.

⁽³⁾ Paraphylétiques, comprendraient peut-être les Prérhodophytes (*Cyanidioschyzon*).

3.2 - CHLOROBIONTES (ou CHLOROBIONTES, CHLOROPHYTES s.l., VIRIDIPLANTAE)

Autotrophes (sauf secondairement certaines espèces) qui possèdent de l'amidon intraplastidial et les chlorophylles *a* et *b*. Ils ont souvent des cellules flagellées (2 ou 4 flagelles identiques, perdus chez certains groupes comme les Angiospermes) et une paroi cellulosique. La classification repose sur l'appareil flagellaire et la division cellulaire (critères non détaillés ici, qui subdivisent notamment les Chlorophytes s.s. – voir la note de B. de Reviere dans le bulletin SFS n° 21).

- ◊ Spores et gamètes dans des cystes : *ULVOBIONTES (= CHLOROPHYTES s.s., Charophytes s.l. exclues)*
 - ◊◊ Dulçaquicoles : *CHLOROPHYTES (Chlamydomonas, Volvox)*
 - ◊◊ Pluricellulaires marines : *ULVOPHYTES (Ulva, Codium) et algues de certains lichens*
 - ◊◊ Avec thèque à écailles : *PRASINOPHYTES (Tetraselmis)*
 - ◊◊ Algues aériennes : *TREBOUXIOPHYTES (dont les Trebouxia de certains lichens)*
 - ◊◊... : *PEDINOPHYTES (dont les algues de certains lichens)*
- ◊ Cellules stériles entourant les gamètes voire les spores (formant un « ange ») : *STREPTOPHYTES*
 - ◊* Algues dulçaquicoles : *CHAROPHYTES s.l.*
 - ◊◊ Filamenteuses : *ZYGNEMATOPHYTES (Spirogyra)*
 - ◊◊ Ramifiées et calcifiées : *CHAROPHYTES (= CHARATES) (Chara, Nitella)*
 - ◊◊... : *KLEBSORMIDIOPHYTES*
 - ◊* Terrestres, à anges vrais : *ARCHÉGONIATES (ou EMBRYOPHYTES)*
 - ◊◊ Haplophase dominante, sporophyte sur le gamétophyte, végétaux non vasculaires : *BRYOPHYTES s.l. (= ATRACHAETAE)*
 - ◊◊◊ Sporophyte ± pédonculé : *BRYOPHYTES (s.s. = MUSCI, Mousses)*
 - ◊◊◊ Sporophyte pédonculé avec méristème : *ANTHOCEROTOPHYTES (Anthoceros)*
 - ◊◊◊ Sporophyte enveloppé dans le gamétophyte : *HEPATOPHYTES (MARCHANTIOPHYTES, Hépatiques) (Marchantia)*
 - ◊◊ Diplophase dominante, sporophyte libre à sporanges multiples, végétaux vasculaires : *TRACHEOPHYTES (= POLYSPORANGIOPHYTES⁽¹⁾)*

La liste des trachéophytes qui suit se borne aux groupes actuels :

- ◊◊ Présence de microphylls (feuilles à vascularisation absente ou non ramifiée) : *LYCOPHYTES (= MICROPHYLLOPHYTES)⁽²⁾*
 - ◊◊◊ Homospores, prothalles hermaphrodites : *LYCOPODES (Lycopodium)*
 - ◊◊◊ Hétérospores, prothalles sexués : *SELAGINELLES (Selaginella) et ISOETES*
- ◊◊ Présence d'euphylls (feuilles à vascularisation importante et ramifiée) : *EUPHYLLOPHYTES*
 - ◊◊◊ SPHENOPHYTES (= ARTHROPHYTES, EQUISETOPHYTES)⁽²⁾⁽³⁾ *Equisetum*
 - ◊◊◊ FILICOPHYTES (= FOUGERES)⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ *Fougères (dont Psilotum)*
 - ◊◊◊ CYCADOPHYTES⁽⁵⁾⁽⁶⁾ *Cycas*
 - ◊◊◊ GINKGOPHYTES⁽⁵⁾⁽⁶⁾ *Ginkgo*
 - ◊◊◊ PINOPHYTES (= CONIFEROPHYTES, GYMNOSPERMES s.s.)⁽⁶⁾⁽⁷⁾ *Pinus*
 - ◊◊◊ GNETOPHYTES (= CHLAMYDOSPERMES)⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾ *Ephedra*
 - ◊◊◊ MAGNOLIOPHYTES (= ANGIOSPERMES)⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

◇◇◇ Fleurs de type 3, pollen à 1 ouverture :	
MAGNOLIOPSIDA ⁽⁹⁾	<i>Magnolia, Piper</i>
MONOCOTYLEDONES (= LILIOPSIDA)	<i>Lilium</i>
◇◇◇ Fleurs de type 4 ou 5, pollen à 3 ouvertures :	
EUDICOTYLEDONES ⁽⁹⁾ :	
RANUNCULOPSIDA	<i>Ranunculus</i>
ROSOPSIDA	<i>Rosa</i>
ASTEROPSIDA	<i>Aster</i>

⁽¹⁾ L'appellation « Polysporangiophytes » insiste sur le fait que, par opposition aux Bryophytes, chaque sporophyte porte ici plusieurs sporanges. Si tous les sporangiophytes actuels sont vasculaires, et appartiennent aux Trachéophytes, il existe des exceptions fossiles (*Aglaophyton* de la flore de Rhynie, non vasculaire).

⁽²⁾ Les Ptéridophytes (Lycophytes + Sphénophytes + Filicophytes) sont paraphylétiques.

⁽³⁾ Sphénophytes et Filicophytes forment un groupe monophylétique, les Moniliformopses, par opposition au reste des Euphyllophytes, qui forment un groupe-frère, les Radiatopses = Phanérogames.

⁽⁴⁾ *Psilotum*, contrairement à une idée très répandue, est en fait une filicophyte actuelle régressée⁽⁷⁾ sans affinité avec les fossiles du Primaire (*Rhynia*, etc...) : les *Psilophytes* qui regroupaient *Psilotum* à ces fossiles sont polyphylétiques. Les Filicophytes seraient monophylétiques et constitués de deux lignées : les Fougères leptosporangiées d'une part et *Psilotum* + les fougères eusporangiées (*Botrychium, Ophioglossum*) d'autre part.

⁽⁵⁾ Les Cycadophytes et les Ginkgophytes, ainsi que divers groupes fossiles, forment les *Préspermatophytes* = *Préspermaphytes*, groupe para- ou poly-phylétique (?) caractérisé par la prégraine (plésiomorphie).

⁽⁶⁾ Les Phanérogames (Cycadophytes + Ginkgophytes + Pinophytes + Gnétophytes + Magnoliophytes) sont les plantes « à noces visibles » (étymologiquement) – à graines ou à pré-graines. On utilise maintenant le terme synonyme « Radiatopses ».

⁽⁷⁾ Les Pinophytes, Gnétophytes et Magnoliophytes forment les Spermatophytes = Spermaphytes, ou plantes à graines vraies, monophylétiques.

⁽⁸⁾ Les plantes à fleurs (Gnétophytes + Magnoliophytes) sont également appelées *Anthophytes*. Ce groupe qui inclut aussi des taxons fossiles comme les Bennettitales, serait paraphylétique ou même polyphylétique : les Gnétophytes seraient en fait un groupe-frère des Pinophytes ! Fleur et double fécondation seraient apparues indépendamment chez les Angiospermes et les Gnétophytes. En discussion...

⁽⁹⁾ Si les Monocotylédones sont monophylétiques, il n'en va pas de même des *Dicotylédones*. On distingue actuellement un groupe basal paraphylétique (*Magnoliopsida*) d'où émergent deux ensembles monophylétiques : les autres dicotylédones (Eudicotylédones) et les Monocotylédones.

TAXON 4 – OPISTHOCONTES (= CHAMPIGNONS VRAIS ou FUNGI+ METAZOAIRES)

Les « champignons vrais » et les métazoaires forment le groupe monophylétique des Opisthococontes avec les Choanoflagellés (voir ci-dessous). La position des Choanoflagellés est encore controversée : soit ils sont un groupe-frère de l'ensemble champignons + métazoaires, soit des animaux seulement (Cf. râteau sur la Figure 1). Notons que les Myxomycètes (voir I.S.2) pourraient former un groupe-frère des Opisthococontes : on les avait autrefois considérés comme des formes de transition entre métazoaires et champignons, mais ils se brancheraient plutôt à la base de l'ensemble des Opisthococontes. Certains Rhizopodes (I.S.2) et les Haptophytes (I.S.3) pourraient être proches de ce groupe (conditionnel à souligner !). Les Opisthococontes partagent (synapomorphies) : des mitochondries à crêtes aplaties, éventuellement un flagelle unique et postérieur (propulsif = « pulselle », d'où leur nom signifiant « à flagelle postérieur »), la perte de la voie de biosynthèse de la lysine (réinventée par une voie biochimique différente chez les champignons), le glycogène comme forme de réserve et diverses ressemblances moléculaires. Nous distinguerons :

- ◇ Osmotrophes, avec une paroi chitineuse : **4.1. – CHAMPIGNONS VRAIS (= FUNGI)**
- ◇ Phagotrophes, matrice collagénique : **4.2. – METAZOAIRES (= ANIMAUX)**

On mentionne ici, faute de pouvoir les placer plus précisément au sein des Opisthococontes, les **CHOANOFAGELLÉS**. Souvent coloniaux, parfois dotés de plastes, ces organismes unicellulaires ont une collerette de pseudopodes autour du flagelle et ressemblent aux cellules revêtant les cavités internes des éponges ; certains ouvrages les présentaient comme les « ancêtres » des animaux.

4.1 - FUNGI (ou EUMYCOTA, MYCOTA s.s., MYCETES, CHAMPIGNONS VRAIS)

Les Fungi présentent : une diplophase souvent réduite ou absente ; une voie de biosynthèse de la lysine originale ; de la chitine dans la paroi et du glycogène dans le cytoplasme ; une hétérotrophie avec une nutrition absorbotrophe imposée par la paroi. Beaucoup de groupes anciennement rattachés en sont donc exclus : les Oomycètes et groupes voisins, qui sont des Hétérocontes (paroi cellulosique et réserves sous forme de β -1-3 glucanes solubles), les Myxomycètes s.l. (sans chitine ni glycogène, voir IS.2) et bien sûr les Actinomycètes (bactéries filamenteuses Gram +). En revanche, certains unicellulaires parasites considérés comme des Protozoaires (les MICROSPORIDIÉS, comme *Enterocytozoon*, autrefois classées parmi les Archéozoaires, voir IS.1) doivent être réunis aux Fungi pour que ceux-ci soient monophylétiques. Les termes de Siphonomycètes et de Phycomycètes désignent des groupes polyphylétiques, puisqu'ils incluaient les Oomycètes (appartenant aux



Hétérocontes, taxon 2) avec certains Fungi. Attention, les lichens⁽⁶⁾ et les champignons imparfaits⁽⁹⁾ n'ont pas non plus de sens phylogénétique. Noter que la terminaison –mycètes est ici une traduction des désinences –mycota ou –mycotina.

- ◇ Fécondation normale (caryogamie succédant immédiatement à la plasmogamie), hyphe non cloisonné à l'état jeune, pas de structures agrégées (faux-tissus) : Ensemble paraphylétique (mal nommé « Champignons inférieurs »)
 - ◇◇ Cellules nues et flagellées (= zoïdes) pendant une courte période du cycle : *CHYTRIDIOMYCETES* (*Neocallimastix*, symbionte du rumen)
 - ◇◇ Jamais de zoïde, cycle haplophasique : *ZYGOMYCETES*⁽¹⁾ (*Mucor*, *Rhizopus*)
- ◇ Fécondation dissociée en deux étapes (caryogamie différée menant à un dicaryon), hyphe régulièrement cloisonné, possibilité de faux-tissus : *SEPTOMYCETES* (= *DICARYOMYCETES*)⁽¹⁾⁽²⁾
 - ◇◇ Spores méiotiques contenues dans le sporocyste (asque), corps de Woronin⁽³⁾ : *ASCOMYCETES*⁽¹⁾
 - ◇◇◇ Asques non protégés : *HEMIASCOMYCETES* s.l.
 - ◇◇◇◇ : *ARCHIASCOMYCETES*⁽⁴⁾ (*Schizosaccharomyces*, *Taphrina*)
 - ◇◇◇◇ stade levuriforme : *HEMIASCOMYCETES* s.s. (*Saccharomyces*)
 - ◇◇◇ Asques dans une fructification⁽⁵⁾ ± charnue : *EUASCOMYCETES*⁽⁶⁾
 - ◇◇◇◇ Fructif° close (cléistothèce) : *PLECTOMYCETES* (*Oidium*)
 - ◇◇◇◇ Fructif° ouverte par un ostiole (périthèce) : *PYRENOAMYCETES* (*Claviceps*, *Xylaria*)
 - ◇◇◇◇ Fructif° nue (ascostroma) : *LOCULOASCOMYCETES* (le lichen *Verrucaria*)
 - ◇◇◇◇ Fructif° ouverte (apothécie) ou secondairement close (truffe) : *DISCOMYCETES* (*Pyronema*, *Tuber*)
 - ◇◇ Spores méiotiques portées sur un diverticule (stérigmate) du sporocyste (la baside), dolipores⁽³⁾ : *BASIDIOMYCETES*⁽¹⁾
 - ◇◇◇ Basides à corps cloisonné, non protégées, champignons parasites : *HETEROBASIDIOMYCETES* pour partie⁽⁷⁾
 - ◇◇◇◇ Généralement dixènes : *TELIOMYCETES* (= *UREDINOMYCETES*) (Rouilles)
 - ◇◇◇◇ Généralement monoxènes : *USTILAGINOMYCETES* (Charbons)
 - ◇◇◇ Basides à corps entier ou non, portées par une fructification⁽⁵⁾ : *BASIDIOMYCETES* s.s. des nouveaux auteurs
 - ◇◇◇◇ Fructif° gélatineuse, basides cloisonnées : *PROTOBASIDIOMYCETES*⁽⁷⁾ (Champ. chinois)
 - ◇◇◇◇ Fructif° ferme, basides entières : *HYMENOMYCETES*⁽⁸⁾, dont :
 - BOLETALES* (Cèpes, Bolets)
 - AGARICALES* s.l. (*Amanites*, *Agaricus*)
 - RUSSULALES* (Russules, Lactaires)
 - APHYLLOPHORALES* (Polypores, Pied de mouton...)
 - ◇◇ Pas de méiose, reproduction asexuée : *IMPARFAITS* *DEUTEROMYCETES*⁽⁹⁾ (= *CHAMPIGNONS* ou *FUNGI IMPERFECTI*) voir note ⁽⁹⁾ !

⁽¹⁾ Zygo-, Asco- et Basidio-mycètes appartiennent aux Amastigomycètes, champignons terrestres sans flagelle (parfois secondairement aquatique). Centrosome remplacé par un centre organisateur des microtubules, enchassé dans l'enveloppe nucléaire (« Spindle Pole Body »).

⁽²⁾ Ce groupe, les Septomycètes (les hyphes ont des cloisons transversales régulières ou septums) ou Dicaryomycètes (présence d'un état dicaryotique), est aussi parfois appelé maladroitement « Champignons supérieurs ».

⁽³⁾ Il existe toujours un pore au milieu des cloisons transversales des hyphes. Corps de Woronin et dolipores sont des types d'ornementation de ce pore, gouvernant probablement les échanges entre compartiments de l'hyphe.

⁽⁴⁾ Ce groupe hétérogène est parfois exclu des Ascomycètes et considéré comme basal parmi les Septomycètes.

⁽⁵⁾ Organe charnu portant et protégeant les asques ou les basides (synonymes : carpophore, sporophore).

⁽⁶⁾ La plupart des champignons formant des lichens (ascolichens) appartient à différents groupes d'Euascomycètes (quelques basidiolichens existent aussi). Les lichens n'ont pas d'existence propre dans la classification, mais les partenaires (algue ou cyanobactérie et champignon) doivent être classés chacun séparément. Par convention, le nom donné au lichen est celui du champignon.

⁽⁷⁾ Les Hétérobasidiomycètes regroupaient autrefois les Rouilles, les Charbons et divers champignons à fructifications gélatineuses, les Protobasidiomycètes (= Gélumycètes), sur la base d'une baside cloisonnée (de façon variable, d'ailleurs) : ce groupe s'opposait aux Homobasidiomycètes, à basides entières (Cf. ci-dessous). On éclate maintenant ce groupe en séparant les Rouilles et les Charbons et en rapprochant les Protobasidiomycètes des Homobasidiomycètes. Certains conservent « Hétérobasidiomycètes » pour désigner les Protobasidiomycètes.

⁽⁸⁾ Les Gastéromycètes (champignons à basides protégées dans une fructification close, comme les Vesses de Loup) ne sont pas indiqués ici car ce groupe polyphylétique dérive à plusieurs reprises des Hyménomycètes, auquel j'incorpore donc leurs espèces. Le groupe monophylétique qu'on appelait « Homobasidiomycètes » (champignons à basides entières = Gastéromycètes + Hyménomycètes) devient par suite synonyme d'Hyménomycètes au sens où je l'emploie !

⁽⁹⁾ Groupe pratique et fréquemment utilisé, mais en réalité constitué de diverses lignées d'Asco- et Basidio-mycètes n'effectuant plus leur cycle sexué : aucune réalité phylogénétique donc ! À proscrire, indiqué pour mémoire.

4.2 - METAZOAIRE (= ANIMAUX) s.l.

Noter que la mobilité n'est pas une caractéristique générale de ce groupe ! Les métazoaires (animaux au sens strict) se caractérisent surtout par un état pluricellulaire et une hétérotrophie basée sur la phagocytose (absence de paroi). La phagocytose est secondairement perdue chez certaines espèces, à digestion extracellulaire dans le tube digestif. La classification de ces organismes a subi de grandes modifications, et en subira peut-être encore, grâce au recours aux critères moléculaires. En voici une esquisse plus actuelle, basée sur les données moléculaires mais aussi un ré-examen des données morpho-anatomiques et du développement embryonnaire (**Figure 3**).

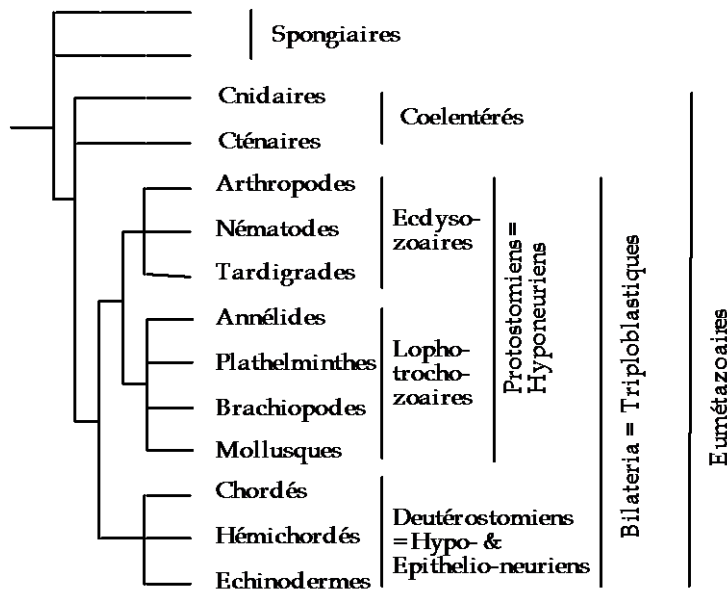


Figure 3. Principaux groupes du taxon 4.2 (Métazoaires).

- ◇ Deux feuillettes embryonnaires :
 - ◇◇ Présence de choanocytes :
 - ◇◇ Présence de cnidocytes :
 - ◇◇ Présence de colloblastes :
 - ◇ Trois feuillettes embryonnaires⁽³⁾ :
 - ◇◇ Bouche généralement, mais pas tj., dérivée du blastopore, animaux hyponeuriens
 - ◇◇◇ Animaux présentant des mues :
 - ◇◇◇ Animaux sans mue, larve trochophore et/ou lophophore :
 - ◇◇ Bouche ne dérivant jamais du blastopore, animaux épi- ou épithélio-neuriens :
- DIPLOBLASTIQUES (= DIBLASTIQUES)⁽¹⁾
 SPONGIAIRES (= PORIFERES)⁽¹⁾ (*Grantia*)
 CNIDAIRES⁽¹⁾⁽²⁾ (*Hydra*)
 CTENAIRES⁽¹⁾⁽²⁾ (= CTENOPHORES)
 TRIPLOBLASTIQUES⁽⁴⁾ (= TRIBLASTIQUES, BILATERIA)
 PROTOSTOMIENS s.l.⁽⁵⁾
 ECDYSOZOAIRES
 (Arthropodes, Tardigrades, Onychophores
 **Nématodes, **Nématomorphes, **Kinorhynches,
 **Priapulides...)⁽⁵⁾
 LOPHOTROCHOZOAIRES⁽⁶⁾
 (Annélides⁽⁷⁾, Mollusques, *Plathelminthes⁽⁵⁾,
 *Némertiens, Brachiopodes, Bryozoaires
 entoproctes, Bryozoaires ectoproctes, **Rotifères,
 **Acanthocéphales, Mésozoaires⁽³⁾...)
 DEUTEROSTOMIENS s.l.⁽⁵⁾
 (Chordés, Hémichordés et Echinodermes)



* autrefois classés parmi les Acoelomates

** autrefois classés parmi les Coelomates

(1) Les Diploblastiques (= Diblastiques) seraient paraphylétiques : les Coelentérés⁽²⁾ formeraient un groupe monophylétique avec les Triploblastiques, tandis que les Spongiaires pourraient former un groupe monophylétique avec les Choanoflagellés. Débat encore ouvert... Par ailleurs, les Spongiaires semblent paraphylétiques, les éponges calcaires étant le groupe-frère des Eumétazoaires (note ci-dessous).

(2) Les Coelentérés (= Radiés) = Cténaïres + Cnidaires forment un groupe probablement paraphylétique. C'est l'ensemble Coelentérés + Triblastiques qui est monophylétique, constituant les Eumétazoaires (caractérisés par des gap-jonctions, des cellules musculaires et neuronales).

(3) Parmi les triblastiques, les Mésozoaires sont des parasites d'animaux marins, très régressés et comprenant un unique feuillet épithélial cilié, entourant les cellules sexuelles (taille < 7 mm) : on les a considérés à tort comme un « chaînon manquant monoblastique » avec les unicellulaires. Encore une régression trompeuse !

(4) Des unicellulaires autrefois classés dans les « Protozoaires », les Myxozoaires (parasites d'animaux marins et d'eau douce, qui n'ont rien à voir avec les Myxomycètes) appartiendraient à ce groupe (évolution régressive).

(5) Les phylogénies moléculaires ont profondément bouleversé notre vision traditionnelle des Triploblastiques, où évolution régressive et évolution convergente ont effacé la phylogénie au niveau morphologique. On les divisait autrefois sur la base du creusement d'une cavité dans le mésoderme, le coelome, séparant ainsi les Coelomates des Acoelomates. Les Pseudocoelomates, où le mésoderme se dissocie partiellement, étaient considérés comme intermédiaires dans l'évolution vers le coelome. Tout ceci est à rejeter : Pseudocoelomates et Acoelomates sont en fait dérivés, par perte secondaire du coelome, et seuls trois grands taxons sont à distinguer : Ecdyzoaires, Lophotrochozoaires et Deutérostomiens. Les Acoelomates (marqués d'une étoile*) et les Pseudocoelomates (marqués de deux étoiles**) sont distribués parmi les Protostomiens *s.l.*, témoignant de pertes multiples du coelome.

Proto- et Deutéro-stomiens étaient, au sens strict, des divisions des Coelomates sur la base du devenir du blastopore (bouche ou anus, respectivement). On en propose ici une acception élargie, qui devient redondante avec la position du système nerveux : Lophotrochozoaires = Hyponeuriens ; Deutérostomiens = Epi- + Epithélio-neuriens.

Dans le détail, certains groupes ont été redivisés : c'est le cas des Bryozoaires, dont les deux divisions (Endoproctes = Kamptozoaires et Ectoproctes = Bryozoaires *s.s.*) ne formeraient pas un groupe monophylétique. Ce sera peut-être le cas d'autres groupes à l'avenir...

(6) Aucune caractéristique commune pour ce groupe, en dehors de signatures moléculaires : il y a cependant presque toujours une larve trochophore et/ou un lophophore (organe disposé autour de la bouche, à rôle alimentaire et respiratoire, cilié et contenant des extensions coelomiques), d'où le nom de Lopho/trocho/zoaires.

(7) Les Annélides ne forment un groupe monophylétique que si on leur ajoute les embranchements para-annéliens classiques : Sipunculidés, Echiuridés, Vestimentifères, ...

REMARQUES FINALES

Tout ce qui précède remet en question quelques regroupements habituels, qui ne sont plus considérés comme monophylétiques. Certains doivent probablement être abandonnés (je les indique en italique), d'autres posent des problèmes plus délicats : voici, sous la forme d'un glossaire, quelques réflexions finales.

Algues : organismes photosynthétiques pluricellulaires ou non, majoritairement aquatiques. Aucun sens phylogénétique : ce mot exclut les végétaux terrestres alors qu'il inclut les algues vertes qui sont un groupe-frère de ceux-ci ; cependant, il réunit des lignées très diverses : Euglènes, Algues rouges, Algues vertes, Hétérocontes plastidiés... (voir Figure 1) - en fait, presque tout ce qui possède des plastides. Or, dans l'évolution, des endosymbioses ont maintes fois mené à la mise en place de plastides, dans les organismes les plus variés, par internalisation de cyanobactéries ou d'autres algues eucaryotes. Ce terme peut être néanmoins repris pour désigner une stratégie écologique : acquisition d'endosymbiontes photosynthétiques, puis souvent d'une paroi (perte de la phagocytose), en milieu aquatique. Toutefois, il existe diverses algues vertes terrestres (Pleurocoques, Diatomées, algues des lichens...). Enfin, certaines algues sont secondairement non chlorophylliennes (algues rouges parasites par ex.) : il n'y a guère de bonne définition, car il n'y a pas de caractère complètement partagé ! Voir aussi « Cyanobactéries ».

Algues vertes : terme délicat d'emploi, correspondant à « Chlorophytes *s.l.* » ; il comprend les Chlorophytes *s.s.* et les Charophytes, en excluant les Archégoniatiens. C'est donc un groupe paraphylétique, quoique très pratique d'usage...

Amibes : organismes généralement unicellulaires et sans paroi, se déplaçant par des mouvements d'expansion-rétraction cellulaire (pseudopodes). De très nombreux groupes affectent ce mode de déplacement, qui n'a guère de valeur systématique ! La forme des pseudopodes est néanmoins intéressante pour distinguer certains groupes (lobopodes, axopodes, ... voir IS.2).

Champignons : organismes généralement filamenteux, hétérotrophes et dotés d'une paroi (nutrition absorbotrophe donc, pas de phagocytose). Polyphylétique, ce groupe comprend plusieurs lignées évolutives (champignons vrais et Oomycètes, qui sont des Hétérocontes) et traduit une convergence évolutive. On peut selon le contexte soit le réserver strictement aux Fungi, soit l'utiliser pour désigner une stratégie écologique en

milieu terrestre, caractérisée par la présence d'hyphe et l'hétérotrophie (conduisant dans toutes les lignées au saprophytisme, au parasitisme ou au mutualisme).

Champignons imparfaits : septomycètes à reproduction purement asexuée, sans méiose. En fait, tous sont soit des ascomycètes, soit des basidiomycètes : ce groupe est donc polyphylétique. Terme dont l'usage est pratique, mais discutable à mon avis, pour qualifier une stratégie de reproduction purement mitotique.

Chromista : regroupait les Chromophytes avec quelques organismes non photosynthétiques (Oomycètes,...) : à proscrire comme Chromophytes (voir ce mot).

Chromophytes : regroupement d'algues, variable selon les auteurs, comprenant les Ochrophytes (Hétérocontes photosynthétiques), les Dinophytes, les Cryptophytes et les Haptophytes, voire certains Choanoflagellés, au vu de particularités cytologiques semblables (chlorophylle *c* et flagellation par exemple). Ce groupe polyphylétique (qui ratisse large !) est à proscrire, tout comme Chromista (voir ce mot).

Coelomates : organismes animaux dont le mésoderme est creusé d'une cavité, le coelome : comme le montre l'émergence répétée d'acoelomates au sein de taxons coelomates, le groupe des « Coelomates » n'a plus aucun sens phylogénétique ! Ce terme peut être utilisé adjectivement, sans plus (voir taxon 4.2).

Cormophytes : organismes végétaux verts dotés d'un axe (tige) dressé, ou cormus. Inclut la plupart des Archégoniates, sauf certaines Hépatiques dites « à thalle » (voir « Thallophytes »). Aucune valeur phylogénétique : peut être, au plus, utilisé comme qualificatif morphologique en langage courant.

Cryptogames : organismes « à noces cachées », c'est-à-dire n'appartenant pas aux Phanérogames (Cf. taxon 3). Comme « Thallophyte », c'est un terme "poubelle" créé par les botanistes il y a longtemps... et qui recouvre des entités de différentes origines. À proscrire, tandis que « Phanérogames », plus homogène (= Radiatopses), peut être retenu.

Cyanelles : nom donné à des organites cellulaires considérés, sur la base de ressemblances en microscopie électronique, comme des cyanobactéries endosymbiotiques dans des « Protozoaires » (voir « Cyanobactéries »). En fait, ce sont souvent d'authentiques plastes (comme en témoigne leur génome régressé) et les organismes les abritant se rattachent à différents groupes : les Glaucocystophytes (taxon 3) surtout, mais aussi des Rhizopodes ou des Rhodobiontes. Terme à éviter dans ces cas-là, mais qui peut être conservé pour les cyanobactéries endosymbiotiques (par analogie à chlorelles, xanthelles...).

Cyanobactéries, Cyanophycées : eubactéries photosynthétiques dotées de chlorophylle *a* et de phycobilisomes (pour ce mot, voir taxon 3.1), parfois fixatrices d'azote. Ces procaryotes sont à l'origine des plastes des algues, mais vivent aussi à l'état libre dans l'eau et sur terre. Sont-ce des algues, comme leurs anciens noms (Cyanophycées ou Algues Bleues, à éviter aujourd'hui) le suggèrent ? Non, si l'on restreint le terme algue aux Eucaryotes (tendance générale actuellement). Mais cette restriction paraît arbitraire à certains : les algologues définissent les algues comme l'ensemble des organismes à chlorophylle *a* et y incluent donc les cyanobactéries ! Les anglo-saxons les comprennent habituellement dans les « *Algae* ». Cette querelle de définition ne doit pas laisser oublier deux faits : écologiquement, les cyanobactéries ont un rôle de producteur primaire proche des algues eucaryotes ; évolutivement, elles sont le « point commun » des algues eucaryotes, qui possèdent toutes un plaste... dérivant plus ou moins directement d'une cyanobactérie !

Flagellés : organismes généralement unicellulaires dotés d'un flagelle (undulipodia). De très nombreux groupes affectent ce mode de locomotion, qui n'a guère de valeur systématique à cette échelle !

Gymnospermes : pour en faire un groupe monophylétique, exclure les « Gymnospermes natrices » (les Cycadophytes et les Gynkgophytes, à spermatozoïde nageur dans la chambre micropylaire) pour le réduire aux Pinophytes = Coniférophytes (les « Conifères »).

Hémiascomycètes : Dans la définition ancienne, tous les Ascomycètes n'appartenant pas aux Euscomycètes (dont *Saccharomyces cerevisiae*). Cette définition correspond à un groupe « poubelle » paraphylétique. Au sens moderne (voir taxon 4.1), on en exclut les Archiascomycètes afin d'établir un groupe probablement monophylétique.

Hétérobasidiomycètes (= Phragmobasidiomycètes ou Hémibasidiomycètes) : Basidiomycètes à basides cloisonnées (dont les Rouilles et les Charbons, qui en sont parfois exclus actuellement - voir les deux acceptions dans le taxon 4.1). Groupe poubelle, paraphylétique dans tous les cas, à proscrire théoriquement, bien que son usage risque de perdurer ...

Lichens : organismes chimériques, formés d'algues vertes, voire de cyanobactéries, et de champignons basidiomycètes ou, le plus souvent, ascomycètes. Terme sans valeur phylogénétique (l'état lichénique est apparu au moins 5 fois dans l'évolution des Septomycètes !).

Myxomycètes : groupe aux dimensions variables selon les auteurs, il comporte des organismes amiboïdes formant un plasmode (vrai ou fait d'une agrégation de cellules à un stade du développement, voir note 4 dans le regroupement IS.2). Initialement réuni aux champignons (car il y a souvent une étape de sporulation), ce groupe



est maintenant isolé et certaines lignées en ont été séparées (Labyrinthulidomycètes = Labyrinthulides et Thraustochytridiomycètes dans les Hétérocontes, Acrasides dans les Heterolobosa - IS.2).

Phycomycètes : « Champignons algues », c'est-à-dire à cellules flagellées à un stade de leur cycle. Regroupant autrefois les Oomycètes (Hétérocontes) et les Chytridiomycètes (Fungi), ce groupe est polyphylétique (voir « Siphomycètes » et taxon 4.1).

Préspermaphytes, Préspermatophytes : (la seconde graphie, utilisée par Linnée dès 1753, est à préférer ; en toute rigueur, ce serait Préspermophytes qui conviendrait le mieux) ce groupe comprenant les Cycadophytes et les Gynkophytes est en fait polyphylétique ; d'ailleurs, les ressemblances de la reproduction de ces végétaux entre eux et avec les Spermaphytes cachent quelques convergences !

Protistes (= Protoctistes) : organismes eucaryotes, à l'exception des champignons, des animaux et des végétaux verts, selon Margulis et Corliss. « Règne » défini à l'époque où on individualisait des règnes pour les champignons, les animaux et les végétaux verts. Il avait l'intérêt de réunir Protophytes et Protozoaires (voir ces mots), qui ne constituent pas des groupes disjoints, et d'y relier des pluricellulaires (dont les Algues Rouges et Brunes). C'est néanmoins un groupe polyphylétique, d'envergure souvent variable selon les auteurs.

Protophytes : anciennement, organismes unicellulaires ou coloniaux autotrophes (nommés avec le sous-entendu discutable qu'ils « précèdent » les végétaux : *proto-*). C'est un groupe clairement polyphylétique ! La transition à l'état pluricellulaire s'effectue à plusieurs reprises, dans plusieurs taxons, et certains organismes sont unicellulaires par régression. Terme vieilli, tout au plus utilisable comme qualificatif en langage courant (unicellulaire phototrophe).

Protozoaires : anciennement, organismes unicellulaires voire coloniaux généralement hétérotrophes, classés auprès des animaux (conçus avec le sous-entendu douteux qu'ils « précèdent » les animaux dans l'évolution : *proto-*). En fait, ces organismes appartiennent à des lignées diverses, dont certaines comprennent aussi des organismes photosynthétiques (les anciens ouvrages discutent d'ailleurs les limites animal/végétal, autour de l'Euglène par exemple). On y trouve des organismes dérivés d'ancêtres pluricellulaires : microsporidies dans le taxon 4.1 ou myxozoaires dans le taxon 4.2. Groupe polyphylétique et terme au plus utilisable comme qualificatif en langage courant (unicellulaire hétérotrophe). On lui préférera le nom exact du groupe concerné !

Psilophytes, Psilopsides,... : groupe réunissant les genres actuels *Psilotum* (Psilote) et *Tmesipteris* à des fossiles du Siluro-dévonien. Il semble que les premiers soient des Filicophytes (Fougères) régressés et qu'ils n'aient pas d'affinités avec les seconds (réversion).

Pyrrophytes : regroupement des Cryptophytes et des Dinophytes, qui n'ont rien à voir ensemble ! Polyphylétique, à exclure.

Rhizopodes : Groupement d'unicellulaires dont l'envergure varie selon les auteurs, mais le plus souvent polyphylétique.

Siphomycètes (= Siphonomycète) : « Champignons à siphon », c'est-à-dire à hyphes coenocytiques, dépourvus de cloisons. Regroupant autrefois les Oomycètes (Hétérocontes) et les « Champignons Inférieurs » (Chytridiomycètes et Zygomycètes, appartenant aux Fungi), ce groupe est polyphylétique (voir « Phycomycètes » et taxon 4).

Thallophytes : organismes non cormophytes (voir ce mot) : leur appareil végétatif ne possède pas de cormus... Terme poubelle regroupant des unicellulaires et divers pluricellulaires (algues et champignons) : le thalle n'a donc aucune unité de structure ou d'origine (il est défini négativement). Cela comprend de très nombreux groupes indépendants !

Végétaux : au sens large, englobe les organismes dotés de paroi et de vacuole (deux caractéristiques allant de pair), hétérotrophes (champignons - voir ce mot) ou autotrophes (algues – voir ce mot - et végétaux terrestres) ; au sens strict, englobe seulement les phototrophes (dotés de plaste – alors, certains organismes sans paroi, comme les Euglènes, peuvent y être rattachés). On comprend que les végétaux ne sont monophylétiques dans aucune des deux définitions (Figure 1). Mais les végétaux définis sur le critère photosynthétique ont en commun la capacité d'effectuer la photosynthèse et de nombreuses convergences évolutives s'opèrent. Ce terme caractérise alors surtout une stratégie écologique (autotrophie par endosymbiose), apparue à plusieurs reprises. Voir aussi « Algues » et « Cyanobactéries ».

BON DE COMMANDE (liste fournie en 3^{ème} de couverture)



**SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SYSTÉMATIQUE
BULLETIN DE COMMANDE BIOSYSTEMA**

NOM : PRÉNOM :

ADRESSE :
.....
.....

Je commande les BIOSYSTEMA numéros :

(pour Biosystema 12, précisez : Environnement Apple, IBM, ou Unix)

au prix TTC :FF (France, Étranger : 150 FF franco de port)
(membres SFS : 100 FF franco de port)
une réduction de 50% est accordée aux étudiants membres de la SFS.

et je joins pour leur paiement un chèque d'un montant de :FF
à l'ordre de la SFS (CCP7-367-80D PARIS)

Les commandes doivent être adressées à :

 **Société Française de Systématique, Secrétariat, 61 rue Buffon, 75005 Paris.**



LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SYSTÉMATIQUE

DEMANDE D'ADHÉSION

La Société Française de Systématique réunit les systématiciens ou les personnes intéressées par la Systématique et les informe en publiant un *Bulletin*. Elle convie ses membres à des colloques annuels transdisciplinaires, au cours desquels les systématiciens et d'autres scientifiques peuvent s'exprimer et débattre.

Extraits des statuts :

Article 2 : La Société Française de Systématique se donne pour but de promouvoir l'étude scientifique des organismes dans leur diversité, de leur évolution dans l'espace et le temps et des classifications traduisant leurs rapports mutuels. Elle veillera à :

- * faciliter les rapports entre les systématiciens de toutes spécialités de la biologie et de la paléontologie.
- * encourager les échanges d'informations et la diffusion des connaissances sur la systématique.
- * promouvoir la systématique dans ses aspects théoriques et pratiques au sein de la recherche et de l'enseignement.
- * représenter la systématique auprès des pouvoirs publics et des organismes nationaux et internationaux publics et privés.

Article 5 : L'admission a lieu sur parrainage d'un membre ; elle est soumise à l'approbation du Conseil.

REEMPLIR LE QUESTIONNAIRE EN LETTRES CAPITALES S.V.P.

LA COTISATION ANNUELLE EST FIXÉE À 120,00 FF PAYABLES PAR CHÈQUE BANCAIRE OU CCP A L'ORDRE DE LA SOCIÉTÉ (CCP 7-367-80 D PARIS).



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SYSTÉMATIQUE DEMANDE D'ADHÉSION

☒ Société Française de Systématique, Secrétariat, 61 rue Buffon, 75005 Paris.

NOM : PRÉNOMS :

DATE DE NAISSANCE :

ADRESSE PERSONNELLE :

.....

ADRESSE PROFESSIONNELLE :

.....

TITRE ET FONCTION :

SPÉCIALITÉ ET CENTRE D'INTÉRÊT :

.....

PARRAIN :

TEL. PROF. : TEL. PERS :

FAX : : COURRIER ELECTR. :

LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SYSTÉMATIQUE

APPEL À COTISATION - ANNÉE 2001

Nous vous remercions de bien vouloir vous acquitter dès que possible de votre cotisation.

Le document ci-dessous pourra nous être retourné avec votre chèque, ou transmis comme bon de commande aux services financiers de l'organisme prenant en charge votre cotisation. Nous vous rappelons que, pour faciliter le suivi de la trésorerie, votre chèque doit être envoyé à notre secrétariat et non directement aux chèques postaux.

Nous avons le regret d'informer nos collègues non français que, compte tenu du montant prohibitif des prélèvements effectués au titre des frais de virements internationaux, nous sommes contraints de refuser certaines modalités de paiement, notamment les formules « Eurochèques ». Nous les prions de bien vouloir s'informer du montant des taxes en vigueur avant d'effectuer leur virement et de bien vouloir majorer leur paiement du montant de la taxe.

Le Bureau



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SYSTÉMATIQUE RENOUVELLEMENT DE COTISATION - ANNÉE 2001

Pour l'année 2001, le montant de la cotisation s'élève à **120,00 FF**

1. Je règle ce jour ma cotisation 2001 120, 00 FF

2. Je souhaite recevoir le(s) « Biosystema » N°
au prix de 100,00 FF par exemplaire, soitFF

3. DiversFF

TOTAL FF

Nom Prénom Ville

Adresse complète (**seulement** en cas de changement à porter au fichier) :

.....
.....
.....
.....

Prière d'adresser votre règlement accompagné du présent document (complété par le nom du sociétaire concerné par ce règlement) à :

 **Société Française de Systématique, Secrétariat, 61 rue Buffon, 75005 Paris**



(CCP 7-367-80 D PARIS)

