

RICHARD BLANCHETTE

**LE PROBLÈME DE LA CLASSIFICATION
EN ZOOLOGIE**

Thèse
présentée
à la Faculté des études supérieures
de l'Université Laval
pour l'obtention
du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.)

Doctorat en philosophie
FACULTÉ DE PHILOSOPHIE
UNIVERSITÉ LAVAL

JUIN 2002

© Richard Blanchette, 2002

PREMIER RÉSUMÉ

Le point de départ de notre recherche est le constat que, depuis près de cinquante ans, trois écoles de taxinomie s'affrontent sur le terrain de la taxinomie historique, sans qu'il ne paraisse y avoir d'entente en vue.

La lecture attentive des textes fondateurs des différentes écoles nous a permis de constater que le débat perdure en raison d'une compréhension insuffisante des conceptions philosophiques sur lesquelles les écoles font reposer leurs positions. En effet, les écoles semblent incapables de sortir du dilemme que leur posent leur acceptation de la condamnation de l'essentialisme et leur hésitation à embrasser pleinement l'anti-réalisme épistémologique. C'est pourquoi elles reportent leur attention sur la question de l'objectivité en science et proposent, en fin de compte, des approches différentes de la prise de décision.

Pour conclure, l'élaboration d'une taxinomie rationnelle pourrait peut-être contribuer à dénouer l'impasse. Il importe toutefois de demeurer très prudent. Les recherches empiriques actuelles en *evolutionary developmental biology (evo-devo)* et la notion aristotélicienne de *nature* mériteraient d'être creusées davantage à cet égard.

DEUXIÈME RÉSUMÉ

Le point de départ de notre recherche est le constat que, depuis près de cinquante ans, trois écoles de taxinomie s'affrontent sur le terrain de la taxinomie historique, sans qu'il ne paraisse y avoir d'entente en vue. En effet, malgré des décennies de débat, la classification évolutionniste, la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique n'arrivent tout simplement pas à s'entendre sur les principes et les méthodes devant servir à classer *naturellement* les animaux.

Nos lectures nous ont permis de constater que les discussions entre les écoles sont influencées par :

- La thèse ontologique selon laquelle seuls les individus existent véritablement;
- Le principe méthodologique comme quoi il ne faut pas multiplier les êtres sans nécessité ;
- La pensée instrumentale, qui se manifeste dans l'importance accordée aux retombées pratiques pour justifier l'entreprise de connaissance ;
- L'idée que l'homme est la mesure des choses, qui nous incite à concevoir les objets de la connaissance avant tout comme une construction conforme à la raison humaine ;
- Les idées véhiculées par certains courants en philosophie des sciences, notamment l'empirisme et le réfutationnisme naïf.

Au demeurant, nos lectures nous ont surtout conduits à constater que le débat perdure en raison d'une compréhension insuffisante des conceptions philosophiques sur lesquelles les écoles font reposer leurs positions. En effet, les écoles semblent incapables de sortir du dilemme que leur posent leur acceptation de la condamnation de l'essentialisme et leur hésitation à embrasser pleinement l'anti-réalisme épistémologique. C'est pourquoi elles reportent leur attention sur la question de l'objectivité en science et proposent, en fin de compte, des approches différentes de la prise de décision.

Pour conclure, l'élaboration d'une taxinomie rationnelle pourrait peut-être contribuer à dénouer l'impasse. Il importe toutefois de demeurer très prudent. Les recherches empiriques actuelles ⁴⁷en *evolutionary developmental biology (evo-devo)* et la notion aristotélicienne de *nature* mériteraient d'être creusées davantage à cet égard.

AVANT PROPOS

Ce travail de recherche fait suite au mémoire de maîtrise en philosophie des sciences que j'ai déposé au mois de décembre 1987 à l'Université Laval.

Je traitais alors du débat en paléobiologie qui oppose, à l'intérieur du programme de recherche néodarwinien, les tenants du modèle gradualiste (Simpson et Gingerich) aux tenants du modèle des équilibres intermittents (Eldredge et Gould).

Pour les premiers, l'évolution se déroule de façon graduelle et continue tandis que, pour les seconds, la transformation des espèces est épisodique puisque entre de longues périodes de relative stabilité s'intercalent de courtes périodes d'intense transformation.

Or, à l'époque, je concluais mon mémoire de maîtrise en mentionnant quelques avenues de recherche à explorer dont la systématique (taxinomie).

Il ne faut, surtout, pas croire que le débat se limite uniquement à la paléontologie car plusieurs avenues de recherche restent à explorer et plusieurs disciplines - dont, pour n'en nommer que quelques unes (sic), la biostratigraphie, la phylogénie et la systématique - sont touchées par les discussions entourant les modèles paléobiologiques (Blanchette, 1987, p. 100).

De fait, dans leur livre *Phylogenetic Patterns and Evolutionary Process*, publié en 1980, Niles Eldredge et Joel Cracraft établissent un lien étroit entre la façon d'envisager l'arrangement (*pattern*) du monde animal et le(s) processus évolutif(s) mis de l'avant pour expliquer le transformisme animal.

La présente thèse est le résultat de ma lecture du débat en taxinomie et de ma compréhension du problème de la classification en zoologie. Je me suis penché avant tout sur les fondements philosophiques des positions défendues par les taxinomistes. J'ai ainsi cherché à mettre à jour les idées philosophiques qui sous-tendent le débat en taxinomie en concentrant mes efforts sur ce que disent les taxinomistes dans leur champ d'expertise.

En terminant qu'il me soit permis de remercier, en premier, mon directeur de thèse, monsieur Warren Murray, pour sa patience, ses précieux conseils et ses observations intelligentes, et ensuite monsieur François Tournier (membre du comité de thèse, prélecteur et évaluateur) qui m'a grandement aidé par ses commentaires francs et généreux. Je tiens aussi à remercier les

deux autres évaluateurs, madame Marie Georges et monsieur Pierre Morrissette pour leurs intéressants commentaires, et monsieur Victor Thibaudeau qui a agi comme membre du comité de thèse. Enfin, je remercie ma conjointe, Hélène Poulin, pour le support matériel et moral. Finalement, je souhaite bonne lecture à tous ceux et à toutes celles qui auront ce document entre les mains un jour ou l'autre (je pense en particulier à mon fils Simon, à mes collègues de travail et à mes ami(e)s et connaissances).

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
PREMIER RÉSUMÉ	I
DEUXIÈME RÉSUMÉ	II
AVANT PROPOS.....	III
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
PREMIÈRE PARTIE LE BUT DE L'ACTIVITÉ CLASSIFICATOIRE	21
CHAPITRE 1 L'ÉDIFICATION D'UN SYSTÈME GÉNÉRAL DE RÉFÉRENCE.....	22
1.1 LES CLASSIFICATIONS GÉNÉRALES ET LES CLASSIFICATIONS PARTICULIÈRES	22
1.2 LES CRITÈRES POUR JUGER LES CLASSIFICATIONS	23
1.3 L'ÉDIFICATION D'UN SYSTÈME GÉNÉRAL DE RÉFÉRENCE	24
1.4 LE DÉBAT EN TAXINOMIE ET LA PENSÉE INSTRUMENTALE	25
CHAPITRE 2 L'ÉTABLISSEMENT DE CLASSIFICATION NATURELLE.....	22
2.1 LA RAISON CLASSIFICATOIRE	23
2.2 PHYLOGÉNIE ET CLASSIFICATION	26
2.3 LE DÉBAT EN TAXINOMIE ET LE BUT DE L'ACTIVITÉ CLASSIFICATOIRE.....	29
DEUXIÈME PARTIE LES MÉTHODES DE CLASSIFICATION.....	41
CHAPITRE 3 L'ACTIVITÉ CLASSIFICATOIRE	42
3.1 L'UNITÉ DE BASE DE LA CLASSIFICATION	42
3.2 LA TÂCHE DES TAXINOMISTES	45
3.3 LE DÉBAT EN TAXINOMIE ET L'ACTIVITÉ CLASSIFICATOIRE	48
CHAPITRE 4 LA CLASSIFICATION AU NIVEAU DES ESPÈCES (TAXA).....	50
4.1 LES CONCEPTS D'ESPÈCE (CATÉGORIE TAXINOMIQUE)	50
4.2 LES PROCÉDURES	56
4.3 LE DÉBAT EN TAXINOMIE ET LA DÉTERMINATION DES ESPÈCES	60
CHAPITRE 5 LA CLASSIFICATION AU NIVEAU DES TAXA SUPÉRIEURS	64
5.1 CHOISIR LES SPÉCIMENS.....	64
5.2 DIVISER LES SPÉCIMENS EN CARACTÈRES	65
5.3 TRADUIRE MATHÉMATIQUEMENT ET/OU TRIER LES CARACTÈRES	66
5.4 REGROUPER LES ESPÈCES OU LES UTOS	70
5.5 ATTRIBUER UN RANG AUX REGROUPEMENTS	79
TROISIÈME PARTIE LE PROBLÈME DE LA CLASSIFICATION EN ZOOLOGIE	85
CHAPITRE 6 LE REJET DE LA CLASSIFICATION TYPOLOGIQUE	87
6.1 LA POSITION DES ÉCOLES	88
6.2 LA CRITIQUE DE L'ESSENTIALISME	92
CHAPITRE 7 LA CRITIQUE DE LA CONDAMNATION DE L'ESSENTIALISME	103
7.1 L'ORIGINE DE LA NOTION D'ESSENCE CRITIQUÉE	106
7.2 RÉEXAMEN DE LA NOTION ARISTOTÉLICIEUNE DE NATURE	112
7.3 LA DIVISION NATURELLE ET LES SIX SENS DU MOT <i>DIVISION</i>	116

7.4	LA CLASSIFICATION NATURELLE	120
CHAPITRE 8	L'ANTI-RÉALISME ÉPISTÉMOLOGIQUE.....	123
8.1	LA POSITION DES CLASSIFICATIONNISTES	124
8.2	LA POSITION DES PHYLOGÉNISTES.....	129
8.3	LA RÉALITÉ DE L'ESPÈCE (CATÉGORIE TAXINOMIQUE).....	134
8.4	LE STATUT ONTOLOGIQUE DES TAXA SUPÉRIEURS	135
CHAPITRE 9	LA TAXINOMIE : ART OU SCIENCE ?	139
9.1	L'APPROCHE PROCÉDURALE	146
9.2	L'APPROCHE STRATÉGIQUE.....	162
CONCLUSION GÉNÉRALE.....		167
BIBLIOGRAPHIE		173
GLOSSAIRE.....		188

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1 Les trois écoles.....	18
Tableau 2 Le but de l'activité classificatoire	31
Tableau 3 L'activité classificatoire	47
Tableau 4 La procédure de discrimination des espèces.....	58
Tableau 5 Grille d'identification	59
Tableau 6 L'activité classificatoire au niveau de l'espèce.....	63
Tableau 7 Matrice de valeurs quantitatives	67
Tableau 8 Les trois premières étapes.....	70
Tableau 9 Matrice d'indices de similitude	71
Tableau 10 Le regroupement des espèces.....	79
Tableau 11 La hiérarchisation des taxa	85

INTRODUCTION GÉNÉRALE

*Only when they must choose between competing theories
do scientists behave like philosophers.*

Kuhn, 1977, p. 273¹

Nous allons, pour commencer, faire un bref tour d'horizon des cinquante dernières années qui ont vu la classification évolutionniste, la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique s'affronter autour des principes et des méthodes les mieux à même de garantir l'établissement de classifications biologiques qui soient à la fois naturelles et utiles aux autres biologistes. Ensuite, nous expliquerons pourquoi nous croyons essentiel de tenir compte de la position des trois écoles susmentionnées. Cet historique et cette mise au point permettront de mieux saisir l'objet de notre étude et la thèse que nous défendons.

1. L'historique du débat en taxinomie

En survolant les articles scientifiques publiés au cours des cinq dernières décennies dans *Systematic Zoology*, le journal de l'American Society of Systematic Zoology, nous constatons rapidement que les mêmes sujets ont retenu l'attention, notamment :

- Le choix des caractères (morphologiques et autres), leur pondération et le problème de l'homologie² lié à la convergence³ et au parallélisme⁴ ;

¹ In one of his most evocative essays, Sir Karl traces the origin of "the tradition of critical discussion [which] represents the only practicable way of expanding our knowledge" to the Greek philosophers between Thales and Plato, the men who, as he sees it, encouraged critical discussion both between schools and within individual schools. The accompanying description of pre-Socratic discourse is most apt, but what is described does not at all resemble science. Rather it is the tradition of claims, counterclaims, and the debates over fundamentals which, except perhaps during the Middle Ages, have characterized philosophy and much of social science ever since. Already by the Hellenistic period mathematics, astronomy, statics, and the geometric parts of optics had abandoned this mode of discourse in favor of puzzle solving. Other sciences, in increasing numbers, have undergone the same transition since. In a sense, to turn Sir Karl's view on its head, it is precisely the abandonment of critical discourse that marks the transition to a science. Once a field has made that transition, critical discourse recurs only at moments of crisis when the bases of the field are again in jeopardy. Only when they must choose between competing theories do scientists behave like philosophers. That, I think, is why Sir Karl's brilliant description of the reasons for the choice between metaphysical systems so closely resembles my description of the reasons for choosing between scientific theories. In neither choice, as I shall shortly try to show, can testing play a quite decisive role (Kuhn, 1977, p. 272-273).

² HOMOLOGIE, n.f. Partage d'un même caractère par différentes espèces en raison d'une ascendance commune.

³ CONVERGENCE, n.f. Ressemblance apparue indépendamment dans différents taxa (d'après Tassy, 1986).

- La définition de l'espèce comme catégorie taxinomique⁵ et comme taxon⁶ ;
- Le statut ontologique des taxa supérieurs et la définition de ce qu'est un groupe monophylétique⁷;
- Le lien entre le processus évolutif mis de l'avant par les théoriciens de l'évolution et l'arrangement des animaux (*pattern*) proposé par les taxinomistes ;
- La relation entre l'activité classificatoire et la construction des phylogénies⁸.

Dans les années cinquante, les discussions tournent autour de la *nouvelle systématique* d'Huxley (1940) qui propose de prendre acte de l'évolution dans l'étude de la diversité animale. Le problème fondamental de la taxinomie doit être, selon cette nouvelle approche de la classification, de reconnaître le travail de l'évolution (*detecting evolution at work*) dans

⁴ PARALLÉLISME, n.m. Il s'agit d'un cas particulier de convergence où la ressemblance est apparue indépendamment dans différents taxa proches parents (d'après Tassy, 1986).

⁵CATÉGORIE, n.f. Niveau hiérarchique d'inclusion subordonné à un niveau hiérarchique d'inclusion supérieur et coordonnant des classes de taxons considérées comme comparables ou équivalentes en fait ou en droit et pouvant en conséquence être traitées de façon similaire en nomenclature (d'après Tassy, 1986). Les principales catégories taxinomiques dans la hiérarchie linnéenne sont en ordre croissant d'inclusion : l'espèce, le genre, la famille, l'ordre, la classe, le phylum et le règne.

⁶ TAXON, n.m. (pluriel : des taxons, des taxa). Groupe d'organismes reconnu en tant qu'unité formelle à chacun des niveaux de la classification (d'après Tassy, 1986). Par *taxon*, il faut donc entendre les espèces, les genres, les familles, les ordres, les classes, les phyla qui regroupent des organismes vivants. Par exemple, l'auteur de ces lignes appartient à au moins sept taxa de catégorie taxinomique différente. En effet, je suis un animal (règne) Vertébrés (phylum) Mammifères (classe) Primates (ordre) Hominidés (famille) Homo (genre) sapiens (espèce).

⁷ Le terme monophylétique n'est pas défini de la même façon par la systématique phylogénétique et la classification évolutionniste. Nous avons donc deux définitions.

MONOPHYLÉTIQUE sensu Simpson (1961), adj. Dans la terminologie de la classification évolutionniste, un groupe est dit monophylétique s'il provient d'une ou plusieurs lignées appartenant à un seul taxon de même rang ou d'un rang inférieur. Par exemple, un genre (taxon) monophylétique provient d'un seul genre (taxon) ancestral et une classe (taxon) monophylétique provient d'une seule classe ancestrale (taxon).

MONOPHYLÉTIQUE sensu Hennig (1966), adj. Dans la terminologie de la systématique phylogénétique, un groupe est dit monophylétique s'il comprend seulement une espèce-mère (*stem species*) et toutes les espèces (taxa) qui descendent de celle-ci.

⁸ PHYLOGÉNIE, n.f. Histoire de la descendance des groupes d'êtres vivants (taxa) au cours des temps géologiques. Un peu comme l'ontogénie décrit les différents étapes du développement embryonnaire d'un organisme, la phylogénie décrit les différentes étapes du développement évolutif d'un groupe.

l'arrangement du monde animal et végétal. Toutefois, tous les taxinomistes n'embrassent pas ce nouveau credo.

D'une part, Blackwelder et Boyden (1952) mentionnent que la classification des animaux actuels ne doit pas être basée sur des *suppositions phylogénétiques* mais sur les caractères observables (surtout morphologiques). De même, les formes anciennes (fossiles) doivent être classées en utilisant, dans la mesure du possible, les mêmes principes. L'objet premier de la classification est partout le même, il s'agit de grouper les objets étudiés selon leurs natures essentielles.

D'autre part, Myers (1952) soutient que la classification doit être l'expression de ce que nous savons de la nature et des relations des populations vivantes, c'est-à-dire l'expression de la divergence phylogénétique. C'est dans cette optique que Mayr, Linsley et Usinger (1953) et Simpson (1961) font paraître deux livres de taxinomie qui reprennent le flambeau de la *nouvelle systématique*. Ils proposent de classer les animaux en s'appuyant sur la Théorie Synthétique de l'Évolution (l'école de la classification évolutionniste).

Dans les années soixante, la classification évolutionniste est l'école à laquelle adhère la majorité des taxinomistes⁹. Le livre de Mayr (1969) devient la référence en taxinomie. Toutefois, on voit de plus en plus d'articles dans *Systematic Zoology* qui proposent l'utilisation de méthodes quantitatives et l'abandon de la phylogénie dans la classification des animaux. Ainsi, Sokal (1961) et Sokal et Sneath (1963) proposent d'utiliser un coefficient de distance afin de mesurer la ressemblance et des méthodes d'analyse de groupement pour effectuer les regroupements (l'école de la taxinomie numérique). Pour eux, il est préférable de se baser sur la quantification des caractères observables plutôt que sur des spéculations et des interprétations phylogénétiques. Ces méthodes numériques sont si prometteuses que Sneath et Sokal (1973) annoncent plus ou moins la mort de la taxinomie traditionnelle (sous-entendu la classification évolutionniste) au profit de la taxinomie numérique, bien qu'ils admettent du

⁹ C'est d'ailleurs encore le cas aujourd'hui dans les faits.

même souffle que leur espoir antérieur¹⁰ de voir une solution rapide aux problèmes de la taxinomie ait été prématuré.

Puis, dans les années soixante-dix, c'est au tour de la systématique phylogénétique d'occuper une large place dans les débats sur la remise en question de la classification évolutionniste. Cette approche de la taxinomie fait son apparition au début des années cinquante à travers le livre de Hennig (1950) paru exclusivement en langue allemande, mais elle ne devient largement connue qu'après la publication en 1966 de la version anglaise d'un manuscrit allemand, qui ne sera publié qu'en 1982 dans sa version originale.

Comme le mentionne Ax (1987), l'arrivée de la systématique phylogénétique à l'avant scène déclenche dans *Systematic Zoology* un débat orageux autour des buts, des principes et des méthodes de la taxinomie¹¹.

Ainsi, loin de mourir, le débat en taxinomie reprend de plus belle dans les années soixante-dix et se poursuit durant les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix. Presque vingt ans après l'annonce de Sneath et Sokal (1973), Mayr et Ashlock (1991) soulignent que les divergences d'opinions (*uncertainties and controversies*), qui portent autant sur les méthodes que sur les principes, demeurent bien vivantes, et même qu'elles n'ont peut-être jamais été aussi fortes dans l'histoire de la taxinomie.

Dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, Eldredge et Cracraft (1980), Wiley (1981), Ax (1987) et Wiley et al. (1991) présentent la systématique phylogénétique comme la méthode scientifique de classification par excellence. Elle offre, grâce à sa méthode basée exclusivement sur la cladogenèse¹² et la notion de monophylie sensu Hennig (1966), des classifications falsifiables contrairement à ce que propose comme méthodologie la

¹⁰ Voir Sokal et Sneath, 1963.

¹¹ Hull (1988) s'est servi de ce débat pour illustrer sa thèse selon laquelle la science se développe selon un processus comparable au transformisme des êtres vivants envisagé d'un point de vue néodarwinien.

¹² CLADOGENÈSE, n.f. Processus de division d'une espèce mère en deux espèces filles, aboutissant à la production de la diversité (d'après Tassy, 1991).

classification évolutionniste basée sur l'évolution phylétique¹³ et la notion de monophylie sensu Simpson (1961). De plus, elle s'objecte à la mise à l'écart des considérations phylogénétiques et s'oppose donc à la taxinomie numérique. C'est pourquoi Ax (1987) mentionne que la systématique phylogénétique a deux rivaux : la classification évolutionniste et la taxinomie numérique.

Pourtant, certains écartent la classification évolutionniste du débat durant les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix (Ridley, 1985 ; Sneath, 1995). Selon eux, la systématique phylogénétique s'oppose avant tout à la taxinomie numérique sur le terrain de la taxinomie scientifique parce que le recours trop appuyé à l'art du taxinomiste expérimenté disqualifie la classification évolutionniste et en fait une relique de l'époque préscientifique de la taxinomie.

2. Deux ou trois écoles de taxinomie ?

Il est vrai que, dès ses débuts, la taxinomie numérique a combattu un adversaire unique, c'est-à-dire l'idée qu'il faut absolument prendre en compte la phylogénie. Sauf que, pour Sokal et Camin (1965), cet opposant était la taxinomie conventionnelle, c'est-à-dire la classification évolutionniste, qui est le représentant légitime de la *nouvelle systématique*, qu'appelait de ses vœux, comme nous l'avons vu, Huxley en 1940, puisque les principaux défenseurs de cette école — Ernst Mayr et George Gaylord Simpson — ont largement contribué à l'élaboration de la Théorie Synthétique de l'Évolution.

Par la suite, en raison de sa popularité grandissante, la systématique phylogénétique a paru s'imposer comme l'adversaire numéro un de la taxinomie numérique. Et, de fait, dans son compte rendu des trente années d'existence *officielle* de la taxinomie numérique, Sneath (1995) parle d'un débat entre deux opposants et non pas entre trois adversaires.

The debate on whether biological classifications must be phenetic or cladistic has died down somewhat as it is increasingly realized that both have their advantages and both present problems, at the theoretical and practical levels (Sneath, 1995, p. 285).

¹³ ANAGENÈSE, n.m. Processus régulier de transformation morphologique d'une espèce au cours du temps, sans production de diversité. On utilise souvent le terme ÉVOLUTION PHYLÉTIQUE, ou encore GRADUALISME PHYLÉTIQUE, pour la transformation régulière au cours du temps d'une espèce en une autre (d'après Tassy, 1991).

Pourquoi a-t-on tendance à écarter de la sorte la classification évolutionniste du débat? La seule popularité de la systématique phylogénétique suffit-elle à justifier une telle décision? La réponse usuelle consiste à dire que la classification évolutionniste n'a pas de principes clairs, comme ce serait le cas pour la systématique phylogénétique et la taxinomie numérique.

Sneath (1995) explique que les concepts de la classification évolutionniste ne sont pas faciles à traduire méthodologiquement. Par exemple, les caractères doivent être pondérés selon leur importance évolutive sauf qu'il n'y a pas de règle pour déterminer l'importance évolutive d'un caractère. Dans la même ligne de pensée, si Ridley (1985) reconnaît l'importance de la classification évolutionniste (cette école est après tout celle de la majorité des praticiens), il l'écarte néanmoins du débat en raison du caractère mixte de sa méthode. Pour lui, il est plus profitable de prendre en considération les deux extrêmes, c'est-à-dire la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique.

Cependant, tout autre est l'opinion de Mayr (1969). Ce dernier voit dans le caractère mixte de la classification évolutionniste une force plutôt qu'une faiblesse. Il laisse sous-entendre, d'une certaine façon, que la classification évolutionniste, en ce qui a trait à la classification des taxa supérieurs, est la voie menant éventuellement à une synthèse qui permettrait d'encadrer la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique de façon à intégrer leurs méthodes et ramener leur utilisation à des questions particulières.

Compared to the extraordinary activity on the species level, there has been until quite recently very little conceptual ferment on the level of the higher categories. We are still waiting for a new systematics of macrotaxonomy, even though recent work represents significant forays into this terra incognita. [...] The new interest in methodology, aroused by Hennig, Cain, Michener, Simpson, and the numerical pheneticists, is likely to produce eventually as much of an advance on the level of macrotaxonomy as the new systematics did on the species level (Mayr, 1969, p. 198).

Vingt ans plus tard, Mayr et Ashlock (1991) ne pensent pas différemment. Ils espèrent toujours contribuer, par leur insistance sur les principes de base et leurs analyses critiques, à l'élaboration d'un consensus universel — qu'ils considèrent comme l'aboutissement de leur démarche théorique. Surtout que la classification évolutionniste fait déjà, selon eux, une heureuse utilisation des méthodes utilisées par la systématique phylogénétique et la taxinomie numérique.

C'est pourquoi des auteurs comme Hull (1988), Sober (1993) et Duchesneau (1997) ne s'y trompent pas et parlent ouvertement d'un débat à trois lorsqu'ils font le compte-rendu de la situation en taxinomie.

Il est utile sans doute ici de rappeler que trois conceptions principales se partagent aujourd'hui le champ des méthodes d'analyse taxonomique : le phénéticisme [taxinomie numérique], le cladisme [systématique phylogénétique] et la taxinomie évolutionnaire [classification évolutionniste¹⁴] (Duchesneau, 1997, p. 38)¹⁵.

Comme eux, nous croyons qu'en bout de ligne, il est toujours pertinent et même souhaitable d'inclure dans le débat la classification évolutionniste. Ce qui nous conduit à préciser l'objet de notre étude et la thèse que nous défendons.

3. L'objet de notre étude et la thèse que nous défendons

Notre étude porte sur le problème de classification en zoologie du point de vue de la philosophie des sciences, il est donc important de mentionner d'entrée de jeu que nous n'allons pas nous prononcer sur ce qui est du ressort de la biologie, c'est-à-dire sur ce qui relève comme telles des recherches empiriques, puisqu'il ne nous appartient pas, en tant que philosophe des sciences, de trancher en la matière.

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une pensée philosophique qui fait encore bon ménage avec la philosophie naturelle, la métaphysique et la tradition aristotélicienne. C'est pourquoi nous n'abordons pas la question de l'essentialisme dans le cadre de la philosophie du langage qui s'est imposée au vingtième siècle, notamment à travers les travaux de Carnap, Russell, Wittgenstein et Kripke, pour n'en nommer que quelques-uns¹⁶.

¹⁴ Nous justifions le choix de l'adjectif évolutionniste par la définition qu'en donne le dictionnaire Robert : *Qui se rapporte à l'évolutionnisme.*

¹⁵ La systématique phylogénétique est souvent appelée *cladisme* et la taxinomie numérique *phénéticisme*. Nous avons préféré garder une traduction proche de l'anglais parce qu'il est intéressant de constater que les écoles utilisent dans leur appellation des termes qui se rapportent différemment à l'activité classificatoire : *classification* (activité et résultat de cette activité), *taxinomie* (théorie et méthode), et *systématique* (système basé sur un petit nombre de critères judicieusement choisis pour permettre un arrangement des groupes).

¹⁶ En rupture avec la tradition aristotélicienne, la philosophie du langage voit dans l'enterrement de la philosophie naturelle et de la métaphysique un signe de progrès dans le développement la pensée philosophique et une assise enfin solide pour les débats en philosophie.

Nous sommes bien conscients qu'un tel choix est en lui-même une thèse qui mériterait plus ample développement. Nous espérons seulement que la présente recherche sera en mesure de montrer la fécondité du choix que nous avons fait de suivre la tradition aristotélicienne plutôt que de nous s'en écarter de façon radicale.

L'analyse du débat en taxinomie à partir des textes fondateurs (ouvrages spécialisés et articles scientifiques) servira à monter la justesse de la thèse suivante :

Le problème de la classification en zoologie se perpétue, en grande partie, parce que les trois écoles ont accepté la condamnation de l'essentialisme au nom du transformisme et de la thèse ontologique nominaliste, sans que n'ait été faite toute la lumière sur la notion aristotélicienne de nature.

Ceci a eu pour principale conséquence d'exclure la taxinomie rationnelle du débat parce que la condamnation de l'essentialisme a pour corollaire le rejet de la classification typologique et de tout ce qui pourrait s'y apparenter de près ou de loin. Ce faisant, le contentieux entre les écoles se ramène à la possibilité d'avoir ou non une taxinomie à la fois objective et historique.

De fait, incapables de sortir du dilemme que leur posent leur acceptation de la condamnation de l'essentialisme et leur hésitation à embrasser pleinement l'anti-réalisme épistémologique, les écoles se contentent de proposer des approches de la prise de décision différentes en reportant leur attention sur la question de l'objectivité en science.

Nous examinerons tour à tour les cinq thèmes suivants :

- (1) L'édification d'un système général de référence est un objectif que partagent les trois écoles ;
- (2) L'établissement de classifications naturelles est le moyen privilégié par les trois écoles pour atteindre cet objectif. Toutefois, la réponse qu'apportent les trois écoles à la question du lien qui devrait exister entre la phylogénie et la classification montre qu'en réalité chacune d'entre elles poursuit un but différent ;

- (3) Le problème de la définition de l'espèce (catégorie taxinomique) doit être mis en rapport avec la détermination des espèces (taxa)¹⁷ ;
- (4) Les méthodes de regroupement et de hiérarchisation des espèces (taxa) proposées par les trois écoles doivent être mises en rapport avec la question du lien qui devrait ou non être établi entre l'arrangement du monde vivant et les processus évolutifs ;
- (5) En dernière analyse, les écoles s'inscrivent ou bien dans une approche procédurale ou bien dans une approche stratégique de la prise de décision en taxinomie.

Cet examen nous permettra de montrer que les discussions entre les écoles sont influencées par :

- La thèse ontologique nominaliste, selon laquelle seuls les individus existent véritablement ;
- Le principe méthodologique nominaliste, comme quoi il ne faut pas multiplier les êtres sans nécessité ;
- La pensée instrumentale, qui se manifeste dans l'importance accordée à l'utilité pour justifier l'entreprise de connaissance;
- L'idée que l'homme est la mesure des choses, qui nous incite à concevoir les objets de la connaissance avant tout comme une construction conforme à la raison humaine ;
- Les idées véhiculées par certains courants en philosophie des sciences, notamment l'empirisme et le réfutationnisme naïf, qui ont influencé le processus décisionnel mis en place par les écoles.

Finalement, nous serons amenés à conclure que les taxinomistes devraient s'intéresser de nouveau à la taxinomie rationnelle, à la lueur des recherches actuelles en embryologie et dans

¹⁷ Les expressions *taxa* ou *taxon* et *catégorie taxinomique* suivront entre parenthèse lorsque nous parlerons, par exemple, des espèces (taxa) et de l'espèce (catégorie taxinomique) ou des classes (taxa) et de la classe (catégorie taxinomique). Pourquoi alourdir ainsi le texte ? Parce que la confusion entre les taxa et les catégories taxinomiques est mentionnée comme un élément contribuant indûment à la controverse.

le contexte d'une possible remise en question du couple mutation/sélection comme seul moteur de l'évolution (néodarwinisme).

Dans ce qui suit, nous allons préciser ce que nous entendons par *taxinomie historique*, *taxinomie rationnelle*, *thèse ontologique nominaliste*, *principe méthodologique nominaliste*, *pensée instrumentale*, *l'idée que l'homme est la mesure des choses*, *empirisme* et *réfutationnisme naïf*, et présenter succinctement les principes et les méthodes des trois écoles de taxinomie.

4. La thèse défendue : précisions

Avant l'acceptation du transformisme, la parenté entre les formes de vie est structurale et non pas historique. Les taxinomistes regroupent les plantes et les animaux selon une structure ou un ensemble de structures les mieux à même de refléter leur parenté structurale (typologie).

Ainsi, Linné (1707-1778) classe les plantes selon leur fructification (fleur et fruit) parce qu'elle se rapproche de l'activité vitale (la reproduction) la plus inséparable de leur *essence* (Daudin, 1926a).

Pour sa part, G.-C.-C. Storr (1780) invoque la détermination du mode de vie pour expliquer l'ordre dans lequel il fait intervenir tels ou tels faits d'organisation dans la classification des animaux. Ainsi, il commence par diviser les animaux selon la structure générale de leurs membres en prenant comme point de comparaison les *Pedata* qui vivent sur terre et dont les membres sont jugés complets. Ainsi, on a, outre les *Pedata*, les *Pinnipeda*, qui vivent davantage dans l'eau que sur terre et qui ont des demi-nageoires et les *Pinnata*, qui vivent continuellement dans l'eau et qui ont des nageoires (Daudin, 1926b).

Avec le transformisme, la parenté structurale devient un signe imparfait d'une parenté encore plus importante : la parenté historique. Ainsi, dorénavant, il devient impératif de pratiquer une taxinomie historique et primordial de laisser tomber la taxinomie rationnelle parce qu'elle

Logicians have debated for some time whether the species is a class or an individual [...] Both sides overlook the fact that we apply the term species to two different things, the species as taxon and the species as a category (Mayr, 1976, p. 192).

apparaît indissociable de la notion de type qui semble à son tour indissociable de la notion d'immutabilité (typologie).

Toutefois, aujourd'hui, la biologie du développement (embryologie) remet les notions de *bauplan* (Hall, 1996) et de *type* (Webster et Goodwin, 1996) à l'avant scène ou à tout le moins tend à montrer que tout n'aurait pas été dit à leur sujet. Sans affirmer que les notions de *bauplan* et de *type* sont identiques à la notion aristotélicienne de *nature*, elles semblent à tout le moins avoir un même souci de rendre compte de la diversité et de la ressemblance des formes animales sans recourir exclusivement à la contingence historique¹⁸.

4.1 La taxinomie historique

Les regroupements sont faits en fonction de la phylogénie présumée des sous-groupes, c'est-à-dire basés sur l'histoire évolutive des groupes (proche parenté et/ou filiation). Ainsi, deux groupes d'animaux sont réunis parce qu'on présume qu'ils ont en commun une partie de leur histoire, plus précisément, qu'ils proviennent d'un même groupe ancestral ou encore qu'un groupe est l'ancêtre de l'autre.

C'est pourquoi pour la taxinomie historique, des animaux qui seraient apparus sur une autre planète ne pourraient en aucune façon être classés avec les animaux de la Terre, même s'ils étaient génétiquement et phénotypiquement identiques.

Au demeurant, les tenants de la taxinomie historique sont des contingentistes, c'est-à-dire qu'ils ne croient pas que les mêmes formes de vie apparaîtraient de nouveau sur la Terre s'il était possible de tout reprendre dès le début de l'apparition de la vie, encore moins sur une autre planète. Un tel problème ne risque donc pas de se poser pour eux.

4.2 La taxinomie rationnelle

¹⁸ Nous reviendrons sur ce sujet dans la conclusion générale.

La taxinomie rationnelle vise à regrouper les animaux selon une théorie du développement des formes organiques¹⁹. Ainsi, deux groupes d'animaux seraient mis ensemble parce qu'ils partageraient un même stade de développement ou bauplan.

Conséquemment les animaux qui seraient apparus sur une autre planète pourraient être classés avec les animaux de la Terre, de la même façon que le tableau périodique s'applique à tous les atomes de fer, de zinc ou de carbone indépendamment de leur provenance.

Ceci est possible parce que pour les tenants de la taxinomie rationnelle, l'apparition successive des formes de vie bien qu'historique n'en répond pas moins à un impératif. Toutefois, la question de la *nature* de cet impératif, à laquelle la théorie du développement des formes organiques est censée répondre, demeure la principale difficulté que rencontre la taxinomie rationnelle²⁰.

Actuellement, *l'esprit* de la taxinomie en zoologie est historique bien que les regroupements demeurent encore très proche de ce qui existait avant l'acceptation du transformisme. Cela n'a rien de surprenant puisque la parenté structurale est encore considérée comme le premier signe de la parenté historique et que la parenté historique conduit le plus souvent à la parenté structurale.

4.3 La thèse ontologique nominaliste

Seuls existent véritablement les individus. Par individus, il faut entendre en premier les organismes vivants. Cela correspond à la première thèse ontologique d'Ockham qui se résume à l'expulsion de la notion de substance seconde (tous les universaux dont les genres et les espèces font partie) hors de l'ordre ontologique (l'ontologie) au profit de l'ordre purement sémantique (théorie des signes).

Telle est en effet la toute première thèse ontologique d'Ockham, celle qui commande toutes les autres [...] Il n'y a de réel que le ceci : cette pierre, cette rose, cet homme. Cette thèse peut être développée et défendue, elle ne peut être, à

¹⁹ It is proposed that the rational taxonomie of forms should be derive from a study of development [...] (Ho, 1990, p. 43).

²⁰ Voir conclusion générale pp. 167-172.

proprement parler, fondée. Ce qu'elle énonce est indériverable, la singularité des étants se donne comme telle et ne se déduit de rien, elle ne se démontre pas. La singularité est ainsi le seul « mode d'être » de l'étant. Tous les prétendus « modes d'être » distingués dans l'ontologie réaliste traditionnelle doivent être critiqués comme de simples modes de signifier, des manières de se référer à l'étant dans son unique mode d'être (Alféri, 1989, p. 29).

Toutefois, comme nous allons le voir, selon certains, on peut aussi considérer les espèces comme des individus et non comme des classes. De plus, en autant qu'ils s'agissent de lignées évolutives monophylétiques, les taxa supérieurs ne seraient pas eux aussi des classes, mais des groupes historiques qui partageraient avec les individus le fait d'être des entités situées dans le temps et dans l'espace.

Il ne faut pas multiplier les êtres sans nécessité. Il s'agit de la fameuse maxime des nominalistes connue sous le nom de rasoir d'Ockham (« Entia non sunt multiplicanda præter necessitatem »). Ce principe a conduit, selon Sober (1991), (1) à reconnaître la simplicité comme guide dans l'induction en postulant l'uniformité de la nature ; et (2) à prendre comme principe la parcimonie dans la recherche de la meilleure explication. Par exemple, l'explication des similitudes entre deux animaux est meilleure si elle s'appuie sur une seule cause commune que si elle renvoie à plusieurs causes indépendantes.

4.5 La pensée instrumentale

À la suite de Bacon (1561-1626), qui est en quelque sorte le prophète des sciences modernes, la pensée instrumentale renvoie à l'idée que les sciences expérimentales devraient avoir comme but premier, contrairement à la tradition grecque, la transformation du monde et l'amélioration des conditions de vie.

Déjà au début du XVII^e siècle, Francis Bacon reprochait à la science aristotélicienne traditionnelle de n'avoir contribué en rien « à l'amélioration de la condition humaine ». Il lui opposait une science dont le critère de vérité serait l'efficacité instrumentale : vous avez découvert quelque chose quand vous pouvez intervenir pour changer les choses. À cet égard, la science moderne se situe en parfaite continuité avec Bacon (Taylor, 1992, p. 30).

Il est à noter que le développement de la pensée instrumentale est concomitant avec le recours toujours accru au formalisme des mathématiques dans la recherche d'une explication des phénomènes naturels.

4.6 L'idée que l'homme est la mesure des choses

L'idée que l'homme est la mesure des choses renvoie au rôle central qu'aurait désormais la raison humaine dans la production des connaissances. Cette idée a fini par conduire certains à adopter une position anti-réaliste sur le plan épistémologique.

De fait, l'homme devient la mesure des choses tant en gnoséologie qu'en morale et ce renversement se manifeste dans toutes les sphères de la culture²¹.

Alors que pour les Anciens l'homme faisait partie du monde, l'homme moderne s'est placé en quelque sorte hors du monde afin de mieux l'observer, de le traiter comme un objet que l'on peut manipuler et organiser. Mais pour parvenir à faire cela, il lui a fallu organiser la nature selon un réseau de concepts mathématiques, ce faisant, il est devenu la mesure des choses. Le physicien mathématique travaille sur la représentation conceptuelle des phénomènes qu'il a construite et non sur les phénomènes eux-mêmes. Objet et sujet s'engendrent donc mutuellement.

In other words, this is the condition of consciousness which is necessary for us to approach the world from our modern technological standpoint, both instrumentally and conceptually. It has been pointed out often enough that it is only by withdrawing ourselves from the world that we can feel sufficiently separate to be able to approach it in a detached way as an object. Subject and object are born together, so that a change in the mode of one necessarily entails a change in the mode of the other. [...] The mathematical physicist and the industrial entrepreneur are alike in that they are both concerned with the technical-conceptual organization of what they see as “the external world”. Both depend on the onlooker condition of consciousness for which it is “common sense” that knowing is a subjective state of the knower and the knower is ontologically separate from the known (Bortoft, 1996, p. 111).

²¹ Dans la philosophie du XVII^e siècle encore, l'homme était pensé à partir de Dieu et, si l'on ose dire, *après* lui. Il y avait d'abord le créateur, l'être absolu et infini et, par rapport à lui, l'être humain se définissait comme manque, finitude. De là ses faiblesses notoires, son ignorance congénitale, bien sûr, mais tout autant son irrépressible propension au péché. Cette perspective, dans laquelle Dieu venait logiquement, moralement et métaphysiquement avant l'homme, s'accordait encore au théologico-éthique, à la fondation religieuse de la morale. C'est cette hiérarchie que l'apparition des sciences modernes en même temps que celle d'un espace laïque abolit. Comme l'avait suggéré Ernst Cassirer, le siècle des Lumières est celui au fil duquel le primat de l'être humain se voit, dans tous les domaines de la culture, affirmé (Ferry, 1996, p. 59).

La pensée instrumentale et l'idée que l'homme est la mesure des choses sont parfaitement illustrées par le mythe entourant le personnage de Galilée considéré comme héraut des sciences modernes.

C. F. von Weizsäcker (1964) souligne que Galilée a utilisé les mathématiques pour se libérer de l'emprise des choses et imposer au monde sa vision de la réalité, contrairement à Aristote qui cherchait une explication globale des phénomènes en restant proche de l'expérience sensible et du sens commun²².

[...] the main weakness of Aristotle was that he was too empirical. Therefore he could not achieve a mathematical theory of nature. Galileo took his great step in daring to describe the world as we do not experience it. He stated laws which in the form in which he stated them never hold in actual experience and which therefore cannot be verified by any single observation but which are mathematically simple. Thus he opened the road to a mathematical analysis which decomposes the complexity of actual phenomena into single elements. [...] Aristotle wanted to preserve nature, to save the phenomena ; his fault was that he made too much use of common sense. Galileo dissects nature, teaches us to produce new phenomena; and to strike against common sense with the help of mathematics [...] (Weizsäcker, 1964, p. 104).

4.7 L'empirisme

Nous retiendrons de l'empirisme les thèses suivantes :

1. Que toute croyance pour acquérir le statut de connaissance doit être reliée à (fondée sur, issue de, dérivée de) l'expérience sensible (ce qui résulte de la stimulation des cinq sens) ;
2. Que l'acquisition du savoir est limitée par les possibilités d'observation et d'expérimentation ;
3. Que les propositions métaphysiques ne sont pas acceptables (*genuine*) soit parce qu'elles ne peuvent pas être vérifiées par l'observation et l'expérimentation, soit parce qu'il n'est pas possible de leur attribuer une vraisemblance (*likelihood*), ou encore parce qu'il n'y a pas lieu

²² [...] l'observation et l'expérience — c'est-à-dire l'observation et l'expérience brutes, celles du sens commun — ne jouèrent qu'un rôle peu important dans l'édification de la science moderne. On pourrait même dire qu'elles ont constitué les principaux obstacles que la science a rencontrés sur son chemin. Ce n'est pas l'*expérience*, mais l'*expérimentation* qui développa sa croissance et favorisa sa victoire : l'empirisme de la science moderne ne repose pas sur l'expérience, mais sur l'expérimentation (Koyré, 1973, p. 290).

de se demander si elles sont empiriquement adéquates, c'est-à-dire si elles permettent ou non de sauver les phénomènes.

4.8 Le réfutationnisme naïf

Le réfutationnisme (aussi appelé falsifiabilisme) propose comme critère de démarcation entre science et non-science la réfutabilité (falsifiabilité) que Popper (1959) a énoncé comme suit :

Toutefois, j'admettrai certainement qu'un système n'est empirique ou scientifique que s'il est susceptible d'être soumis à des tests expérimentaux. Ces considérations suggèrent que c'est la falsifiabilité (sic) et non la vérifiabilité d'un système, qu'il faut prendre comme critère de démarcation. En d'autres termes, je n'exigerai pas d'un système scientifique qu'il puisse être choisi, une fois pour toutes, dans une acception positive mais j'exigerai que sa forme logique soit telle qu'il puisse être distingué, au moyen de tests empiriques, dans une acception négative : un système faisant partie de la science empirique doit pouvoir être réfuté par l'expérience (Popper, 1959, p. 37).

Selon la définition de Nadeau ((1999), la version naïve du réfutationnisme fait en sorte que si une prédiction déductible d'une hypothèse quelconque se révèle fausse, alors cette hypothèse est réfutée. Le réfutationnisme naïf apparaît donc comme une application du critère de démarcation sans prendre en compte les conditions initiales et les hypothèses auxiliaires.

5. Les écoles

Nous avons tous, que nous soyons biologistes ou non, l'expérience de la diversité des animaux. Plus précisément, nous sommes tous à même de constater qu'il y a, à divers degrés, des différences entre les animaux. Cette diversité se manifeste aux niveaux des grandes divisions, des espèces et des individus.

Pour commencer, les grandes divisions sont assez apparentes. Nous ne risquons pas tellement de confondre les oiseaux, les tétrapodes, les poissons, les insectes car ceux-ci semblent posséder des plans de construction (bauplâne) bien différents. De fait, les animaux présenteraient onze (11) différents bauplâne selon les études embryologiques : (1) Les Unicellulaires (amibes); (2) Les Agrégats de cellules (éponges); (3) Les Animaux à symétrie radiale (méduses); (4) Les Vers plats; (5) Les Némertiens; (6) Les Pseudocoelomates

(nématodes); (7) Les Annélides; (8) Les Arthropodes; (9) Les Mollusques; (10) Les Échinodermes; (11) Les Vertébrés (Hickman *et al.*, 1993, p. 251)²³.

Ensuite, nous pouvons noter qu'à l'intérieur de chacune de ces grandes divisions du monde animal, les espèces représentent en quelque sorte des variations sur un thème. De plus, les espèces, elles-mêmes, présentent une certaine diversité. Nous avons en effet : (1) des espèces uniparentales et des espèces biparentales; (2) des espèces monotypiques et des espèces polytypiques; (3) des espèces jumelles.

Finalement, la diversité se manifeste aussi au niveau des individus. Nous rencontrons des différences liées au cycle de vie, des différences saisonnières, des écotypes, du dimorphisme sexuel, du polymorphisme et des différences allométriques.

Du reste, si nous avons l'expérience de la diversité animale, nous avons aussi celle de la ressemblance plus ou moins grande des individus et des espèces dans chacune des grandes divisions du monde animal. En effet, rien ne ressemble plus à un oiseau qu'un autre oiseau.

À première vue, tout l'effort de la classification semble reposer sur ces deux aspects du monde animal que sont la diversité et la ressemblance. Les taxinomistes auraient essentiellement pour tâche de diminuer la diversité en effectuant des regroupements sur la base de la ressemblance.

Toutefois, les trois écoles de taxinomie présentent des attitudes bien différentes face aux problèmes que soulève la classification des organismes vivants (voir Tableau 1 Les trois écoles). Une première différence entre elle est l'importance qu'elles s'accordent aux processus évolutifs dans l'activité classificatoire car avec l'acceptation du transformisme animal, les taxinomistes semblent forcés non seulement de tenir compte de la ressemblance mais aussi de la parenté, du moins à première vue.

D'une part, la taxinomie numérique se place volontairement en marge du débat sur la question des processus évolutifs qui ont façonné le monde vivant (*pattern and process*). Pour elle, il n'est pas nécessaire en taxinomie de tenir compte des processus évolutifs. Ainsi, elle ignore la proche parenté ou la descendance des organismes vivants, la distinction entre homologie et

²³ Gilbert (1994) mentionne qu'actuellement il existerait 33 baupläne (*animal body plans*) et que 20 autres phyla éteints seraient présents dans le dépôt Cambrien appelé *Burgess Shale*.

homoplasie²⁴, la pondération des caractères en fonction de l'importance des informations phylétiques qu'ils fournissent ou encore le mode de spéciation lorsque vient le temps de construire des classifications.

Pour la taxinomie numérique, le recours aux méthodes quantitatives assure objectivité et reproductibilité aux résultats du travail du taxinomiste. La construction des classifications est basée sur la similitude phénétique c'est-à-dire reliée au phénotype²⁵. Elle se fait à partir de la prise en compte du plus grand nombre de caractères sans pondération explicite de ceux-ci, parce qu'il est impossible d'établir a priori des critères qui nous permettraient de le faire.

D'autre part, la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique placent au cœur de l'activité classificatoire la question des processus évolutifs et prennent donc part activement aux discussions sur cette question.

Pour la classification évolutionniste, si on veut établir des classifications naturelles générales, il est recommandé de respecter, dans la mesure du possible, les divisions qui résultent de l'évolution des animaux, et ce, peu importe le mode de spéciation. Ce travail se fait à l'aide d'outils quantitatifs qui permettent de mesurer le degré de ressemblance et grâce à la formulation d'hypothèses portant sur le degré de parenté, le tout étant soumis, toutefois, en dernière instance à l'appréciation du taxinomiste, c'est-à-dire l'art du taxinomiste expérimenté qui semble être un mélange de *paideia*, d'*habitus* et de gros bon sens.

Tableau 1 Les trois écoles

Taxinomie numérique	Classification évolutionniste	Systématique phylogénétique
1. Plus le contenu en information des taxa et le nombre de caractères utilisés sont importants, meilleure est la classification.	1. Plus nous regardons la totalité des caractères comme un ensemble intégré afin de tenir compte du génotype sous-jacent meilleure est la classification.	1. Plus nous tenons compte de la polarité des caractères meilleure est la classification.

²⁴ HOMOPLASIE, n.f. Partage d'un même caractère par différentes espèces dû à la convergence et la réversion et non pas en raison d'une ascendance commune.

²⁵ PHÉNOTYPE, n.m. Ensemble des caractères qu'affiche un individu. Il correspond à la réalisation du génotype (ensemble des gènes) sous l'influence de l'environnement et suite aux événements vécus par l'individu.

2. A priori, chaque caractère a une importance égale dans la création des taxa naturels.	2. Les caractères sont pondérés en fonction des informations phylétiques qu'ils fournissent.	2. Seules les synapomorphies sont utilisées.
3. La similitude globale entre deux entités dépend des similitudes individuelles de chacun des caractères comparés.	3. Les évidences de l'existence de liens de parenté dépendent de la comparaison des caractères homologues.	3. Les relations phylogénétiques entre les espèces sont établies à partir des meilleures hypothèses disponibles.
4. Des taxa distincts peuvent être reconnus parce que les corrélations entre les caractères sont différentes d'un groupe d'organismes à un autre.	4. Des taxa distincts peuvent être reconnus parce que les taxa supérieurs immédiatement identifiables ont presque tous une signification écologique bien définie (les discontinuités entre ces groupes sont réels).	4. Des taxa distincts peuvent être reconnus parce qu'on suppose qu'un seul événement de spéciation est à l'origine de chaque taxon supraspécifique.
5. Des inférences phylogénétiques peuvent être faites à partir de la disposition taxinomique d'un groupe et des corrélations entre les caractères, moyennant certains présupposés sur les mécanismes évolutifs et les chemins empruntés par l'évolution.	5. La phylogénie est prise en considération en tenant compte de deux processus évolutif : L'anagenèse et la cladogenèse.	5. La phylogénie est prise en considération en tenant compte d'un seul processus évolutif la spéciation principalement par cladogenèse.
6. La taxinomie est conçue et pratiquée comme une science empirique.	6. La taxinomie est pratiquée comme une science et un art.	6. La taxinomie est pratiquée comme une science hypothético-déductive.
7. Les classifications sont basées sur la similitude phénétique.	7. Les classifications sont basées sur l'histoire évolutive.	7. Les classifications sont basées sur la séquence des épisodes de spéciation.

La systématique phylogénétique (Wiley, 1981) et la taxinomie numérique (Sneath et Sokal, 1973) rejettent cet appel à l'art du taxinomiste expérimenté dans la détermination finale des divisions. Pour elles, l'appréciation subjective (*l'art*) ne devrait pas jouer de rôle dans le travail du taxinomiste. C'est pourquoi elles proposent, chacune à leur façon, de rendre le travail du taxinomiste pleinement *scientifique*, c'est-à-dire dépourvu, dans la mesure du possible, de toute subjectivité.

Pour la systématique phylogénétique, la division naturelle des animaux doit reproduire fidèlement l'évolution selon un mode bien particulier de spéciation, c'est-à-dire la cladogenèse

— c'est-à-dire la formation des nouvelles espèces par la division d'une espèce dite souche. La cladogenèse est considérée comme le principal, sinon unique, processus évolutif. La formulation d'hypothèses sur la proximité relative des épisodes de cladogenèse sert à établir le degré de parenté de deux groupes d'animaux appartenant à un taxon supérieur par rapport à un troisième taxon de même niveau taxinomique. Les hypothèses se fondent exclusivement sur le partage d'un plus ou moins grand nombre de *nouveautés* appelées *caractères apomorphes*.

6. Présentation des différentes parties

- Au chapitre 1, nous verrons que les trois écoles partagent comme objectif de doter les biologistes d'un système général de référence qui pourra par la suite servir pour la construction de classifications particulières mieux adaptées aux différents domaines d'étude en biologie. Certes, cet objectif sert en grande partie à justifier l'entreprise taxinomique, mais il ne doit pas être confondu avec le ou les but(s) véritable(s) que poursuive(nt) les écoles.
- Au chapitre 2, nous verrons que les écoles poursuivent des buts qui leur sont propres puisqu'elles ne s'entendent pas sur le sens à donner à l'expression *classification naturelle*. Au cœur du litige se trouve la question du lien entre phylogénie et classification. De fait, les écoles se regroupent en deux camps : Les phylogénistes et les classificationnistes. Pour les premiers, une classification est dite *naturelle* si elle est établie à partir des données phylogénétiques tandis que, pour les seconds, une classification est dite *naturelle* si elle est conforme à la raison humaine et riche en informations.
- Au chapitre 3, nous verrons en quoi consiste l'activité classificatoire. Nous parlerons de l'unité de base de la classification et de la tâche des taxinomistes, en particulier, de la place qu'occupe la détermination des espèces (taxa) dans l'activité classificatoire.
- Au chapitre 4, nous nous intéresserons à l'activité classificatoire au niveau de l'espèce qui offre de grands défis parce que les difficultés que rencontrent les taxinomistes sont nombreuses. Nous parlerons des trois concepts d'espèce (catégorie taxinomique) qui sont proposés comme étalon.
- Au chapitre 5, nous verrons pour chacune des cinq étapes du processus classificatoire ce que les trois écoles de taxinomie recommandent : (1) Choisir les spécimens; (2) Diviser les

spécimens en caractères; (3) Traiter mathématiquement et/ou trier les caractères; (4) Regrouper les espèces ou les UTOs; et (5) Attribuer un rang aux regroupements.

- Au chapitre 6, nous aborderons la question du rejet de la classification typologique suite à la condamnation de l'essentialisme. Étant donné l'impact qu'ils ont eu auprès des taxinomistes, les articles de Hull (1965) et de Sober (1980) seront pris ici comme argumentaires représentatifs.
- Au chapitre 7, nous questionnerons la condamnation de l'essentialisme. Nous montrerons les limites et les conséquences de cette condamnation. Nous discuterons de l'origine de la notion d'essence critiquée et réexaminerons la notion aristotélicienne de nature. Ce sera aussi l'occasion de parler des six sens du mot division et de la classification naturelle selon Aristote.
- Au chapitre 8, nous verrons comment les classificationnistes et les phylogénistes abordent le problème de l'espèce (catégorie taxinomique) et celui du statut ontologique des taxa supérieurs dans un contexte où l'anti-réalisme épistémologique exerce une grande force d'attraction, étant donné la condamnation de l'essentialisme.
- Au chapitre 9, nous verrons que l'empirisme (la taxinomie numérique) et le réfutationnisme naïf (la systématique phylogénétique) servent à cautionner l'adoption d'une approche procédurale de la prise de décision afin de mettre fin à l'arbitraire dans le regroupement et la hiérarchisation des taxa auquel conduit le recours à l'art du taxinomiste expérimenté qui s'inscrit dans une approche stratégique de la prise de décision (la classification évolutionniste).
- Dans la conclusion générale, nous reviendrons sur ce qui a été dit. Puis, nous parlerons brièvement de la taxinomie rationnelle à la lueur des recherches actuelles en embryologie et dans le contexte d'une remise en question du néodarwinisme. Nous signalerons aussi au passage que la façon de classer les êtres vivants n'est pas sans conséquence sur le plan éthique.

PREMIÈRE PARTIE

LE BUT DE L'ACTIVITÉ CLASSIFICATOIRE

Chacune des trois écoles de taxinomie prétend prendre de meilleures décisions taxinomiques que les deux autres, que ce soit dans la détermination des espèces (taxa) ou dans la formation et la hiérarchisation des taxa supérieurs ou encore dans le traitement des cas difficiles (fossiles, hybrides, etc.). Elles soutiennent donc que les classifications devraient être établies sur la base de leurs principes et de leurs méthodes.

Or, s'il est opportun de s'interroger à ce sujet, il faut au préalable se demander si les trois écoles poursuivent le même but ou des buts différents, afin de mieux cerner, par la suite, ce qui est véritablement en litige.

Chapitre 1

L'ÉDIFICATION D'UN SYSTÈME GÉNÉRAL DE RÉFÉRENCE

Les trois écoles, chacune à leur façon, cherchent à connaître l'ordre de la nature, c'est-à-dire à établir des classifications naturelles. Mais l'établissement de classifications naturelles ne semble pas être, à première vue, leur but, mais le moyen le plus sûr d'arriver à édifier un système général de référence, objectif commun qu'elles semblent s'être fixé.

Le but poursuivi par les trois écoles serait avant tout d'ordre pratique, comme en ferait foi leur insistance sur l'utilité générale des classifications établies selon leurs principes et leurs méthodes. Elles viseraient donc l'établissement de classifications générales et non de classifications particulières.

C'est pourquoi nous devons examiner ce qu'il faut entendre par classification générale et classification particulière, c'est-à-dire les critères qui nous permettent de juger que nous sommes en présence de l'une ou de l'autre. Ensuite, nous regarderons de plus près ce que les écoles cherchent à faire avant tout, réflexion qui se poursuivra au chapitre deux avec l'examen de la question de la classification naturelle.

1.1 Les classifications générales et les classifications particulières

On distingue deux grands types de classifications selon le but qui est poursuivi par celui qui établit la classification :

(1) Les classifications ayant un but spécial ou classifications particulières. Les classifications qui servent dans les études écologiques sont de ce type. Par exemple, les animaux aquatiques feront partie soit du pélagos ou encore du benthos selon qu'ils vivent en eau libre ou sur le fond des mers;

(2) Les classifications ayant un but général ou classifications générales. Il s'agit des classifications sur lesquelles s'appuie la nomenclature. Ici, ce n'est pas tant le rôle écologique qui guide le taxinomiste dans son travail que la ressemblance structurelle; quoique cela

n'empêche pas qu'il y ait concordance dans certains cas; par exemple, la classe des mammifères comprend l'ordre des carnivores.

1.2 Les critères pour juger les classifications

Une classification particulière sera jugée sur le niveau d'atteinte du but qui a présidé à sa création tandis qu'une classification générale sera évaluée sur sa capacité à remplir adéquatement des tâches variées.

1.2.1 Les classifications particulières

Pour évaluer les classifications ayant un but spécial, Cooley (1976) propose les trois critères d'évaluation suivants. Notez que le troisième critère s'applique aussi aux classifications ayant un but général :

- (1) L'atteinte du but ;
- (2) Le niveau d'atteinte du but (*How effectively use of the classification achieves the desired goal*);
- (3) La convivialité (*Whether a human being can use the classification at all*).

Au sujet de ce dernier critère, Cooley (1976) précise qu'un aspect important pour la convivialité se trouve incorporé dans le principe suivant : les objets que l'on ne peut pas distinguer ne doivent jamais être mis dans des classes différentes. À strictement parler, deux objets ne peuvent pas être distingués si le seul moyen pour dire « celui-ci encore » au lieu de « un autre de ceux-ci » est de garder constamment l'œil sur un des deux objets.

A major criterion of human usability is incorporated into the following principle : indistinguishable objects must never be assigned to different classes. [...] In the most strict sense of the term, two objects are accounted indistinguishable if the only way to be certain that two different objects are involved is to be presented with both together, or in other words, the only way to tell "that again" from "another of those" is to have kept one of the objects under constant surveillance [...] (Cooley, 1976, p. 18).

1.2.2 Les classifications générales

En ce qui a trait aux classifications ayant un but général, Cooley (1976) propose les quatre critères d'évaluation suivants :

- (1) Utilité générale (*generalizability*). La classification doit être utile peu importe l'emploi que l'on en fait ;
- (2) Pouvoir explicatif. La classification doit être en mesure d'expliquer la place qu'on assigne aux objets classés ;
- (3) Stabilité. La classification offre un moyen sûr de conservation et de communication de l'information ;
- (4) Rigidité. Une fois identifié, un objet ne doit pas pouvoir migrer dans une autre classe.

1.3 L'édification d'un système général de référence

Maintenant que nous avons une meilleure idée de ce qu'il faut entendre par classification générale et classification particulière, et des critères qui nous permettent de les reconnaître et de les apprécier, revenons à ce que les trois écoles de taxinomie cherchent à faire avant tout.

Sneath et Sokal (1973) mentionnent que la taxinomie numérique a conduit les biologistes à revoir leurs concepts et à poser de nouvelles questions. Elle se veut donc un outil heuristique pour l'ensemble des recherches en biologie. Ils introduisent donc un critère supplémentaire, c'est-à-dire la capacité de susciter de nouvelles questions, qui vient compléter l'utilité générale et le pouvoir explicatif des classifications établies selon leurs principes et leurs méthodes.

Numerical taxonomy has led to the reinterpretation of a number of biological concepts and to posing of new biological and evolutionary questions. Thus, the method is coming into its own as a heuristic tool in biological research (Sneath et Sokal, 1973, p. 11).

De leur côté, Mayr et Ashlock (1991) insistent beaucoup sur l'utilité générale qu'offre le pouvoir explicatif supérieur des classifications établies selon les principes et les méthodes de la classification évolutionniste. Ils prétendent que ces classifications permettent d'accéder plus facilement aux informations contenues dans la littérature zoologique ; elles nous renseignent,

en particulier, sur ce que l'on connaît de l'histoire évolutive des taxa et sur les raisons qui ont prévalu au moment d'effectuer les regroupements.

A major use of classifications is to serve as a key to the vast information storage system of the zoological literature. That is, they serve as indexes to what is known about each taxon, including the analysis that justifies them (Mayr et Ashlock, 1991, p. 264).

Pour Wiley (1981), les classifications qu'établit la systématique phylogénétique présentent une plus grande utilité générale, principalement en raison de leur pertinence, parce qu'elles s'accordent de la façon la plus stricte avec le processus évolutif (cladogenèse). De ce fait, elles sont les mieux à même de fournir aux biologistes qui effectuent des études comparatives les données dont ils ont réellement besoin pour choisir les espèces ou les populations.

Whatever the interest, the comparative biologist can work most efficiently if he or she has a reference system to consult which will help to pick critical comparisons, that is, those species or populations that will provide the most critical data for the study (Wiley, 1981, p. 15).

Comment nous le voyons, malgré leurs divergences, les trois écoles se basent sur les mêmes critères pour justifier leur confiance dans les principes et les méthodes qu'elles mettent de l'avant. En effet, même si l'utilité générale demeure le critère qu'elles privilégient, le pouvoir explicatif, la stabilité et la rigidité sont eux aussi invoqués.

Finalement, il appert que les trois écoles s'entendent sur le fait que les biologistes ont avant tout besoin d'un système général de référence. C'est pourquoi elles s'engagent toutes à édifier un ensemble de classifications qui comprendrait tous les animaux et qui pourrait servir de système général de référence pour tous les biologistes, peu importe leur domaine d'expertise et de recherche. En ce sens, elles poursuivent donc le même objectif : L'édification d'un système général de référence.

1.4 Le débat en taxinomie et la pensée instrumentale

La tradition grecque n'établissait pas de lien étroit entre la recherche des causes et les travaux d'ordre pratique. De fait, si un tel lien existait, il ne pouvait être qu'accidentel puisque la recherche des causes se voulait désintéressée, c'est-à-dire que l'utilité ou l'inutilité pratique ne venait en rien accroître ou diminuer le mieux-être que procurait la connaissance. Toutefois, certaines connaissances pouvaient être utiles sur le plan théorique (utilité théorique). Par

exemple, les travaux de recherche et d'enquête d'Aristote qui visaient à mettre à jour des traits communs entre les animaux facilitaient l'étude de la nature des animaux en évitant les redites inutiles.

Je veux parler, par exemple, de la question de savoir s'il faut s'occuper à part de chaque être et le définir isolément, étudier la nature de l'homme, celle du lion, celle du bœuf ou de tout autre animal, en les prenant chacun séparément, ou bien s'il faut d'abord procéder à une étude générale des traits communs à tous ces animaux. Nombre de choses, en effet, sont identiques dans beaucoup de genres qui diffèrent par ailleurs les uns des autres, comme le sommeil, la respiration, la croissance, la décroissance, la mort, ainsi que tout le reste des propriétés et des états du même genre : en parler maintenant serait, en effet, obscur et imprécis. Il est clair que si nous traitons de plusieurs espèces les unes après les autres, nous serons amenés à répéter souvent les mêmes remarques. Car chacune des fonctions que nous avons citées se retrouve chez le cheval, le chien, l'homme, en sorte que si l'on traite de leurs caractéristiques essentielles, en prenant chaque animal à part, on sera astreint à de fréquentes redites, à chaque fois que ces caractéristiques se retrouvent chez des animaux d'espèce distincte, et ne comportent en elles-mêmes aucune différence spécifique (Aristote, *Les Parties des animaux*, 639a15-a30).

Le débat en taxinomie aujourd'hui, comme ceux qui ont lieu dans les autres sciences modernes, se déroule dans un contexte largement favorable à une conception instrumentale de l'activité intellectuelle, c'est-à-dire que la recherche d'une meilleure compréhension de la nature est désormais ordonnée à la transformation du monde et à l'amélioration des conditions de vie.

Déjà au début du XVII^e siècle, Francis Bacon reprochait à la science aristotélicienne traditionnelle de n'avoir contribué en rien « à l'amélioration de la condition humaine ». Il lui opposait une science dont le critère de vérité serait l'efficacité instrumentale : vous avez découvert quelque chose quand vous pouvez intervenir pour changer les choses. À cet égard, la science moderne se situe en parfaite continuité avec Bacon (Taylor, 1992, p. 30).

Signe de l'importance de cet impératif baconien, les taxinomistes se sentent d'entrée de jeu obligés de justifier leur science non seulement par rapport à ce qu'elle peut apporter aux autres domaines biologiques (utilité théorique), mais aussi à la société (utilité pratique), par exemple, en permettant de mieux prévenir les épidémies de malaria grâce à l'identification du vecteur de la maladie.

C'est dans ce contexte que Sokal (1985) s'interroge sur l'intérêt de la taxinomie alors que les projecteurs sont tous tournés vers la génétique moléculaire. Pourquoi en effet s'intéresser à la taxinomie alors que la génétique moléculaire nous fournit tant de merveilles ?

But in these days when molecular genetics provides us with new and exciting discoveries on a regular basis [...] one may well wonder why scientists should still bother with taxonomy (Sokal, 1985, p. 729).

En effet, en comparaison avec les promesses de la génétique moléculaire, les problèmes de la taxinomie peuvent paraître puérils ou à tout le moins sans grande portée pratique.

Or, nous disent les taxinomistes, même si la systématique, qui s'intéresse à l'étude de la diversité animale et végétale, et la taxinomie, qui s'intéresse à la théorie et à la pratique de la classification, ont perdu du terrain au cours du vingtième siècle aux mains de la physiologie, de la génétique, de l'écologie, de la biologie moléculaire et de la neurophysiologie, cela ne veut pas dire pour autant que le problème de la classification a perdu de son actualité.

Le déclin relatif de la systématique et de la taxinomie n'est pas le résultat d'un consensus au sujet du problème de la classification, mais davantage le résultat de la lutte féroce que se livrent les sous-disciplines biologiques entre elles. Comme le souligne Hennig (1966), dans aucune autre science que la biologie, les contrastes et la lutte pour la survie entre les sous-disciplines ne sont aussi importants (*so strong*).

Cette lutte s'explique en partie par le fait que les problèmes et donc les méthodes sont plus variées en biologie que dans les autres sciences. Ce qui conduit à la spécialisation et au cloisonnement. De plus, comme il fallait sans doute s'y attendre, la division des sciences biologiques varie d'un auteur à l'autre.

Ainsi, Nelson et Platnick (1981) mentionnent que la biologie actuelle est devenue un vaste conglomérat de sous-disciplines que l'on regroupe communément selon leur niveau d'organisation. On a alors :

- (1) Les études portant sur les êtres vivants eux-mêmes ou sur des ensembles d'êtres vivants (les écosystèmes) ;
- (2) Les études portant sur les parties des êtres vivants (tissus, organes, etc.).

Mayr (1961) propose plutôt de regrouper les sous-disciplines biologiques selon : (a) leur rapport avec le transformisme ; (b) le type de questions qu'elles posent ; et (c) les causes qu'elles étudient²⁶.

On a alors :

- (1) La biologie évolutive qui répond à la question pourquoi, et qui étudie les causes ultimes ;
- (2) La biologie fonctionnelle qui répond à la question comment et qui étudie les causes prochaines.

Cette division des sciences biologiques va donc dans le même sens que ce que Mayr et Ashlock (1991) disent lorsqu'ils parlent des deux grandes méthodes scientifiques qu'utilisent les biologistes : La méthode expérimentale et la méthode comparative basée sur l'observation.

Toutefois, soulignent Nelson et Platnick (1981), cette division n'est pas exhaustive puisqu'elle ignore les études descriptives (*descriptive structural studies*). Or, nous pouvons régler ce problème en parlant de biologie structurelle et fonctionnelle ou encore de biologie non évolutive au lieu de biologie fonctionnelle.

Pour sa part, Wiley (1981) propose de regrouper les sous-disciplines biologiques de la façon suivante :

- (1) La biologie générale dont les sous disciplines se penchent sur l'uniformité de la vie en cherchant à mieux comprendre les processus biologiques qu'ont en commun les êtres vivants;
- (2) La biologie comparée dont les sous disciplines s'intéressent et essaient d'expliquer la diversité de la vie.

Au demeurant, peu importe la façon que l'on regroupe les sous-disciplines biologiques, les taxinomistes s'entendent pour dire que le problème de la classification ne doit pas être ignoré

²⁶ In 1961 (Essay 23) I pointed out that there are basically two biologies. One deals with functional phenomena and investigates the causality of biological functions and processus; the other, evolutionary biology, deals with the historical causality of the existing organic world. Functional biology takes much of its technique and *Fragestellung* from physics and chemistry [...] Evolutionary biology [...] must pursue a very different strategy of research in order to provide explanations. Its most productive method is the comparative method, for which the taxonomists have laid the foundation (Mayr, 1976a, pp. 418-19).

sous prétexte que la systématique et la taxinomie ne sont pas à la mode ou encore parce que l'avant-scène est occupé par des sous-disciplines plus récentes (i.e. biologie moléculaire) qui, de ce fait, accaparent la part du lion des budgets de recherche. Car la classification est à la base d'une grande partie des recherches en biologie (utilité théorique).

A sound classification is the indispensable basis of much biological research. It is a prerequisite for the application of the comparative method. [...] Studies of species formation, the factors of evolution, and biogeography are unthinkable without classification. Classifications are particularly important in applied biology, for instance, agriculture, public health, and environmental biology, because the correct identification of an important agricultural insect pest, disease vector, or major component of an ecosystem depends on the availability of a sound classification (Mayr et Ashlock, 1991, p. 6).

Pour Sokal (1985), la taxinomie (les hypothèses taxinomiques) est mise à contribution dans les études comparatives mais aussi toutes les fois que l'on suppose la généralité d'un phénomène ou qu'on veut tester les hypothèses évolutives (utilité théorique).

Sans compter, nous rappellent Mayr et Ashlock (1991), que l'étude du problème de la classification a un impact important non seulement sur les autres sous-disciplines biologiques mais sur la pratique des taxinomistes eux-mêmes :

Taxonomists can make intelligent use of the available methods, particularly the many new techniques (computers, molecular analysis, etc.), only if they fully understand the basic principles of biological classification (Mayr et Ashlock, 1991, p. xviii).

Cela ne veut pas dire que les taxinomistes soient motivés avant tout par des visés pratiques, mais plutôt que la taxinomie n'échappe pas à la soumission des recherches scientifiques aux impératifs de la vie pratique. De fait, comme nous venons de le voir, les taxinomistes sont bien conscients que l'importance accordée à la taxinomie vient surtout des services que celle-ci rend aux autres branches de la biologie (utilité théorique et utilité pratique), même si dans leurs travaux, les taxinomistes ne se préoccupent pas toujours des retombées pratiques que ceux-ci pourraient éventuellement entraîner.

Au demeurant, il n'est pas question ici des *scientifiques*, mais, comme nous l'avons déjà mentionné, de ce qui distingue les sciences expérimentales de la philosophie naturelle²⁷, en particulier celle des Grecs.

L'accession de la taxinomie au statut de science véritable est un élément important du débat. Or, la pensée instrumentale, qui est une des caractéristiques de la science moderne, contribue à déterminer les objets de la science.

Contrairement à la philosophie naturelle, les sciences expérimentales sont ainsi faites que les applications pratiques en découlent tout naturellement parce qu'au départ elles interviennent sur les processus naturels afin de mieux les connaître²⁸. Les sciences expérimentales ne partent pas seulement de l'expérience qu'offre le réel, elles expérimentent sur le réel. De ce fait, elles diffèrent grandement de la philosophie naturelle.

Plutôt que de tout simplement viser à découvrir l'ordre de la nature, il ne faut donc pas se surprendre que les taxinomistes aient comme objectif commun de fournir un système général de référence aux autres biologistes afin de faciliter leurs travaux expérimentaux (utilité théorique) qui déboucheront éventuellement sur des applications pratiques (utilité pratique), en agriculture par exemple.

²⁷ Il est bon de rappeler que nous avons tous, que nous soyons biologistes ou non, l'expérience de la diversité des êtres vivants. Plus précisément, nous sommes tous à même de constater qu'il y a, à divers degrés, des différences et des ressemblances entre les êtres vivants. Cette expérience est une expérience commune du même ordre que celle du mouvement et du temps. Elle est plus ou moins vague mais néanmoins certaine; elle ne peut être contredite. La philosophie naturelle s'intéresse à ces diverses expériences communes que nous avons et elle tente de les cerner du mieux qu'elle peut.

Toutefois, l'étude de la diversité des êtres vivants ne relève pas en premier lieu de la philosophie naturelle, car elle met davantage en jeu un autre type d'expérience : l'expérience particulière.

C'est donc à la biologie, en tant que science expérimentale, qu'incombe la tâche de chercher à préciser davantage cette connaissance vague que nous avons tous de la diversité du vivant. Or, la classification est un excellent moyen d'étudier la diversité des êtres vivants, dans ses grandes lignes comme dans ses moindres détails. Elle permet aussi de mieux saisir les relations de parenté que les êtres vivants entretiennent entre eux.

²⁸ La méthode analytique et expérimentale qui s'impose au XVII^e siècle et qui n'a plus une attitude contemplative, mais agressive, à l'égard de son objet, contient déjà dans son esprit l'habilitation à, et dans ses résultats la voie vers un rapport actif au connu. La possibilité d'une application pratique fait partie de l'essence théorique des sciences modernes de la nature elles-mêmes; c'est-à-dire que le potentiel technologique lui est intrinsèquement inné et son actualisation accompagne chaque pas de sa croissance (Jonas, 2000, p. 19).

N'empêche que la question demeure : Outre leur objectif commun, qu'est-ce que les écoles cherchent à accomplir qui les différencie les unes des autres ? Bref, vers quoi doit tendre l'activité classificatoire selon elles ?

Nous allons voir dans le chapitre suivant que les écoles cherchent à établir des classifications naturelles, mais qu'elles ont une conception différente de ce qu'il faut entendre par *classification naturelle*.

Certains taxinomistes voient dans l'établissement de classifications qui reflètent l'ordre de la nature (l'histoire évolutive) le but à atteindre alors que d'autres voient plutôt dans l'établissement de classifications qui sont conformes à l'esprit humain le terme auquel l'activité classificatoire peut véritablement espérer conduire.

Chapitre 2

L'ÉTABLISSEMENT DE CLASSIFICATION NATURELLE

Nous avons vu que les trois écoles ont un objectif commun, c'est-à-dire l'édification d'un ensemble de classifications générales qui comprendrait tous les animaux et qui pourrait servir de système général de référence (utilité théorique et utilité pratique).

Mais qu'en est-il au juste de toute la question de la classification naturelle ? Après tout, l'effort de classification déployé depuis les tout débuts des études portant sur la diversité animale n'est-il pas justement en vue d'établir de telles classifications?

De fait, Eldredge et Cracraft (1980) nous rappellent que l'histoire nous enseigne que les taxinomistes ont toujours cherché à éliminer les groupes qui ne leur paraissaient pas naturels. De plus, Mayr et Ashlock (1991) soulignent qu'à l'épithète de *meilleure classification* certains préfèrent celle de *plus naturelle*. C'est pourquoi vu l'importance que revêt cette notion de classification naturelle pour les taxinomistes, nous ne pouvons pas faire l'économie d'examiner ce que les écoles entendent par *classification naturelle*.

Au chapitre un, nous avons vu que les trois écoles s'entendent sur les critères d'une bonne classification générale : utilité générale, pouvoir explicatif, stabilité, rigidité et convivialité²⁹. Or, quel(s) est (sont) le (les) critère(s) qui nous permettrai(en)t de dire que nous sommes en présence d'une classification naturelle ? Est-ce que l'utilité générale, le pouvoir explicatif, la stabilité, la rigidité et la convivialité suffisent ?

Pour commencer, prenons un peu de recul et revenons à l'expérience que chacun a du monde vivant afin de mieux comprendre la raison classificatoire. Ce rapide détour par l'expérience commune nous permettra de voir que les positions adoptées par les trois écoles de taxinomie sur la question de la classification naturelle sont loin d'être étrangères aux efforts de rationalisation déployés par les êtres humains de tout temps et en tout lieu.

²⁹ La classification doit être proportionnée à l'intelligence humaine.

2.1 La raison classificatoire

Lorsque nous sommes confrontés au monde vivant, que ce soit aux animaux ou aux plantes, deux choses nous frappent de prime abord : La diversité et la ressemblance.

Les animaux se présentent sous des formes des plus variées et se rencontrent dans des milieux fort différents. Mais, en même temps, nous arrivons assez facilement à trouver des similitudes entre eux, même que dans plusieurs cas, tel animal ressemble à s'y méprendre à tel autre.

Le langage nous a permis de gérer cette diversité et cette ressemblance qui caractérisent le monde vivant. Il nous a servi autant à mettre de l'ordre dans le monde qu'à le saisir. Dès le début, un dialogue s'est installé entre notre désir de découvrir l'ordre de la nature et celui d'organiser les données sensibles — ce que Dobzhansky (1935) appelle « the order-loving mind³⁰ » —, comme nous le rappelle la remarque de Wiley (1981) à l'effet que les classifications en biologie sont des systèmes de mots.

Classifications are systems of words. Biological classifications are systems of words which are used to organize the diversity of life and/or to reflect man's estimate of nature's own organization of life (Wiley, 1981, p. 193).

Bien qu'il ne soit pas facile de trancher entre les deux, les études en ethnobiologie montrent que certaines divisions sont plus universellement reconnues que d'autres, malgré l'influence qu'exerce le milieu où vivent les gens sur leur façon de classer les animaux et les plantes.

L'ethnobiologie, qui a pour tâche d'étudier et d'analyser l'appréhension et l'utilisation par une culture de la faune et de la flore locales, semble révéler que la structure des classifications biologiques populaires est d'une uniformité transculturelle frappante (Atran, 1986, p. 14).

De même, Gosselin (1990), citant Claude Lévi-Strauss, mentionne que les classifications zoologiques et botaniques qui sont le fruit de différentes cultures sont semblables, malgré les différences, à la classification linnéenne.

³⁰ It remains to be ascertained whether the species is a purely artificial device employed for making the bewildering diversity of living beings intelligible, or corresponds to something tangible in the outside world. Having evolved a classification based on arbitrary categories the investigator may be only too prone to mistake the product of his own mentality for some preëxisting [sic] “order of nature.” Is, then, the species a part of the “order of nature,” or a part of the order-loving mind (Dobzhansky, 1935, p. 345)?

Claude Lévi-Strauss in *La Pensée Sauvage* compares the classifications of zoological and botanical species of different cultures to those of western scientists and his conclusion is that they are similar to a simple classification of the Linnaean type. Being very close to nature there is no barrier between their knowledge of plants and animals and the ordering of social relationships; they integrate this knowledge in their culture and associate the semantical field of the natural, with the semantical field of the cultured. This is an illustration of the fact our knowledge is based upon invariable intellectual processes on the one hand, variable processes on a higher level on the other hand (Gosselin, 1990, p. 77).

Ainsi, les classifications zoologiques établies par les taxinomistes ne diffèrent pas des classifications biologiques populaires autant que nous pourrions le croire. Elles illustrent, elles aussi, ce dialogue entre notre désir de découvrir l'ordre de la nature et celui d'organiser les données sensibles qui a présidé à leur établissement.

En effet, l'utilisation de la commune possession d'un caractère anatomique (colonne vertébrale) dans la délimitation du groupe des vertébrés montre le désir de découvrir l'ordre de la nature alors que le désir d'organiser les données sensibles semble davantage guider l'utilisation d'une privation (absence de colonne vertébrale) pour caractériser les invertébrés en l'absence de la connaissance d'un caractère commun à ce groupe d'animaux qui serait naturel. Nous sommes donc en face d'une division logique bien que l'appartenance à un des groupes (les vertébrés) apparaissent fondée en nature.

Est-ce à dire que les deux inclinations de la raison classificatoire, saisir l'ordre de la nature et mettre de l'ordre dans le monde, revêtent la même importance aux yeux des taxinomistes ?

La réponse est non. En effet, les taxinomistes cherchent à éliminer les groupes basés sur des privations pour favoriser les groupes dits naturels. Ils cherchent donc à établir des classifications naturelles, c'est-à-dire avant tout à saisir l'ordre de la nature.

Or, si les trois écoles conviennent que la classification naturelle est le meilleur moyen pour obtenir une classification générale riche en information, qui pourra à l'intérieur d'un système général de référence être utile à tous les biologistes, par contre, elles ne s'entendent pas sur le chemin à suivre pour y parvenir³¹. Car, comme nous le rappellent Sneath et Sokal (1973), la

³¹ Voir deuxième partie, chapitre 5 page 64.

notion de classification naturelle n'étant pas simple, les tentatives pour définir un système naturel ont toujours fait face à de grandes difficultés.

Et même, soulignent Mayr et Ashlock (1991), si les taxinomistes semblent s'entendre sur ce qu'implique une classification naturelle, en l'occurrence, qu'il existe une parenté plus étroite entre les membres d'un groupe naturel qu'entre ceux d'un groupe qui ne l'est pas, il reste que les taxinomistes doivent s'entendre sur cette notion de relation.

That classification was traditionally considered most natural which best reflected degree of relationship. However, there are several concepts of relationship, and their determination is controversial in all cases (Mayr et Ashlock, 1991, p. 128).

De fait, tout domaine confondu, Patrick Tort (1989) identifie deux schèmes élémentaires de l'activité classificatoire, l'un *métonymique* (généalogie), l'autre *métaphorique* (ressemblance) qui ont été, d'ailleurs, thématiques par Kant à propos du domaine zoologique :

La division scolastique se fait par classes, elle répartit les animaux selon des ressemblances ; celle de la nature se fait par souche ; elle les répartit selon les liens de parenté, du point de vue de la génération. La première fournit une systématisation scolastique à l'usage de la mémoire ; la seconde une systématisation naturelle à l'usage de l'entendement ; la première n'a d'autre dessein que de ranger les créatures sous des rubriques, la seconde vise à les ranger sous des lois (Tort, 1989, p. 17)³².

Rien d'étonnant alors si le différent actuel en taxinomie au sujet de la classification naturelle porte sur la préséance entre ces deux schèmes. Historiquement, les classifications ont été établies sur la base de la ressemblance, mais depuis l'appel lancé par Huxley (1940), à savoir que les classifications devaient illustrer l'évolution en marche (*at work*), plusieurs ont prétendu que les classifications devaient dorénavant être avant tout phylogénétiques. C'est pourquoi la question de la classification naturelle débouche sur celle du lien qui doit exister entre phylogénie et classification.

Les écoles sont donc clairement appelées à se positionner par rapport à la possibilité d'avoir une taxinomie historique. Tout le reste du débat dépend, en quelque sorte, de ce choix puisque

³² La citation de Kant est tirée de « Des différentes races humaines (1775-1777), I. De la diversité des races en général », dans *La philosophie de l'histoire*, (Opuscule), Aubier, 1947.

ceux qui vont s'opposer à la nécessité d'avoir un lien étroit entre phylogénie et classification ne vont pas proposer un autre grand principe de classification³³. Ils vont seulement orienter le débat autour de la subjectivité trop grande de la classification évolutionniste, l'héritière directe de la *New Systematics*³⁴.

2.2 Phylogénie et classification

Gilmour (1940) mentionne qu'il y a deux grandes écoles de pensée sur cette question du lien entre phylogénie et classification. Il y a ceux qui militent en faveur d'un lien étroit entre les deux et il y a ceux qui, comme lui, y voient deux sphères d'activités indépendantes.

There still exist, however, two schools of thought among its members, as among biologist in general. One school, consisting, in the committee, mainly of zoologists, maintains that a natural classification is one based on the phylogeny of the groups concerned [...] The other school, however, feels doubtful whether a 'logical' classification (based on correlation or coherence of characters) is always and necessarily a phylogenetic one [...] (Gilmour, 1940, p. 461).

Dans la même ligne de pensée, Hull (1965a) répartit les taxinomistes en deux camps : Les classificationnistes et les phylogénistes, les uns voudraient que l'unité de la classification corresponde à l'unité de l'identification et ils mettent donc surtout l'emphase sur la ressemblance (métaphore), les autres voudraient que l'unité de la classification soit l'unité de l'évolution et ils mettent donc l'accent sur la généalogie (métonymie)³⁵.

2.2.1 Les classificationnistes

Sneath et Sokal (1973) rejettent la phylogénie à la marge de l'activité classificatoire. Pour eux, *classification générale* et *classification naturelle* sont des expressions « équivalentes ». S'appuyant sur Gilmour (1937 ; 1940), ils font reposer la *naturalité* des classifications sur leur plus grande utilité générale qui se manifeste par leur capacité à stocker et fournir des

Nous sommes en droit de nous demander si Kant n'exagère pas lorsqu'il réduit les classifications basées sur la ressemblance à l'utile et qu'il octroie le statut de lois à celles basées sur la génération.

³³ Comme c'est le cas pour la taxinomie rationnelle (voir la section 4.2 de l'Introduction générale).

³⁴ Voir chapitre 9.

³⁵ Tout au long de notre exposé, nous nous servons de cette distinction entre classificationnistes et phylogénistes qu'a faite Hull (1965a).

informations. Plus la quantité d'information mise en oeuvre dans l'élaboration d'une classification sera importante, plus cette classification sera en mesure de fournir des informations et donc plus elle sera naturelle. L'unité de la classification doit donc correspondre à l'unité de l'identification pour que nous ayons une classification naturelle.

If the purpose is restricted, then the classification is a special classification, often called “arbitrary”. Such a classification conveys less information than a general or “natural” one. [...] We hold the view with Gilmour that a “natural” taxonomy is a general arrangement intended for general use by all scientists (Sneath et Sokal, 1973, p. 24-25).

Gilmour (1937) mentionne qu'une classification est plus naturelle qu'une autre si elle nous permet d'énoncer un plus grand nombre de propositions. Cela est possible parce qu'une classification naturelle est basée sur des attributs auxquels d'autres attributs sont associés. Or, la corrélation des attributs ne correspond pas toujours avec les relations phylogénétiques. C'est pourquoi les relations phylogénétiques doivent servir à la construction de classifications particulières et non de classifications générales.

Nous devons donc regarder une classification naturelle comme le regroupement des choses vivantes (*living things*) qui autorise le plus grand nombre d'inductions. De ce fait, une telle classification se trouve à être de la plus haute utilité (*most generally useful classification*) pour les recherches sur le vivant.

2.2.2 Les phylogénistes

Pour Mayr et Ashlock (1991), de même que pour Wiley (1981), il n'y a pas de relation directe entre la *généralité* et la *naturalité* d'une classification. Une classification naturelle représente d'une façon ou d'une autre la phylogénie, c'est-à-dire la filiation réelle des êtres vivants. Une telle classification est riche en information justement parce qu'elle est véritablement naturelle. L'unité de la classification doit correspondre avec l'unité de l'évolution si nous voulons avoir des classifications naturelles.

Simpson (1961) convient que le regroupement des animaux sur la base de leur similitude globale (surtout les similitudes morphologiques) se fait tout naturellement (intuitivement).

The most intuitive approach, and one that is always involved to some extent in practice, is through associations by similarity, and primarily (although now no longer exclusively) by morphological similarity (Simpson, 1961, p. 27).

Toutefois, cette approche, qui sert toujours dans l'établissement des classifications, est première quant à nous et non pas en soi, puisque les classifications naturelles véritables sont, pour les phylogénistes comme Simpson (1961), basées sur les relations phylogénétiques.

De plus, Simpson (1961) distingue, comme Gilmour (1940), les classifications en rapport à leur capacité à produire des généralisations — certaines classifications permettent de faire un large éventail d'inductions ou des généralisations plus significatives (*meaningful*) et sont en ce sens meilleures ou plus utiles —, mais, par contre, il est en désaccord avec l'affirmation de Gilmour (1940) selon laquelle une classification générale sera automatiquement plus naturelle qu'une classification particulière³⁶ : « [...] “natural” as applied to classifications is ambiguous and disputable [...] but it is hardly ever taken to mean more widely useful » (Simpson, 1961, p. 25).

Ainsi, contrairement à Sneath & Sokal (1973), pour Simpson (1961), il ne suffit pas de réunir un maximum de données sensorielles (similitudes morphologiques) pour obtenir une classification naturelle. Pour cela, il faut plutôt partir des relations phylogénétiques parce qu'elles mettent en lumière les processus ayant mené à la formation des taxa.

[...] approach through one kind of association by contiguity, that of evolutionary origin and phylogenetic relationships, is more broadly meaningful for the reasons, among others, that it involves the processes by which it is now known the taxa really originated and that it explains and permits interpretations of the more obvious associations by similarity (Simpson, 1961, p. 27).

³⁶ Il peut être intéressant de mentionner que Dobzhansky (1935) semble avoir une position intermédiaire.

A natural classification may be defined as one reflecting empirically existing discontinuities in the materials to be classified. Any apparent discontinuity may serve as a basis for construction of a natural classification. Organisms vary in color, size, in external and internal structures, in their physiologies, in descent, etc. A classification is the more natural the larger is the number of discontinuities it subsumes in each division. An ideal classification would include all the discontinuities, and the knowledge of the position of an organism in such a classification would permit the formation of a sufficient number of deductive propositions for a complete description of this organism (Dobzhansky, 1935, p. 345).

Bref, pour Simpson (1961) le plus grand pouvoir explicatif³⁷, et non la capacité de fournir davantage d'informations (*inductions*), des classifications basées sur les relations phylogénétiques justifient leur supériorité sur les classifications basées uniquement sur la similitude des individus.

2.3 Le débat en taxinomie et le but de l'activité classificatoire

Nous avons vu que la question de la classification naturelle oppose en premier les classificationnistes (taxinomie numérique) aux phylogénistes (classification évolutionniste et systématique phylogénétique) autour de la relation qu'entretient la phylogénie avec l'activité classificatoire.

Pour les premiers, les recherches phylogénétiques se situent en aval, c'est-à-dire que l'activité classificatoire alimente les recherches phylogénétiques et non le contraire. Tandis que pour les seconds, les recherches phylogénétiques servent de point de départ et accompagnent l'activité classificatoire, il y a donc dialogue entre les deux.

Ce qui est en jeu entre classificationniste et phylogénistes, c'est aussi la relation de cause à effet qui existe entre une classification généraliste et une classification naturelle. Pour les classificationnistes, une classification est naturelle parce qu'elle est riche en information tandis que les phylogénistes soutiennent qu'une classification est riche en information parce qu'elle est naturelle.

Ces importantes divergences nous conduisent à nous demander si les trois écoles poursuivent le même but, malgré le fait qu'elles aient l'objectif commun d'établir un système général de référence utile à l'ensemble des biologistes et qu'elles disent vouloir établir des classifications naturelles.

S'il est vrai que les taxinomistes visent l'établissement d'un système général de référence, il faut voir qu'un tel système permet avant tout de nommer correctement les choses. Il s'agit

³⁷ Nous reviendrons sur ce sujet au chapitre 7 page 103. Toutefois, mentionnons tout de même que Mayr (1969) considère les classifications naturelles comme des théories scientifiques et qu'à ce titre elles auraient un pouvoir explicatif. Cependant, Duhem (1981) ne croit pas que les théories scientifiques fournissent une explication des phénomènes, mais seulement une classification naturelle. Nous sommes donc en droit de questionner le pouvoir explicatif qu'attribue Simpson (1961) aux classifications naturelles.

d'uniformiser la nomenclature à la grandeur de la biologie. Comme nous l'avons dit, un tel objectif est conforme à la visée pratique des sciences expérimentales (utilité théorique et utilité pratique). Sans un tel système de référence, la confusion s'installerait rapidement. Toutefois, les taxinomistes ont bien d'autres intérêts...

De fait, la façon différente qu'ont la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique de classer les animaux découle de considérations théoriques portant sur le transformisme.

La classification évolutionniste s'en tient à la Théorie Synthétique de l'Évolution (TSE) tandis que la systématique phylogénétique, sans être en rupture de ban avec la TSE, a trouvé une confirmation de la justesse de sa méthodologie dans une version révisée de celle-ci, c'est-à-dire le modèle paléobiologique de Eldredge et Gould (1972) et Gould et Eldredge (1977) des équilibres intermittents (*punctuated equilibria*).

La classification évolutionniste s'est donc donné comme mission d'aboutir à des classifications qui illustrent l'histoire évolutive, c'est-à-dire qui tiennent compte autant de l'anagenèse que de la cladogenèse. En comparaison, la systématique phylogénétique cherche plutôt à obtenir des classifications qui reflètent la succession des épisodes de cladogenèse, qu'elle juge être le principal, sinon le seul, mode de spéciation.

Autant la classification évolutionniste que la systématique phylogénétique ne seraient pas prêtes à renoncer à leur façon de faire, même si en agissant de la sorte, il serait plus facile d'édifier un système général de référence, comme le soutient d'ailleurs la taxinomie numérique. Il y a donc chez elles une tension perpétuelle entre les deux inclinations de la raison classificatoire, la volonté affirmée de mettre de l'ordre dans le monde et l'importance accordée au respect de l'ordre de la nature.

Pour sa part, la taxinomie numérique s'appuie elle aussi sur des considérations théoriques pour justifier son refus de tenir compte des données phylogénétiques. Sauf qu'il s'agit de considérations épistémologiques empruntées à Gilmour (1937 ; 1940) et non de considérations théoriques portant sur le transformisme.

La taxinomie numérique s'en tient exclusivement à l'inclination de la raison classificatoire à mettre de l'ordre dans la nature parce qu'elle est convaincue que le seul moyen pour arriver à des classifications naturelles est de construire des classifications qui soient conformes à notre façon d'appréhender le monde. C'est pourquoi la taxinomie numérique ne propose pas un autre grand principe de classification, mais plutôt une *méthode*.

Nous pouvons donc conclure que les écoles poursuivent des buts différents (voir Tableau 2):

- *Construire* des classifications qui soient conformes à notre façon d'appréhender le monde (taxinomie numérique) ;
- *Établir* des classifications qui illustrent l'histoire évolutive (classification évolutionniste) ;
- *Établir* des classifications qui reflètent la succession des épisodes de cladogenèse (systématique phylogénétique).

Tableau 2 Le but de l'activité classificatoire

	Classificationnistes	Phylogénistes	
	Taxinomie numérique	Classification évolutionniste	Systématique phylogénétique
Objectif commun	L'édification d'un système général de référence		
BUTS	<i>Construire</i> des classifications qui soient conformes à notre façon d'appréhender le monde	<i>Établir</i> des classifications qui illustrent l'histoire évolutive	<i>Établir</i> des classifications qui reflètent la succession des épisodes de cladogenèse
Références théoriques	Considérations épistémologiques de Gilmour (1937 ; 1940)	Théorie Synthétique de l'Évolution	Modèle paléobiologique de Gould et Eldredge (1977)

DEUXIÈME PARTIE

LES MÉTHODES DE CLASSIFICATION

Dans la première partie, nous avons établi que les trois écoles de taxinomie poursuivent des buts différents bien qu'il ait comme objectif commun d'édifier un système général de référence. À présenter nous devons regarder de plus près les méthodes de classification que proposent les écoles avant de questionner les assises philosophiques sur lesquelles repose le débat dans la troisième partie.

Nous allons commencer par apporter des précisions sur l'activité classificatoire (chapitre 3) pour ensuite nous intéresser à la détermination des espèces (chapitre 4) puis à la formation et la hiérarchisation des taxa supérieurs (chapitre 5).

Chapitre 3

L'ACTIVITÉ CLASSIFICATOIRE

Dans le présent chapitre, nous allons :

- Considérer la question de l'unité de base de la classification ;
- Voir si la détermination des espèces (taxa) est un préalable à l'activité classificatoire ou, au contraire, si elle est une partie intégrante de la tâche des taxinomistes.

3.1 L'unité de base de la classification

Qu'est-ce qui est classé au juste ? Les caractères ? Les organismes vivants ? Les populations ? Les espèces (taxa) ?

La distinction, que nous avons faite au chapitre 2, entre les phylogénistes et les classificationnistes nous servira de point de départ.

3.1.1 La position des phylogénistes

Bien qu'en pratique, les taxinomistes prennent les spécimens eux-mêmes (organismes vivants) comme base de comparaison dans la détermination des espèces (taxa) et la classification des taxa supérieurs, l'unité de base de la classification correspond théoriquement à l'unité fondamentale de l'évolution, c'est-à-dire aux espèces (taxa) qui sont composées d'une ou plusieurs populations.

Pour représenter les espèces (taxa), les taxinomistes ont le choix entre sélectionner des spécimens types dans le lot échantillonné (*type concept*) ou encore de créer des spécimens statistiques (*population concept*) à partir des spécimens qu'ils ont sous la main. Toutefois, sous l'influence de la pensée populationnelle, les taxinomistes ont tendance à étudier un grand

nombre de spécimens toutes les fois que cela est possible et donc à utiliser le plus souvent un spécimen statistique combinant moyenne et variance plutôt qu'un spécimen type³⁸.

The modern taxonomist is a student of populations. He is therefore interested in adequate samples of these populations, samples that give a sufficient picture of the variability of these populations and permit, when necessary, their statistical analysis. Formerly a museum retained only a few “typical” representatives of every species and considered the rest of the material as duplicates. Nowadays a museum takes pride in possessing large series of specimens of each species, originating from all parts of the range of the species. The replacement of the type concept by the population concept made such a shift of emphasis inevitable (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 64).

Dans le cas des genres et des familles, le type sera une catégorie inférieure³⁹. Par exemple, dans l'étude des relations⁴⁰ qu'entretiennent les familles appartenant à l'ordre des carnivores, les taxinomistes ont le choix de prendre une espèce type ou un genre type comme base de comparaison. Mais là encore, sous l'influence de la pensée populationnelle, c'est plutôt une espèce statistique ou un genre statistique qui va servir de base de comparaison.

3.1.2 La position des classificationnistes

Pour les classificationnistes, les unités de base de la classification ne doivent pas être confondues avec les unités fondamentales de l'évolution que sont les espèces (taxa). Ainsi, même si l'école numérique reconnaît que les espèces (taxa) ont un statut particulier en tant qu'unité fondamentale de l'évolution, il est néanmoins préférable d'utiliser en tout temps le

³⁸ Cela ne veut pas dire que les types n'ont plus aucune utilité en taxinomie. Au contraire, ils demeurent très utiles comme porteurs de nom (*name bearer*) et leur étude intéresse surtout la nomenclature. Ainsi, il arrive parfois qu'après un examen plus attentif, les spécimens qui avaient été jugés appartenir à la même espèce (taxon) se révèlent en fait appartenir à des espèces (taxa) différentes. Il faut alors décider à laquelle de celles-ci le nom original s'applique. L'examen du type permet de trancher alors entre les candidats en lice.

[...] the function of the type has shifted. It has happened thousands of times in the history of taxonomy that the material on which the original description of a species was based actually included several species, as revealed by more discriminating subsequent analysis. If a single type specimen is available, it can be determined by reexamination of this type to which of the several species the name given by the original author should be applied (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 237).

³⁹ Aucun spécimen-type n'est associé aux taxa supérieurs (familles, ordres, classes et phyla). Le nom des taxa supérieurs renvoie à une description générale. Par exemple, Chiroptera veut dire *main qui forme une aile*; Vertebrata *possédant une colonne vertébrale*; Arthropoda *possédant des pattes articulées*.

terme d'Unité Taxinomique Opérationnelle (UTO⁴¹) parce que le niveau taxinomique des unités de base de la classification peut varier selon les études⁴².

Since the hierarchic level of the taxonomic unit employed in numerical studies will differ, we cannot speak of fundamental taxonomic units but shall refer to them as *operational taxonomic units (OTU's)* (Sokal et Sneath, 1963, p. 121).

Sokal et Sneath (1963, p. 120) et Sneath et Sokal (1973, p. 69) soulignent que les individus (organismes) sont habituellement des entités sûres (*unambiguous entity*) et sont effectivement pris comme unité de base dans certaines études. Toutefois, parce que les matrices de similitude atteindraient une taille excessive, le plus souvent ce sont les espèces (taxa)⁴³ (parfois les genres (taxa), rarement les familles (taxa) ou les ordres (taxa)) qui sont pris comme unité de comparaison dans les études portant sur les taxa supérieurs. Il s'agit plus précisément, comme pour les phylogénistes, de spécimens représentatifs (types) ou encore de moyennes de plusieurs individus.

Au demeurant, précisent Sokal et Sneath (1963 p. 121), il faut éviter les idées toutes faites dans le choix des UTOs. Il ne faut pas hésiter à faire des évaluations préliminaires des relations phénétiques entre les spécimens qui serviront à former les UTOs. Le choix à faire peut donc être entre les étapes du cycle vital d'un animal ou d'une plante, ou encore entre les différentes castes chez les insectes sociaux.

Maintenant que nous avons établi que ce sont les espèces (taxa) qui servent le plus souvent d'unité de base de la classification, nous devons répondre à la question : Où commence

⁴⁰ Selon les écoles, il peut s'agir de la similitude globale (taxinomie numérique), d'un type précis de lien phylétique, à savoir la proche parenté (systématique phylogénétique) ou encore de liens phylétiques en général qui comprennent aussi bien la proche parenté que les liens de descendance (classification évolutionniste).

⁴¹ Operational Taxonomic Units (OTU's).

⁴² We cannot therefore speak of fundamental taxonomic units (these would mostly be individuals), but shall refer to *operational taxonomic units (OTU's)*, which are the lowest ranking taxa employed in a given study. From study to study OTU's can therefore differ in rank ; for example, they may be individuals, exemplars of genera, or averages representing species (Sneath et Sokal, 1973, p. 69).

⁴³ Sauf pour les études intraspécifiques, les espèces (taxa) sont le plus souvent prises comme unité de base de la classification en zoologie et en botanique, c'est-à-dire « strictly speaking, the taxonomic unit with a binomial name which is believed to correspond to one or other of the biological units which are given the name of species (Sneath et Sokal, 1973, p. 69).

l'activité classificatoire ? Est-ce que la tâche des taxinomistes commence avec la détermination des espèces (taxa) ou avec la mise en ordre de celles-ci dans des ensembles de plus en plus vastes, c'est-à-dire dans des taxa appartenant aux catégories supérieures de la hiérarchie linnéenne (genre, famille, ordre, classe, phylum) ?

3.2 La tâche des taxinomistes

Nous nous trouvons encore une fois placé devant les deux mêmes camps :

(1) Les classificationnistes proposent une seule procédure, peu importe qu'il s'agisse de délimiter des espèces (taxa) ou des taxa de niveau taxinomique supérieur. Les taxinomistes ont donc une tâche unique, c'est-à-dire effectuer des regroupements et les hiérarchiser au besoin ;

(2) Les phylogénistes croient que la *détermination* des espèces (taxa) et la *délimitation-hiérarchisation* des taxa supérieurs demandent que l'on fasse appel à des procédures différentes. La tâche des taxinomistes est de ce fait double. De plus, la détermination des espèces (taxa) est jugée, plus ou moins, comme une activité préalable à l'activité classificatoire proprement dite.

3.2.1 La position des classificationnistes

Sneath et Sokal (1973 p. 367) mentionnent qu'à ses débuts la taxinomie numérique s'occupait surtout d'effectuer des regroupements aux niveaux des catégories intermédiaires et supérieures de la hiérarchie parce que la détermination des groupes (*clusters*) au niveau de l'espèce (catégorie taxinomique) posait des problèmes quasi insurmontables. Le regroupement des individus (organismes) en populations et en espèces (taxa) était difficile en raison des calculs nécessaires (*computational difficulties*) et aussi parce que les espèces (taxa) étaient considérées comme pouvant être déterminées objectivement (*the definition and delimitation of species was based on objective grounds*) contrairement aux taxa supérieurs.

Toutefois, avec le développement de l'informatique, et avec l'évidence de plus en plus forte que le concept biologique d'espèce est, en pratique, non opérationnel, il est maintenant possible d'utiliser les méthodes numériques pour délimiter les espèces (taxa), bien que cela

continue de poser des problèmes⁴⁴. Sneath et Sokal (1973) proposent donc une seule procédure qui devrait pouvoir s'appliquer aussi aux espèces (taxa) qu'aux taxa supérieurs.

En gros, l'activité classificatoire commence par l'observation des organismes, l'enregistrement des données et la formation de matrices de similitude, se poursuit avec la délimitation des groupes (*clusters*) sur la base de leur similitude globale et la construction de dendrogrammes, et s'achève avec la hiérarchisation des groupes (*clusters*). Il est très important de suivre cet ordre pour respecter la rationalité (*rationale*) du processus classificatoire.

3.2.2 La position des phylogénistes

Mayr et Ashlock (1991) parlent des deux grandes tâches que doivent remplir les taxinomistes : la microtaxinomie et la macrotaxinomie.

La microtaxinomie consiste à gérer la diversité des individus en constituant des groupes, les espèces (taxa), qui sont faciles à reconnaître.

The first and most basic task of the taxonomist is to sort the bewildering diversity of individuals found in nature into species. It is impossible to construct a classification until the several species that are to be ordered are correctly discriminated. The activities by which this is achieved constitute *microtaxonomy* (Mayr et Ashlock, 1991, p. 19).

La macrotaxinomie consiste à placer les espèces (taxa) à l'intérieur d'un arrangement ordonné de groupes de plus en plus vastes (classification). Elle se veut la suite logique et obligée de la première étape.

Selon la classification évolutionniste, l'activité classificatoire au niveau des taxa supérieurs ou *macrotaxinomie* passe par trois grandes étapes :

- (1) Déterminer le plus proche parent de chaque espèce (taxon) ;

⁴⁴ Relatively few methods concern clustering and grouping of similar populations. The early work in numerical taxonomy was largely at the supraspecific level, and hence did not need to rely on the assumptions of the multivariate methods (multivariate normality, homoscedasticity of variance-covariance matrices), but resorted to the by now familiar techniques of establishing similarity matrices and clustering these to form hierarchic groups. The increasing interest in the application of numerical taxonomic methods to problems in systematics led to the extension of these techniques at the infraspecific level without considering whether clustering methods are necessarily most suited for these problems. No clear answer can be given, even at this date. We are left with the

(2) Chercher les discontinuités (*gaps*) qui permettent d'ordonner les espèces en groupes et groupe de groupes et de décider lesquels de ces regroupements (*clusters*) sont des genres (*taxa*), et lesquels sont des groupes informels d'espèces ;

(3) Hiérarchiser des *taxa*, c'est-à-dire répartir les genres (*taxa*) en groupes de *taxa* de plus en plus importants et assigner la bonne catégorie taxinomique à chacun de ces groupes.

Pour Mayr et Ashlock (1991 p. 21), il est clair que les travaux en microtaxinomie diffèrent des travaux en macrotaxinomie. De fait, les deux activités sont indépendantes l'une de l'autre dans la pratique journalière des taxinomistes.

Dans le même ordre d'idée que la classification évolutionniste, Wiley (1981 p. 59) et Eldredge et Cracraft (1980 p. 90) séparent le travail des taxinomistes en deux champs d'activités : (1) L'étude des espèces (*taxa*); et (2) La détermination et la hiérarchisation des groupes monophylétiques.

Tableau 3 L'activité classificatoire

	Classificationnistes	Phylogénistes	
	Taxinomie numérique	Classification évolutionniste	Systématique phylogénétique
L'unité de base de la classification	Variable selon les études, mais habituellement les UTOs de base choisies correspondent aux espèces (<i>taxa</i>)	Les espèces (<i>taxa</i>) qui sont considérées comme les unités de l'évolution	
La tâche des taxinomistes	La tâche est unique : Effectuer des regroupements à partir de la similitude globale	La tâche est double : 1. Déterminer les espèces (<i>taxa</i>) 2. Classifier les espèces (<i>taxa</i>)	

Il en est ainsi parce que l'analyse cladistique ne peut être faite qu'en utilisant des collections d'organismes individuels suffisamment distincts les uns des autres pour qu'on leur attribue un nom et une place dans la hiérarchie linnéenne. L'analyse cladistique⁴⁵ s'applique donc à la délimitation des *taxa* supérieurs une fois que les espèces sont déterminées.

problem of whether taxonomic methodology should primarily use ordination or clustering techniques (Sneath et Sokal, 1973, p. 367).

⁴⁵ L'analyse cladistique, basée sur le partage d'un plus ou moins grand nombre de caractères apomorphes (synapomorphies), mène à la constitution d'ensembles d'espèces (*taxa*) de plus en plus grands. Ces ensembles

Mayr, Linsley et Usinger (1953) parlent de deux tâches distinctes dans le travail du taxinomiste, l'identification (*analytical stage*) et la classification (*synthetic stage*), et ajoutent que la seconde étape se distingue de la première par le fait qu'elle implique davantage de spéculation et de théorisation.

The recognition and accurate description of the species is the first task of the systematist. But should he stop there, he would soon be confronted with a chaotic accumulation of species descriptions. To prevent this, the systematist must try to find an orderly arrangement of the species ; he must characterize and arrange higher categories ; in other words, he must devise a classification. This is the second task of the taxonomist. The devising of a classification is, to some extent, as practical a task as the identification of specimens, but it involves more speculation and theorizing (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 17).

Or, il importe de préciser que de séparer le travail des taxinomistes en une étape qui se voudrait purement descriptive (*analytic stage*) et une autre qui ferait appel à une théorie (*synthetic stage*) est simpliste et inexact. Comme nous le verrons plus loin au chapitre 4 (page 50), l'identification des espèces (taxa) requiert une définition de l'espèce (catégorie taxinomique) dont l'adoption repose grandement sur des considérations théoriques.

3.3 Le débat en taxinomie et l'activité classificatoire

Une partie importante du travail des taxinomistes consiste à identifier les spécimens qu'ils ont entre les mains pour des raisons pratiques comme l'exploration pétrolière, le contrôle biologique en agriculture, la lutte aux maladies infectieuses ou encore l'application des lois sur la sauvegarde des espèces menacées⁴⁶. Dans ce dessein, les taxinomistes se servent alors des 62 différentes clés dichotomiques⁴⁷ qui ont été construites à partir des classifications en

d'espèces (taxa) s'emboîtent les uns dans les autres (« nested sets ») selon la séquence des synapomorphies prises en considération. Cette séquence sert ensuite à déterminer à quel échelon de la hiérarchie linnéenne les ensembles d'espèces (taxa) délimités appartiennent. Nous reviendrons sur ce sujet au chapitre 5 page 64.

⁴⁶ L'adoption d'une définition de l'espèce n'a pas seulement des répercussions en taxinomie. Dans la controverse entourant la réintroduction du *red wolf* dans les états de la Caroline du Nord et du Tennessee, le *National Wilderness Institute* a critiqué la décision de Washington en prétextant que le *red wolf* est un hybride et que, de ce fait, il ne rencontre pas l'*Endangered Species Act's definition of species*. (*Scientific American*, janvier 1996, p. 31-32).

⁴⁷ The objects of keys is to separate and segregate characters in such a way as to provide, by means of a series of alternative choices, a safe road to identification (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 162).

vigueur. Ce travail d'identification se fait dans un lieu précis de l'espace zoologique⁴⁸ et n'est pas l'objet du débat en taxinomie qui nous intéresse ici.

Les taxinomistes s'emploient aussi à réviser les classifications en vigueur dans leur domaine d'expertise et, partant de là, à établir de nouvelles classifications au besoin. C'est ce travail de révision qui occupe une large part du débat entre les trois écoles de taxinomie.

En effet, dès le départ, la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique ont clairement fait entendre leur intention de réviser, de fond en comble et dans les moindres détails, les classifications en vigueur, qui ont été plus ou moins établies selon les principes de la classification évolutionniste⁴⁹, afin de les rendre conformes à leurs propres principes.

Il va sans dire que la classification évolutionniste ne voit pas la révision des classifications du même oeil que ses adversaires. Tandis que pour Eldredge et Cracraft, (1980), il est devenu de plus en plus apparent que la classification des vertébrés demande à être réexaminée et que pour Sokal et Sneath (1963) l'on peut noter une insatisfaction croissante vis-à-vis des principes et des méthodes utilisées, pour Mayr (1965 ; 1969), la majeure partie du système de classification zoologique est correcte (*mature, sound and stable*). Il en veut pour preuve que les méthodes numériques ont presque toujours reproduit les classifications *orthodoxes*, et que

⁴⁸ En effet, bien qu'ils aient une bonne connaissance de l'ensemble du monde animal, le champ d'expertise des taxinomistes se limite toutefois à un groupe restreint d'animaux (un ordre (taxon), une famille (taxon) ou encore un genre (taxon)). De plus, les domaines d'expertise en vogue sont grandement influencés par des considérations pratiques. Ainsi, en raison des méthodes géophysiques utilisées pour l'exploration pétrolière, la demande en micropaléontologie a diminué tandis qu'avec le renouveau de l'intérêt pour le contrôle biologique, la demande en entomologie a augmenté (Mayr et Ashlock, 1991).

⁴⁹ Il serait sans doute plus juste de dire que les principes de la classification évolutionniste entrent moins en conflit avec la pratique taxinomique d'où sont issus la majorité des classifications.

lorsque ce ne fut pas le cas, les méthodes numériques ont été ajustées (changement de méthodes ou utilisation de caractères additionnels) afin de s'y conformer.

Chapitre 4

LA CLASSIFICATION AU NIVEAU DES ESPÈCES (TAXA)

*There is no more popular pastime in the literature of the
philosophy of biology than analysing the concept of
species.*

Caplan, 1989, p. 157

Pour parvenir à déterminer les espèces (taxa) de façon satisfaisante, les taxinomistes doivent disposer d'une définition de l'espèce (catégorie taxinomique) qui leur servira en quelque sorte d'étalon.

Dans le présent chapitre, nous allons donc :

- Présenter les concepts d'espèce (catégorie taxinomique) que proposent les différentes écoles comme étalon. Nous parlerons du concept opérationnel d'espèce, du concept biologique d'espèce et du concept d'espèce évolutive ;
- Donner un aperçu de la procédure que les écoles mettent de l'avant pour la détermination des espèces (taxa). Nous verrons comment les taxinomistes des différentes écoles négocient avec la réalité présumée des espèces (taxa) alors qu'ils n'arrivent pas à s'entendre sur une définition de l'espèce (catégorie taxinomique) qui engloberait toutes les espèces (taxa) ;
- Montrer que le désaccord entre la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique qui touche surtout le ou les modes de spéciation responsables de la diversification du monde animal, a davantage de répercussions sur la façon de classer les espèces (taxa) fossiles et que sur la détermination des espèces (taxa) actuelles.

4.1 Les concepts d'espèce (catégorie taxinomique)

D'entrée de jeu, nous pouvons dire que le problème de la définition de l'espèce (catégorie taxinomique) ne se pose pas de la même façon pour la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique que pour la classification numérique pour qui une bonne

définition de l'espèce (catégorie taxinomique) est tout simplement une définition opérationnelle.

Sur la question de la définition de l'espèce (catégorie taxinomique), le clivage au sein des phylogénistes entre la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique est atténué par le fait qu'il y a divergence d'opinion entre Mayr (1969) et Simpson (1961).

Plusieurs définitions existent, chacune ayant ses mérites et ses défauts. Toutefois, deux retiennent surtout l'attention : le concept biologique d'espèce proposé par Mayr (1969) à la suite du concept d'espèce de Dobzhansky (1935) et le concept d'espèce évolutive de Simpson (1961) que Wiley (1978) a ensuite modifié.

4.1.1 Le concept opérationnel d'espèce

La taxinomie numérique reconnaît plus ou moins l'existence *réelle* des espèces (taxa).

[...] in the present system of nature the different entities which have been called species have more reliability than any others, with the possible exception of the very highest taxa (Sokal et Sneath, 1963, p. 121).

De plus, le concept d'unité taxinomique opérationnelle (UTO) s'accommode des différentes définitions de l'espèce (catégorie taxinomique) qui ont été proposées en autant que la définition utilisée dans l'étude d'un groupe d'animaux donnés soit la même partout.

So far as numerical taxonomy is concerned, it does not matter that there are many species concepts and species definitions, so long as these are clearly understood and used fairly consistently within a study (Sokal et Sneath, 1963, p. 121).

Toutefois, Sneath et Sokal (1973) insistent pour dire que le concept opérationnel d'espèce remplace avantageusement les autres définitions d'espèce parce qu'en définitive toutes les espèces (taxa) sont déterminées sur la base de caractères phénétiques, c'est-à-dire reliés au phénotype.

La délimitation des espèces (taxa) ne requiert pas de définition biologique⁵⁰ de ce qu'est une espèce (catégorie taxinomique) parce qu'elle peut se faire avec les mêmes méthodes de calcul de la similitude et de regroupement que celles qui sont utilisées pour la délimitation des taxa supérieurs.

Concrètement, les espèces (taxa) et les taxa supérieurs ont en commun de regrouper des organismes et/ou des groupes d'organismes en fonction de leur similitude globale. L'espèce (catégorie taxinomique) représente tout simplement le niveau significatif de similitude globale le plus élevé, le pourcentage de ressemblance pouvant varier selon que l'on a affaire, par exemple, à des vertébrés ou à des mollusques.

4.1.2 Le concept biologique d'espèce

En 1935, Dobzhansky a proposé le concept d'espèce suivant :

[...] a species is a group of individuals fully fertile inter se, but barred from interbreeding with other similar groups by its physiological properties (producing either incompatibility of parents, or sterility of the hybrids, or both) (Dobzhansky, 1935, p. 353).

Par la suite, Ernst Mayr (1969) l'a reformulé comme suit :

Species are groups of interbreeding natural populations that are reproductively isolated from other such groups (1969, p. 21)⁵¹.

Mayr (1969) a voulu fournir aux taxinomistes une définition de l'espèce (catégorie taxinomique) qui soit basée sur une caractéristique qui n'a aucun sens dans le monde inanimé et qui est donc propre aux êtres vivants, c'est-à-dire la capacité de s'accoupler

⁵⁰ Sokal et Crovello (1970) soulignent que le concept biologique d'espèce (BSC) est non opérationnel et non heuristique, c'est-à-dire qu'il ne fournit pas une série d'opérations qui contribueraient vraiment à la détermination des espèces (taxa).

Having decided that the BSC is neither operational nor heuristic nor of any practical value, we conclude that the phenetic species as normally described is the desirable species concept to be associated with the taxonomic category "species" [...] (Sokal et Crovello, 1970, p. 151).

⁵¹ Cette définition a été énoncée pour la première fois par Mayr au début des années quarante (voir Mayr, 1942, p. 120). Ernst Mayr et Peter D. Ashlock énoncent sensiblement la même chose : « *A species is a group of interbreeding natural populations that is reproductively isolated from other such groups.* » (1991, p. 26).

(« interbreeding »). Ce faisant, il a cru fournir un moyen sûr pour déterminer les espèces (taxa).

Toutefois, Simpson (1961) s'interroge à savoir comment une définition portant sur des êtres vivants peut ne pas être biologique⁵². Pour lui, il s'agit tout simplement d'une définition génétique des espèces sexuées contemporaines. De plus, même si le concept biologique d'espèce peut être utilisé avec succès neuf fois sur dix, il présente trois problèmes importants de représentativité de la réalité biologique des espèces (taxa) :

1) Il ne peut pas être appliqué à la succession des espèces (taxa) dans le temps ;

Simpson (1961) et Wiley (1981) reprochent au concept biologique d'espèce de mettre de côté ce qui caractérise, selon eux, en premier lieu les espèces (taxa), à savoir le fait qu'il s'agit de groupes d'individus (populations) qui se sont transformés au cours des temps géologiques.

2) Il laisse en plan les organismes uniparentaux⁵³;

Ce ne sont pas toutes les espèces (taxa) qui ont la capacité de s'accoupler alors que toutes les espèces (taxa), sans exception, ont évolué et continuent d'évoluer. Du fait que le concept biologique d'espèce ne s'applique qu'aux espèces sexuées, il ne permet pas de rendre compte du fait que les espèces uniparentales agissent elles aussi comme unité de l'évolution même si nous ne savons pas par quel mécanisme elles assurent leur cohésion.

3) Il oublie les cas intermédiaires d'isolement reproductif⁵⁴ et les cas d'hybridation.

⁵² A mildly misleading designation, because the many additional or alternative definitions are equally biological. In fact I do not see how any *relevant* definition for a category of groups of organisms can be anything but biological (Simpson, 1961, note 2 p. 150).

⁵³ Dobzhansky (1935) admet non pas les limites de sa définition mais les limites ontologiques de ce que sont les espèces (taxa) lorsqu'il dit qu'il n'y a pas d'espèces parmi les organismes uniparentaux.

Among organisms reproducing exclusively by parthenogenesis or asexually, species in our sense do not exist at all (Dobzhansky, 1935, p. 355).

⁵⁴ It is not clear that in all sexually reproducing species, reproductive ties (gene flow) between demes provide the major cohesive force. [...] various species show an array of interactions ranging from pure epigenetic homeostasis (asexual species) to an interaction between epigenetic homeostasis and reproductive ties between demes [...] (Wiley, 1981, p. 24).

L'application stricte du critère d'isolement reproductif (*interbreeding community criterion*) peut faire en sorte de ne pas accorder à certaines espèces évolutives le statut d'espèce et de juger leur spéciation incomplète parce qu'elles n'ont pas atteint le degré d'isolation reproducteur requis.

4.1.3 Le concept d'espèce évolutive

Le concept d'espèce évolutive de Georges Gaylord Simpson s'énonce comme suit :

An evolutionary species is a lineage (an ancestral-descendant sequence of populations) evolving separately from others and with its own unitary evolutionary role and tendencies (1961, p. 153).

E. O. Wiley l'a ensuite repris et modifié en éliminant la notion de rôle évolutif⁵⁵, en plus d'ajouter quatre corollaires :

An evolutionary species is a single lineage of ancestor-descendant populations which maintains its identity from other such lineages and which has its own evolutionary tendencies and historical fate (1978, p. 18).

Corollaires

1. Tous les organismes, présents et passés, appartiennent à une espèce évolutive quelconque ;
2. Les espèces doivent être isolées (*reproductively isolated*) les unes des autres suffisamment pour que leur identité propre, leur tendance évolutive et leur devenir historique demeurent distincts ;
3. Les espèces évolutives peuvent ou non avoir des différences phénétiques reconnaissables. C'est pourquoi on peut surestimer ou encore sous-estimer le nombre actuel de lignées indépendantes existantes ;
4. Si elle est jugée distincte, une lignée évolutive ne doit pas être subdivisée en une série d'espèces ancestrales et d'espèces descendantes⁵⁶.

⁵⁵ Il s'agit d'une modification importante car la notion de rôle évolutif renvoie à celle de niche écologique (zone adaptative) dont se sert, comme nous le verrons au chapitre 6, la classification évolutionniste dans la hiérarchisation des taxa.

Pour Simpson (1961) c'est l'évolution qui a produit et qui maintient les espèces séparées génétiquement les unes des autres. Il admet que le concept biologique d'espèce (*genetical definition of species*) ne contrevient pas à l'évolution, mais, pour lui, il est préférable que la définition de l'espèce (catégorie taxinomique) soit théoriquement plus large et qu'elle mette en relation les espèces *génétiques* et les processus évolutifs⁵⁷.

Toutefois, de l'avis de Mayr et Ashlock (1991), le concept d'espèce évolutive présente trois difficultés majeures :

- 1) Il ne définit pas les espèces (taxa) mais plutôt les lignées évolutives ;
- 2) Il ne permet pas d'expliquer les discontinuités entre les espèces (taxa) actuel ;

Il s'agit de la principale faiblesse du concept d'espèce évolutive car il ignore ce qui est au cœur du problème de l'espèce, à savoir l'apparition et le maintien des discontinuités entre les espèces contemporaines (*causation and maintenance of discontinuities between contemporary species*).

- 3) Il ne réussit pas vraiment à fournir une base pour délimiter les espèces (taxa) dans le temps.

Simpson (1961), Wiley (1981) ou encore Hennig (1966) ne sont pas parvenus à résoudre le problème des populations successives à l'intérieur d'une lignée évolutive. Pourquoi, s'interrogent Mayr et Ashlock (1991), les morphotypes à l'intérieur d'une même lignée mériteraient-ils d'être traités comme des espèces distinctes (taxa) ? En effet, comment savoir à partir de la morphologie que ces morphotypes ont des rôles évolutifs différents ?

Dans la prochaine section, nous regarderons comment les taxinomistes des différentes écoles comptent utiliser leur définition de l'espèce (catégorie taxinomique) dans la détermination des espèces (taxa).

⁵⁶ Simpson (1961) n'adhère pas à ce quatrième corollaire puisque la classification évolutionniste s'occupe aussi bien des espèces fossiles que des espèces actuelles, aussi bien des liens ancêtre-descendant que des liens de parenté. Nous reviendrons sur ce sujet au chapitre 5 page 64.

⁵⁷ E. O. Wiley dit sensiblement la même chose lorsqu'il affirme que le concept d'espèce évolutive « [...] provides the best bridge principle between evolutionary process and pattern of descent (1981, p. 25) ».

4.2 Les procédures

Placés devant des spécimens assez semblables⁵⁸, les taxinomistes se demandent pour commencer s'ils appartiennent à une même espèce (taxon) ou à des espèces (taxa) différentes ou encore à des sous-espèces avant de les regrouper dans des taxa de niveau hiérarchique supérieur.

Les nombreuses difficultés auxquelles les taxinomistes sont confrontés lorsque vient justement le temps de déterminer les espèces (taxa) sont connues depuis longtemps. Huxley (1940, p. 11) souligne que les taxinomistes doivent tenir compte d'un ensemble de critères dans la détermination des espèces (taxa), aucun d'eux n'étant décisif :

- La différence morphologique ;
- Le manquement à l'accouplement (« failure to interbreed ») ;
- L'infertilité de la descendance ;
- La distinction écologique, géographique et génétique.

Les écoles proposent des procédures qui tiennent compte grosso modo des mêmes critères, mais en leur accordant une importance différente.

4.2.1 La taxinomie numérique

La taxinomie numérique propose de suivre une procédure en plusieurs étapes afin de déterminer lesquels des UTOs forment des espèces (taxa) ou non. Les algorithmes de Sokal et Crovello (1970) et de Doyen et Slobodchikoff (1974) utilisent pour commencer les méthodes numériques afin de former des groupes sur la base de leur similitude phénétique, ensuite ils utilisent lorsque cela est possible l'isolement reproductif et des paramètres écologiques.

Ainsi, Doyen et Slobodchikoff (1974, figure 1, p. 241) proposent la procédure de prise de décision suivante :

⁵⁸ Les individus observés peuvent se trouver dans leur milieu naturel ou faire partie d'une collection de musée, ou encore provenir des sols fossilifères.

1. Regroupement sur la base de la similitude phénétique
 - 1a. Différence phénétique implique espèces (taxa) différentes
 - 1b. Similarité phénétique implique que l'on passe à l'étape 2
2. Regroupement géographique
 - 2a Sympatrie implique que l'on passe à l'étape 3
 - 2b Allopatrie implique que l'on passe à l'étape 4
3. Regroupement selon la reproduction
 - 3a Isolement complet implique espèces (taxa) différentes
 - 3b Pas d'isolement implique une seule espèce (taxa)
 - 3c Isolement partiel ou pas d'information implique que l'on passe à l'étape 5
4. Regroupement selon la reproduction
 - 4a Génétiquement compatible implique que l'on passe à l'étape 5
 - 4b Génétiquement incompatible implique espèces (taxa) différentes
5. Regroupement selon l'écologie
 - 5a Écologie similaire implique une seule espèce (taxa)
 - 5b Pas d'information implique une seule espèce (taxa)
 - 5c Écologie différente implique espèces (taxa) différentes

Cette procédure montre bien l'importance accordée par la taxinomie numérique aux différences phénétiques. La biogéographie, la reproduction et l'écologie viennent seulement en aide aux taxinomistes lorsque les méthodes numériques ne permettent pas de souligner les différences phénétiques.

Tableau 4 La procédure de discrimination des espèces

Les étapes	Classificationnistes	Phylogénistes	
	Taxinomie numérique	Classification évolutionniste	Systematique phylogénétique
1.	<u>Étape décisionnelle</u> Regrouper les individus en fonction de leur similitude globale. Les UTOs distincts correspondent à des espèces (taxa) différentes	<u>Étape préparatoire</u> Regrouper les individus en phéna sensu Mayr (1969) puis en populations	
2.	<u>Étape optionnelle</u> Discriminer les UTOs selon leur répartition géographique	<u>Étape préparatoire</u> Discriminer les populations en fonction de leur répartition géographique	
3.	<u>Étape optionnelle</u> Discriminer les UTOs selon leur comportement reproducteur	<u>Étape décisionnelle</u> Discriminer les espèces (taxa) selon leur comportement reproducteur	
4.	<u>Étape optionnelle</u> Discriminer les UTOs selon leur écologie	<u>Étape optionnelle</u> En l'absence de données fiables sur le comportement reproducteur, la décision est prise sur la base de la similitude phénétique et de la répartition géographique et de l'écologie.	

4.2.2 La classification évolutionniste et la systématique phylogénétique

Le débat entre la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique ne porte pas en premier lieu sur la détermination des espèces (taxa), mais sur la constitution des taxa supérieurs qui est toutefois largement tributaire du processus de spéciation mis de l'avant.

C'est pourquoi ce qui distingue au premier chef la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique sur la question de la détermination des espèces n'est pas tant l'étalon utilisé — le concept d'espèce (catégorie taxinomique) — ou encore la procédure suivie que la question de la spéciation.

4.2.2.1 L'étalon utilisé

La classification évolutionniste et la systématique phylogénétique utilisent les données biogéographiques, les données disponibles sur le comportement reproducteur et la génétique. Elles utilisent donc en pratique le concept biologique d'espèce toutes les fois que cela est possible, le concept d'espèce évolutive venant plutôt en appui.

4.2.2.2 La procédure

La détermination des espèces (taxa) n'est pas une opération simple. C'est pourquoi les taxinomistes doivent aussi développer un certain flair qui s'acquiert avec l'expérience parce que, comme le dit E. O. Wiley : « [...] there is no substitute for knowing as much about the biology of the organisms as possible » (1981, p. 59)⁵⁹.

La détermination des espèces (taxa) demande donc une étude approfondie, en laboratoire et sur le terrain, de l'anatomie, de la morphologie, de la physiologie, de la génétique, de la variation intrapopulationnelle⁶⁰, de l'écologie, du comportement reproducteur, de la répartition géographique⁶¹, du mode présumé de spéciation des organismes vivants sous étude et des populations auxquelles ils appartiennent. Par exemple, Mayr et Ashlock (1991) proposent une grille d'analyse dans le cas où les spécimens auraient été échantillonnés dans la même localité en utilisant comme critères la morphologie et l'isolement reproductif (voir Tableau 5)

Tableau 5 Grille d'identification

Morphologie	Pas d'isolement reproductif	Isolement reproductif
Identique	Même phénon D'une seule espèce	Espèces jumelles
Différente	Différents phéna d'une même espèce	Différentes espèces

⁵⁹ Ce commentaire n'est pas sans rappeler l'art du taxinomiste expérimenté sur lequel insiste Simpson (1961) et qui est pourtant l'objet de sévère critique de la part aussi bien de la taxinomie numérique que de la systématique phylogénétique. Nous reviendrons sur ce sujet au chapitre 9 page 139.

⁶⁰ La variation intrapopulationnelle regroupe un ensemble de phénomènes, comme la variation non génétique (âge, saison), la variation sociale (les castes chez les insectes), la variation écologique (habitat, climat), la variation accidentelle (parasite, monstre, accident) et la variation génétique (dimorphisme sexuel, polymorphisme).

⁶¹ Sympatrique, allopatrique et tous les cas intermédiaires.

Pour Mayr et Ashlock (1991), la prise de décision au niveau de l'espèce (catégorie taxinomique) comporte les étapes suivantes :

1. Trier les individus échantillonnés en phéna sensu Mayr (1969) puis ceux-ci en populations ;
2. Discriminer à partir de la répartition géographique ;

Les taxinomistes doivent s'intéresser à la distribution spatiale des organismes vivants⁶² et à leurs modes de reproduction afin d'assigner les populations aux espèces (taxa). Les décisions ne sont pas les mêmes suivant que les populations sont sympatriques, allopatriques ou encore présente un autre type de répartition géographique

3. Discriminer à partir du comportement reproducteur.

Les décisions ne sont pas les mêmes suivant que l'isolement reproductif entre les populations est total, inexistant ou seulement partiel. Toutefois, en l'absence de données fiables sur le comportement reproducteur, la décision est prise sur la base de la similitude phénétique et de la répartition géographique et de l'écologie.

4.3 Le débat en taxinomie et la détermination des espèces

La détermination des espèces (taxa) peut être vue comme un préalable à la classification comme telle. Elle offre de grands défis parce que les difficultés rencontrées par les taxinomistes sont nombreuses. C'est pourquoi il importe d'avoir une procédure bien définie. Sur ce terrain, les écoles s'accordent davantage que sur le terrain de la classification proprement dite comme nous le verrons au chapitre suivant.

En effet, bien qu'elles proposent comme étalon des concepts d'espèce (catégorie taxinomique) différents — concept opérationnel d'espèce, concept biologique d'espèce et concept d'espèce évolutive —, lorsque vient le temps de discriminer les espèces (taxa) actuelles, elles utilisent les mêmes critères : la similitude globale, le comportement reproducteur, la répartition

⁶² Strategies for making decisions on the species level involving very closely related populations revolve around the distributions that the organisms exhibit (Wiley, 1981, p. 59).

géographique et l'écologie, la différence se situant au niveau de l'importance décisionnelle accordée à ceux-ci.

Pour la taxinomie numérique, les autres critères sont employés *seulement* lorsque la similitude globale n'est pas déterminante tandis que, pour les deux autres écoles, la similitude globale et la répartition géographique servent *idéalement* à préparer le terrain (distinguer les phéna sensu Mayr (1969) et les populations) afin d'en arriver à une décision en examinant le comportement reproducteur.

Par ailleurs, les considérations théoriques au sujet des processus de spéciation n'entrent pas comme telles dans la procédure servant à la détermination des espèces (taxa) actuelles bien qu'elles contribuent à expliquer la répartition géographique des espèces (taxa) et donc à justifier l'utilisation de ce critère. Par contre, le(s) processus de spéciation adopté(s) par la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique a une grande influence sur la détermination des espèces (taxa) fossiles.

La transformation d'une espèce (taxon) en une ou plusieurs autres espèces (taxa) peut se produire, en théorie du moins, selon diverses modalités. Toutefois, deux processus évolutifs se disputent l'honneur d'être le principal responsable de l'apparition des nouvelles espèces (spéciation) : la cladogenèse et l'anagenèse ou évolution phylétique (*phyletic evolution*).

La systématique phylogénétique n'attribue aucun rôle à l'anagenèse dans l'apparition des nouvelles espèces. La cladogenèse est la seule responsable de l'apparition des nouvelles espèces. De ce fait, la délimitation des intermédiaires, principale difficulté de l'utilisation du concept d'espèce évolutive, est grandement simplifiée.

If phyletic transformation, whether guided by natural selection or through some other agency, does not suffice as a model for the production of new reproductive communities, it follows that the only real mode of speciation is that of splitting, the budding off of a portion of a reproductive community to form a new, descendant unit (Eldredge et Cracraft, 1980, p. 121).

C'est pourquoi Hennig (1966) suggère, comme règle méthodologique, d'éliminer automatiquement l'espèce souche pour ne conserver que les espèces sœurs. Il propose d'appliquer une règle simple : Les espèces souches sont considérées comme éteintes suite à la spéciation.

Depuis, Wiley (1981) et Wiley *et al.* (1991) ont énoncé une règle plus complète au sujet des espèces souches. À présent, selon la convention 8, les taxinomistes peuvent classer les espèces souches (espèces ancestrales fossiles) d'un taxon d'une catégorie taxinomique supérieure au genre (famille, ordre, etc.) en le plaçant dans un genre (taxon) monotypique et les espèces souches d'un genre dans ce genre. Cependant, dans les deux cas, l'espèce souche sera mise entre parenthèse à côté du nom du taxon auquel les espèces (taxa) à qui elle a donné naissance appartiennent.

Il s'agit toutefois d'une règle qui s'applique aux espèces souches en tant qu'ancêtres fossiles, les espèces actuelles étant toujours considérées seulement comme l'espèce sœur d'une autre espèce et non pas comme son ancêtre. De fait, les espèces ancestrales fossiles sont considérées en quelque sorte comme des taxa supraspécifiques qui contiennent leurs descendants.

Par exemple, l'espèce souche *Sarcopterygius primus* qui a donné naissance aux espèces (taxa) de la classe des Sarcopterygii (taxon) apparaîtra dans la classification de la façon suivante :

Super Classe Teleostomi
 Classe Actinopterygii
 Classe Sarcopterygii (*Sarcopterygius primus*)
 Subclasse actinistia
 Subclasse Dipnoiformes
 Infra Classe Dipnoi
 Infra Classe Choanata

Cela n'a rien d'étonnant puisque la systématique phylogénétique ne cherche pas à découvrir si une espèce actuelle est l'ancêtre d'une autre espèce, mais seulement à établir le degré de parenté entre elles.

Wiley (1981) est conscient du danger que représente la difficulté de tracer une ligne de démarcation claire entre les espèces (taxa). C'est pourquoi il propose de suivre les coupures naturelles qu'ont provoquées les épisodes de spéciations (cladogenèse) en ne considérant que les caractères qui sont apparus à ces moments-là (apomorphies).

La classification évolutionniste attribue un rôle très important à l'anagenèse (évolution phylétique) dans la formation des nouvelles espèces sans pour autant oublier la cladogenèse. De ce fait, la détermination des espèces (taxa) fossiles devient une opération plus complexe et

demande un certain flair (l'art du taxinomiste expérimenté) car le problème de la délimitation des intermédiaires se pose pleinement.

En effet, il n'est pas possible de trancher entre les espèces qui s'accouplent librement et celles qui ne s'accouplent pas. Tous les stades intermédiaires existent. Bien sûr les discontinuités dans la distribution des caractères nous aident à déterminer l'isolement reproductif, mais il y a toujours de nombreux cas douteux.

C'est pourquoi les taxinomistes doivent faire preuve de jugement.

Species do evolve, and almost always do so gradually. Among evolutionary species there cannot possibly be a general dichotomy between free interbreeding and no interbreeding. Every intermediate stage occurs [...]. Again, if there are distinct gaps between ranges of characters, it is sufficiently probable that isolation is at least complete enough to warrant specific separation. There remain numerous doubtful cases where decision depends on the personal judgement of each practitioner of the art of classification (Simpson, 1961, p. 152).

En effet, les taxinomistes doivent tenir compte du fait que l'espèce souche peut être, dans certains cas, remplacée par une nouvelle espèce sans qu'il y ait division (anagenèse), qu'elle peut être, dans d'autres cas, conservée en compagnie de ou des espèces sœurs qui sont apparues suite à une division partielle (spéciation par bourgeonnement), ou encore qu'elle peut être tout simplement éliminée au profit des espèces sœurs qui la remplacent (cladogenèse) comme le suggère la systématique phylogénétique.

Ainsi, pour les taxinomistes de l'école de la classification évolutionniste, si la transformation touche des individus vivant dans une petite population isolée du reste des membres de l'espèce (taxon), ces individus forment une nouvelle espèce (taxon) tandis que l'espèce souche (taxon) continue à exister, contrairement à la systématique phylogénétique, pour qui, l'espèce souche (taxon) qui a donné naissance à une autre espèce (taxon) doit être elle aussi considérée comme une nouvelle espèce (taxon) même si elle n'a subi aucune transformation, et ce peu importe la taille relative des deux entités.

Tableau 6 L'activité classificatoire au niveau de l'espèce

	Classificationnistes	Phylogénistes	
	Taxinomie numérique	Classification évolutionniste	Systématique phylogénétique

Le concept d'espèce mis de l'avant	Concept opérationnel	Concept biologique	Concept d'espèce évolutive
L'étalon utilisé dans la détermination des espèces (taxa)	Concept opérationnel	Concept biologique Concept opérationnel	
Le principal critère de décision	La similitude globale	Comportement reproducteur	
Autres critères venant appuyer la décision	1. Répartition géographique 2. Comportement reproducteur 3. Écologie	1. Similitude globale 2. Répartition géographique	
Le ou les processus de spéciation	Ne se prononce pas	Anagenèse et cladogenèse	Cladogenèse seulement

Chapitre 5

LA CLASSIFICATION AU NIVEAU DES TAXA SUPÉRIEURS

Dans le présent chapitre, nous allons exposer les éléments essentiels à la bonne compréhension des différentes méthodes de classifications, sans nous attarder sur les difficultés techniques propres à chacune d'entre elles. Nous ne discuterons pas des aspects philosophiques reliés aux méthodes de classification parce que la troisième partie de notre thèse portera largement là-dessus.

L'activité classificatoire au niveau des taxa supérieurs comporte cinq étapes :

- (1) Choisir les spécimens ;
- (2) Diviser les spécimens en caractères ;
- (3) Traiter mathématiquement et/ou trier les caractères ;
- (4) Former des groupes ;
- (5) Attribuer un rang aux groupes.

5.1 Choisir les spécimens

Les écoles s'accordent pour dire que la sélection des spécimens est avant tout un travail technique qui met en jeu l'expertise des taxinomistes. Dans ce dessein, ils doivent idéalement tenir compte :

- De la répartition géographique ;
- De l'écologie ;
- Du comportement ;
- De la constitution génétique ;

- De la physiologie ;
- De la morphologie et de l'anatomie.

Toutefois, pour des raisons pratiques, les taxinomistes sélectionnent le plus souvent les spécimens à partir d'un petit nombre de critères, en se basant sur la littérature zoologique. Ils sélectionnent donc les spécimens en fonction des clés dichotomiques en usage, c'est-à-dire construites à partir des classifications qui font justement l'objet de la révision. C'est pourquoi Sneath et Sokal (1973 p. 68-69) recommandent d'inclure dans les échantillons une petite quantité de spécimens aberrants ou ne possédant pas tous les caractères diagnostiques, quitte à les éliminer par la suite⁶³.

5.2 Diviser les spécimens en caractères

Les écoles s'entendent sur le fait que les taxinomistes doivent s'assurer d'avoir bien identifié les caractères. Une connaissance approfondie des taxa étudiés est donc nécessaire⁶⁴. Les caractères morphologiques et anatomiques ont été et demeurent les plus utilisés, mais d'autres caractères peuvent aussi être pris en considération comme :

- Les caractères biochimiques (les protéines entrant dans tel ou tel aspect du métabolisme) ;
- Les caractères éthologiques (la parade amoureuse, le chant).

Afin que la division soit suffisante sans être excessive, les taxinomistes doivent s'assurer :

- (1) Qu'ils ont choisi des caractères unitaires et non des ensembles de caractères ;
- (2) Que les caractères varient indépendamment les uns des autres car on peut très bien avoir des caractères qui n'appartiennent pas à un même ensemble (une même partie) mais qui

⁶³ A point of some importance is to guard against the exclusion of pertinent material because it does not strictly fulfill all the criteria for the working definition of the taxon to be studied. The danger is that aberrant forms or descriptions of aberrant taxa in the literature may be excluded because they do not possess some character of the taxon that the systematist considers essential of diagnostic [sic]. The inclusion of a small amount of possibly atypical or unsatisfactory material, which may have to be excluded in the final analysis, is a worthwhile insurance against an unrepresentative study (Sneath et Sokal, 1973, p. 68-69).

néanmoins varient concurremment pour des raisons génétiques ou encore liées au développement.

(3) Que les caractères sont comparables parce que derrière un même nom attribué à une partie d'un animal (par exemple, le nom *patte*) se cache parfois des réalités différentes. Ainsi, une *patte* d'araignée et une *patte* de chat sont très différentes sur les plans morphologique et anatomique bien qu'elles remplissent des fonctions similaires (la locomotion). Elles se divisent donc en caractères unitaires bien différents. De ce fait, elles offrent en dehors de leur nombre bien peu de points de comparaison.

(4) Qu'ils ont dressé avec soin la liste des différents états que peuvent revêtir les caractères unitaires retenus. Parfois, des caractères différents ont des états semblables ce qui peut laisser croire à tort qu'on est en présence du même caractère. À titre d'exemple, une couleur donnée peut être causée par la pigmentation ou encore par le jeu de la lumière. En pareil cas, nous avons une même observation (la couleur bleue) qui correspond pourtant à deux états (le bleu) propres à deux caractères différents.

5.3 Traduire mathématiquement et/ou trier les caractères

Une fois que les taxinomistes ont décrit les caractères de chacun des spécimens échantillonnés, ils doivent ensuite traiter cette information.

5.3.1 La taxinomie numérique

La taxinomie numérique s'emploie exclusivement à quantifier les caractères sans les pondérer explicitement parce qu'il est impossible, selon elle, d'établir a priori des critères qui nous permettraient de le faire.

La forme que prend cette quantification varie selon le type de caractères :

- Pour les caractères quantitatifs discrets, il s'agit de compter ;

⁶⁴ The experienced taxonomist compares two kinds of organisms and, merely by inspection, integrates a large number of attributes into a "similarity value". His judgment is based on years of analysis, comparison, and weighting of so-called taxonomic characters (Mayr, 1969, p. 121).

- Pour les caractères quantitatifs continus, il s'agit de mesurer, c'est-à-dire de compter à partir d'un étalon ;
- Pour les caractères qualitatifs, il s'agit d'établir une échelle d'appréciation⁶⁵.

Ainsi, les taxinomistes disposent les valeurs quantitatives obtenues dans une matrice de n rangées (caractères) par t colonnes (UTOs) où chaque X_{ij} représente le résultat pour le caractère i de l'UTO j .

Tableau 7 Matrice de valeurs quantitatives

Caractères	Unités Taxinomiques Opérationnelles		
	UTO1	UTO2	UTO3
Caractère1	X_{11}	X_{12}	X_{13}
Caractère2	X_{21}	X_{22}	X_{23}
Caractère3	X_{31}	X_{32}	X_{33}
Caractère4	X_{41}	X_{42}	X_{43}
Caractère5	X_{51}	X_{52}	X_{53}

5.3.2 La systématique phylogénétique

Pour la systématique phylogénétique, les taxinomistes doivent suivre trois (3) étapes dans le traitement des caractères :

- (1) Quantifier les caractères, dans la mesure du possible ;
- (2) Déterminer la polarité des caractères, c'est-à-dire établir dans quel sens la transformation (la succession des états) s'est effectuée au fil du temps. Par exemple, chez les Équidés, est-ce que le nombre de doigts a augmenté ou diminué ?

⁶⁵ Sokal (1986) souligne que le choix d'une méthode de codage des caractères dépend de ce qui explique les différences observées dans les caractères.

When evolution is assumed to proceed through the accumulation of successive, essentially additive contributions, additive coding [...] is clearly appropriate. By contrast, the phenotypic series may be seen as controlled by an enabling switch gene. Further changes, then, are not caused by the accumulation of separate factors. Rather, each detectable change is produced by a modified determinant and earlier factors become inconsequential. When this is the case, a nonadditive scheme [...] is the appropriate method for recoding (Sokal, 1986, p. 427).

(3) Trier les caractères afin de ne retenir pour fin de comparaison que les caractères apomorphes⁶⁶.

Les données paléontologiques sont utilisées lorsque celles-ci sont disponibles. Mais, le plus souvent, on a recours à la comparaison avec des spécimens provenant d'un taxon extérieur apparenté aux taxa sous investigation (*out group comparaison*). Les taxinomistes font alors l'hypothèse que l'état du caractère que présentent les spécimens provenant de ce taxon est plésiomorphe⁶⁷.

Rule for Determining Relative Apomorphy.— Of two or more homologous characters found within a monophyletic group, that character also found in the sister group is the plesiomorphic character, and the one(s) found only in the ingroup is (are) the apomorphic one(s) (Wiley *et al.*, 1991, p. 26).

Toutefois, les taxinomistes doivent pour arriver à cette conclusion prendre pour acquis (autres hypothèses) :

- Que l'ancêtre qui est commun à ce taxon extérieur et aux taxa étudiés est plus ancien que l'ancêtre commun des taxa étudiés ;
- Que le partage de cet état du caractère vient du fait qu'il a été hérité de l'ancêtre commun.

Une fois la polarité établie, les caractères plésiomorphes sont mis de côté parce que la commune possession de ces caractères est considérée comme sans valeur pour l'évaluation de la proche parenté et donc pour la classification.

5.3.3 La classification évolutionniste

La classification évolutionniste propose aux taxinomistes trois étapes :

(1) Quantifier les caractères lorsque cela est possible ;

⁶⁶ APOMORPHE, adj. Dans une série de transformations d'un caractère, se dit de l'état du caractère éloigné de l'état initial (syn. : dérivé). Par extension : caractère apomorphe (d'après Tassy, 1986).

⁶⁷ PLÉSIOMORPHE, n.f. Dans une série de transformations d'un caractère, se dit de l'état initial du caractère (synonyme de primitif). Par extension : caractère plésiomorphe. (d'après Tassy, 1986). Il est important de mentionner qu'un état n'est pas apomorphe ou plésiomorphe de façon absolu, à l'exception des deux états situés aux extrémités de la série.

(2) Établir la polarité des caractères, c'est-à-dire identifier les apomorphies et les plésiomorphes;

(3) Juger l'importance évolutive que revêtent les caractères⁶⁸. S'agit-il d'une adaptation majeure donnant accès à une nouvelle niche écologique ou bien d'une adaptation mineure ? Ou encore d'une simple modification sans conséquence adaptative ?

(4) Juger si les caractères ont un poids élevé (*characters with high weight*) ou non.

Les taxinomistes évaluent les caractères apomorphes et plésiomorphes, mais aussi les caractères autapomorphes⁶⁹, et les pondèrent en conséquence. Si les caractères plésiomorphes et les caractères autapomorphes représentent une adaptation majeure⁷⁰, ils seront utilisés de concert avec les caractères apomorphes dans le regroupement et la hiérarchisation des taxa.

De plus, les caractères sont pondérés en fonction de plusieurs autres critères (Mayr, 1969) de telle sorte que certains caractères sont jugés prépondérants parce qu'ils sont complexes, présents chez un large groupe d'espèces, constamment présents dans un groupe et absents dans le groupe apparenté ou encore peu ou pas affectés par des changements écologiques comparativement aux caractères très variables, régressifs (*regressive (loss) characters*), ultra spécialisés ou encore redondants.

⁶⁸ Nous pouvons dire qu'en général par valeur évolutive (*phyletic importance*) des caractères, il faut entendre leur capacité à refléter la similitude génétique sous-jacente (*underlying basic genetic similarity*) des groupes comparés. C'est d'ailleurs ce que nous rappelle Mayr (1969) lorsqu'il parle du *Darwin Principle* comme un des critères de pondération des caractères.

Taxonomists have long stressed the relative importance of characters that do not serve a specific ad hoc adaptation but are merely, so to speak, an indication of an underlying basic genetic similarity. [...] The principle stating that a character which is the product of the general genotype is more likely to have high taxonomic weight than a character that represents an ad hoc specialization has wide application (Mayr, 1969, pp. 220-221).

⁶⁹ AUTAPOMORPHE, adj. Lors d'une comparaison entre groupes-frères, se dit de l'état dérivé d'un caractère propre à l'un des deux taxons. Par extension : caractère autapomorphe (d'après Tassy, 1986).

⁷⁰ [...] one of the striking autapomorphies of man (in comparison to his sister group, the chimpanzee) is the possession of Broca's center in the brain, a character that is closely correlated with man's speaking ability. This single character is for most taxonomists of greater weight than various synapomorphous similarities or even identities in man and the apes in certain macromolecules such as hemoglobins and cytochrome c. The particular importance of autapomorphies is that they reflect the occupation of new niches and new adaptive zones that may have greater biological significance than synapomorphies in some of the standard macromolecules (Mayr, 1994, p. 287).

Tableau 8 Les trois premières étapes

	Les écoles de taxinomie		
	Taxinomie numérique	Systématique phylogénétique	Classification évolutionniste
Nombre de spécimens	Statistiquement représentatif des taxa		
sélection des spécimens	En fonction des classifications en vigueur en y ajoutant si possible des spécimens atypiques		
Nombre de caractères	Le maximum	Un nombre limité	Un grand nombre
Attributs que doivent posséder les caractères	Unitaires, Indépendants, Comparables		
Quantification		Oui	
Détermination de la polarité des caractères	Non	Oui	Oui
Pondération en fonction de la polarité	Ne s'applique pas	Oui	Oui
Pondération en fonction de l'importance adaptative	Ne s'applique pas	Non	Oui
Caractères pouvant être Utilisés	Tous les caractères	Les caractères apomorphes seulement	Les caractères apomorphes, plésiomorphes et autapomorphes

5.4 Regrouper les espèces ou les UTOs

Les trois premières étapes préparent le terrain en vue du travail de classification qui consiste essentiellement à regrouper et hiérarchiser les taxa.

5.4.1 La taxinomie numérique

À partir de la matrice de valeurs quantitatives obtenue à l'étape précédente, les taxinomistes calculent soit l'indice (*coefficient*) de similitude/dissimilitude entre deux UTOs⁷¹ soit la

⁷¹ Lorsqu'un objet est comparé avec lui-même, caractère par caractère, l'indice est égal à un (1), puisque tous les caractères sont concordants tandis qu'il est égal à zéro (0) dans le cas de deux objets n'ayant aucun caractère concordant. L'indice de similitude peut être exprimé aussi en pourcentage de ressemblance. La ressemblance est parfaite (100%) lorsque l'indice de similitude est égal à 1.

distance qui sépare deux UTOs, c'est-à-dire que la similitude globale est traduite par une mesure d'éloignement. Par la suite, les taxinomistes inscrivent les résultats (l'indice similitude/dissimilitude ou la distance) dans une matrice de t UTOs par t UTOs où chaque S_{jk} est l'indice de similitude entre l'UTO de la rangée j et l'UTO de la colonne k .

Tableau 9 Matrice d'indices de similitude

UTOs	UNITÉS TAXINOMIQUES OPÉRATIONNELLES		
	UTO ₁	UTO ₂	UTO ₃
UTO ₁	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃
UTO ₂	S ₂₁	S ₂₂	S ₂₃
UTO ₃	S ₃₁	S ₃₂	S ₃₃

Puis, ils procèdent à la formation des groupes à l'aide de différentes méthodes d'analyse de groupements qui permettent de regrouper ensemble les UTOs en fonction de leur indice de similitude. Après chaque ronde de regroupement, les calculs sont refaits afin d'intégrer les UTOs restant aux groupes d'UTOs déjà formés afin de constituer des groupes toujours plus grands comprenant des UTOs de moins en moins semblables (agrégation). Ce travail débouche sur la formation de dendrogrammes appelés aussi phénogrammes⁷² (voir figure 5.1 à la page suivante).

⁷² [...] clustering methods, are methods for representing the similarity matrix among taxonomic units by a treelike arrangement called dendrograms (Sokal, 1986, pp. 429-430).

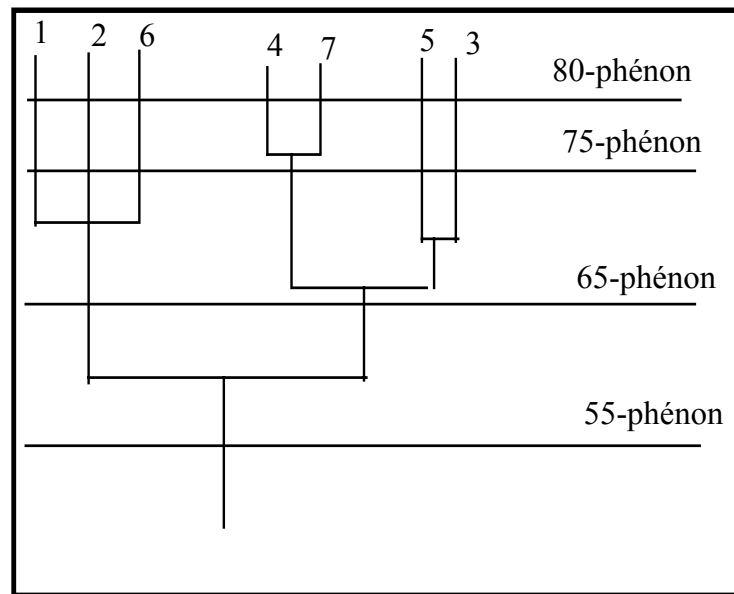


Figure 5-1

5.4.2 La systématique phylogénétique

La formation des taxa supérieurs (groupes monophylétiques sensu Hennig (1966)) repose essentiellement sur l'évaluation de la proche parenté entre les espèces actuelles (*terminal taxa*) issues de la cladogenèse⁷³.

Il est donc important de comprendre que la systématique phylogénétique ne cherche pas à déterminer si le taxon A est l'ancêtre du taxon B, mais seulement à déterminer si le taxon A est plus proche parent de B que de C. La figure 5.2 illustre la situation où A est plus proche parent de B que de C.

⁷³ Pour les cas spéciaux comme les espèces (taxa) issues de la spéciation par hybridation ou encore les espèces (taxa) fossiles, la systématique phylogénétique propose aux taxinomistes de suivre deux conventions afin de leur permettre d'inclure ces cas à l'intérieur des classifications phylogénétique :

- Dans le cas des hybrides, la convention 9 stipule que les taxa formés par hybridation seront classifiés avec l'un ou l'autre de leurs parents. Entre parenthèses, on indiquera leur nature particulière et les noms de leurs espèces parentales;
- Dans le cas des espèces fossiles, la convention 7 stipule que les groupes fossiles seront classés différemment des groupes récents. Le statut de *plésion* sera accordé à tous les taxa fossiles monophylétiques. Lorsqu'un plésion est disposé dans une classification combinant des groupes récents et des groupes fossiles, il constitue le groupe soeur de tous les autres taxa terminaux de son clade.

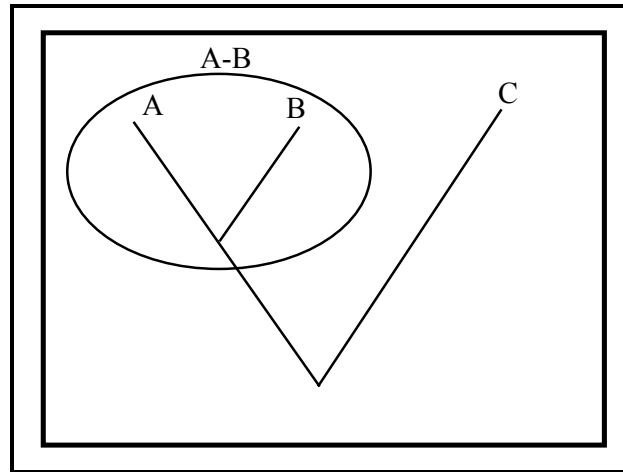


Figure 5-1

La procédure de regroupement habituellement utilisée se fait en prenant trois taxa (A, B, et C) à la fois parmi l'ensemble des taxa à classer (A, B, C, D, E, F).

Pour chaque triade, les taxinomistes doivent :

- Déterminer les deux taxa qui sont les proches parents les plus immédiats (groupes frères) ;
- Mettre ensemble les deux groupes frères (par exemple, A et B) afin de former un nouveau taxon (A-B) ;
- Associer un groupe frère à ce nouveau taxon. Le choix se fait habituellement entre le troisième taxon considéré au départ (C) et les taxa restant (D, E ou F).

La procédure se répète jusqu'à épuisement des taxa à classer, c'est-à-dire lorsque tous les taxa initiaux auront été regroupés ensemble pour former un seul taxon. Toutefois, l'examen des synapomorphies ne conduit pas toujours à une seule hypothèse de proche parenté (cladogramme), mais le plus souvent à plusieurs.

Les taxinomistes doivent alors sélectionner un cladogramme parmi les cladogrammes proposés. Dans ce dessein, ils sont tenus d'appliquer le principe de parcimonie, c'est-à-dire le cladogramme qui suppose le moins de cas d'homoplasie, en ayant en tête deux principes :

- (1) Le principe selon lequel il n'y a qu'une seule vraie phylogénie (Wiley *et al.*, 1991, p. 20) ;

(2) Le principe auxiliaire de Hennig qui stipule qu'en l'absence d'évidence contraire, il ne faut jamais supposer qu'il y a eu évolution convergente ou parallèle, mais toujours assumer qu'il y a homologie (Wiley *et al.*, 1991, p. 14).

Si plusieurs cladogrammes sont également parcimonieux, les taxinomistes doivent alors former un cladogramme à partir des cladogrammes *équiparcimonieux*. Il peut s'agir d'un cladogramme qui est formé seulement des regroupements communs à tous les cladogrammes, d'un cladogramme qui élimine les regroupements responsables des difficultés ou encore d'un cladogramme qui ne comprend que les regroupements présents chez la majorité des cladogrammes.

5.4.3 La classification évolutionniste

Pour la classification évolutionniste, la phylogénie ne sert pas seulement à interpréter les classifications après qu'elles ont été établies ; elle fournit des critères pour la classification.

Ainsi, la classification évolutionniste construit des classifications reposant sur des hypothèses phylogénétiques qui sont tirées de :

- (1) L'analyse cladistique, qui est basée exclusivement sur les synapomorphies⁷⁴;
- (2) L'analyse de groupements, qui tient compte indifféremment des synapomorphies et des simplésiomorphies⁷⁵;
- (3) Des données paléontologiques disponibles ;
- (4) Les autapomorphies⁷⁶.

Les taxinomistes sont donc appelés à faire un arbitrage⁷⁷ entre :

⁷⁴ SYNAPOMORPHIE, n.f. Le partage de caractère(s) apomorphe(s) ou dérivé(s).

⁷⁵ SYMPLÉSIOMORPHIE, n.f. Le partage de caractère(s) plésiomorphe(s) ou ancien(s).

⁷⁶ AUTAPOMORPHIE, n.f. Caractère nouveau apparu dans un seul des groupes frères et parfois dans aucun autre groupe du règne animal.

⁷⁷ Nous appelons cet arbitrage *l'art du taxinomiste expérimenté*.

- La séquence des événements de cladogenèse déduite à partir des synapomorphies ;
- La similitude génétique déduite à partir de la similitude phénotypique évaluée autant à partir des caractères apomorphes que des caractères plésiomorphes.

Ainsi le dogme cladiste qui veut que les caractères plésiomorphes ne soient d'aucune utilité pour la classification n'est pas justifié puisqu'ils peuvent être d'une grande importance pour la classification lorsqu'ils représentent des caractères dominants chez un taxon.

The cladist dogma that plesiomorphic characters cannot be used in classification is without justification. It is correct to say that they cannot be used in cladistic analysis to locate branching points, yet they may be of great importance in classification when they represent the dominant characters of a taxon (Mayr et Ashlock, 1991, p. 251).

Les taxinomistes doivent tenir compte de l'histoire évolutive telle qu'elle se révèle à travers l'étude des fossiles, même si les données sont le plus souvent insuffisantes.

[...] fossils provide the soundest basis for evolutionary classification when data adequate in their own field are at hand [...] Nevertheless, in the animal kingdom as a whole paleontological data are insufficient to take that leading role and probably always will be (Simpson, 1961, p. 83).

La classification évolutionniste prend en considération la notion de grade évolutif⁷⁸. De ce fait, elle accorde une attention particulière à l'évaluation des transformations qui se sont produites ou non après la cladogenèse chez les groupes frères. Elle tient compte de la divergence telle qu'elle se manifeste par la présence d'autapomorphies⁷⁹.

La classification évolutionniste invite les taxinomistes à construire des dendrogrammes, appelé *phylogrammes*, qui sont bien différents des cladogrammes de la systématique phylogénétique par l'attention portée à l'illustration du degré de divergence entre les groupes frères.

⁷⁸ GRADE, n.m. Taxon souvent paraphylétique et parfois polyphylétique qui est supposé représenter un certain niveau de progrès évolutif, d'organisation ou d'adaptation.

⁷⁹ The theory of evolutionary classification [...] delimits taxa on the basis of two consideration — common ancestry and subsequent divergence. Its method is to infer relationship on the basis of an *a posteriori* weighting of similarity. It would be going too far to discuss such methods of weighting (Mayr 1969; 217-228), but they are essentially those which the great masters of taxonomy have practiced for more than a hundred years (Mayr, 1976b, p. 430-431).

The phylogram differs from the cladogram by the placement of sister groups at different distances from the joint common ancestry (branching point) and by the expression of degree of divergence by different angles (Mayr, 1994, p. 287).

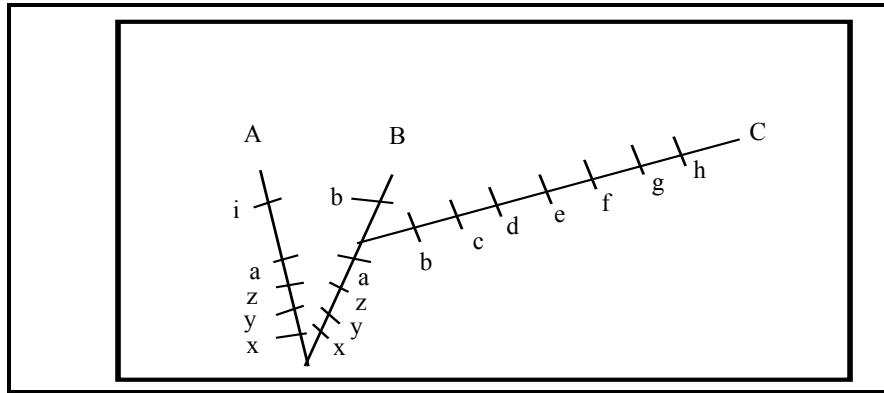


Figure 5-1

Par exemple à la figure 5.3, l'angle plus grand du taxon C depuis sa séparation d'avec le taxon B, illustre une plus grande divergence de C par l'acquisition d'un grand nombre d'autapomorphies (c, d, e, f, g, h). De ce fait, la classification évolutionniste regroupe A et B ensemble puisque B et C n'ont qu'une seule synapomorphie (b) alors que A et B ont plusieurs symplesiomorphies (a, x, y, z)⁸⁰. Le cas de la classification de l'Homme (*Homo sapiens*) illustre particulièrement bien l'opposition entre ce que nous enseigne la notion de grade évolutif et les résultats de l'analyse cladistique.

Selon l'analyse cladistique, l'*Homo sapiens* (H) devrait être mis avec les chimpanzés (C) et les gorilles (G) dans un groupe dont les orangs-outangs (O-O) formeraient le groupe frère (figure 5.4).

⁸⁰ En comparaison, E.O. Wiley mentionne que « [...] one *true* synapomorphy is enough to define a unique genealogical relationship » (1981, p. 82). Et Niles Eldredge et Joel Cracraft soulignent que « [...] neither a symplesiomorphy nor an autapomorphy can be used to combine groups into subsets » (1980, p. 33).

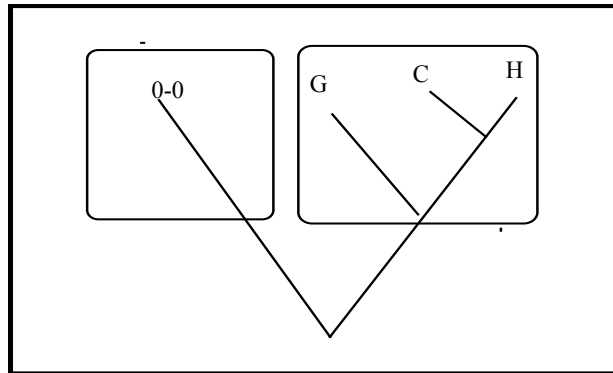
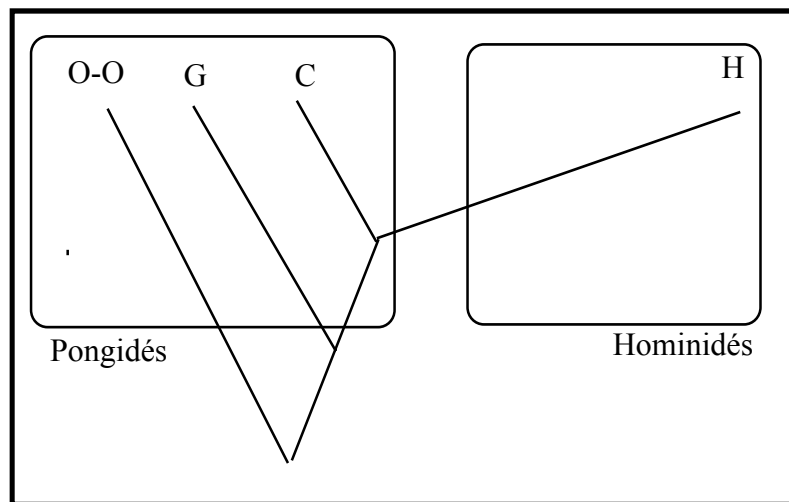


Figure 5-2

Or, traditionnellement l'*Homo sapiens* (H) est placé dans la famille des Hominidés tandis que les singes anthropoïdes (orangs-outangs (O-O), gorilles (G) et chimpanzés (C)) sont placés ensemble dans la famille des Pongidés parce qu'à la lumière de la notion de grade évolutif, il apparaît que l'*Homo sapiens* forme un groupe de primates bien différents occupant une nouvelle zone adaptative, entre autres, en raison de sa capacité à parler⁸¹ (Figure 5-3).



⁸¹ **La taxinomie évolutive** autorise, elle, à établir une hiérarchie parmi les événements responsables de la diversification du groupe et par exemple à considérer la différenciation de l'Homme comme un progrès évolutif majeur. En conséquence, la coupure prioritaire pour classer les quatre genres consiste à isoler l'Homme dans un taxon et les trois autres genres dans un autre taxon de même rang (familles des Hominidés et des Pongidés). Ces deux taxons sont définis par le saut évolutif qui les sépare ou, en d'autres termes, par des **grades évolutifs** différents (Genermont, 1989, p. 114).

Figure 5-3

Les groupes que la classification évolutionniste forme sont de différents types :

- Groupes monophylétiques sensu Hennig (1966) rebaptisés *groupes holophylétiques*;
- Groupes phénétiques ;
- Groupes monophylétiques sensu Simpson (1961);
- Groupes monophylétiques sensu Simpson (1961) ayant les caractéristiques des grades sans être formellement des grades puisqu'ils sont formés avant tout pour des raisons phylogénétiques. Les Oiseaux sont un bon exemple de ce type de taxa.

Even though grades are not taxa, one can distinguish among taxa some with and some without gradelike characteristics. The class Aves clearly has gradelike characteristics (Mayr et Ashlock, 1991, p. 270).

La classification évolutionniste autorise donc la division horizontale et verticale des lignées évolutives⁸² alors que la systématique phylogénétique n'autorise que la séparation verticale, c'est-à-dire la formation de groupes holophylétiques⁸³.

The major difference among the three concepts of monophyly lies in how they are used in classification. The cladist delimits taxa on the basis of holophyly, while the adherents of concept 2 and 3 use monophyly to test the correct delimitation of taxa. Whether one includes a reference to the stem species in the definition of monophyly would seem to be a rather academic matter, since such a species, as well as its actual characteristics, is unknown and presumably forever unknowable. Hence, in actual practice, the nearest known common ancestor is usually a higher taxon (Mayr et Ashlock, 1991, pp. 260-61).

⁸² Examination of any extensive tree or dendrogram at once reveals that classification by either vertical or horizontal relationships alone is absolutely impossible. [...] In translating the phylogeny into taxa a compromise must somewhere be effected; some divisions among taxa must be horizontal and some vertical (Simpson, 1961, p. 130).

⁸³ HOLOPHYLÉTIQUE, adj. Dans la terminologie de la classification évolutionniste un groupe est dit holophylétique s'il comprend seulement une espèce-mère (« stem species ») et toutes les espèces (taxa) qui descendent de celle-ci. Synonyme : monophylétique sensu Hennig (1966).

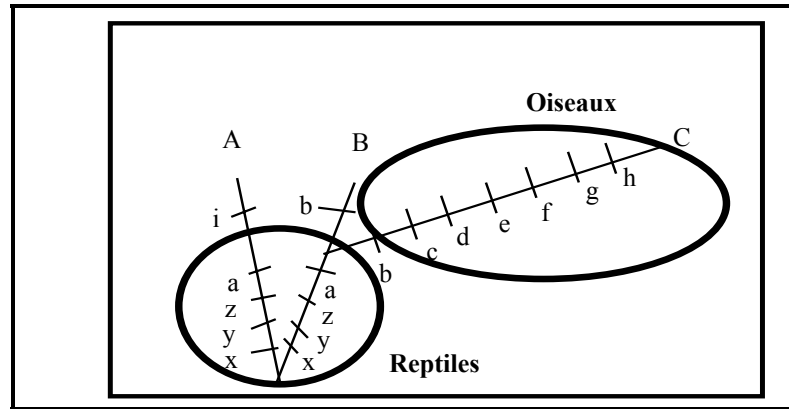


Figure 5-4

Ainsi, la définition de monophylie sensu Simpson (1961) permet aux phylogrammes de montrer l'apparition d'un taxon à partir d'un autre, par exemple l'apparition de la classe des Oiseaux à partir de la classe des Reptiles (Figure 5.6), là où un cladogramme ne pourrait le faire.

5.5 Attribuer un rang aux regroupements

C'est par la hiérarchisation des groupes que les taxinomistes établissent les classifications naturelles qui formeront le système général de référence mis à la disposition de tous les biologistes.

Tableau 10 Le regroupement des espèces

	LES ÉCOLES		
	Taxinomie numérique	Classification évolutionniste	Systématique phylogénétique
Les groupes sont basés sur	L'évaluation de la similitude globale (analyse de groupements)	<ul style="list-style-type: none"> • L'évaluation de la similitude globale (analyse de groupements) • L'évaluation de la proche parenté (analyse cladistique) • Les données paléontologiques • L'évaluation de l'importance de la divergence évolutive 	L'évaluation de la proche parenté (analyse cladistique)

Caractères utilisés	Tous sans distinction	Arbitrage entre les : • synapomorphies • simplésiomorphies • autapomorphies	Exclusivement les synapomorphies
Nature des regroupements	Taxa phénétiques	Taxa phylétiques	
Type(s) de regroupements obtenus	Exclusivement des phéna sensu Sneath et Sokal (1973)	• Monophylétiques sensu Hennig (1966) • Monophylétiques sensu Simpson (1961) • Monophylétiques sensu Simpson (1961) ayant les caractéristiques d'un grade	Exclusivement des groupes monophylétiques sensu Hennig (1966)
Type de dendrogramme	Phénogramme	Phylogramme	Cladogramme
Division	Selon les résultats de l'analyse de groupement	Horizontale et Verticale	Verticale seulement
Qualités recherchées	• Précision • Objectivité	• Conformité avec l'histoire évolutive ; • Stabilité	Conformité avec la série des épisodes de cladogenèse

5.5.1 La taxinomie numérique

La hiérarchisation se fait simplement suivant le degré de similitude globale. Les taxa s'emboîtent les uns dans les autres (inclusion). La taille des taxa est inversement proportionnelle au pourcentage de caractères communs.

Toutefois, la hiérarchisation ne s'effectue pas aussi automatiquement que pour la systématique phylogénétique bien que les décisions se réduisent à déterminer le degré de similitude globale exprimé en % à partir duquel les taxinomistes reconnaissent qu'un taxon est une espèce (taxon), un genre (taxon), une famille (taxon) ainsi de suite jusqu'au dernier niveau de la hiérarchie linnéenne.

La principale difficulté dans la hiérarchisation vient de la constatation empirique que, par exemple, chez les poissons un degré de similitude globale de 70 % pourrait être suffisant pour délimiter un genre (taxon) tandis qu'il en faudrait 80 % chez les insectes.

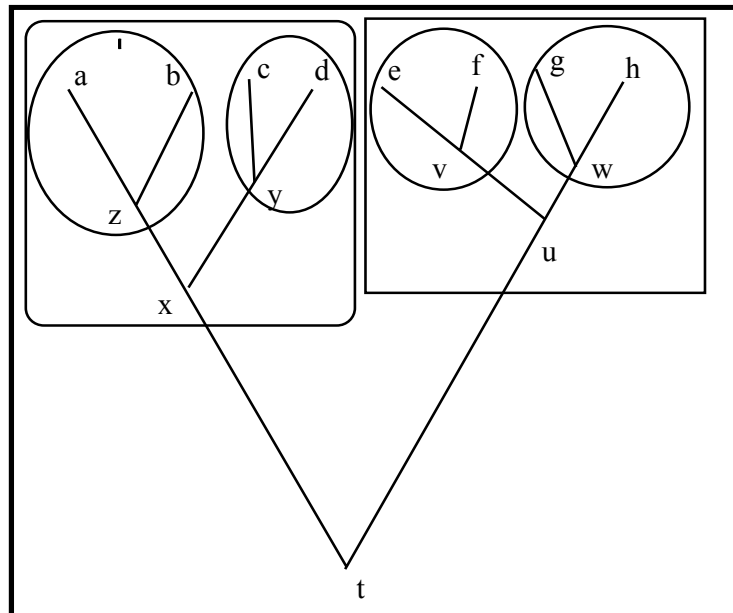
Cette difficulté de jumeler un degré de similitude globale avec un niveau hiérarchique de la classification linnéenne a conduit Sokal et Sneath (1963) à proposer une nouvelle nomenclature. Au lieu de tenter de faire correspondre les regroupements d'UTOs issus de l'analyse de groupement aux catégories taxinomiques traditionnelles (espèce, genre, famille, ordre, classe et phylum), ils ont proposé d'utiliser le terme phénon précédé d'un pourcentage

de ressemblance. Par exemple les UTOs 4 et 7 forment un 75-phénon alors que les UTOs 1-2-6 forment un 65-phénon (voir).

La taxinomie numérique a finalement renoncé à cette idée de changer la nomenclature taxinomique, essentiellement pour éviter les problèmes de communication, la majorité des biologistes étant habitués à la nomenclature linnéenne.

5.5.2 La systématique phylogénétique

La hiérarchisation se fait en suivant fidèlement la séquence des synapomorphies, qui témoigne de la série des épisodes de cladogenèse. Cette séquence donne l'ordre d'emboîtement (comme les poupées russes) des groupes monophylétiques. L'assignation du niveau taxinomique (catégorie) se fait alors en comptant le nombre de niveaux d'emboîtement à partir du taxon terminal à qui l'on attribue le rang d'espèce⁸⁴. Par exemple, en prenant pour acquis que les huit groupes terminaux (a, b, c, d, e, f, g, h) sont des espèces (taxa). Nous avons les quatre *genres* [abz], [cdy], [efv], [ghw]. Les deux *familles* [(abz)(cdy)x] et [(efv)(ghw)u] et l'*ordre* [((abz)(cdy)(x))((efv)(ghw)(u))(t)] (Figure 5-1).



⁸⁴ La hiérarchisation est donc relative et peut varier d'un groupe à l'autre. Il y a donc eu une évolution dans la pensée cladistique puisque Hennig (1966) proposait d'effectuer la hiérarchisation des taxa monophylétiques en

Figure 5-1

Les taxinomistes sont fortement incités à suivre les conventions 1 et 2 (Wiley, 1981) afin d'intégrer harmonieusement les groupes à la hiérarchie linnéenne.

Convention 1. La hiérarchie linnéenne sera utilisée de pair avec d'autres conventions pour classer les organismes vivants.

Convention 2. On minimisera les décisions taxinomiques dans la construction d'une classification et dans la modification d'une classification déjà existante, de deux façons :

(1) Aucune catégorie redondante ou vide ne sera créée à moins que cela ne soit nécessaire en vertu d'autres conventions taxinomiques (par exemple, les cinq catégories obligatoires peuvent être redondantes) ;

(2) Les taxa naturels d'une importance capitale pour le groupe classé seront conservés à leur rang traditionnel toutes les fois que cela sera possible et en accord avec les relations phylogénétiques et la taxinomie du groupe dans son entier.

5.5.3 La classification évolutionniste

Si la hiérarchisation se fait de façon *quasi automatique* pour la systématique phylogénétique et la taxinomie numérique, tout autre est la situation de la classification évolutionniste où les taxinomistes sont invités à choisir entre les différentes possibilités d'assignation d'un rang qui se présentent à eux compte tenu :

(1) De l'importance des discontinuités (*distinctness-size of gaps*) mesurée selon leur signification biologique. Ce critère permet de tenir compte de l'extinction des lignées évolutives et de la divergence ;

(2) Du degré de différence entre les regroupements (*clusters*) tel que le révèle l'analyse de groupement ;

(3) Du rôle évolutif. Il s'agit de considérations écologiques dans l'attribution d'un rang, comme l'occupation d'une nouvelle niche écologique. Ce critère est étroitement associé au suivant ;

fonction de leur âge géologique (hiérarchisation absolue), c'est-à-dire du moment plus ou moins exact où a eu

(4). Des caractéristiques de grade évolutif qui indiquent un niveau commun d'organisation morphologique associé à l'occupation d'une zone adaptative.

(5) De l'état de diversification du groupe et la taille des groupes subordonnés. Le nombre de sous taxa que le taxon comprend ne doit être ni trop grand ni trop petit afin de faciliter le recouvrement d'information (*information retrieval*);

(6) De la hiérarchisation équivalente chez les taxa apparentés afin d'avoir une classification bien balancée (*equivalence of ranking in related taxa (balance)*)⁸⁵;

(7) De la stabilité qui est en lien direct avec l'utilité des classifications comme moyen de communication. C'est pourquoi lors des travaux de révision des classifications, les taxinomistes doivent chercher à bouleverser le moins possible les classifications en vigueur et la nomenclature utilisée.

Ce qui caractérise la classification évolutionniste est le fait que les taxinomistes doivent s'intéresser à ce qui est arrivé à chacun des groupes frères après la cladogenèse. Les groupes frères ont-ils subi peu de changements ou bien occupent-ils une nouvelle zone adaptative? Se sont-ils transformés dans un nouveau type ?

The taxonomic task of the cladist is completed with the cladistic character analysis. The genealogy gives him the classification directly, since for him classification is nothing but genealogy. The evolutionary taxonomist carries the analysis one step further. He is interested not only in branching, but, like Darwin, also in the subsequent fate of each branch. In particular, he undertakes a comparative study of the phyletic divergence of all evolutionary lineages, since the evolutionary history of sister groups is often strikingly different. Among two related groups, derived from the same nearest common ancestor, one may hardly differ from the ancestral group, while the other may have entered a new adaptive zone and evolved into a novel type (Mayr, 1994, p. 285).

lieu la cladogenèse responsable de leur origine.

⁸⁵ Idéalement, le degré de distinction entre un groupe d'espèces (taxa) appartenant à un même genre devrait être le même chez les mammifères, les insectes ou encore les mollusques ; ce qui n'est pas le cas présentement pour des raisons historiques.

Unfortunately, for historical reasons, this ideal has not yet been reached. The orders of birds, for instance, are probably no more distinct than are the families of insects (Mayr et Ashlock, 1991, p. 272).

Au lieu de donner automatiquement aux groupes frères le même rang, la classification évolutionniste accorde plus de poids aux autapomorphies qu'aux synapomorphies dans la hiérarchisation des taxa.

Par exemple, les Oiseaux, qui ont comme groupe frère les Crocodiles, ont acquis un grand nombre d'autapomorphies alors que les crocodiles sont restés très semblables aux membres de la classe des Reptiles. De ce fait, les deux groupes frères n'ont pas le même rang taxinomique. Le taxon des oiseaux est considéré comme une classe alors que le taxon des Crocodiles (les Crocodiliens) est un ordre au sein de la classe des Reptiles.

The main difference between cladists and evolutionary taxonomists, thus, is in the treatment of autapomorph characters. Instead of automatically giving sister groups the same rank, the evolutionary taxonomist ranks them by considering the relative weight of their autapomorphies [...](Mayr, 1994, p. 286).

Tableau 11 La hiérarchisation des taxa

Hiérarchiser les taxa	LES ÉCOLES		
	Classification évolutionniste	Taxinomie numérique	Systématique phylogénétique
Processus décisionnel	Arbitrage entre plusieurs critères	Quasi automatique	
Critère(s) principal(aux)	<ul style="list-style-type: none"> • Degré de similitude globale • Place occupée dans la série des épisodes de cladogenèse <ul style="list-style-type: none"> • Degré de divergence (les caractéristiques de grade évolutif et le rôle évolutif) 	Degré de similitude globale	Place occupée dans la série des épisodes de cladogenèse
Autres critères	<ul style="list-style-type: none"> • Importance des discontinuités • Diversification du groupe • Taille des groupes subordonnés • Hiérarchisation équivalente chez les taxa apparentés afin d'avoir une classification bien balancée • Stabilité 		

TROISIÈME PARTIE LE PROBLÈME DE LA CLASSIFICATION EN ZOOLOGIE

Dans cette troisième partie, nous montrerons que le problème de la classification en zoologie se perpétue, en grande partie parce que les écoles ont accepté la condamnation de l'essentialisme au nom du transformisme et de la thèse ontologique nominaliste, sans que n'ait été faite toute la lumière sur la notion aristotélicienne de nature.

Pour commencer, au chapitre 6, nous présenterons les arguments de Hull (1965) et de Sober (1980) en faveur de la condamnation de l'essentialisme et du rejet de son corollaire la classification typologique. Nous verrons aussi que la taxinomie numérique, la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique s'accordent sur ce sujet bien qu'elles s'accusent mutuellement de flirter parfois avec l'ennemi.

Ensuite, au chapitre 7, nous verrons que l'autorité accordée à la condamnation de l'essentialisme vient pour une large part de la définition donnée au concept d'essence, sans que toute la lumière n'ait été faite sur le concept aristotélicien de nature. De plus, nous verrons que la condamnation de l'essentialisme a contribué à préciser, en pratique et comme en théorie, à quel type de division d'un tout en parties les taxinomies doivent recourir. Faute d'un fondement naturel, le recours aux privations est éliminé, dans la mesure du possible, et la division d'un genre en espèces doit tout simplement être ignorée⁸⁶.

⁸⁶ Dans le cas de la privation, il s'agit tout simplement d'une division logique tandis que dans le cas de la division d'un genre en espèce, il serait sans doute assez juste de dire qu'elle appartient à un autre programme de recherche, au sens de Lakatos (1970), puisqu'elle requiert la reconnaissance de la notion aristotélicienne de nature pour être légitimée.

Puis, au chapitre 8, nous nous intéresserons à la façon dont les écoles traitent du problème de l'espèce (*species problem*) et du statut ontologique des taxa supérieurs dans le contexte où la force d'attraction de l'anti-réalisme épistémologique contraint les taxinomistes à justifier la réalité des espèces (taxa) et le bien fondé des taxa supérieurs. Nous verrons alors que les écoles sont placées devant un véritable dilemme puisque la majorité des taxinomistes acceptent la condamnation de l'essentialisme et rejettent la classification typologique tout en refusant d'abandonner complètement le réalisme.

Finalement, au chapitre 9, nous verrons que le débat en taxinomie entre les écoles porte, avant tout, sur comment rendre scientifique la pratique taxinomique, c'est-à-dire la moins subjective possible. En effet, les écoles semblent incapables de sortir du dilemme que leur posent leur acceptation de la condamnation de l'essentialisme et leur hésitation à embrasser l'anti-réalisme épistémologique. C'est pourquoi l'amélioration de la procédure de prise de décision semble être la seule façon de venir à bout des difficultés que rencontre la taxinomie historique.

Chapitre 6

LE REJET DE LA CLASSIFICATION TYPOLOGIQUE

Au cours du dernier siècle, trois facteurs ont contribué à modifier la façon d'envisager la classification des animaux :

- Premièrement, à la lumière de l'explication transformiste darwinienne, et ensuite néodarwinienne, de l'origine des espèces (taxa) animales, les espèces (taxa) sont de moins en moins considérées comme des unités discrètes immuables. Ainsi, les barrières érigées entre les espèces (taxa) dans le temps doivent dorénavant être considérées plus ou moins arbitraires en raison de l'existence d'intermédiaires qui diffèrent très peu les uns des autres ;
- Deuxièmement, la découverte des espèces (taxa) polytypiques⁸⁷, des espèces (taxa) jumelles⁸⁸, des hybrides et de l'ensemble des variations inter et intrapopulationnelles par l'étude sur le terrain des populations indique qu'il n'y a pas toujours de délimitation claire entre les espèces (taxa) dans l'espace ;
- Troisièmement, la prise de conscience grandissante de la diversité des groupes d'animaux (taxa) que les taxinomistes désignent par le terme *espèce* ajoutée aux deux facteurs précédents, rend difficile la formulation d'une définition unitaire de l'espèce comme catégorie taxinomique⁸⁹.

⁸⁷ ESPÈCE POLYTYPIQUE, Se dit d'une espèce composée de populations présentant des phénotypes bien distincts, bien que les individus des différentes populations conservent la capacité de s'accoupler en eux.

⁸⁸ ESPÈCES JUMELLES, Se dit de deux ou plusieurs espèces qui présentent des différences morphologiques difficilement décelables.

⁸⁹ Nous nous référons ici au débat sur la définition de l'espèce en tant que catégorie taxinomique qui met au prise deux alternatives (Ereshefsky, 1998) :

(1) Le pluralisme contre le monisme;

(2) Le réalisme contre l'anti-réalisme.

Ces trois facteurs ont conduit la taxinomie numérique, la systématique phylogénétique et la classification évolutionniste à rejeter la méthode typologique dans l'établissement de classifications naturelles. Cette méthode de classification a été étroitement associée à une notion bien précise d'essence, c'est-à-dire *un attribut ou un ensemble d'attributs nécessaires et suffisants fixés de toute éternité*.

6.1 La position des écoles

Les trois écoles s'entendent pour dire qu'une classification naturelle n'est pas une classification basée sur le partage d'un ensemble d'attributs nécessaires et suffisants fixés de toute éternité. C'est pourquoi elles rejettent l'essentialisme et son corollaire la classification typologique.

Sneath et Sokal (1973) mentionnent que les taxa naturels sont condamnés, de par la mécanique mise en oeuvre dans la transformation des espèces (taxa)⁹⁰, à être polythétiques⁹¹ car aucune assurance n'existe qu'un caractère que l'on retrouve chez un individu d'une espèce donnée se retrouvera chez tous ses descendants. Sans compter que la méthode qu'ils proposent condamne, selon eux, le concept d'essence d'Aristote⁹².

La première alternative met en jeu la question de savoir s'il est possible de donner une définition unique de tout ce qui est appelé *espèce* dans la littérature zoologique. Les pluralistes répondent non à cette question tandis que les monistes répondent oui. De plus, parmi les pluralistes, il y a ceux qui croient qu'un organisme vivant peut appartenir à plus d'une espèce (taxon) si chacune est définie différemment (espèce biologique, espèce évolutive, espèce écologique) et il y a ceux qui croient qu'un organisme vivant ne peut faire partie que d'une espèce (taxon). Les premiers favorisent l'établissement d'un ensemble de classifications qui s'entrecroisent tandis que les seconds favorisent l'établissement d'un ensemble unique de classifications.

D'une façon générale, les écoles ont tendance à être monistes, du moins dans la mesure où elles ont pour objectif commun d'établir un ensemble unique de classifications naturelles. Nous reviendrons sur le sujet au chapitre 8.

La deuxième alternative pose la question du bien fondé de regrouper certains taxa sous une même appellation. L'espèce (catégorie taxinomique) renvoie-t-elle à une ou des réalités ou bien n'est-elle qu'une construction humaine? Nous reviendrons sur cette deuxième alternative au chapitre 8.

⁹⁰ Il est question ici d'une partie de l'explication néodarwinienne courante, à savoir que la transformation des espèces (taxa) résultent de l'accumulation de micromutations qui affectent le génome.

⁹¹ POLYTHÉTIQUE, adj. Un groupe est dit polythétique lorsqu'aucun caractère ou ensemble restreint de caractères sont nécessaires et suffisants pour faire partie de ce groupe. Ainsi, un animal appartient à un groupe polythétique donné plutôt qu'à un autre parce qu'ils partagent avec les membres de ce groupe un plus grand nombre de caractères qu'avec ceux des autres groupes. Antonyme : monothétique.

⁹² By putting together entities with the highest proportion of shared attributes, taxonomists refrain from insisting that the taxa shall share any particular attribute, as a very simple trial would show. This is the reason for

Natural taxonomic groups are formed by the restriction of evolution to certain regions of the phenetic hyperspace and the accumulation of genetic differences through time. The small stepwise nature of genetic changes suggests that most characters of descendants are the same as those of their immediate ancestors. The taxa may be polythetic, for there is no assurance that any given character of an ancestor will persist in all its descendants (Sneath et Sokal, 1973, p. 308)⁹³.

De son côté, Hennig (1966) souligne l'obscurité de la notion de type en mentionnant que lorsqu'il est question des taxa supérieurs, les typologistes ne nous disent pas ce qu'ils entendent par *caractères constitutifs* (*constitutive characters*).

Pour Simpson (1961), la variabilité et la plasticité dynamique⁹⁴ sont des traits caractéristiques des espèces animales (taxa). Ces traits ne s'accordent donc pas avec la notion d'essence qui est, pour lui, quelque chose comme une structure distincte et statique (*distinct and static patterns*).

The concept of distinct and static patterns cannot meaningfully be applied to real groups of organisms, which are parts of an evolutionary continuum and which are always highly variable. Their variation is not incidental or an "accident" to be ignored at any level in taxonomy; it belongs to the very nature of taxa and is part of the mechanism of their origin and continuing existence (Simpson, 1961, p. 50).

Enfin, Mayr (1969) souligne que la principale faiblesse de l'essentialisme vient de l'impossibilité pratique de déterminer les caractères essentiels d'un organisme vivant. Pour lui, Hull (1965a, 1965b) et Simpson (1961) ont réfuté l'essentialisme de façon convenable et définitive.

The fatal flaw of essentialism is that there is no way of determining what the essential properties of an organism are and why these and no other properties of an organism are essential. Simpson (1961) and Hull (1965) have adequately refuted the theoretical arguments of the essentialist school (Mayr, 1969, p. 67).

Les trois écoles semblent oublier que les taxa supérieurs, comme les mammifères, doivent bien souvent leur nom à un seul caractère, par exemple, la possession de glandes mammaires, un trait que l'on ne retrouve chez aucun autre groupe d'animaux. Cela ne veut pas dire, pour

emphasizing the historical importance of the realization that natural taxa do not necessarily possess any single specified feature. This spelled the doom of the Aristotelian concept of an essence of a taxon, for natural groups are in logic unanalyzed entities (Sneath et Sokal, 1973, p. 27).

⁹³ Pas de doute que Sneath et Sokal (1973) exagèrent ici lorsqu'ils disent que « there is no assurance that any given character of an ancestor will persist in all its descendants ».

autant, que ce ou ces caractères correspondent à leur essence. Ainsi, le cas des mammifères semble nous indiquer que peut être la question de l'essence ne doit pas être réduite à la question de l'identification ou non de caractères essentiels⁹⁵.

Du reste, les trois écoles de taxinomie s'accusent mutuellement de conserver chacune à leur façon des liens avec la classification typologique.

Pour commencer, la taxinomie numérique est la première visée car la relation qu'elle entretient avec l'essentialisme paraît ambiguë. Sans dire qu'elle cherche à classer les animaux selon leur essence, Simpson (1961) l'accuse (sans la mentionner explicitement) néanmoins d'être typologique en raison de certaines des procédures qu'elle utilise dans la construction des taxa. Les méthodes statistiques qu'elle emploie seraient tout bonnement la quantification de procédures fondamentalement typologiques.

[...] two important recent proposals for the empirical determination of “relationships” or “affinity” (Sokal and Michener, 1958, and Cain and Harrison, 1958) both measure conformance to patterns of shared characters and are quantifications of essentially typological procedures even though these authors would subsequently *interpret* their results in nontypological ways (Simpson, 1961, p. 48).

Ensuite, Wiley (1981) fait un rapprochement entre la taxinomie numérique et la classification évolutionniste. Il souligne que de déterminer les taxa en prenant comme critère la similitude génétique, comme le fait la classification évolutionniste, s'apparente à ce que la taxinomie numérique fait en utilisant la similitude morphologique.

Even if overall genetic similarity were discordant with cladistic relationships, it is still not a valid criterion for grouping taxa. The claim that overall genetic similarity results in natural groups is closely akin to the assertion by pheneticists that overall phenetic similarity produces natural groupings. As I have discussed in Chapter 3, set theory and concepts of overall similarity as used to define sets are not compatible. Thus, overall similarity, whether it is phenetic similarity or an estimate of genetic similarity, is invalid as a grouping criterion for natural, non overlapping sets of organisms (Wiley, 1981, p. 263).

⁹⁴ En paléobiologie, Simpson (1944 et 1953) propose un modèle gradualiste qui soutient que les espèces sont en constante transformation (Voir Blanchette, 1988).

⁹⁵ Nous reviendrons sur ce sujet au chapitre 7.

Finalement, Mayr et Ashlock (1991) accusent les cladistes de revenir à une pratique classificatoire prélinnéenne alors que quelques caractères nécessaires et suffisants (caractères diagnostiques) servaient à la délimitation de groupes monothétiques⁹⁶. Voulant éviter les excès de l'école numérique, qui base la classification entièrement sur la similitude globale, les cladistes iraient à l'autre extrême, basant la classification uniquement sur le partage de quelques caractères qui ont été choisis pour leur valeur prétendument diagnostique⁹⁷.

During the reign of downward classification, as practiced by Linnaeus and his predecessors (Mayr 1982a : 147-179), the major objective of classifying was to facilitate identification. Clear-cut diagnostic characters were the earmarks of a good classification; taxa had to be monothetic (Chapter 6). This philosophy led to the adoption of many highly artificial classifications. When upward classification that is, classification by grouping, was a more generally adopted, a consensus developed that one should get away from "single-character classifications". This movement culminated in numerical phenetics, with its aim of basing classifications entirely on "overall similarity". Rebounding from the extreme of phenetics, the cladists unwittingly returned to the ideal of pre-Linnaean taxonomy: facile diagnosis (Mayr et Ashlock, 1991, p. 228).

Au demeurant, peu importe les accusations qu'elles s'adressent mutuellement, il est clair, que les trois écoles s'accordent pour condamner l'essentialisme et abandonner la classification typologique.

Or, cette condamnation unanime de la classification typologique résulte de l'autorité indiscutable qu'elles reconnaissent à la condamnation de l'essentialisme. C'est pourquoi nous devons regarder de plus près cette condamnation qui a été faite de l'essentialisme qui contraint les taxinomistes à proscrire l'usage de toute notion de nature ou d'essence dans leur explication de la co-généricité et la co-spécificité et à ne considérer qu'un type de division d'un tout en parties lorsqu'il est question de division naturelle, c'est-à-dire la division d'un composé matériel (tout) en ses parties constitutives, laissant tomber de ce fait la division d'un genre en espèces qui est un autre type de division d'un tout en parties.

⁹⁶ MONOTHÉTIQUE, adj. Un groupe est dit monothétique lorsque la possession d'un seul caractère ou d'un ensemble restreint de caractères est nécessaire et suffisant pour faire partie de ce groupe. Antonyme : polythétique.

⁹⁷ Voir Chapitre 5 section 5.3 Traduire mathématiquement et/ou trier les caractères page 66.

6.2 La critique de l'essentialisme

Au cours des quarante dernières années, la critique de l'essentialisme s'est cristallisée autour de deux philosophes de la biologie : David Hull et Elliot Sober. Bien entendu, ils n'ont pas été les seuls à intervenir à ce sujet, mais leurs contributions ont été, sans doute, les plus marquantes⁹⁸.

Hull (1965a et 1965b ; 1976) a jugé inadéquat le mode de définition de l'essentialisme (la définition des espèces (taxa) et de l'espèce (catégorie)) tandis que Sober (1980) a jugé inadéquat l'essentialisme en biologie, non pas à cause de son mode de définition, mais en raison du changement d'attitude vis-à-vis de la variabilité observée qui a conduit au développement de la pensée populationnelle.

6.2.1 David Hull : Deux cents ans d'immobilisme

Hull (1976) nie que les espèces (taxa) aient une nature ou essence (sous-entendu un ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité) parce que les organismes qui les composent sont dans le cours de leur histoire à des stades différents de transformation. De ce fait, ils ne possèdent que rarement un ensemble commun d'attributs.

One consequence of evolutionary theory is that species as such can have no essences as defined above (Hull, 1965). Rarely if ever can a set of traits be discovered which distinguish one species from all other species throughout its existence. Species split into two or more species very gradually. At any one time, there are species in all stages of speciation (Hull, 1976, p. 174).

Ainsi, pour Hull (1976), il ne fait aucun doute que la théorie (néodarwinienne) de l'évolution nous force à abandonner pour les espèces (taxa) un mode de définition basé sur l'identification d'un ensemble de conditions nécessaires et suffisantes.

Our inability to distinguish most species by sets of necessary and sufficient conditions follows from evolutionary theory just as surely as quantum indeterminacy follows from quantum theory (Hull, 1976, p. 175).

⁹⁸ L'article en deux parties de David Hull paru en 1965 dans la revue britannique *The British Journal for the Philosophy of Science* (volumes XVI no. 60 et 61) a joué un rôle phare dans le rejet de l'essentialisme. Cet article a servi autant à définir ce qu'il faut entendre par essentialisme qu'à monter l'inadéquation de celui-ci à rendre compte de la nouvelle réalité, c'est-à-dire que les espèces (taxa) ne sont pas fixes et immuables mais en constante transformation.

À partir de là, l'essentialisme apparaît comme une doctrine dépassée dont le mode de définition a empêché le développement des recherches en biologie, particulièrement en taxinomie où il a été responsable, selon Hull (1965a, 1965b), de rien de moins, que de deux siècles d'immobilisme.

En effet, pour Hull (1965a), le grand coupable de cet immobilisme en taxinomie est le mode de définition essentialiste utilisé, que ce soit pour définir l'espèce en tant que catégorie taxinomique (le problème de l'espèce) ou pour définir les espèces en tant que groupes d'organismes semblables (*taxa*). Cette critique de l'essentialisme se rattache à ce que Ereshefsky (1998) appelle le pluralisme des espèces. Sous la catégorie espèce se rangerait en fait plusieurs sortes (*kinds*) d'espèces (*taxa*). Bref, être une espèce (*taxa*) dans la classification des oiseaux serait une chose, être une espèce (*taxa*) dans la classification des bactéries une autre. Or, ce pluralisme conduit à deux niveaux d'anti-réalisme. Au premier niveau, on considère que la catégorie espèce n'existe pas bien que les *taxa* espèces soient réelles. Au second niveau, on considère que la catégorie espèce ainsi que les espèces (*taxa*) n'existent pas.

Hull (1965a) commence par présenter le caractère essentialiste du mode de définition aristotélicien, pour en faire ensuite une sévère critique et proposer finalement une autre façon de définir en recourant aux concepts de regroupement (*cluster*).

6.2.1.1 Un mode de définition inapproprié

Si la variabilité dans la distribution des caractères chez les individus a forcé les taxinomistes à abandonner l'utilisation de la définition aristotélicienne pour déterminer (*delineating a group*) les espèces (*taxa names*), on doit aussi l'abandonner pour définir l'espèce en tant que catégorie taxinomique. Un signe de cela, selon Hull (1965a), est que la majorité des taxinomistes qui se sont penchés sur le problème de l'espèce croient que les désaccords proviendraient, peut-être, du fait qu'il y a plusieurs sortes d'espèces. Et que si tel était le cas, alors chacune devrait être définie différemment.

An important clue that Aristotelian definition is at fault is the conclusion, reached by Mayr and almost all other taxonomists who have attended to the species problem that perhaps the disagreement is due to the fact that there is more than one kind of species and that we need a different definition for each of those species (Hull, 1965a, p. 322).

Dès le départ, en s'appuyant sur Popper (1950), Hull (1965a) souligne l'influence néfaste qu'a eue la méthode de définition aristotélicienne sur le développement de la pensée, particulièrement en taxinomie. L'utilisation de ce mode de définition en science a provoqué un état de stagnation et de verbiage.

Karl R. Popper's answer is that 'the development of thought since Aristotle could, I think, be summed up by saying that every discipline as long as it used the Aristotelian method of definition has remained arrested in a state of empty verbiage and barren scholasticism. [...] In no other science is this statement as true as it is in taxonomy, for in no other science is definition as important as it is in taxonomy (Hull, 1965a, pp. 314-15).

Hull (1965a) associe la méthode de définition aristotélicienne à l'essentialisme que Popper (1950) a caractérisé (toujours selon Hull) ainsi : (1) le but de la science est de découvrir la nature cachée des choses ou leur forme ou encore leur essence ; (2) les essences peuvent être découvertes par intuition intellectuelle (*intellectual intuition*) ; (3) on donne à chaque essence le nom de la chose sensible à laquelle elle est associée ; et (4) les essences peuvent être décrites par un ensemble de mots que l'on appelle *définition*.

Hull (1965a) poursuit en disant qu'en taxinomie cette position philosophique est connue sous le vocable de *typologie* et est basée sur trois croyances (*tenets*) : (1) l'affirmation ontologique que les Formes existent ; (2) l'affirmation méthodologique que la tâche de la taxinomie est de discerner l'essence des espèces; et (3) l'affirmation logique que la définition est une façon de reformuler l'essence (*restatement of the inherent essence*) et qu'en même temps elle donne la signification du mot (le nom) qui désigne l'essence. Ainsi, la définition donne une description complète et exhaustive de l'essence ou des propriétés essentielles de la chose définie. En d'autres termes, il s'agit de la conjonction de propriétés jugées nécessaires et suffisantes.

Disregarding all the talk about essences, what Aristotle was advocating in modern terms is definition by properties connected conjunctively which are severally necessary and jointly sufficient (Hull, 1965a, p. 318).

Or, la théorie de l'évolution, nous dit Hull (1965a), remet non seulement en cause l'affirmation ontologique et l'affirmation méthodologique susmentionnées, mais aussi le mode de définition jusqu'ici employé en taxinomie. La façon de définir proposée par Aristote est appropriée pour la définition des formes éternelles comme le triangle, mais ne l'est pas pour les espèces (taxa) (*the names of evolving species*) ou encore pour l'espèce en tant que catégorie taxinomique (*for*

'*species' itself*). Et si on tente de conserver à la fois la théorie de l'évolution et ce mode de définition alors on est placé devant un dilemme de taille : la classification naturelle devient insaisissable au moment même où pourtant elle semble établie sur des bases solides.

[...] it goes something like this. The only basis for a natural classification is evolutionary theory, but according to evolutionary theory, species developed gradually, changing one into another. If species evolved so gradually, they cannot be delimited by means of a single property or set of properties. If species can't be so delineated, then species names can't be defined in the classic manner, then they can't be defined at all. If they can't be defined at all, then species can't be real. If species aren't real, then '*species*' has no reference and classification is completely arbitrary (Hull, 1965a, p. 320).

Pour sortir ce dilemme, Hull (1965a) propose l'emploi d'un nouveau mode de définition basé sur les concepts de groupement (*cluster*). Il s'agit d'une solution temporaire parce que le mode de définition des espèces (*taxa*) que Hull (1965a) a proposé a été rejeté, par la suite, par Hull (1976). Certes, argumente-t-il alors, si on cherche à définir les espèces (*taxa*) comme des classes, on doit recourir à une définition polythétique, c'est-à-dire recourir aux concepts de groupement (*cluster*). Sauf que la théorie de l'évolution demande, non pas un nouveau mode de définition des espèces (*taxa*), comme il l'avait cru plus tôt, mais un changement ontologique dans le statut des espèces (*taxa*) : au lieu d'être des classes, les espèces (*taxa*) doivent être vues comme des individus⁹⁹.

6.2.1.2 Une solution : le « cluster concept »

Hull (1965a) commence par souligner que les taxinomistes ont abandonné le mode de définition essentialiste pour les groupes (*taxa names*) de niveau supraspécifique (les genres, les familles, les ordres, etc.) parce qu'on trouve rarement une propriété importante sur le plan taxinomique qui soit à la fois exclusive à un groupe et possédée par tous les membres de ce groupe (*distributed both universally and exclusively among the members of a taxon*). Habituellement, les propriétés utilisées dans la classification ne respectent pas les frontières taxinomiques. Par exemple, une propriété, la *dorsal hollow nerve cord*, qui est bel et bien possédée par tous les chordés, l'est aussi par les hémichordés.

⁹⁹ The main purpose of this paper is to show that evolutionary theory requires a similar shift in the ontological status of species as units of evolution. Instead of being classes, they are individuals (Hull, 1976, p. 175).

6.2.1.2.1 *La définition des groupes (taxa names)*

Hull (1965a) souligne que la définition aristotélicienne peut prendre une forme conjonctive et une forme disjonctive, mais qu'aucune de ces deux formes n'est appropriée pour la définition des espèces (taxa). C'est pourquoi il propose plutôt que les espèces (taxa) soient définies par différents ensembles de propriétés (*covarying properties*) arrangées en une définition disjonctive d'une longueur indéfinie ou concepts de cluster. Un tel mode de définition fait en sorte : (1) que parmi les propriétés énumérées dans la définition, aucune d'elles et aucun sous-ensemble ne sont nécessaires ; et (2) que n'importe quel sous-ensemble est suffisant.

Hull (1965a) précise :

- Qu'il est essentiel que l'énumération soit d'une longueur indéfinie parce que, les espèces (taxa) évoluant sans cesse, il est impossible de déterminer lesquelles et combien de propriétés suffisent à les distinguer une fois pour toutes (*once and for all*) ;
- Que les propriétés qui apparaissent dans la définition sont *normically connected*, c'est-à-dire qu'elles doivent apparaître obligatoirement dans l'explication du sens d'un mot;

With rare exception the properties that occur in the definitions of the names of taxa are normically connected. They are not analytically connected because an individual or a population could lack any one or few of the properties and still be a member of the taxon. Yet they are not merely synthetic because they are the *only* properties used in the definitions (Hull, 1965a, p. 324).

Toujours selon Hull (1965a), ce mode de définition des groupes (*taxa names*) implique donc l'adoption d'une position philosophique différente de la tradition en ce qui touche à la distinction entre les relations analytiques et les relations synthétiques dans une définition. Traditionnellement, une propriété est ou n'est pas liée analytiquement au mot défini alors que maintenant toute propriété, qui est liée à une autre propriété de telle façon que l'on ne peut pas nier la pertinence de ce lien, est dite liée analytiquement (par exemple, la relation d'être des frères avec celle d'être des jumeaux). Pour les propriétés restantes, on parle soit de propriétés liées synthétiquement, soit de propriétés *normically connected*.

- Que, contrairement aux définitions traditionnelles, les définitions construites avec les concepts de cluster ne sont pas à l'abri des découvertes empiriques. Elles peuvent donc être modifiées.

Après avoir montré selon lui que les groupes (*taxa names*) ne peuvent pas être définis de façon traditionnelle, Hull (1965b) entend montrer ensuite que le problème de l'espèce (« species problem ») persiste, du moins en partie, parce que les taxinomistes n'ont pas réussi à éliminer complètement leur prédisposition pour la définition aristotélicienne¹⁰⁰.

6.2.1.2.2 *La définition de l'espèce (catégorie taxinomique)*

Pour en arriver à solutionner le problème de l'espèce et proposer une définition disjonctive d'espèce, Hull (1965b) remplace les notions de rôle évolutif particulier et de tendances que l'on retrouve dans la définition de l'espèce évolutive de Simpson (1961)¹⁰¹ par les deux critères biologiques que propose Dobzhansky :

- (1) L'accouplement (*interbreeding*) avec production d'une descendance fertile ;
- (2) La capacité de s'accoupler (*potential interbreeding*).

Puis, il montre l'insuffisance de cette définition biologique d'espèce en la confrontant à des cas problèmes — populations séparées géographiquement, populations séparées dans le temps et populations d'organismes asexués. De sorte qu'à la fin, le mode de définition qu'il propose apparaît comme le seul valable pour l'espèce (catégorie taxinomique) comme c'est déjà le cas pour les espèces (*taxa*)¹⁰².

¹⁰⁰ Il traite de cette question du point de vue de la taxinomie phylogénétique (*phylogenetic taxonomy*) qui regroupent les phylogénistes, c'est-à-dire tous ceux qui considèrent l'unité de l'évolution comme étant aussi l'unité de la classification.

¹⁰¹ *An evolutionary species is a lineage (an ancestral-descendant sequence of populations) evolving separately from others and with its own unitary evolutionary role and tendencies.* (Simpson, 1961, p. 153).

¹⁰² La définition d'espèce (catégorie taxinomique) que propose Hull (1965a) est la suivante :

'Species' could be defined *disjunctively* as populations that :

- (1) consistently interbreed producing a reasonably large proportion of reasonably fertile offspring, or
- (2) consistently serially interbreed with synchronic populations producing reasonably large proportion of reasonably fertile offspring, or
- (3) do not fulfill either of the first two conditions but have not diverged appreciably from a common ancestry which did fulfil one of them, or
- (4) do not fulfill any of the first three conditions because they do not apply but are analogous to populations which do fulfill at least one of the first three conditions (Hull, 1965a, p. 13).

Tournons-nous maintenant vers la critique qu'a faite Sober (1980) de l'essentialisme. Tandis que Hull (1965a) s'est attaqué au mode de définition essentialiste, Sober (1980) entend montrer l'inadéquation de l'essentialisme à traiter de la variation en regard de la pensée populationnelle.

6.2.2 Elliot Sober : Mieux circonscrire l'anti-essentialisme

Sober (1980) classe les critiques de l'essentialisme en deux groupes. Premièrement, il range Popper (1972) et Quine (1953b, 1960) parmi ceux qui rejettent complètement l'essentialisme parce qu'ils le considèrent comme un obstacle au développement de la pensée scientifique. Deuxièmement, il considère Hull (1965a, 1965b) et Mayr (1959) comme des anti-essentialistes locaux parce qu'ils rejettent l'essentialisme dans un domaine bien précis, en l'occurrence, la biologie évolutive.

Sober (1980) cherche à corriger les lacunes de la critique de Hull (1965a, 1965b), qui ne suffit pas à réfuter l'essentialisme à ses yeux. En effet, il remet en question l'incompatibilité présumée du mode de définition de l'essentialisme avec le transformisme continu des espèces en soulignant qu'Aristote dans *l'Histoire des animaux* parle de l'existence de cas intermédiaires¹⁰³.

Thus, Hull (1965) has argued that essentialism was refuted because of its Aristotelian theory of *definition*; the requirement that species have nontrivial necessary and sufficient conditions runs afoul of the kind of continuity found in nature. Unfortunately, this limpid solution to our problem becomes clouded a bit when we consider the historical fact that many essentialists conceded the existence of line drawing problems... Thus, Aristotle in his *History of Animals*, (5888b4ff.) [...] (Sober, 1980, pp. 356-357).

Certes Hull (1965) a raison de dire qu'historiquement le mode de définition de l'essentialisme excluait les cas intermédiaires (*vagueness*), mais pour Sober (1980), le mode de définition de l'essentialisme combattu par Hull (1965a, 1965b) n'est pas *essentiel* à l'essentialisme.

Pour Sober (1980), l'essentialisme doit être rejeté parce que :

¹⁰³ Nous reviendrons là-dessus à la section 7.2 page 112.

(1) L'examen de la variation, dans le cadre plus général de la théorie néodarwinienne de l'évolution, rend invraisemblable (*implausible ; cast in doubt*) l'explication essentialiste des causes (*causal mechanism*) de la variabilité ;

(2) La pensée populationnelle fait en sorte que les espèces (*taxa*) n'ont plus besoin de définitions constitutionnelles (*constituent definitions*) pour être établies scientifiquement. L'affirmation de l'existence des essences (ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité) devient donc théoriquement superflue compte tenu du principe de parcimonie¹⁰⁴.

6.2.2.1 La variabilité

S'appuyant sur l'autorité de Lloyd (1968), Sober (1980) mentionne qu'Aristote explique la variabilité dans le monde sublunaire par des forces qui empêchent les objets d'être dans leur état naturel ou encore qui empêchent les être vivants d'atteindre le terme naturel de leur développement ; donc, d'être dans leur état naturel. C'est ce qu'il appelle le *Natural State Model*. Ainsi l'apparition de monstres (les déviants) résulte de l'action de forces qui entravent le développement naturel.

Deviations from type, whether mild or extreme, Aristotle labels “*terata*” — monsters. They are the result of interfering forces (*biaion*) deflecting reproduction from its natural pattern (Sober, 1980, p. 362).

Or, contrairement au *Natural State Model*, Sober (1980) soutient que la théorie de l'évolution montre bien que la variabilité loin d'être une déviation par rapport à un état normal (type), est un invariant et suit ses propres lois.

Pour bien montrer que la variabilité n'est pas une déviation par rapport à un état normal, Sober (1980) examine l'influence qu'a eue l'évolution de la pensée statistique sur le passage de la

¹⁰⁴ Nous reviendrons sur la question de la parcimonie au chapitre 9. Mais rappelons tout de même que, selon Sober (1991), le principe méthodologique nominaliste (le rasoir d'Ockham) a conduit à prendre comme principe la parcimonie dans la recherche de la meilleure explication. Par exemple, l'explication des similitudes entre deux animaux est meilleure si elle s'appuie sur une seule cause commune que si elle renvoie à plusieurs causes indépendantes.

Ockham's razor says that it is vain to postulate more causes when fewer suffice to explain [...] Parsimony seems to direct us to trace back all species to a single (common) origin rather than trace them back to multiple

pensée typologique (essentialisme) à la pensée populationnelle (*population thinking*), pour ensuite montrer que la pensée populationnelle se veut une solution de rechange à l'essentialisme.

Cette nouvelle façon d'envisager la variabilité (la pensée populationnelle) est particulièrement importante parce que la difficulté de découvrir l'essence ne suffit pas pour discréditer l'essentialisme. C'est pourquoi il faut montrer que les tendances naturelles n'existent pas¹⁰⁵.

6.2.2.2 La pensée populationnelle

Jacques Bernouilli (1654-1705), Lagrange (1736-1813) et Laplace (1749-1827) tentent de développer des techniques mathématiques afin d'interpréter un ensemble d'observations discordantes. La variation est alors considérée comme provenant d'une observation fautive de la nature.

Par la suite, avec Adolphe Quételet (1796-1874) dans les années 1830, l'examen de la loi des erreurs passe de considérations épistémologiques à des considérations ontologiques. On considère que les erreurs ne sont plus faites par l'observateur mais par la nature elle-même.

Puis Galton (1822-1911) mentionne que la variabilité n'est pas le résultat d'une interférence par rapport à un prototype unique, mais provient de la génération antérieure ; on a donc transmission de la variabilité d'une génération à l'autre. Galton remplace alors le terme *loi des erreurs* par celui de *loi normale* qui se base sur l'idée que la variabilité est consubstantielle à une réalité qui dépasse l'individu, c'est-à-dire la population ; une population se caractérisant par sa variabilité.

For Galton, the invariant property across generations within a lineage is the amount of variability, and this is a property *of populations*. [...] The populationist [...] sees that it is not just individual organisms which can be the bearers of unchanging characteristics. Rather than looking for a reality that underlies diversity, the populationist can postulate a reality sustained by diversity (Sober, 1980, p. 370).

(separate) originations. Parsimony favors explanations that posit a common cause over ones that postulate separate, multiple, causes (Sober, 1991, p. 71).

¹⁰⁵ En cela, Sober (1980) demande que l'on rejette la finalité en biologie, conformément à la pensée scientifique moderne, qui réduit la causalité à un jeu de forces agissant de l'extérieur.

Pour Sober (1980), avec l'adoption de la pensée populationnelle, il n'est plus nécessaire de répondre à l'exigence essentialiste d'avoir une définition constitutionnelle des espèces (taxa). Et c'est pourquoi on peut affirmer que les espèces (taxa) n'ont pas d'essence.

If constituent definitions for population concepts are theoretically unnecessary, then we have one argument, *via* the principle of parsimony [...] for the view that species do not have essences (Sober, 1980, p. 372).

Sober (1980) défend cette position (l'absence d'essence chez les êtres vivants) en soulignant la difficulté d'associer un état naturel (un phénotype ou un ensemble de phénotypes) à un génotype donné au terme du développement des êtres vivants. Il mentionne, par exemple, que la hauteur d'un plant de maïs peut varier selon la température.

En outre, le *Natural State Model* présuppose qu'il existe pour un génotype donné un seul ou un seul ensemble de phénotypes naturels, et ce peu importe les conditions environnementales. De même qu'il n'y aurait qu'un seul ou un seul ensemble de génotypes naturels dans une population donnée, les autres étant des déviants.

The Natural State Model presupposes that there is some phenotype which is the natural one *which is independent of a choice of environment*. [...] Again [...] there is a single genotype or restricted class of genotypes, which count as the natural states of the population or species, all other genotypes being the result of interfering forces (Sober, 1980, p. 374).

Or, les profils statistiques des populations ne s'accordent pas avec cette vision des choses. La fréquence des différents génotypes varie à l'intérieur d'une population et les génotypes inhabituels ne doivent pas être vus comme des déviants.

De plus, la notion d'environnement naturel comme étant celui qui est le plus approprié (*fittest*) est discutable. En effet, s'il s'agit de l'environnement permettant l'épanouissement optimal du génotype alors il se pourrait très bien qu'en fait un tel environnement soit artificiel (aménagé par l'homme). Et puis, s'il s'agit du meilleur environnement d'un point de vue historique alors peut-être que celui-ci reste encore à venir.

Finalement, Sober (1980) mentionne que le nombre de génotypes pouvant être produit par la combinaison de deux individus est énorme, étant donné le nombre élevé de loci que compte leur génotype respectif¹⁰⁶.

Ainsi, il est clair que la variabilité qu'implique la sexualité, c'est-à-dire la production d'un grand nombre de génotypes différents dont certains sont délétères doit être vue comme le résultat final du processus naturel et non comme contraire à lui¹⁰⁷.

C'est pourquoi la génétique des populations remplace la notion de tendance naturelle du *Natural State Model* par la notion *relative* suivante :

On a production d'un certain phénotype à partir d'un certain génotype dans un environnement donné. Il n'y a donc pas d'état naturel, car presque toutes les caractéristiques phénotypiques (« traits ») peuvent trouver un environnement qui leur soit propice¹⁰⁸.

Pour Sober (1980), l'essentialisme a perdu son emprise sur la recherche en biologie avec le développement de la biologie des populations. La recherche d'un invariant est passée d'un niveau d'organisation à un autre, c'est-à-dire celui des organismes individuels à celui des populations. Comme celles-ci ne se définissent pas à partir des caractéristiques des organismes qui les composent, il n'est plus nécessaire de chercher l'essence qu'aurait en commun chacun des organismes formant une espèce (taxa)¹⁰⁹.

¹⁰⁶ For species like *Homo sapiens* and *Drosophila melanogaster*, the number of loci has been estimated to be about 10,000 or more. What this means is that the number of genotypes that can be generated by recombination is greater than the number of atoms in the visible universe [...] (Sober, 1980, p. 376).

¹⁰⁷ If the notion of a natural state is to make any sense at all, then the variability must be viewed as the upshot of natural forces (Sober, 1980, p. 377).

¹⁰⁸ For virtually any trait you please, there can be environments in which that trait is selected for, or selected against. Diseases can be rendered advantageous, and health can be made to represent a reproductive cost (Sober, 1980, p. 377).

¹⁰⁹ Les organismes vivants continuent d'occuper une place importante dans le processus évolutif tel que compris par la Théorie Synthétique de l'Évolution, car après tout la sélection naturelle agit en premier sur les différences individuelles que présentent les organismes vivants. Par contre, ils n'occupent pas toute la place. Ce qui fait dire à Sober que « [...] population thinking endows individual organisms with more reality *and* with less reality than typological thinking attributes to them » (1980, p. 371).

De son examen de la variabilité et du développement de la pensée populationnelle, Sober (1980) conclut donc qu'aucune caractéristique phénotypique, de même qu'aucune caractéristique génotypique, peut être vue comme l'essence d'une espèce (taxon).

De fait, même une caractéristique qui serait partagée par tous les membres d'une même espèce (taxon) ne pourrait pas être considérée comme l'essence de cette espèce (taxon) parce qu'il s'agirait alors d'une vérité nécessaire semblable au numéro atomique 14 pour l'azote (N). La possession universelle de cette caractéristique ne pourrait pas s'expliquer par l'œuvre d'une cause contingente, c'est-à-dire par la mécanique évolutive¹¹⁰. L'explication serait alors tautologique ; ce serait comme expliquer pourquoi les célibataires sont non mariés.

Bref, non seulement les essences n'existent pas pour Sober (1980), mais SI elles existaient, elles n'auraient de toute façon aucune valeur explicative, donc aucune valeur classificatoire.

Maintenant que nous avons une meilleure idée de la critique qu'ont adressée David Hull et Elliot Sober à ce qu'ils appellent l'essentialisme, nous allons, au prochain chapitre, questionner cette critique *canonique*.

Pour nous, il s'agit d'une condamnation qui a fait l'économie d'une lecture attentive d'Aristote, nous en voulons pour preuve, l'incompréhension de la notion aristotélicienne de nature qu'implique la définition de cette notion comme étant un ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité.

¹¹⁰ Le résultat contingent du jeu de la mutation aléatoire et de la sélection environnementale subséquente (contingence historique) qui est le seul moteur du transformisme selon la Théorie Synthétique de l'évolution.

Chapitre 7

LA CRITIQUE DE LA CONDAMNATION DE L'ESSENTIALISME

La condamnation de l'essentialisme repose en grande partie sur ce qu'implique la prise en compte du transformisme et de la pensée populationnelle pour l'activité classificatoire. La notion de nature ou d'essence semble appartenir à une conception révolue du monde.

De fait, Taylor (1997) mentionne que non seulement la conception du monde des Anciens semble mal s'accorder avec le transformisme, mais qu'elle a en quelque sorte nuit à son acceptation immédiate.

Ce sont les vestiges de cette pensée, incidemment, qui firent que l'idée d'évolution, cette idée auparavant inconcevable selon laquelle les espèces naissent puis disparaissent, sembla au premier abord si troublante et incroyable (Taylor, 1997, p. 247).

Selon Taylor (1997), la conception moderne de la localisation de la nature d'une chose est conforme à l'engagement ontologique nominaliste que seuls les individus existent. En effet, tandis que chez Platon, la nature des choses se situe dans un monde suprasensible (le monde des Idées ou des Formes), chez les modernes la nature des choses se situe « dans » les choses au sens fort, c'est-à-dire que l'existence de la nature dépend de l'existence de la chose à laquelle elle appartient de telle sorte qu'elle disparaît avec elle.

[...] cette « nature » est ontologiquement entièrement dépendante de l'existence des choses particulières qui l'exemplifient. Si elles disparaissent, elle disparaît aussi. Leur nature consiste en les diverses causes qui opèrent en elle. Il s'agit là d'une conception profondément nominaliste [...] (Taylor, 1997, p. 248).

Même chez Aristote, toujours aux dires de Taylor (1997), on ne peut pas dire que les Formes se situent « dans » les choses au sens fort moderne même si elles n'existent pas indépendamment d'elles comme chez Platon¹¹¹.

On dit souvent que, pour Aristote, les Formes se situent « dans » les choses qu'elles informent parce que, contrairement à Platon, il ne leur accorde pas une existence indépendante dans quelque royaume immatériel, comme ce dernier semble le faire. Mais elles ne se situent pas « en » elles au sens fort moderne (Taylor, 1997, p. 247).

Bien que les formes aristotéliennes ne doivent pas être confondues avec les formes platoniciennes, les Formes ne sont pas « [...] tout à fait ontologiquement dépendantes des choses particulières qu'elles informent » (1997, p. 247). Si les êtres humains disparaissent, cela n'empêche pas la Forme de l'Homme de perdurer. Celle-ci est « quelque chose qui n'existe pas uniquement en vous et en moi » (1997, p. 247). Elle est transmise d'une génération à l'autre. « En un sens important, la Forme est antérieure aux instances particulières ; elle les cause, celles-ci se conforment à elle » (1997, p. 247).

De fait, nous dit Charles Taylor, chez les modernes la nature d'une chose particulière « consiste en les diverses causes qui opèrent en elle » (1997, p. 247). La notion moderne de nature se résume donc simplement au jeu des forces qui permettent aux choses de conserver leur intégrité structurelle¹¹². Elle ne renvoie donc pas à la nature en tant que principe et cause de mouvement et de repos comme c'est le cas chez Aristote¹¹³.

¹¹¹ Il n'est pas question pour Aristote d'une existence séparée des formes comme c'est le cas pour Platon bien qu'il envisage l'existence séparée des formes intellectives (l'intellect agent) parce qu'il ne considère pas l'intelligence comme un épiphénomène du cerveau, ce dernier étant plutôt l'organe (instrument) dont se sert l'intelligence pour se manifester (voir *De l'âme*, livre 3, chapitre 5). Il va sans dire que la question de l'immortalité des formes intellectives qui est en lien avec la question du rapport corps-esprit (le fameux *body-mind problem*), dépasse largement le cadre de notre thèse.

¹¹² Pas surprenant que la nature disparaisse avec la chose puisque avec la disparition de cette dernière, les forces qui la structurent cessent obligatoirement leur action.

¹¹³ Il est intéressant de souligner que la notion moderne de *monstre* ne correspond pas à la notion aristotélienne de monstre. La nature comme principe et cause de mouvement et de repos est particulièrement manifeste pour Aristote lors du développement embryonnaire. Pour lui, il est assez aisé de constater que le développement embryonnaire tend vers un but. Lorsque qu'il est clairement manifeste que ce but n'est pas atteint, nous sommes en présence d'un monstre. Dans le contexte de la pensée populationnelle, un monstre se définit en terme de normes et non de finalité naturelle. Un monstre est un individu qui se démarque tellement de ses congénères que

En effet, chez ce dernier, par Forme, il faut entendre ici la nature d'une chose. Selon Aristote, la nature se manifeste comme principe et cause de mouvement et de repos chez les êtres naturels davantage à travers leur forme qu'à travers leur matière, bien que les deux soient inséparables, sauf selon la définition.

[...] la chair ou l'os en puissance n'ont pas encore leur propre nature et n'existent pas par nature, tant qu'ils n'ont pas reçu la forme de la chair et de l'os, j'entends la forme définissable, celle que nous énonçons pour définir l'essence de la chair ou de l'os. Par suite, en cet autre sens, la nature doit être, dans les choses qui possèdent en elles-mêmes un principe de mouvement, le type et la forme, non séparables, si ce n'est logiquement (Aristote, Physique, livre II, 1, 193b2-b5).

Ainsi, les êtres naturels se distinguent des objets de l'art en ceci qu'ils possèdent quelque chose qui est principe et cause de mouvement et de repos en *eux-mêmes* et non à l'extérieur d'eux, exception faite de l'altération qui affecte aussi, de manière accidentelle, les artefacts. Ce quelque chose qui est principe et cause de mouvement et de repos est ce qu'on appelle la *nature* d'un être naturel.

[...] chaque être naturel, en effet, a en soi-même un principe de mouvement et de fixité, les uns quant au lieu, les autres quant à l'accroissement ou au décroissement, d'autres quant à l'altération. Au contraire un lit, un manteau et tout autre objet de ce genre, en tant que chacun a droit à ce nom, c'est-à-dire dans la mesure où il est un produit de l'art, ne possèdent aucune tendance naturelle au changement, mais seulement en tant qu'ils ont cet accident d'être en pierre ou en bois ou en quelque mixte, et sous ce rapport; la nature est un principe et une cause de mouvement et de repos pour la chose en laquelle elle réside immédiatement, par essence et non par accident (Aristote, Physique, livre II, 1, 192b15-b22).

Cette distinction entre Anciens et Modernes, que fait Taylor (1997), montre bien que la notion d'essence que critiquent Hull (1965a, 1965b) et Sober (1980) ne correspond pas à la notion aristotélicienne de nature. Il serait sans doute plus juste de parler de structure que de nature chez les modernes puisque de toute façon les objets naturels autant que les objets artificiels sont des agrégats.

De fait, comme nous allons le voir dans ce qui suit, la conception typologique d'essence, critiquée par Hull (1965a, 1965b) et Sober (1980) et que l'on peut définir comme un ensemble

les différences qu'il présente ne peuvent pas être attribuées à la variabilité intra ou interpopulationnelle que manifeste normalement l'espèce (taxon) à laquelle il appartient tout de même.

de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité, s'est imposée suite à l'abandon des notions de substance seconde et de substance première.

7.1 L'origine de la notion d'essence critiquée

Le passage de la notion aristotélicienne de nature à celle d'essence comme un ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité s'est effectué en plusieurs étapes à partir de la philosophie de la ressemblance d'Ockham, en passant par les philosophies naturelles de Descartes et Locke, jusqu'à la conception typologique d'essence (celle-là même qui est l'objet de la critique de l'essentialisme)¹¹⁴.

Pour Ockham, il est clair que l'universel n'est pas une substance qui existerait en dehors de l'esprit. Il en veut comme première preuve qu'aucun universel n'est seul et numériquement un (*single and numerically one*) comme l'est Socrate.

That a universal is not a substance existing outside the mind can in the first place be evidently proved as follows : No universal is a substance that is single and numerically one. For if that were supposed, it would follow that Socrates is a universal, since there is no stronger reason for one singular substance to be a universal than for another; therefore no singular substance is a universal, but every substance is numerically one and singular (Ockham, 1957, p. 35)¹¹⁵.

De plus, seul ce qui est contenu dans notre esprit, ou un signe conventionnel, peut être prédiqué, comme l'est chaque universel, et non pas une substance. Par conséquent, seul ce qui est contenu dans notre esprit, ou un signe conventionnel, est un universel.

All agree that every universal is predicable of things. But only a mental content or conventional sign, not a substance, is of such nature as to be predicated.

¹¹⁴ Il importe de souligner que notre but n'est pas ici d'attribuer aux philosophes susmentionnés la paternité de la conception typologique d'essence, mais seulement d'invoquer le contexte philosophique qui a facilité son acceptation et ensuite sa critique. De même, il est clair dans notre esprit, en regard de l'histoire de la pensée, qu'on ne peut pas attribuer aux philosophes susmentionnés la paternité exclusive des idées qu'ils ont défendues. Nous pouvons seulement reconnaître le fait qu'ils ont été parmi les plus influents de ceux qui les ont défendues pour des raisons que l'on peut attribuer à leur personnalité et/ou au contexte historique. L'appréciation pleine et entière d'une telle question relève davantage de l'histoire de la philosophie, de l'épistémologie historique ou encore de la philosophie de la connaissance que de la philosophie des sciences.

¹¹⁵ Quod enim nullum universale sit aliqua substantia extra animam existens, evidenter probari potest. Primo quidem sic : Nullum universale est substantia singularis et una numero. Si enim diceretur quod sic, sequeretur quod Sortes esset aliquod universale, quia non maior ratio, quod unum universale sit substantia singularis quam alia; nulla igitur substantia singularis est aliquod universale, sed omnis substantia est una numero et singularis [...] (Ockham, *Summa totius logicae*, I, c. xiv).

Consequently, only a mental content or a conventional sign is a universal (Ockham, 1957, p. 37)¹¹⁶.

Au demeurant, l'universel n'est pas quelque chose qui existe réellement dans un sujet, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de l'esprit. Il s'agit seulement d'un objet de pensée dans l'esprit ; une sorte d'image mentale qui se forme dans l'esprit lorsque l'Intellect voit un objet à l'extérieur de l'esprit. Il forme alors un patron (*pattern*) qui peut être mis en relation avec les choses singulières à l'extérieur de l'esprit. L'universel est donc le résultat de l'abstraction qui est une sorte d'imagerie mentale (*mental picturing*).

I maintain that a universal is not something real that exists in a subject [of inherence], either inside or outside the mind, but that it has being only as a thought-object in the mind. It is a kind of mental picture which as a thought-object has a being similar to that which the thing outside the mind has in its real existence (Ockham, 1957, p. 41)¹¹⁷.

Le nominalisme d'Ockham se résume donc à l'expulsion de la notion de substance seconde (tous les universaux dont les genres et les espèces font partie) hors de l'ordre ontologique au profit de l'ordre purement sémantique.

Telle est en effet la toute première thèse ontologique d'Ockham, celle qui commande toutes les autres [...] Il n'y a de réel que le ceci : cette pierre, cette rose, cet homme. Cette thèse peut être développée et défendue, elle ne peut être, à proprement parler, fondée. Ce qu'elle énonce est indériverable, la singularité des étants se donne comme telle et ne se déduit de rien, elle ne se démontre pas. La singularité est ainsi le seul « mode d'être » de l'étant. Tous les prétendus « modes d'être » distingués dans l'ontologie réaliste traditionnelle doivent être critiqués comme de simple mode de signifier, des manières de se référer à l'étant dans son unique mode d'être (Alféri, 1989, p. 29).

Le rejet des substances secondes, ou si l'on préfère l'affirmation que seules les substances premières existent (thèse ontologique nominaliste), fait en sorte qu'on ne peut plus recourir au concept aristotélicien de nature pour expliquer la co-généricité et la co-spécificité.

¹¹⁶ Nam omne universale secundum omnes est de multis praedicabile; sed sola intentio animae vel signum voluntarie institutum natum est praedicari et non substantia aliqua; ergo sola intentio animae vel signum voluntarie institutum est universale (Ockham, Summa totius logicae, I, c. xiv).

¹¹⁷ Et dico, quod universale non est aliquid reale habens esse subjectivum, nec in anima nec extra animam, sed tantum habet esse obiectivum in anima, et est quoddam fictum habens esse tale in esse obiectivo, quale habet res extra in esse subiectivo (Ockham, Ordinatio, D. II, Q. viii, prima redactio).

Ockham élabore à la place une « philosophie des ressemblances ». Il s'agit de la ressemblance des parties essentielles des substances premières aristotéliennes : la forme et la matière¹¹⁸. Il lie donc les ressemblances à la nature particulière (essence) de chaque chose¹¹⁹, la ressemblance macroscopique étant seconde et dérivée, pour expliquer la co-spécificité et la co-généricité¹²⁰.

Panaccio (1991) résume ainsi l'explication d'Ockham de la co-spécificité :

F21 deux entités individuelles sont de la même espèce spécialissime (ou de la même sorte) l'une que l'autre si et seulement si chaque partie essentielle de l'une est maximalelement similaire (*simillima*) à une partie essentielle de l'autre (Panaccio, 1991, p. 260).

Avec Descartes (1596-1650), la substance est réduite à l'étendue (la forme). Elle se trouve donc à perdre sa capacité naturelle à être autre qui est reliée chez Aristote à la matière.

En effet, les substances en devenant de pures étendues ne sont soumises qu'au seul mouvement local (le transport d'un voisinage à un autre) car le mouvement selon l'altération, selon les qualités, ne peut être qu'apparent puisque l'étendue ne peut pas changer.

Ainsi, le principe de mouvement et de repos des substances (leur nature) se trouve désormais situé à l'extérieur d'elles, et la notion de force (*ce qui pousse sur*) remplace celle de cause (*ce qui est responsable de*).

¹¹⁸ Ockham accepte « une distinction fondamentale de l'aristotélisme (...) Il s'agit de la distinction entre propriétés essentielles et propriétés accidentelles. Sans doute vaut-il mieux parler de prédicats essentiels et de prédicats accidentels » (Michon, 1994, p. 469).

¹¹⁹ Chaque chose a une essence, constituée de parties essentielles, essence que l'on peut appeler aussi 'nature' ou 'quiddité', qui se distingue des accidents de la chose, et est signifiée en toutes ses parties par la définition réelle. Les prédicats essentiels sont ceux qui sont nécessairement vrais de la chose tant qu'elle existe. La co-spécificité s'exprime par la communauté des prédicats essentiels, qui traduit la ressemblance maximale entre essences (Michon, 1994, p. 466).

¹²⁰ La ressemblance maximale de toutes les parties essentielles définit la co-spécificité, celle d'une partie seulement, la co-généricité, plus ou moins grande (Michon, 1994, p. 464).

Puis, sous l'influence de Locke (1632-1704), qui préfère l'hypothèse corpusculaire de Gassendi et Boyle¹²¹ à la notion de substance comme support des qualités, autant celle d'Aristote (substance = matière & forme) que celle de Descartes (substance = étendue), les parties essentielles se confondent avec la configuration extérieure (ensemble de caractères essentiels).

Partant de là, la classification typologique en est venue à faire de la possession commune d'un ensemble d'attributs nécessaires et suffisants fixés de toute éternité (similitude de la conformité extérieure) le fondement naturel de la co-généricité et la co-spécificité des êtres vivants.

Outre l'influence du nominalisme, nous retrouvons dans tout ce processus de transformation de la notion de nature, la marque de la pensée instrumentale qui est concomitante avec le recours toujours accru au formalisme des mathématiques dans la recherche d'une explication des phénomènes naturels.

[...] la science moderne se constitue en substituant au monde qualitatif, ou plus exactement *mixte*, du sens commun (et de la science aristotélicienne), un monde archimédien de géométrie devenu réel ou — ce qui est exactement la même chose — en substituant au monde du plus ou moins qu'est celui de notre vie quotidienne, un Univers de mesure et de précision. En effet, cette substitution exclut automatiquement de l'Univers tout ce qui ne peut être soumis à mesure exacte (Koyré, 1973, p. 291).

De retrouver côte à côte la pensée instrumentale et nominalisme n'a rien de surprenant aux yeux d'Alféri (1989) puisque la thèse ontologique d'Ockham a joué un rôle indéniable dans l'émergence des sciences expérimentales.

¹²¹ Selon l'hypothèse corpusculaire de Gassendi et Boyle : (1) La matière de tous les corps (*bodies*) est la même, à savoir une substance étendue solide (*extended solid substance*); (2) Tous les corps sont soit des corpuscules, soit des agrégats de corpuscules; et (3) Tous les changements d'état des corps résultent de l'impact ou du contact des corpuscules les uns avec les autres (*mechanical causation*).

Locke's treatment of such central philosophical issues as substance, qualities, identity, natural kinds, and the structure and limits of scientific explanation was fundamentally shaped by the conception of body (or as we would say it nowadays, the basic nature of material things) that he inherited from Gassendi and Boyle. This conception of body was part of what Boyle called the corpuscularian hypothesis, or corpuscularianism (Chappell (dir.), 1994, p. 56).

Mentionnons qu'avant Locke, Giordano Bruno (1548-1600) a prêché pour l'atomisme et que Galilée (1564-1642) distinguait les qualités primaires des qualités secondaires.

Les éléments de l'ontologie ockhamiste du singulier sont ainsi ténus, économiques et dispersés. Certes, leur importance est tout à fait décisive : ils ont en particulier pour effet d'accorder la priorité à l'intuition — l'appréhension singulière du singulier — sur toute connaissance « générales ». On y a vu à bon droit l'annonce, sinon l'amorce, de ce tournant majeur dans la pensée européenne qui aboutit à la constitution de la physique et des sciences de la nature comme sciences expérimentales (Alféri, 1989, pp. 63-64).

En effet, pour Ockham, la connaissance du singulier jouit d'une primauté à la fois temporelle et d'adéquation sur la connaissance de l'universel. Ainsi, la connaissance du singulier n'a pas à être précédée par celle du plus commun puisque nous tirons directement nos connaissances du singulier.

Par conséquent, la philosophie naturelle, qui analyse ce que nous enseigne l'expérience commune, apparaît moins pertinente comme source de connaissances tandis que les sciences expérimentales, qui s'appuient sur les données tirées de l'expérience particulière, sont rehaussées. Par exemple, la question de la réalité des essences doit être formulé de telle façon que l'expérience particulière puisse y apporter une réponse.

De fait, il est clair que Sober (1980) s'inscrit dans ce courant lorsqu'il entend par réel le fait d'avoir une action causale tangible (*to have causal efficacy*) idéalement mesurable. Pour lui, les essences n'existent pas ; elles ne sont pas réelles parce qu'elles n'agissent pas à la manière d'une force qui, elle, peut être mesurée.

La critique de l'essentialisme a eu tendance à amalgamer les travaux en logique d'Aristote avec ses travaux en philosophie naturelle. Peut-on, comme le font Sneath et Sokal (1973, p. 19), regarder seulement la logique d'Aristote et réduire l'applicabilité de la notion aristotélicienne de nature aux choses mathématiques (le triangle) ?

De plus, la critique de l'essentialisme a souvent mis indistinctement ensemble Platon et Aristote¹²². Trop souvent les formes aristotéliciennes sont confondues avec les Idées platoniciennes alors qu'en réalité, ces deux conceptions s'opposent.

¹²² This species concept, going back to the philosophies of Plato and Aristotle, was the species concept of Linnaeus and his followers (Cain, 1958) (Mayr, 1973, p. 24).

En effet, les Idées platoniciennes existent réellement dans un monde séparé du monde matériel tandis que les formes aristotéliennes (*eidos*) n'existent réellement que dans la mesure où elles informent la matière¹²³.

À ce propos, il est d'ailleurs intéressant de remarquer que Mayr et Ashlock (1991) ne parlent plus que de Platon, sans toutefois présenter la position d'Aristote. Est-ce surprenant ? Pas vraiment lorsque l'on constate que Simpson (1961) ne s'est pas gêné pour dénigrer l'étude même d'Aristote¹²⁴.

Ainsi, la critique de l'essentialisme semble avoir fait l'économie d'une lecture attentive d'Aristote. C'est pourquoi elle a pris les notions de nature et d'essence comme étant équivalentes. Or, il n'en est rien. L'essence d'une chose découle de sa nature ; la nature est ce qui est responsable de l'essence. La notion de nature renvoie à celle de cause (les essences réelles) tandis que la notion d'essence à celle d'effet (les essences nominales) (Webster et Goodwin, 1996).

En effet, Webster et Goodwin (1996) distinguent deux notions d'essence :

(1) Les essences nominales qui consistent en un ensemble de comportements ou de propriétés qui sont nécessaires à l'identification d'une chose ;

The nominal essence of a thing consists of the behavior or properties the manifestation of possession of which is necessary for a thing to be identified, in material practice, as being of a certain kind (Webster et Goodwin, 1996, p. 10).

(2) Les essences réelles qui représentent les structures sous-jacentes et les mécanismes causals qui les génèrent.

Real essences, however, are those underlying structures and generative causal mechanisms — imagined but not necessarily imaginary — by virtue of which a thing manifests or possesses a particular behavior or property (Webster et Goodwin, 1996, p. 10)

¹²³ La forme intellectuelle, qu'on croit présente seulement chez l'être humain, serait la seule exception à cette règle, parce que l'intelligence ne serait pas une propriété émergente du cerveau (voir note 1 du présent chapitre).

¹²⁴ If I may be permitted a personal remark, I am somewhat reluctant to do this. I tend to agree with Roger Bacon that the study of Aristotle increases ignorance (Simpson, 1961, note 2, p. 36).

Or, l'oubli de cette distinction explique pourquoi, il a été possible de parler d'essence en termes d'un ensemble d'attributs nécessaires et suffisants fixés de toute éternité alors qu'en fait, lorsque nous parlons d'un ensemble d'attributs nécessaires et suffisants fixés de toute éternité, il est question de deux choses :

(1) De la nature d'une chose qui est fixée de toute éternité, c'est-à-dire que, lorsque l'on a affaire à des natures différentes, on est toujours en présence de choses différentes. Et cela est vrai de toute éternité ;

(2) De l'essence d'une chose, c'est-à-dire un ensemble de caractères qui sont ou paraissent être nécessaires et suffisants pour identifier cette chose, mais qui ne sont pas fixés de toute éternité car ils peuvent changer si la chose change de nature.

Ce malheureux amalgame nature-essence a :

(1) Donnée l'impression que la notion aristotélicienne de nature était incompatible avec le transformisme. Étant donné la gamme de réactions possibles aux pressions de sélection (adaptations) que l'on constate aisément chez des individus étroitement apparentés (espèces sœurs, espèces polytypiques, écotypes), on remarque facilement que la nature prise comme un ensemble d'attributs nécessaires et suffisantes fixés de toute éternité présente dès le départ un défaut de conception ; défaut que la critique de l'essentialisme n'a pas manqué d'exploiter.

(2) Fortement contribué à la recherche d'une cause extérieure pour expliquer la transformation des êtres vivants au cours des âges géologiques après que l'on se soit débarrassé de la notion d'essence confondue avec celle de nature. Pour le darwinisme et le néodarwinisme, la cause de la transformation est l'environnement dont l'action est double. En effet, l'environnement est une des sources d'où proviennent les agents mutagènes qui sont responsables des variations aléatoires du génotype. De plus, l'environnement est l'unique source des facteurs responsables de la pression de sélection.

7.2 Réexamen de la notion aristotélicienne de nature

Pour Aristote, les êtres naturels se distinguent des objets de l'art en ceci qu'ils possèdent quelque chose qui est principe et cause de mouvement et de repos en *eux-mêmes* et non à l'extérieur d'eux, exception faite de l'altération qui affecte aussi, de manière accidentelle, les

artefacts. Ce quelque chose qui est principe et cause de mouvement et de repos est ce qu'on appelle la *nature* d'un être naturel.

[...] chaque être naturel, en effet, a en soi-même un principe de mouvement et de fixité, les uns quant au lieu, les autres quant à l'accroissement ou au décroissement, d'autres quant à l'altération. Au contraire un lit, un manteau et tout autre objet de ce genre, en tant que chacun a droit à ce nom, c'est-à-dire dans la mesure où il est un produit de l'art, ne possèdent aucune tendance naturelle au changement, mais seulement en tant qu'ils ont cet accident d'être en pierre ou en bois ou en quelque mixte, et sous ce rapport [...]; la nature est un principe et une cause de mouvement et de repos pour la chose en laquelle elle réside immédiatement, par essence et non par accident (Aristote, *Physique*, livre II, 1, 192b15-b22).

De plus, les êtres naturels se distinguent des objets de l'art en ceci qu'ils sont des substances — la *symbiose* d'une matière (*hyle*) prédéterminée à accueillir une forme (*eidos*) bien particulière — et non des agrégats¹²⁵ — un agencement plus ou moins lâche d'éléments hétéroclites.

La *rencontre* d'une certaine matière avec une certaine forme produit un être naturel déterminé (substance première ou individu). La matière doit présenter certaines dispositions afin d'être en mesure *d'accueillir, de prendre, d'accepter* une certaine forme, comme le montre bien l'exemple analogique du lit en bois où l'on tente d'éliminer la forme (l'arbre) pour ne conserver que la matière ligneuse à laquelle on tente d'imposer une nouvelle forme (le lit). Mais dans les faits, la matière ligneuse demeure toujours disposée à recevoir la même forme. À preuve, le bois du lit bourgeonne pour donner de la matière ligneuse sous sa forme naturelle (arbre) et non sous la forme d'un lit ou d'une partie de lit (formes accidentelles). Ce qui tend à montrer que la nature se manifeste comme principe et cause de mouvement et de repos chez les êtres naturels davantage à travers leur forme qu'à travers leur matière, bien que les deux soient inséparables, sauf selon la définition. Bref, par *nature*, il faut certainement entendre à la fois la matière et la forme d'une chose, mais, d'une certaine façon, un objet naturel manifeste davantage sa nature par sa forme que par sa matière.

¹²⁵ [...] if *eidos* means 'form' and also 'species', it would seem that for Aristotle 'organisation' and 'kind' are closely linked if not identical notions. From this perspective, biological kinds cannot be characterised in terms of unstructured clusters or aggregates, for this would be an inadequate characterisation of an organism in the same way that a 'cluster of chemical reactions' would be an inadequate characterisation of the Krebs cycle (Webster et Goodwin 1996, p. 5).

En un sens donc, on appelle ainsi nature la matière qui sert de sujet immédiat à chacune des choses qui ont elles-mêmes un principe de mouvement et de changement. Mais, en un autre sens, c'est le type et la forme, la forme définissable. De même, en effet, qu'on appelle art dans les choses ce qu'elles ont de conforme à l'art et de technique, de même on appelle nature ce qu'elles ont de conforme à la nature et de naturel. Or d'une chose artificielle nous ne dirons pas qu'elle a rien de conforme à l'art, si elle est seulement lit en puissance et ne possède pas encore la forme du lit, ni qu'il y a en elle de l'art; de même d'une chose constituée naturellement : en effet, la chair ou l'os en puissance n'ont pas encore leur propre nature et n'existent pas par nature, tant qu'ils n'ont pas reçu la forme de la chair et de l'os, j'entends la forme définissable, celle que nous énonçons pour définir l'essence de la chair ou de l'os. Par suite, en cet autre sens, la nature doit être, dans les choses qui possèdent en elles-mêmes un principe de mouvement, le type et la forme, non séparables, si ce n'est logiquement (Aristote, Physique, livre II, 1, 193a28-b5).

Toutefois, ce qu'il faut entendre par *nature* ne s'arrête pas là. Dans *Les parties des animaux*, Aristote entend par « naturel » ou « la nature » la forme prise comme principe de mouvement et de repos sous l'angle de la cause finale (le terme d'un processus quelconque).

Quant à nous, nous disons qu'une chose à lieu en vue d'une autre partout où peut apparaître un terme auquel aboutit le mouvement si rien ne l'arrête. Par suite, il est de toute évidence qu'il existe bien quelque chose de ce genre et que c'est précisément ce que nous appelons la nature (Aristote, Les parties des animaux, Livre I; 641b23-b26).

De plus, Aristote affirme que la cause finale est première par rapport à la cause matérielle chez les êtres naturels. Il critique ainsi le mécanisme, c'est-à-dire l'approche qui explique tout avec la matière (le *ce à partir de quoi*). Il précise que la fin (le *ce en vue de quoi*) est raison et la raison est principe. Il montre que l'enchaînement des causes chez les êtres naturels est soumis à la fin qui est ce qui explique à la fois l'ordre de réalisation des parties durant la genèse des animaux et la configuration de ces mêmes parties chez les animaux matures (principe et cause de mouvement et de repos). Ainsi la matière n'est pas soumise à une nécessité absolue, mais à une nécessité conditionnelle, c'est-à-dire qui dépend de la forme à réaliser (le terme).

Mais il y a beaucoup plus de finalité et de beauté dans les oeuvres de la nature que dans celles de l'art. Quant à la nécessité, elle ne s'applique pas également à toutes les oeuvres de la nature, alors que presque tout le monde essaie d'y ramener l'explication, faute de distinguer les diverses acceptions du mot nécessaire. En fait, la nécessité absolue ne s'applique qu'aux êtres éternels et c'est la nécessité conditionnelle qui s'exerce dans tous les êtres soumis au devenir, ainsi que dans les productions de l'art, comme une maison ou tout autre objet de cet ordre. Il est nécessaire de disposer de telle ou telle matière si l'on veut une maison ou

quelqu'autre fin : et il faut que telle chose soit produite d'abord et soit mise en mouvement, puis telle autre et ainsi de suite jusqu'à la fin, c'est-à-dire jusqu'à ce en vue de quoi chaque chose est produite et existe (Aristote, Les parties des animaux, Livre I; 639b21-640a3).

La nécessité conditionnelle à laquelle sont soumis les animaux fait en sorte que le terme (la configuration finale des parties) ne sera pas nécessairement atteint au bout de la genèse (les déformations congénitales) ou encore que la matière ne sera jamais parfaitement déterminée à accepter une forme donnée (la variation individuelle, les cas intermédiaires¹²⁶). En d'autres mots, la nature est imparfaitement principe et cause de mouvement et de repos en raison de la capacité d'être de la matière qui n'est jamais épuisée¹²⁷. Dans le cas des taxa supérieurs, il est difficile de trouver des traits qui n'appartiennent pas à d'autres taxa. Par contre, des natures communes différentes peuvent conduire aux mêmes traits bien que ce qui est principe et cause (nature) soit différent.

L'abandon de la notion de nature d'Aristote a fait en sorte que la division d'un genre en espèces est tombée dans l'oubli. Cela n'a rien de surprenant car elle est devenue sans objet étant donné qu'elle touche la *nature* des êtres naturels, c'est-à-dire ce qui est principe et cause de mouvement et de repos en eux. De façon plus précise, la division d'un genre en espèces ne se fait ni à partir d'une privation quelconque (méthode dichotomique), ni du propre (division par accident), mais à partir d'une différence *naturelle*, c'est-à-dire la forme constitutive — eidos — de la chose, étant donné qu'un objet naturel manifeste davantage sa nature par sa forme que par sa matière.

¹²⁶ Aristote n'a pas envisagé le transformisme, mais on voit très bien ici que rien ne semble l'interdire à prime abord.

¹²⁷ La notion de finalité naturelle n'implique pas nécessairement une démiurgie. Petit (1997) a très bien exprimé cette façon de voir le concept de nature d'Aristote.

La nature est un cheminement vers elle-même, le principe d'une génération qui lui reste immanente et qui est une marche de la forme à la fin. Son opération relève du déploiement plus que du produire, car on ne saurait dire de la *phusis* qu'elle donne lieu à une oeuvre (Petit, 1997, p. 38).

Toutefois, l'intentionnalité rattachée, à tort ou à raison, à la notion aristotélicienne de nature via la notion de cause finale a servi et continue de servir de repoussoir pour justifier la recherche des causes du transformisme exclusivement dans le jeu des forces extérieures aux êtres vivants. Par exemple, les cas documentés de transformations orientées (orthogenèse) sont considérés comme issus de l'action contingente de forces extérieures et non comme une preuve de l'action continue et ordonnée de causes qui seraient propres aux êtres vivants.

Mais remarquons, comme dit Avicenne, qu'aucune différence ne consiste en une privation ou une négation et que nous employons des noms privatifs, que nous formons en niant la différence opposée, au lieu d'affirmatifs pour cette raison que nous ne possédons pas les noms propres de ces différences. Car la différence est une forme constitutive et, à cause de cela, il faut l'indiquer d'une manière positive [...] (Albert le Grand, s.d., p. 8).

C'est pourquoi dorénavant, seule la division d'un tout en parties constitutives paraît digne d'intérêt. Par exemple, contre l'idée d'essence chez l'individu pour expliquer ce qu'il est, Ereshefsky (1998) parle des relations causales qui attachent ensemble les parties spatiales et temporelles en une seule manifestation de vie¹²⁸.

Il s'agit, selon nous, d'un réel appauvrissement de la notion de division. Comme nous le verrons dans la prochaine section, la lecture du *Commentaire sur le De divisione de Boèce* d'Albert le Grand montre bien la complexité de cette notion et la perte qu'elle subit lorsqu'elle est réduite à la seule division d'un tout en parties constitutives.

7.3 La division naturelle et les six sens du mot *division*

Le mot *division* se dit de six façons différentes. Si ce en quoi l'on divise une chose est en elle substantiellement alors *division* signifie soit :

- (1) La division d'un genre en espèces ;
- (2) La division d'un tout intégral en ses parties propres ;
- (3) La division d'un mot (d'un vocable) qui signifie plusieurs choses en ses sens propres.

Si, par contre, ce en quoi l'on divise une chose est en elle par accident alors *division* signifie soit :

- (4) La séparation d'un seul sujet en ses accidents ;
- (5) La division d'un accident en ses sujets ;
- (6) La séparation d'un accident en d'autres accidents lorsqu'ils existent dans un même sujet.

¹²⁸ [...] causal relations that bind its spatial and temporal parts into a single instance of life (Ereshefsky, 1998, p. 111).

Or, au(x)quel(s) de ses modes appartient la division naturelle des êtres naturels ?

La division d'un genre en espèces touche la *nature* des êtres naturels, c'est-à-dire ce qui est principe et cause de mouvement et de repos en eux. Ainsi, la division du genre en espèces ne se fait pas à partir d'une privation quelconque (méthode dichotomique), ni même du propre (division par accident), mais à partir d'une différence *naturelle* (forme constitutive). Ainsi, la division d'un genre en espèces se fait selon la forme — eidos — de la chose. Or, comme on l'a vu plus haut, un objet naturel manifeste davantage sa nature par sa forme que par sa matière.

Mais remarquons, comme dit Avicenne, qu'aucune différence ne consiste en une privation ou une négation et que nous employons des noms privatifs, que nous formons en niant la différence opposée, au lieu d'affirmatifs pour cette raison que nous ne possédons pas les noms propres de ces différences. Car la différence est une forme constitutive et, à cause de cela, il faut l'indiquer d'une manière positive [...] (Albert le Grand, Commentaires, p. 8).

Cet aspect formel de la division du genre en espèces a deux conséquences importantes. Contrairement à l'espèce, qui peut comporter un seul individu, aucun, ou encore une multitude — la division matérielle ne rencontrant pas les limites de la division formelle — le genre doit : (1) comporter au moins deux espèces ; et (2) il ne peut pas comporter une infinité d'espèces.

Mais, bien que le genre demande à être divisé en plusieurs espèces, celles-ci ne peuvent pas se ranger sous lui en nombre infini parce que la multiplication formelle, puisqu'elle est la forme qui détermine et unifie la puissance, ne peut être infinie (seule la multiplication matérielle est sans limite, comme le dit Platon) (Albert le Grand, Commentaire, p. 10).

De plus, il faut bien distinguer la division du genre en espèces (division formelle) de celle de l'espèce en individus (division matérielle) sous l'angle du passage de la puissance à l'acte.

D'une part, dans la division matérielle d'une espèce - eidos — en individus, la division se fait selon la puissance que possède l'espèce dans son aire de prédication et de communauté. C'est pourquoi lorsque l'on considère l'espèce selon la puissance, elle devient « ce qui est naturellement apte à être dans plusieurs et (être dit) de plusieurs » (Albert le Grand, Commentaire, p. 11). Chaque individu représente les parties d'une communauté et, par leur existence, les individus font en sorte que la puissance est en acte. La puissance réalisée est la

somme de tous les individus particuliers qui existent et chaque individu est une partie de ce qui constitue la puissance de communauté.

D'autre part, les espèces procèdent de la puissance du genre en ce sens que le genre se divise formellement en quelque chose qui est comme engendré par lui. Le genre ne fournit pas seulement un nom, mais aussi une définition (forme constitutive).

La division d'un genre par des différences, en effet, est la division d'une puissance par des formes qui existent essentiellement à l'état d'ébauche dans le genre même et le fait que ce qui n'est qu'ébauché ne soit pas en acte est une imperfection ou une faiblesse de la nature. [...] Par contre, l'espèce ne se trouve pas dans cette situation par rapport aux individus parce que la nature de l'espèce est un tout formel dans n'importe lequel d'entre eux et que leur multiplication ne se fait que suivant la matière; c'est pourquoi l'universalité de l'espèce peut résider dans un seul individu, ou même dans aucun, pourvu qu'elle soit naturellement apte à être dans plusieurs (Albert le Grand, Commentaire, pp. 9-10).

Toutefois, la définition d'un genre donné (forme constitutive), par exemple animal, dans deux espèces données, l'homme et l'âne, n'est pas tout à fait la même. Plus encore, la définition du genre dans une espèce diffère selon les individus. Ainsi bien que la division d'une espèce en individus ne soit pas formelle — chaque individu n'étant pas une espèce différente —, les individus ont néanmoins une nature particulière¹²⁹.

Au demeurant, il est important de bien saisir que la division d'un genre en espèces ne crée pas des classes d'espèces. Les espèces ne sont pas *membres* du même genre (classe), elles forment plutôt une communauté parce que la nature de chacune d'entre elles actualise (passage de la puissance à l'acte) la même forme générique.

Par ailleurs, si la division naturelle se dit en premier de la division d'un genre en espèces, cela n'empêche pas la division d'un tout (composé matériel et intégral) en ses parties propres d'être elle aussi une division naturelle lorsqu'elle s'applique à la division matérielle d'êtres naturels individuels comme les animaux.

La division d'un tout en ses parties propres permet de caractériser les animaux parce que les parties ainsi délimitées une fois dûment assemblées reconstituent l'intégrité de la chose. Ainsi

¹²⁹ En effet, cette définition n'est pas celle du genre selon ce qui le fait genre, mais celle qui se conforme à l'être qu'il a dans celui-ci ou celui-là (Albert le Grand, Commentaire, p. 19).

de même qu'une maison se divise plus naturellement en toit, murs et fondations qu'en bois, pierre et vitre, les animaux se divisent plus naturellement en parties anoméomères (les membres, le tronc, la tête) qu'en parties homéomères¹³⁰ (la chair, l'os, etc.).

Toutefois, Aristote reconnaît qu'une partie anoméomère est une partie d'un être vivant que si elle est constituée de parties homéomères propres aux êtres vivants. Il faut donc étudier conjointement les parties homéomères et anoméomères.

Cependant, si chacun des animaux et chacune de leurs parties ne consistent que dans la configuration extérieure et dans la couleur, Démocrite serait dans le vrai : car telle semble bien être son opinion. Il déclare, en tout cas, que tout le monde voit clairement quelle est la forme de l'homme, puisque c'est sa configuration extérieure et sa couleur qui permettent de le reconnaître. Pourtant un cadavre a aussi la même forme extérieure, et néanmoins ce n'est pas un homme. De plus, il est impossible qu'existe une main faite de n'importe quoi, par exemple de bronze ou de bois, sinon par une homonymie comparable à celle d'un dessin représentant un médecin. Car cette main ne pourra pas remplir sa fonction, pas plus que des flûtes de pierre ou le médecin dessiné ne rempliraient la leur. De même, il n'est pas une partie du cadavre qui conserve encore le caractère d'une partie véritable du corps, par exemple l'œil ou la main (Aristote, Les parties des animaux, livre I, 640b30-641a5).

Finalement, si par division naturelle, on ne peut pas entendre la division d'un mot en ses sens propres parce qu'il ne s'agit pas de la division d'un mot mais d'une chose, il n'en va de même a priori pour les trois façons de diviser une chose par ce qui est en elle par accident.

La division d'un sujet en ses accidents (par exemple, la division des animaux en noirs et en blancs), la division d'un accident en ses sujets (par exemple, la division de ce qui est nuisible en oiseaux et en insectes — oiseaux et insectes n'étant pas pris ici comme des genres, mais des sujets), et la division d'un accident en d'autres accidents (par exemple, la division des animaux blancs en grands et en petits) proviennent bien des animaux eux-mêmes¹³¹. De plus, ces divisions nous fournissent des informations utiles au sujet des animaux.

¹³⁰ Parmi les parties des animaux les unes sont simples, celles qui se divisent en partie homéomères (par exemple des chairs se divisent en chairs), les autres sont composées, celles qui se divisent en parties anoméomères (par exemple la main ne se divise pas en mains ni le visage en visages) (Aristote, Histoire des animaux, Livre 1, 486a5-a9).

¹³¹ Ce sont les loups eux-même qui sont blancs ou gris, ce sont les tordeuses des bourgeons d'épinette qui tuent les épinettes. Il s'agit de réalités indépendantes de notre bon vouloir.

Toutefois, ces informations ne sont pas toujours propres aux animaux (animaux blancs, animaux gris) ou encore dépendent de la coutume ou encore de l'intérêt des gens (animaux utiles, animaux nuisibles). En outre, dans le cas de la division d'un accident en d'autres accidents, on peut permuter les termes. Cette division est donc, d'une certaine façon, arbitraire puisque le *diviseur* peut devenir le *divisé*. La permutation est possible parce que les accidents se trouvent à la fois dans le même sujet.

Bref, la division des animaux par ce qui est en eux par accident n'est pas sans intérêt, mais elle ne touche pas directement à la nature des animaux contrairement à la division d'un genre en espèces.

7.4 La classification naturelle

Le problème pratique de l'établissement d'une classification des animaux selon leur nature se posait déjà à l'époque d'Aristote. Même s'il est vrai que celui-ci n'a pas légué à la postérité une classification des animaux en bonne et due forme, il n'en demeure pas moins vrai qu'il s'est intéressé sérieusement à la question, au point de mener, comme à son habitude, une enquête auprès de tous ceux qui, de près ou de loin, avaient un intérêt pratique à bien regrouper les animaux ou s'étaient tout simplement intéressés à la question.

On a vu que la nature est imparfaitement principe et cause de mouvement et de repos en raison de la capacité d'être de la matière qui n'est jamais épuisée (la nécessité conditionnelle). Sur le plan méthodologique, on ne peut donc pas étudier les animaux de la même façon que l'on étudie les êtres qui sont soumis à la nécessité absolue ; il ne saurait être question de démonstration au sens strict.

Il en va de même dans les phénomènes naturels : seulement la méthode de démonstration et la forme que prend la nécessité ne sont pas les mêmes dans la science de la nature et dans les sciences spéculatives. Cette question se trouve traitée dans d'autres ouvrages. Dans un cas, c'est ce qui est qui constitue le principe, dans l'autre c'est ce que doit être. En effet, c'est parce que la santé ou l'homme sont tels, qu'il est nécessaire que telle chose existe ou se produise, mais ce n'est pas parce que telle chose existe ou s'est produite que nécessairement la santé ou l'homme sont ou seront. Il n'est pas possible non plus de rattacher à l'infini la nécessité d'une démonstration de ce genre, de manière à pouvoir dire que puisque telle chose est, telle autre chose est aussi. Du reste ce sont encore des questions qui ont été précisées ailleurs : nous avons dit à quels êtres s'applique la

nécessité, lesquels ont une nécessité réciproque et pour quelle raison (Aristote, Les parties des animaux, Livre I; 640a3-a9).

C'est pourquoi même si la division d'un genre en espèces est plus naturelle (plus proche de la nature du divisé), c'est avec la division d'un tout en parties et celle d'un sujet en ses accidents qu'Aristote propose de commencer l'étude des animaux.

Dans ses ouvrages biologiques, il reconnaît l'utilité de regrouper les êtres vivants afin d'éviter les redites. Pour ce faire, il propose de partir des classifications déjà établies afin d'étudier ce qu'ont en commun les animaux qui semblent avoir une nature semblable, au lieu d'étudier séparément chaque animal.

Ainsi la bonne méthode à suivre consiste sans doute à énoncer les caractères communs à chaque genre, en reprenant tout ce qu'il y a d'exact dans les classifications traditionnelles, et à étudier tout ce qui possède une seule et même nature et dont les espèces ne sont pas trop éloignées (Aristote, Les parties des animaux, livre I, 644b2-b7).

Par contre, le regroupement ne doit pas se faire n'importe comment. Il est préférable d'éviter la méthode dichotomique parce qu'elle occasionne de nombreux problèmes. En effet, la dichotomie (la division à partir d'une seule différence) est tantôt difficile à utiliser, tantôt impraticable. Elle conduit parfois à des divisions bizarres ou encore à des divisions sans nom, et finit inmanquablement par procéder par privation¹³².

Il faut partir des différences positives qui existent entre les animaux et se servir, comme on l'a déjà dit, des classifications déjà existantes¹³³, quitte à les modifier plus tard.

Voilà en gros, les conséquences auxquelles on aboutit nécessairement quand on divise n'importe quoi d'après une différence unique. Il faut essayer, au contraire, de prendre les animaux genre par genre, en suivant l'exemple du vulgaire qui distingue le genre oiseau et le genre poisson. Mais chaque genre est défini par plusieurs différences spécifiques, sans recours à la dichotomie. Avec cette méthode, en effet, ou bien il est absolument impossible d'établir un classement

¹³² De plus, il faudra nécessairement diviser en procédant par privation, et c'est ainsi que divisent ceux qui pratiquent la dichotomie. Or, la privation, en tant qu'elle est privation, ne présente pas de différence spécifique : car il est impossible que le non-être ait des espèces, par exemple que l'absence de pieds ou d'ailes en ait comme en a la présence des pieds ou des ailes (Aristote, Les parties des animaux, livre I 642b21-28).

¹³³ Tout enseignement donné ou reçu par la voie du raisonnement vient d'une connaissance préexistante. Cela est manifeste, quel que soit l'enseignement considéré (Aristote, Les seconds analytiques, 1970, livre 1, 1, 71a1-a3).

(car le même être se trouve rangé dans plusieurs divisions, tandis que des êtres opposés se rencontrent dans la même classe) ou bien il n'y aura qu'une seule différence et celle-ci, qu'elle soit simple ou complexe, constituera l'espèce dernière. Mais si l'on n'obtient pas la différence d'une différence, il est nécessaire d'assurer l'enchaînement des séries de la division en procédant comme dans le discours dont l'unité est faite au moyen de conjonctions. Je fais allusion à ce qui arrive à ceux qui divisent les animaux en non-ailés et en ailés, et les ailés en domestiques et en sauvages, ou en blancs et en noirs : en effet, la qualité de domestique, pas plus que la blancheur, se sont des différences spécifiques de l'être ailé, mais elles sont à l'origine d'une autre différence et ne se trouvent là que par accident. Voilà pourquoi il faut, comme nous le disons, diviser l'unité tout de suite selon plusieurs différences. Et en effet, si l'on procède ainsi, les privations fourniront une différence, alors que dans la dichotomie elles ne le font pas (Aristote, Les parties des animaux, livre I, 643b9-644a11).

Ces différences réelles entre les animaux dont Aristote parle et qui relèvent de leur nature se manifestent avant tout dans leurs parties constitutives. On doit donc les étudier en premier.

Il faut d'abord prendre connaissance des parties dont les animaux sont constitués. Car c'est à propos d'elles qu'interviennent les premières et les principales différences entre les animaux considérés dans leur entier, suivant la présence ou l'absence de ces parties, leur place et leur disposition, suivant aussi les différences dont nous avons parlé plus haut et qui tiennent à la forme, à l'excès, à l'analogie, à l'opposition des caractères (Aristote, Histoire des animaux, livre I,6, 491a15).

Ces considérations sur la classification naturelle nous ramène aux différents modes de division qui, comme nous l'avons vu, n'ont pas tous le même pouvoir de produire des divisions naturelles. La division d'un genre en espèces touche directement à la nature des animaux, c'est-à-dire à ce qui est principe et cause de mouvement et de repos en eux. En comparaison, la division d'un tout en ses parties propres ou les différents types de division par accident prennent davantage en compte des effets plus ou moins directs de cette nature. Toutefois, la division d'un tout en ses parties propres conduit à des divisions somme toute naturelles tandis que les différents types de division par accident dépendent peut-être autant de la coutume, ou encore de l'intérêt des gens, que de la nature de ce qui est divisé.

La notion aristotélicienne de nature ne semble pas conduire inéluctablement à une taxinomie fixiste (classification typologique), puisqu'elle n'entre pas en conflit avec le transformisme, ni avec la pensée populationnelle.

En fait, la notion aristotélicienne de nature nous empêche tout simplement de céder trop facilement à la force d'attraction de l'anti-réalisme épistémologique. En raison des difficultés d'ordre pratique que présente la détermination des divisions naturelles et par voie de conséquence l'édification de classifications naturelles, d'aucuns sont tentés de tout simplement nier l'existence de groupes naturels, les espèces (taxa) autant que les taxa supérieurs.

Dans le prochain chapitre, nous serons à même de constater le dilemme dans lequel les taxinomistes se sont enfermés en acceptant d'une part la condamnation de l'essentialisme et en tentant de résister, d'autre part, à l'anti-réalisme épistémologique auquel cette condamnation fraye la voie.

Chapitre 8

L'ANTI-RÉALISME ÉPISTÉMOLOGIQUE

Si les trois écoles acceptent la critique de l'essentialisme, ils adhèrent moins facilement à l'anti-réalisme épistémologique contemporain, qui semble pourtant être le prolongement de l'idée que l'homme est la mesure des choses et un des visages du nominalisme.

De fait, Lalande (1983) donne deux définitions du nominalisme.

A. Doctrine d'après laquelle il n'existe pas d'*idées* générales [...] mais seulement des signes généraux [...]. **B.** « Nominalisme scientifique », nom commun sous lequel on englobe toutes les doctrines contemporaines qui substituent, dans la théorie des sciences, les idées de convention, de commodité, de réussite empirique, à celles de vérité et de connaissance du réel (Lalande, 1983, p. 686-687).

La première définition s'apparente au nominalisme de Guillaume d'Ockham (*fin* du XIII^e s. — 1349 ou 1350) qui demeure un réaliste épistémologique¹³⁴, ce qui n'en fait pas pour autant un réaliste au sens strict¹³⁵, surtout que le nominalisme d'Ockham contient déjà en germe l'anti-réalisme épistémologique qui s'épanouira au 20^{ième} siècle, entre autres, à travers le nominalisme de Nelson Goodman, à qui s'applique la seconde définition de Lalande (1983).

Plus encore que la parenté des problèmes soulevés et abordés, les thèses soutenues par Occam révèlent sa proximité avec la pensée contemporaine. L'affirmation qu'il n'y a de réalité que singulière, que le monde est un monde d'individus, anticipe les slogans de Goodman et Quine, et correspond bien aux problématiques ontologiques auxquelles s'affrontent certains logiciens (Michon, 1994, p. 13).

Au demeurant, les classificationnistes semblent nettement plus enclins à adopter l'anti-réalisme épistémologique que ne le sont les phylogénistes qui demeurent réalistes. Cela peut

¹³⁴ [...] à bien considérer le monde que l'occamisme prétend décrire, il n'apparaît guère différent de celui d'un Thomas d'Aquin ou d'un Duns Scot. L'aristotélisme de fond prévaut. Le monde est habité par des substances individuelles, réunies objectivement en espèces naturelles, de sorte que l'esprit humain peut former des concepts universels communs aux membres de la même espèce ou encore aux membres d'espèces distinctes au sein d'un même genre [...] Si nous nous limitons aux seules substances, à ce niveau de description, le monde du réaliste reste le monde d'Occam (Michon, 1994, p. 467).

s'expliquer par le fait que ces derniers tentent dans l'établissement de leurs classifications de répondre à l'appel lancé par Huxley (1940) de montrer la marche de l'évolution (*evolution at work*) tandis que les premiers ont surtout des préoccupations méthodologiques et épistémologiques.

8.1 La position des classificationnistes

Les classificationnistes, tels que Sneath et Sokal (1973), semblent adopter l'anti-réalisme épistémologique de par leur approche *constructiviste* de la classification naturelle. En effet, ils semblent préférer *construire* statistiquement des taxa naturels à partir des similitudes morphologiques des organismes vivants que de tenter de les *découvrir* en cherchant à établir des relations de filiation entre les animaux comme le font les phylogénistes.

Cette impression est renforcée par le fait que Sneath et Sokal (1973) ne font pas grand mystère de leur attachement aux conceptions épistémologiques mises de l'avant par Gilmour (1937 ;1940) qui affiche une position empiriste proche parente de celle de Locke et prône l'anti-réalisme épistémologique en taxinomie.

Gilmour (1937; 1940) soutient qu'il n'y a pas de dualité entre, d'un côté, un esprit passif et réceptif, et, de l'autre, un monde extérieur préexistant. Il y a plutôt d'un côté un agent raisonnable actif et subjectif et de l'autre un nombre incalculable de données sensorielles à partir desquelles la raison forme un schéma cohérent que l'on nomme « monde extérieur ». Ce patron est constitué de deux éléments : (1) les données dérivées des expériences sensorielles et (2) l'activité de l'agent raisonnable qui réunit (*clip together*) celles-ci. À partir de là, il est possible de montrer que la classification consiste à mettre ensemble les données sensorielles dans des classes qui peuvent être définies à partir de certaines des données sensorielles recueillies.

En effet, pour Gilmour (1940) l'individu (organisme vivant) est un concept, une construction. S'il est l'unité de la classification, c'est parce que cela nous convient. Mais en fait, ce sont les données sensorielles qui sont les matériaux réels et objectifs de la classification.

¹³⁵ L'opposition gît dans l'explication qu'ils donnent chacun du fait de la co-spécificité [...]. Le réaliste en appelle à une nature commune, à une espèce qui n'est pas seulement le *signe* des individus co-spécifiques, mais comme la *cause* de leur co-spécificité (Michon, 1994, p. 467).

Les individus (organismes vivants) peuvent être regroupés en deux grands types de classes : (1) les catégories taxinomiques (espèces, genres, familles etc.); et (2) les groupes non taxinomiques (plantes annuelles, animaux volants, animaux marins, etc.).

Or, Gilmour (1937) mentionne qu'il est impossible de donner une définition exacte des catégories taxinomiques qui sont de même nature que les troupeaux, ou les tas. Il s'agit de caractères individuels qui prennent la place des individus (animaux ou roches). De même que ce qui constitue un tas de roches, la définition des catégories dépend de celui qui classe et aussi de ce qui est classé.

Gilmour (1940) s'interroge sur la réalité biologique plus grande qu'on accorde aux espèces par rapport à d'autres groupes. Pour lui, le terme *réalité* est mal choisi parce qu'il implique une différence qualitative alors qu'il n'y en a pas. Du point de vue philosophique, un groupe naturel n'est pas plus réel qu'un groupe artificiel. Les deux sont des concepts basés sur les données fournies par l'expérience. Il ne nie pas l'importance biologique des espèces (taxa) dans le processus évolutif, mais il refuse de leur accorder plus de réalité qu'aux autres taxa parce que cela leur donnerait une fausse apparence d'objectivité métaphysique. Or, il insiste pour dire que toutes les classes de choses vivantes taxinomiques ou non, même si elles n'ont pas la même importance biologique, devraient être toutes vues comme des constructions rationnelles

[...] that all classes of living things, taxonomic and non-taxonomic, though differing in their biological importance, should be regarded as the same philosophic character, namely as rational concepts constructed by the classifier to clip together certain sense-data experienced by him (Gilmour, 1940, p. 467).

Gilmour (1940) mentionne que la différence entre les catégories taxinomiques en est une de degré de ressemblance. Si on pouvait définir précisément un *caractère unitaire*, l'espèce (catégorie taxinomique) serait alors un groupe d'individus qui se ressemblent entre eux à un degré qui est habituellement jugé, plus ou moins arbitrairement, comme spécifique par les taxinomistes.

Toutefois, même si Sneath et Sokal (1973) citent Gilmour et ne fondent pas leur méthode sur la filiation naturelle des individus jamais ils ne nient explicitement qu'il existe des groupes naturels ayant une ascendance commune. Leurs préoccupations sont d'ordre méthodologique.

Pour eux, comme nous l'avons vu au chapitre 2, les classifications qu'ils érigent ne sont ni arbitraires, ni typologiques, elles sont tout simplement plus riches en informations et donc plus naturelles.

En effet, Sneath et Sokal (1973) soumettent le choix des regroupements à faire au but poursuivi ; *classification naturelle* étant, en quelque sorte, synonyme, pour eux, de *classification ayant un plus grand contenu en informations*.

The nature of a taxonomy depends upon its purpose : a systematist could arrange living creatures in many ways but chooses one way because he thinks it is the best for some purpose. We hold the view that a “natural” or “orthodox” taxonomy is a general arrangement intended for general use by all kinds of scientists (...) The property of “naturalness” is, we believe, due to the high content of implied information that is possessed by a natural group. A group such as the Mammalia at once tells us much about its members with a high degree of certainty. A group such as “black animals” tells us nothing more than that they are all black. The content of information is measured by the number of statements that can be made about its members : each statement has unit value, and whether we think them important or not is irrelevant (Sneath et Sokal, 1973, p. 113).

Mais là encore, ils semblent rejoindre Gilmour (1940), pour qui le but de toute classification est de permettre l'induction de généralisations au sujet des données sensorielles qui ont été classées (*inductive generalizations concerning the sense-data he is classifying*). Il n'en va pas autrement pour les classifications en biologie dont le but est fondamentalement d'acquérir une connaissance ordonnée des choses vivantes (*living things*) en rassemblant convenablement les données sensorielles, c'est-à-dire selon ce qui nous intéresse.

[...] it consists in clipping together the mass of sense-data collectively classed as 'living things' into a logically coherent pattern for the purpose of making inductive generalizations concerning those data (Gilmour, 1940, p. 465).

La position de Gilmour (1940) rejoint ce que disent Goodman et Elgin (1994) lorsqu'ils traitent de la nécessité de corriger la catégorisation en fonction du but particulier que l'on poursuit.

Des systèmes différents servent des intérêts différents. Pour répondre aux questions que la biologie se pose, par exemple, nous avons besoin d'un système classant les organismes sur une base physiologique. Les baleines sont alors classées avec les mammifères plutôt qu'avec les poissons. En fonction des intérêts de la biologie, les similitudes physiologiques des baleines, chameaux,

écureuils rayés et rats laveurs sont plus significatives que les différences de leurs habitats naturels (Goodman et Elgin, 1994, p. 16).

Or, pour Nelson Goodman la construction d'un système philosophique doit se faire exclusivement à partir de variables représentant des individus car faire autrement ce serait reconnaître l'existence d'autres entités que les individus (critère d'engagement ontologique). Les classes sont donc éliminées d'office¹³⁶. Du même coup, les individus s'assemblent pour former des tous (d'autres individus) et non des ensembles (des classes d'individus).

On a vu que c'était d'abord et avant tout une contrainte relative à la construction philosophique de systèmes conceptuels : le philosophe nominaliste s'interdit d'accepter comme valeurs des variables liées qui figurent dans son discours théorique des entités qui ne soient pas purement individuelles. Les entités individuelles se reconnaissent à leur mode de composition, exclusivement méréologique et jamais ensembliste (Panaccio, 1986b, p. 18).

Ces tous (individus composés) peuvent être *naturels* (fidèles au sens commun) ou non¹³⁷. D'où l'inclination fondamentale du nominalisme de Goodman pour l'anti-réalisme épistémologique.

Les systèmes symboliques sont des artefacts. Leurs traits syntaxiques et sémantiques ne sont pas dictés par le champ, mais résultent de décisions que nous prenons concernant la façon dont ce champ doit être organisé. Les systèmes que nous construisons déterminent les similitudes et les différences que nous reconnaissons, les niveaux de précision que nous pouvons produire, les degrés de détermination que nous pouvons atteindre (Goodman et Elgin, 1994, p. 11).

En construisant le monde, Goodman « [...] entend s'inscrire de la sorte dans le courant principal de la philosophie moderne » (Panaccio, 1991, p. 25). Il associe le nominalisme qu'il défend à la promotion de l'idée que l'homme est la mesure des choses. Sa démarche, qui cherche à remplacer la structure des concepts pour celle des différents systèmes de symboles autant dans les sciences que dans le discours quotidien, fait suite à celle de Kant qui « [...] troqua la structure du monde pour la structure de l'esprit » et après lui à celle de C.I. Lewis qui

¹³⁶ La notion goodmanienne d'individu s'oppose précisément à celle de classe, et non pas, par exemple, à la notion d'entité abstraite (Panaccio, 1986, p. 3).

¹³⁷ Le nominaliste goodmanien admet comme entités individuelles distinctes toutes les sommes méréologiques possibles dans l'univers dont il est parti, même lorsqu'elles ne correspondent pas à des entités naturelles aux yeux du sens commun (Panaccio, 1986, p. 7)

« [...] troqua la structure de l'esprit pour la structure des concepts » (Goodman, 1978, cité dans Panaccio, 1991, p. 252).

En effet, pour Kant (1724-1804), contrairement à Aristote pour qui la raison est *tabula rasa*¹³⁸, la raison impose son existence à la réalité. Ainsi, elle devient la mesure de la vérité, la mesure des choses. Il s'agit d'une révolution que l'on peut qualifier de *copernicienne* puisque la raison humaine se trouve dorénavant au centre du monde alors, que, antérieurement, les choses étaient au centre et que la raison était mesurée par elles.

Par contre, même si l'homme est la mesure des choses, cela ne veut pas dire que tout est dorénavant permis. Pour Goodman et Elgin (1994), les systèmes que nous construisons sont soumis à des contraintes¹³⁹ qui font en sorte de séparer le bon grain de l'ivraie.

Cependant, dire que les systèmes symboliques sont des inventions, ce n'est pas dire que tout ce que nous considérons être un système en est effectivement un, ni que nous puissions le rendre tel par une simple stipulation. Dire que des systèmes alternatifs partagent un domaine, ce n'est pas dire que le choix entre eux est arbitraire. C'est seulement après avoir examiné les critères pertinents que nous pouvons être à même de distinguer les systèmes véritables des systèmes contrefaits, et de découvrir les traits de nos systèmes qui rendent l'usage d'autres, différents, appropriés dans d'autres contextes (Goodman et Elgin, 1994, p. 11).

Au demeurant, pour Sneath et Sokal (1973) il faut évaluer l'arbre à ses fruits, ici nommément, la capacité d'une méthode de classification à ordonner utilement la nature.

The fundamental test of the validity of empiricism in taxonomy must be whether it can be used as a consequential and consistent method for arranging organized nature. We believe that it can be so used and that it is the only reasonable approach (Sneath et Sokal, 1973, p. 9).

Sneath et Sokal (1973) insistent donc beaucoup sur le critère de la convivialité¹⁴⁰ pour justifier la plus grande *naturalité* des classifications établies selon leur méthode. Or, Taylor (1997)

¹³⁸ Comprendre c'est pâtir (*intelligere est quodam pati*). La détermination du pouvoir de la raison se fait dans son exercice même, donc a posteriori. La Raison est aussi *tabula rasa* pour Platon. Celui-ci ajoute les Idées à la Raison, mais celles-ci restent distinctes de la Raison.

¹³⁹ Ces contraintes sont la consistance, la constance, la pertinence, le caractère informatif, la correction de la catégorisation relativement à un but particulier.

¹⁴⁰ Whether a human being can use the classification at all (Cooley, 1976, p. 18)?

souligne que pour la pensée instrumentale, dorénavant, non seulement les connaissances doivent viser l'amélioration des conditions de vie, mais la valeur qu'on attribue à celles-ci en dépend.

Et cette maîtrise instrumentale n'est pas valorisée pour elle-même, elle est identifiée (à la suite de Bacon sans doute) à un critère de vérité scientifique, ce qu'elle doit être si le monde ressemble vraiment à une machine (Taylor, 1997, p. 214).

De plus, Taylor (1997) souligne qu'avec Descartes, contrairement à Platon, les connaissances ne sont pas vraies parce qu'elles sont conformes aux choses, mais davantage parce qu'elles proviennent de la juste conduite de la raison.

On pourrait dire que la rationalité ne se définit plus de façon substantielle, en fonction de l'ordre de l'être, mais de façon procédurale, en fonction de normes selon lesquelles nous construisons des ordres dans la science et dans la vie. Pour Platon, nous sommes rationnels si nous avons une idée juste de l'ordre des choses. Pour Descartes, nous sommes rationnels si nous pensons selon certains canons. Le jugement se fonde dorénavant sur les propriétés de l'activité pensante plutôt que sur les croyances substantielles qui en émanent. (...) En opérant ce déplacement, Descartes explicite ce qui est devenu la conception moderne courante. Malgré le désaccord général sur la nature de la procédure et malgré tout le mépris que lui a manifesté le courant empiriste qui domine la culture scientifique moderne, la conception de la raison demeure procédurale (Taylor, 1997, p. 207-208).

Tout cela montre bien que Sneath & Sokal (1973) se trouvent à être clairement influencés dans leur prise de position par la thèse ontologique nominaliste et le principe méthodologique nominaliste, ainsi que par la pensée instrumentale et l'idée que l'homme est la mesure des choses.

Par contre, la situation est beaucoup moins limpide dans le camp des phylogénistes. De fait, on a l'impression qu'ils s'entêtent à être réalistes, bien qu'ils acceptent la thèse ontologique et le principe méthodologique nominalistes et qu'ils fonctionnent très bien dans le cadre de la recherche scientifique régie par la pensée instrumentale.

8.2 La position des phylogénistes

En partant, il est parfaitement clair, pour Mayr et Ashlock (1991), que les espèces (taxa) ne sont pas des constructions humaines. La réalité des espèces (taxa) est une évidence qui saute aux yeux autant des scientifiques que du commun des mortels.

Any naturalist, whether a primitive native or a trained population geneticist, knows from practical experience that this is simply not true. Species of animals are not human constructs, nor are they types in the sense of Plato; rather, they are entities for which there is no equivalent in the realm of inanimate objects (Mayr et Ashlock, 1991, p. 25-26).

En considérant les espèces comme des phénomènes de la nature et les taxa supérieurs comme le résultat du processus évolutif, la classification évolutionniste se démarque clairement de la taxinomie numérique.

Evolutionary classification differs quite fundamentally from phenetics by (1) considering species not to be human constructs but phenomena of nature and (2) considering taxa to be products of evolution and thus the result of a manifest cause that cannot be ignored in the delimitation and ranking of taxa (Mayr et Ashlock, 1991, p. 244).

Tout aussi affirmative est la systématique phylogénétique. E. O. Wiley dit préférer le réalisme parce que cette approche soutient qu'il y a des « [...] real patterns to be discovered in nature which can be used to study real processes » (1981, p. 17). De même, Eldredge et Cracraft (1980) font de la réalité des espèces la prémisse la plus importante de leur livre.

That species are real, i.e., that species have ontological existence in nature, and display beginnings, continued history, and discrete ends, is one of the more important premises of this book (Eldredge et Cracraft, 1980, p. 249).

Toutefois, même si, pour les phylogénistes, le réalisme épistémologique semble aller de soi, la force d'attraction de l'anti-réalisme épistémologique les oblige à justifier la réalité des espèces (taxa), surtout que ceux-ci acceptent la critique de l'essentialisme.

En effet, l'abandon de la notion aristotélicienne de nature¹⁴¹, puis l'abandon de la notion d'essence¹⁴² semblent mener à l'adoption de l'anti-réalisme épistémologique ; à concevoir le regroupement, dans le temps et dans l'espace, des organismes vivants au sein de classes d'individus jugés semblables comme aussi arbitraire que les regroupements subséquents en

¹⁴¹ Il s'agit ici de principe et cause de mouvement et de repos.

¹⁴² Il s'agit de la notion d'essence réduite à un ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité.

classes de classes¹⁴³. Par conséquent, l'espèce (catégorie taxinomique) ne serait pas plus naturelle que les autres catégories taxinomiques (genre, famille, ordre, classe, phylum)¹⁴⁴.

De fait, le problème de l'anti-réalisme épistémologique vient de l'idée que les classes ne sont pas réelles, et qu'ainsi les espèces (taxa) étant des classes, elles ne sont pas réelles. Or, si les espèces étaient des individus, le problème de la réalité des espèces ne se poserait plus, étant donné que les nominalistes croient à la réalité des individus.

C'est pourquoi pour sauver le réalisme des espèces (taxa Ghiselin (1974) et Hull (1976) proposent de voir les espèces (taxa) comme des individus et l'espèce (catégorie taxinomique) tout simplement comme une classe d'individus. Ce faisant, les organismes vivants sont les parties d'un tout et non plus les membres d'une classe.

On the view being urged in this paper, both particular species and the species category itself must be moved down one category level. Organisms remains individuals, but they are no longer members of their species. Instead an organism is part of a more inclusive individual, its species [...] (Hull, 1976, p. 174).

Or, Gosselin (1990) nous rappelle que tous les individus sont des touts, mais que tous les touts ne sont pas des individus. Pour être un individu un tout doit avoir des parties intégrées dans une structure qui est située dans l'espace et dans le temps, contrairement à la classe des objets rouges qui réunit un groupe d'éléments sur la base d'une caractéristique (la couleur rouge).

A pack of wolves is a whole, not because all wolves have properties in commun, but because all the wolves are integrated in a structure, limited in time and space; a collection or class of red things, e.g., is composed of elements that share one or more characteristics, but time and place are in most cases undetermined unless they belong to the properties the elements of the collection have in commun (Gosselin, 1990, p. 103).

Par conséquent, Hull (1976) souligne que, à l'instar des organismes vivants, les espèces (taxa) sont composées de parties non identiques (les organismes vivants) et sont situées spatio-

¹⁴³ Il s'agit des regroupements en genres (taxa), en familles (taxa), en ordres (taxa), en classes (taxa) et en phylums (taxa)

¹⁴⁴ De fait, il est intéressant de signaler que l'espèce n'a pas toujours été considérée comme la catégorie taxinomique la plus naturelle. Les familles de plantes et les genres ont été eux-aussi considérés comme des catégories naturelles. Il y a aussi les grands embranchements qui représentaient pour Cuvier des plans de

temporellement puisqu'elles apparaissent, se développent et meurent. Ce que reconnaissent aussi Mayr et Ashlock (1991).

For naturalists, by contrast, a species is a population that is spatiotemporally localized, is reasonably discrete in space and time, and exhibits internal cohesiveness (Mayr et Ashlock, 1991, p. 40).

Ce changement ontologique, qui tranche radicalement avec la position traditionnelle où les espèces (taxa) sont des classes d'individus (les organismes) et l'espèce (catégorie taxinomique) une classe de classes, fait en sorte que, conformément à la critique de l'essentialisme, nous ne pouvons plus définir ni les espèces (taxa) ni l'espèce (catégorie taxinomique) à partir d'un ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité (essence).

On the traditional view, the species category is a class of classes defined in terms of the properties which particular species possess (e.g. reproductive isolation), particular species are classes defined in terms of the properties which organisms possess (e.g. pigmented feathers), and particular organisms are individuals (e.g. Gargantua) whose names are not defined at all [...] (Hull, 1976, p. 174).

De fait, les noms qu'on donne aux espèces sont des noms propres, c'est-à-dire des étiquettes posées sur les individus qui servent à les identifier¹⁴⁵. C'est pourquoi la seule façon de définir ces noms, c'est en montrant les différentes entités qui portent ces noms.

It is not only difficult, but logically impossible, to list the attributes necessary and sufficient to define their names. None such exist, and the only way to define these names is by an ostensive definition. That is to say, by “pointing” to the entity which bears the name (Ghiselin, 1974, p. 540).

Au demeurant, étant donné que le concept d'espèce-individu répond aux exigences de la théorie néodarwinienne de l'évolution et aux attentes des phylogénistes, puisqu'il fonde en nature l'unité de l'évolution et fait des espèces (taxa) l'unité de la classification, nous retrouvons ici remplie une des conditions fixées par Claude Panaccio pour adopter la position réaliste sur un sujet particulier, c'est-à-dire si la position rivale « se révélait incompatible avec

construction fondamentalement différents comme en fait foi la dispute qu'il a eue avec Geoffroy Saint-Hilaire (voir Tort, 1983).

¹⁴⁵ Hull (1976) précise qu'il s'agit ici d'un langage idéal et que bien souvent les noms propres ont une connotation informelle, sans compter qu'ils dénotent rarement un seul individu.

Most have some sort of informal connotations. For example, one might reasonably expect Gargantua to be big, though he need not be (Hull, 1976, p. 178).

les théories scientifiques actuellement considérées par la communauté des savants comme les meilleures dont nous disposons » (1991, p. 224). D'ailleurs à ce sujet, Wiley (1981) précise que les considérations en rapport avec l'évolution doivent avoir préséance sur les considérations taxinomiques.

[...] the concept of species as evolutionary entities takes precedence over species as taxonomic entities and that the formalism of taxonomy must be subservient to the demands of evolution (Wiley, 1981, p. 22).

Toutefois, si les phylogénistes semblent avoir trouvé une solution de rechange à l'anti-réalisme épistémologique, cela ne les empêche pas de rejoindre aussi la pensée de Nelson Goodman pour qui la construction d'un système philosophique doit se faire exclusivement à partir de variables représentant des individus car faire autrement ce serait reconnaître l'existence d'autres entités que les individus (critère d'engagement ontologique).

Reste maintenant à s'interroger sur l'espèce comme catégorie taxinomique et sur le statut ontologique des taxa supérieurs. L'absence d'un concept d'espèce (catégorie taxinomique) qui inclurait toutes les espèces (taxa) à la grandeur du monde animal conduit-il inmanquablement à l'anti-réalisme épistémologique à la grandeur de la hiérarchie linnéenne ?

Sur la question de l'espèce (catégorie taxinomique), les taxinomistes se rangent en deux camps comme nous l'avons mentionné au chapitre 6 (page 87) : les monistes et les pluralistes. Pour les premiers, il est concevable d'en arriver à une définition de l'espèce (catégorie taxinomique) qui inclurait toutes les espèces (taxa) tandis que pour les seconds une telle chose est impossible, l'espèce étant une catégorie taxinomique qui regroupe plusieurs types d'espèces (taxa) qui demandent chacun une définition différente.

Pour les pluralistes, l'espèce est une catégorie taxinomique comme les autres. Parce que les espèces (taxa) ne sont pas toutes pareilles, elles ne peuvent pas toutes être reconnues comme unités de l'évolution de la même façon. De plus, certaines espèces (taxa) peuvent répondre à plusieurs définitions de telle sorte que, dans certain cas, il peut y avoir des recouvrements entre les taxa auxquels renvoient les différentes définitions.

8.3 La réalité de l'espèce (catégorie taxinomique)

D'entrée de jeu, nous pouvons dire que le problème de l'espèce ne touche pas les classificationnistes parce que le concept d'UTO, d'un point de vue méthodologique, s'accommode aussi bien avec les vues des monistes qu'avec ceux des pluralistes. Ce qui importe aux classificationnistes, c'est que toutes les UTO soient construites selon les mêmes principes ; qu'elles englobent des types d'espèces (taxa) différents ou non n'a aucune importance pour eux d'un point de vue taxinomique.

Les phylogénistes, quant à eux, sont prêts à accepter la condamnation de l'essentialisme et à se conformer à la thèse ontologique nominaliste en autant que celles-ci ne les obligent pas à abandonner le réalisme des espèces (taxa).

Or, l'anti-réalisme épistémologique tire justement sa force d'attraction de la condamnation de l'essentialisme qui a été faite à partir de la thèse ontologique nominaliste.

Mayr (1969) a tenté de sauver l'espèce (catégorie taxinomique) de l'anti-réalisme épistémologique en basant la définition de l'espèce (catégorie taxinomique) sur un critère biologique (la capacité à s'accoupler).

Toutefois, le concept biologique d'espèce nous donne un moyen pour juger si un groupe d'individus forme une espèce (taxon) ou non. Mais il ne nous dit pas ce qu'est une espèce. La capacité à se reproduire est un critère pour reconnaître la co-spécificité. Mais elle ne fonde pas la co-spécificité. Par exemple, les lions et les tigres sont capables de se reproduire pourtant on s'entend généralement pour dire qu'ils n'appartiennent pas à la même espèce.

De plus, la capacité à s'accoupler ne s'applique pas à toutes les espèces (taxa) — le cas des organismes uniparentaux — et de ce fait, l'espèce (catégorie taxinomique) semble regrouper plusieurs réalités. Cette constatation peut nous mener à considérer l'espèce (catégorie taxinomique) comme une construction humaine, c'est-à-dire le résultat de l'inclinaison de la raison classificatoire à mettre de l'ordre dans le monde (voir chapitre 2) sans, pour autant, que nous nous sentions obligés de nier aux espèces (taxa) leur réalité objective en tant que groupes d'organismes vivants.

Le concept d'espèce évolutive semble s'appliquer davantage à la totalité des espèces (taxa). En effet, peu importe leur mode de reproduction (sexué ou asexué) toutes les espèces (taxa) ne sont soumises aux mêmes forces évolutives. Elles auront donc toutes, bien que différent, un rôle évolutif ou encore une tendance évolutive.

Par contre, comme le souligne Hull (1965b), le concept d'espèce évolutive n'est pas opérationnel ; il est de bien peu d'utilité dans la détermination des espèces (taxa). En effet, on ne sait pas trop exactement ce qu'il faut entendre par rôle évolutif. Simpson (1961) en parle en termes de niche écologique qui se ramène au mode de vie. Mais, il ne mentionne pas quel degré de singularité le rôle doit atteindre pour qu'un groupe devienne une espèce.

Et puis, comment être sûr que deux groupes d'organismes vivants ont des tendances évolutives différentes lorsque l'on connaît le phénomène de la convergence. Voilà un bel exemple de tendances évolutives semblables chez des groupes d'animaux d'autre part différents. Bref, le concept d'espèce évolutive met l'accent sur une conséquence de la co-spécificité sans nous dire en quoi elle consiste.

8.4 Le statut ontologique des taxa supérieurs

La taxinomie numérique ne cherche pas à former des taxa qui reflètent l'histoire évolutive ou la proche parenté comme cela est le cas pour la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique. Elle vise plutôt à trouver la meilleure façon de grouper les animaux compte tenu de l'intérêt que les biologistes ont d'être en mesure, par la suite, de tirer le plus grand nombre possible d'énoncés généraux (*generalizations*).

Ainsi, Sokal (1986) mentionne que la taxinomie numérique cherche à mettre en ordre les animaux dans une classification qui soit à la fois stable et facile d'utilisation (*convenient*) en formant des taxa *phénétiques polythétiques*. Cela ne veut pas dire que la délimitation des taxa supérieurs soit complètement indépendante de la réalité, seulement qu'elle se fait en fonction de leur capacité à faciliter la généralisation. La taxinomie numérique semble suivre davantage la raison classificatoire dans son inclination à mettre de l'ordre dans le monde que dans son

inclinaison à saisir l'ordre de la nature ¹⁴⁶. Ainsi, ontologiquement parlant, les taxa supérieurs sont avant tout conformes à notre façon d'ordonner le monde.

La formation de groupes polythétiques n'est pas exclusive à la taxinomie numérique. Avec la constatation empirique qu'une grande partie des espèces (taxa) sont polytypiques, les phylogénistes admettent eux aussi qu'en principe il n'existe aucun caractère ou ensemble de caractères nécessaires et suffisants pour définir un taxon.

Par contre, pour eux cela ne suffit pas. Les groupes formés doivent non seulement refléter cette réalité biologique, ils doivent surtout refléter la phylogénie. Toutefois, comme nous l'avons vu au chapitre 5, la systématique phylogénétique et la classification évolutionniste ne s'entendent pas sur la nature des taxa phylétiques à former¹⁴⁷.

C'est pourquoi la discussion entre les phylogénistes au sujet du statut ontologique des taxa supérieurs porte avant tout sur la monophylie et les notions associées de polyphylie, paraphylie¹⁴⁸ et holophylie.

Wiley (1981) considère comme naturels les groupes monophylétiques sensu Hennig (1966) parce qu'ils ont une signification évolutive (*evolutionary connotations*) contrairement aux groupes monophylétiques sensu Simpson (1961), qui constituent plutôt des réservoirs artificiels d'espèces (taxa) dont les relations généalogiques ne sont pas (encore) spécifiées. De

¹⁴⁶ Voir chapitre 2.

¹⁴⁷ Pour la première, il s'agit exclusivement de groupes monophylétiques sensu Hennig (1966) tandis que, pour la seconde, les taxinomistes forment selon les informations disponibles tantôt des groupes monophylétiques sensu Hennig (1966) tantôt des groupes monophylétiques sensu Simpson (1961). De plus, ils ne doivent pas ignorer les caractéristiques de grades évolutifs¹⁴⁷ (*gradelike characteristics*) que certains groupes monophylétiques sensu Simpson (1961) affichent.

La notion de grade renvoie à la notion d'adaptation. Or, il peut être intéressant de souligner ici que plusieurs biologistes, dont Stephen J. Gould, contestent l'idée que la majorité des caractères ont une valeur adaptative. La classification évolutionniste est particulièrement sensible à ce type de critique parce que l'importance adaptative sert à la fois à pondérer les caractères et dans la hiérarchisation des taxa.

¹⁴⁸ PARAPHYLIE sensu Simpson (1961), n.f. Dans la terminologie de la classification évolutionniste : Il s'agit d'un cas particulier de monophylie sensu Simpson (1961) où le regroupement des lignées évolutives résulte d'une division horizontale. Par conséquent, ce groupe ne comprend pas toutes les espèces (taxa) qui sont issues d'une ou plusieurs espèces du groupe.

tels groupes sont dits paraphylétiques ou encore polyphylétiques et sont le résultat d'une méthodologie boiteuse qui fait la part trop belle à la subjectivité des taxinomistes¹⁴⁹.

De plus, les groupes monophylétiques sensu Hennig (1966) auraient la continuité spatio-temporelle nécessaire pour être des individus¹⁵⁰, contrairement aux groupes monophylétiques sensu Simpson (1961). De fait, la situation des groupes monophylétiques sensu Hennig (1966) serait semblable à celle des espèces uniparentales en ce qui a trait à leur capacité à agir comme unité de l'évolution.

Thus, asexual species and monophyletic higher taxa are much in the same position. Both possess at least one of the characteristics necessary to function as units of evolution — continuity in time — but doubt exists if they possess sufficient unity and, if they do, how this unity is maintained (Hull, 1976, p. 184).

Toutefois, Wiley (1981) soutient que les taxa supérieurs sont des unités de l'histoire et non pas de l'évolution. Ils ne sont ni des individus ni des classes, mais plutôt des groupes historiques qui présentent certaines des caractéristiques d'un individu sans les posséder toutes car ils manquent :

- (1) De cohésion puisque les espèces qui les composent peuvent évoluer indépendamment ;
- (2) De continuité puisque qu'ils n'ont qu'une continuité historique et non pas une continuité dynamique (*ongoing continuity*) comme c'est le cas pour les espèces via la reproduction.

¹⁴⁹ Un reproche qu'adresse également la taxinomie numérique à la classification évolutionniste. Nous reviendrons sur ce sujet au chapitre suivant.

¹⁵⁰ Bien qu'il soit conscient que le statut ontologique des taxa supérieurs demeure incertain, Hull (1976) s'interroge à savoir si ceux-ci peuvent ou non être considérés comme des unités de l'évolution au même titre que les populations et les espèces.

The situation in the case of higher taxa is even more problematic. No one claims that genera, families, etc. can function as units of selection, but might not they form units of evolution? Certainly higher taxa evolve but do they respond as units in the evolutionary process the way that species and populations do (Hull, 1976, p. 183)?

Or, Hull (1976) nous dit que, pour être une unité de l'évolution, les taxa supérieurs doivent avoir la continuité spatio-temporelle propre aux individus et aussi une certaine cohésion, la première caractéristique étant nécessaire mais pas suffisante.

Le concept de groupe historique se présente donc comme la meilleure solution pour échapper à l'anti-réalisme épistémologique. De fait, Mayr et Ashlock (1991) s'accordent avec Wiley (1981) pour dire que les taxa supérieurs ne sont pas des classes, mais des particuliers (ou pour être plus précis des groupes historiques) puisqu'ils n'ont pas le même degré de cohésion que les espèces (taxa) qui sont, elles, des individus (Ghiselin, 1974 ; Hull, 1976).

Toutefois, Mayr (1970) admet même que certains taxa supérieurs comme les oiseaux s'accommodent d'une définition essentialiste, bien qu'il ne saurait être question pour lui d'attribuer aux taxa supérieurs une essence et qu'il faut faire bien attention ici à ne pas confondre les caractères nécessaires et suffisants pour définir un taxon avec les caractères diagnostiques que l'on retrouve dans les clés d'identification¹⁵¹.

Higher taxa are defined by intrinsic characteristics. Birds is the class of feathered vertebrates. Any and all species that satisfy the definition of “feathered vertebrate” belong to the class of birds. An essentialist (typological) definition is satisfactory and sufficient at the level of the higher taxa (Mayr, 1989, p. 140).

La classification évolutionniste défend la formation de groupes monophylétiques sensu Simpson (1961) en disant que l'élimination d'un taxon comme celui des reptiles vient à l'encontre de l'idéal de stabilité que doivent avoir les classifications afin de faciliter le repérage de l'information zoologique qu'elles contiennent. En effet, les groupes monophylétiques sensu Simpson (1961) sont constitués d'organismes qui ne sont pas trop disparates, comme c'est souvent le cas pour les groupes *holophylétiques* que forment la systématique phylogénétique (par exemple, le groupe des Archosauria qui regroupe les Crocodiles et les Oiseaux).

Because the goal of evolutionary systematics is to find homogeneous monophyletic groups, the resultant taxa, unlike those of strictly holophyletic classifications, are made up of reasonably similar organisms. Such groups are easier to remember and recognize (identify) than are many of the groups proposed by cladists (Mayr et Ashlock, 1991, p. 264).

Bref, par la formation de tels groupes, elle parvient à mieux refléter l'histoire évolutive que la systématique phylogénétique parce qu'elle tient compte à la fois de la cladogenèse et de

¹⁵¹ Dans le premier cas, il s'agirait de caractères appartenant exclusivement à un taxon qui en constitueraient en quelque sorte l'essence. Dans le second cas, les mêmes caractères peuvent servir à différencier des taxa bien différents. Toutefois, force est d'admettre, que dans certains cas la différence entre caractères diagnostiques et caractères nécessaires et suffisants est plutôt mince pour ne pas dire inexistante.

l'anagenèse. Ce qui lui permet de constituer des groupes naturels homogènes, faciles à reconnaître et à mémoriser, et généalogiquement circonscrits¹⁵².

La classification évolutionniste fait entrer dans la balance la capacité des classifications à entreposer l'information zoologique disponible. Ce faisant, elle reconnaît le bien-fondé de certain taxa supérieurs qui représentent une certaine étape évolutive (grade évolutif) même s'ils ont davantage le statut ontologique de classe que celui de groupe historique.

¹⁵² In summary, an evolutionary classification or a truly phylogenetic classification employs both cladogenesis and anagenesis to arrive at taxa that are genealogically circumscribed and reasonably homogeneous. As products of natural processes, these are natural groups, not created in the sense that phenetic groups are created (Mayr et Ashlock, 1991 p. 264).

Chapitre 9

LA TAXINOMIE : ART OU SCIENCE ?

S'il n'y a pas de nature, ni même d'ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité (essence), si les objets macroscopiques qui nous entourent ne sont que des agrégats de qualia dont l'assemblage est en dernière analyse livré à l'arbitraire, rien ne semble plus justifier dorénavant la co-générité et la co-spécificité sinon le désir de la raison classificatoire de mettre de l'ordre dans la nature.

De fait, aujourd'hui la position réaliste ne semble plus aller de soi. Se basant sur le principe méthodologique nominaliste, Panaccio (1991) n'hésite pas à dire que le fardeau de la preuve revient aux réalistes.

Aussi la doctrine réaliste, coûteuse et peu rentable, ne devrait-elle être adoptée que si sa rivale présentait elle-même des difficultés encore plus graves, si elle était intrinsèquement contradictoire, par exemple, ou si elle se révélait incompatible avec les théories scientifiques actuellement considérées par la communauté des savants comme les meilleures dont nous disposions (Panaccio, 1991, p. 224).

Bref, en raison de la force d'attraction de l'anti-réalisme épistémologique, qui s'est développé à partir de l'abandon de la notion de nature d'Aristote¹⁵³, du remplacement de la notion de substance première par celle d'agrégat de qualia (corps) et, finalement, de la critique de l'essentialisme à la lueur du transformisme, qui a sonné le glas de la pratique classificatoire typologique, les taxinomistes sont sommés de justifier leur croyance en l'existence de taxa naturels. En cela le sort réservé aux taxinomistes ne diffère pas de celui réservé à tous ceux qui demeurent des réalistes.

Au demeurant, ce qui se cache derrière la question de l'espèce (catégorie taxinomique) et le contentieux au sujet du statut des taxa supérieurs, ce sont des approches de la prise de décision différentes : une approche procédurale pour la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique ; une approche stratégique pour la classification évolutionniste.

En effet, incapable de sortir du dilemme que leur posent leur acceptation de la condamnation de l'essentialisme et leur hésitation à endosser pleinement l'anti-réalisme épistémologique, les écoles se contentent de proposer des approches de la prise de décision différentes en reportant leur attention sur la question de l'objectivité en science.

Comme nous le verrons plus en détail dans ce qui suit, les écoles se distinguent par la place qu'elles accordent à l'art du taxinomiste expérimenté dans la prise de décision en taxinomie. La taxinomie numérique et la systématique phylogénétique tentent de l'éliminer au maximum afin de rendre la taxinomie scientifique et objective tandis que la classification évolutionniste tente plutôt de l'encadrer.

Pour la taxinomie numérique, l'ensemble de la pratique classificatoire traditionnelle est marqué par l'absence de principes clairement définis et de méthodes rigoureuses, de ce fait la taxinomie est demeurée intuitive et le plus souvent inarticulée, un art plutôt qu'une science (Sokal et Sneath, 1963 p. vii). Elle s'est donc donnée pour mission de corriger cet état de fait en développant des méthodes objectives, explicites et qui peuvent être répétées (Sneath et Sokal, 1973 p. xii).

De même, aux yeux de la systématique phylogénétique, la pondération des caractères suivant leur importance adaptative que prône la classification évolutionniste est beaucoup trop vague pour conduire à une délimitation rigoureuse des taxa supérieurs¹⁵⁴. En effet, en raison du recours à l'intuition, il devient difficile de savoir exactement pourquoi tels taxa ont été créés, s'ils représentent une réalité dans la nature ou encore s'ils ont une quelconque signification évolutive.

¹⁵³ Avec la notion aristotélicienne de nature, le pluralisme ne conduit plus à l'anti-réalisme parce que l'on peut voir les différents concepts d'espèce comme la mise en évidence de manifestations différentes de la nature chez différents groupes d'organismes vivants.

¹⁵⁴ Il n'est pas question de porter ici un jugement de valeur sur les trois conceptions [il s'agit des trois écoles de taxinomie] qui viennent d'être brièvement comparées. On remarquera néanmoins le caractère très subjectif de la notion de grade évolutif; dans l'exemple pris ci-dessus il est aisé de taxer d'anthropocentrique la décision de considérer l'homínisation comme un saut évolutif majeur. Il n'existe malheureusement pas de taxinomie idéale et il n'est pas rare que des taxinomistes présentent des classifications s'inspirant à la fois de deux, voire des trois, conceptions différentes (Génermont, 1989, p. 115)!

Traditional systematic methods employ intuition. In practical terms, intuition is character weighting. The scientist studies a group of organisms, selects the character(s) believed to be important (i.e., conservative), and delimits species and groups of species based on these characters. Disagreements usually arise when different scientists think different characters are important. It is difficult to evaluate the evolutionary significance of groups classified by intuition because we do not know why they were created or whether they represent anything real in nature. Because these groups may not be defined at all or may be defined by characters that have no evolutionary significance, such groups may be artificial (Wiley *et al.*, 1991, p. 1).

La classification évolutionniste admet qu'elle laisse une certaine latitude aux taxinomistes dans la délimitation des groupes mais seulement en autant qu'ils ne perdent pas de vue qu'une bonne classification doit illustrer l'histoire évolutive. Il ne s'agit pas tant d'intuition que du jugement que les taxinomistes acquièrent avec les années et que nous appellerons *l'art du taxinomiste expérimenté*.

Cet art doit, entre autres, entrer en jeu dans la pondération des caractères parce que l'appréciation de la valeur évolutive des caractères requiert une connaissance approfondie de la biologie des taxa étudiés.

However, we must never lose sight of the fact that characters are of unequal importance. It is here that the art of the taxonomist comes in, for he has to decide what weight must be given to each character (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 107).

La systématique phylogénétique rétorque à cela que les groupes qu'elles forment respectent mieux que la classification évolutionniste le processus évolutif, c'est-à-dire la cladogenèse. De ce fait, il s'agit réellement de groupes naturels tandis que la classification évolutionniste propose maints groupes qui sont certes plus conviviaux, mais qui sont en définitive de simples constructions humaines ne reflétant en rien le processus évolutif.

The evolutionary taxonomic approach is not a viable alternate system of classification. Evolutionary taxonomic classifications seem at variance with what we know about evolutionary process. In those instances in which such evolutionary classifications differ from phylogenetic classifications, the resulting groups do not reflect the hypothesized process and direction of descent with modification [...] (Wiley, 1981, p. 268).

Au demeurant, la classification évolutionniste justifie sa façon de faire en disant qu'elle cherche à tenir compte de l'histoire évolutive dans toute sa complexité contrairement à la taxinomie numérique et en opposition à la systématique phylogénétique.

En effet, la taxinomie numérique se trouve à contourner la difficulté en plaçant les considérations phylogénétiques hors de l'activité classificatoire pour des raisons méthodologiques. Tandis que la systématique phylogénétique fait le pari de simplifier la tâche du taxinomiste sans pour autant trahir de façon importante l'histoire évolutive des groupes étudiés en proposant un seul mode de spéciation (la cladogenèse), une définition stricte de la monophylie et en ramenant toutes les relations entre taxa à la proche parenté, donc en ignorant les liens de descendance¹⁵⁵.

Par exemple, dans toute cette question de la délimitation des taxa monophylétiques qui oppose avant tout la systématique phylogénétique à la classification évolutionniste, cette dernière tient compte, même si aucun cas sûr n'a été documenté à ce jour, de la parallélophyly, c'est-à-dire de l'apparition du même caractère apomorphe dans deux lignées sœurs dont l'ancêtre commun ne possédait pas ce caractère dans son phénotype mais plutôt caché dans son génotype (*hidden propensities*). Plusieurs se sont alors demandés si un groupe formé de deux lignées sœurs où un caractère diagnostique est apparu par parallélophyly peut être qualifié de monophylétique ou non.

There has been much soul-searching among students of phylogeny as to whether a group or taxon in which a diagnostic character originated by such parallelphyly qualifies as monophyletic [...] (Mayr et Ashlock, 1991, p. 256).

Une solution possible serait de reprendre la définition de monophylie de Hennig (1966) qui inclut automatiquement les espèces souches à l'intérieur du taxon que forment les deux groupes frères, mais cette définition soulève des difficultés parce qu'en raison des imperfections du registre fossile, il n'est pas possible de déterminer l'espèce ancestrale. Par exemple dans le cas des oiseaux, nous ne savons pas à partir de quelle famille de reptiles ils proviennent, encore moins de quel genre ou de quelle espèce (taxon)¹⁵⁶. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser la définition de monophylie de Simpson (1961) qui exige seulement qu'un

¹⁵⁵ Il faut aussi mentionner que la systématique phylogénétique, en ignorant l'importance adaptative des autapomorphies, semble se rapprocher de ceux qui tempèrent la valeur adaptative de bon nombre de caractères des organismes vivants.

¹⁵⁶ In the case of birds, we do not even know from what family of reptiles they arose, not to mention from what genus or species (Mayr et Ashlock, 1991, p. 256).

taxon provienne d'un seul taxon de même niveau taxinomique ou de niveau taxinomique inférieur.

Certains objectent alors qu'avec la définition de Simpson (1961), le statut de groupe monophylétique risque d'être accordé à des taxa qui en fait sont polyphylétiques. Mais encore faut-il commencer par définir ce qu'on entend par polyphylye. Deux cas peuvent se présenter :

(1) La polyphylye par convergence, c'est-à-dire que le taxon est composé de lignées évolutives dont les ancêtres appartiennent à des taxa non apparentés (*unrelated*)¹⁵⁷.

Ici, les taxa formés à partir de groupes ayant bel et bien évolué indépendamment (polyphylye par convergence) ne sont pas monophylétiques.

(2) La polyphylye qui est causée par l'acquisition de la même apomorphie chez plusieurs lignées apparemment indépendantes, mais qui, dans les faits, proviennent des différents membres d'un taxon qui ont hérité de leur ancêtre commun un génotype où ce caractère apomorphe est en puissance.

Ce second cas de polyphylye est de la parallélophylye. Or, les groupes parallélophylétiques sont en fait monophylétiques au sens de Simpson (1961) puisqu'ils proviennent bien d'un seul taxon (*single nearest ancestral taxon*).

Bref, la complexité de l'histoire évolutive, nous enseigne qu'il est préférable de se montrer prudent et donc de ne pas adopter une définition trop stricte de la monophylie¹⁵⁸. N'empêche qu'aux dires des deux autres écoles, la méthode que met de l'avant la classification évolutionniste est tout sauf scientifique puisqu'elle fait beaucoup trop appel à la subjectivité des taxinomistes.

¹⁵⁷ *Unrelated* means that their nearest common ancestor has also given rise to lineages placed in other taxa that are not ancestral to the polyphyletic taxon (Mayr et Ashlock, 1991, p. 260).

¹⁵⁸ Cet exemple montre bien que la classification évolutionniste cherche à classer avant tout les génotypes et non les phénotypes. Cette insistance a été perçue, par la systématique évolutive, comme une tentative de renouer avec l'essentialisme dans la mesure où le partage de la même essence que renferme le génotype (« hidden propensities ») semble s'apparenter au partage de la même essence dû au fait que les deux sont difficilement observables, sinon carrément inobservables. Il s'agit de toute évidence d'une analogie d'inspiration empiriste qui a peu à voir avec le concept aristotélicien de nature, comme nous le verrons dans la conclusion générale.

De fait, la méthodologie (l'analyse cladistique) de la systématique phylogénétique (tout comme d'ailleurs les méthodes adoptées par la taxinomie numérique) contraint les taxinomistes à former toujours le même type de regroupements tandis qu'au contraire, la classification évolutionniste laisse place au jugement dans la formation des taxa¹⁵⁹, c'est-à-dire à l'art du taxinomiste expérimenté. C'est pourquoi contrairement aux deux autres écoles, la classification évolutionniste n'aurait pas de principes clairs, ni de méthode précise à proposer. Or, qu'en est-il au juste ?

Lorsque vient le temps de parler des méthodes en taxinomie, il n'est pas rare que la systématique phylogénétique et la taxinomie numérique soient présentées comme deux extrêmes¹⁶⁰ alors que la classification évolutionniste occuperait une position intermédiaire¹⁶¹. Cela a pour conséquence de donner l'impression que la méthode de cette dernière est mal définie¹⁶² ou, à tout le moins, un mélange des deux autres.

¹⁵⁹ *A taxon is a named taxonomic group of any rank that is considered sufficiently distinct by taxonomists to be formally recognized and assigned to a definite category.* This definition calls attention to the fact that the delimitation of a taxon against other taxa of the same rank is usually subject to the judgment of the taxonomist (Mayr et Ashlock, 1991, p. 20).

¹⁶⁰ At the one extreme, there are those who favor a fairly direct evaluation on the basis of physical properties, with classification being done in terms of similarity and difference (Sneath and Sokal, 1973) [...] At the other extreme, we have the classifiers for whom evolution is all [...] This school of classification, known [...] as “phylogenetic” or “cladistic” [...] (Ruse, 1988, p.57-58).

¹⁶¹ Toutefois, il est intéressant de noter que selon Eldredge et Cracraft (1980), la systématique phylogénétique occupe une position intermédiaire entre la classification évolutionniste et la taxinomie numérique parce qu'elle ne prétend pas illustrer aussi finement que la première l'évolution des taxa (elle se contente de déterminer la proche parenté sans égard pour les liens ancêtre-descendant) sans toutefois aller jusqu'à rejeter, comme le fait la seconde, tout souci de rendre compte de l'histoire évolutive.

The third school, “cladistics”, or “phylogenetic systematics”, seems, in many respects, to occupy an intermediate position on these various issues (Eldredge et Cracraft, 1980, p. 9-10).

¹⁶² C'est l'opinion qu'émet Sneath (1983).

The two major general systems are phenetic and phylogenetic. I have little to say about evolutionary classification, because of the difficulty of defining it clearly. It is my impression that it is basically phenetic but with weighting for adaptiveness, genomic properties and phylogeny in an ill-defined way (Sneath, 1983, p. 24).

Panchen (1992) parle de la classification évolutionniste comme d'une rationalisation *post hoc* de la pratique classificatoire traditionnelle post-darwinienne. Il parle aussi d'inertie taxinomique.

Any text attempting to explain the methods of traditional taxonomy thus as evolutionary was sure to be to some extent a work of post hoc rationalisation (Panchen, 1992, p. 125).

Toutefois, si nous regardons les trois écoles par rapport à la prise de décision, plutôt qu'en lien avec leur propension à utiliser un outil méthodologique ou un autre comme point de départ (l'analyse de groupement ou à l'analyse cladistique), il appert que la méthode que propose la classification évolutionniste n'est pas mal définie ou mixte, mais s'inscrit plutôt dans une approche stratégique de la prise de décision au lieu d'une approche procédurale, comme c'est le cas pour les deux autres écoles.

En gestion (Robbins, 1994 ; Bergeron, 1986), il est généralement question de :

(1) Décisions programmées ;

Ici, les décisions peuvent être faites en suivant une routine. Les événements étant répétitifs et fréquents, la procédure et les politiques peuvent être prévues.

(2) Décisions non programmées.

Dans ce second cas, les décisions demandent une solution originale. Les événements étant occasionnels, le jugement, la créativité et l'esprit analytique sont importants.

Au reste, Berit Brogaard soutient que la prise de décision, qui est analogue à la formation d'hypothèse (abduction), est rationnelle dans un autre sens que la déduction. Tandis que cette dernière trouve sa rationalité dans le fait qu'elle est gouvernée par des règles qui spécifient ce qui doit être fait — « tell us what moves to make in a given situation without evaluating the move » (1999, p. 384) —, la prise de décision trouve sa rationalité dans le cadre d'une stratégie globale. Les règles nous indiquent ce qui nous est permis ou non de faire alors que les principes stratégiques cherchent à nous conduire vers le but fixé.

[...] strategic principles differ from other laws by their propensity to lead a person to a desired aim. Definitory laws do not lead a person to a desired aim; they merely give him the permission to make certain correct moves (Brogaard, 1999, p. 384).

Bien entendu, il n'est pas question ici de discuter à fond de la théorie de la prise de décision ou encore de la notion d'abduction. Par contre, en nous inspirant de la typologie issue des sciences administratives et de la distinction faite par Brogaard (1999), nous pouvons regrouper les trois écoles selon deux approches de la prise de décision :

(1) L'approche procédurale¹⁶³, qui regroupe la systématique phylogénétique et la taxinomie numérique, est basée sur des règles¹⁶⁴ qui indiquent aux taxinomistes ce qu'ils peuvent ou ne peuvent pas faire dans telle ou telle circonstance ;

(2) L'approche stratégique¹⁶⁵, qu'adopte la classification évolutionniste, est basée sur des lignes directrices¹⁶⁶ qui aident les taxinomistes à atteindre leur but.

9.1 L'approche procédurale

Si la classification évolutionniste octroie une place à l'art du taxinomiste expérimenté dans la prise de décision taxinomique, la taxinomie numérique a réagi violemment contre cette façon de concevoir la pratique taxinomique — tout comme d'ailleurs les cladistes qui partagent avec les phénéticistes « a dissatisfaction with what they thought was the subjectivity of evolutionary taxonomy » (Sober, 1993, p. 165) — en proposant une méthodologie qui permet de regrouper les animaux sans recourir à des hypothèses ad hoc sur leur phylogénie.

On sait que la réaction violente des phénéticistes orchestrée par Sneath et Sokal visait à compenser cet aspect de postulation « historiciste » et de construction ad hoc à l'arrière-plan de la causalité phylogénétique : l'intention était alors de se restreindre à une méthodologie empiriste et à une modélisation en quelque sorte objective des rapports sur lesquels se fonderait la classification hiérarchique englobante des formes vivantes dans leur ordre (Duchesneau, 1997, p. 43).

Toutefois, selon Jean Générmont, la taxinomie numérique ne parvient pas à éliminer la subjectivité du processus décisionnel car à chacune des étapes le taxinomiste est appelé à trancher. Et comme aucune « de ces décisions n'est objective [...] le but initial de la taxinomie phénétique n'est pas atteint » (1989, p. 112).

¹⁶³ A procedure is a series of interrelated sequential steps that a manager can use for responding to a structured problem (Robbins, 1994, p. 163).

¹⁶⁴ A rule is an explicit statement that tells a manager what he or she ought or ought not to do (Robbins, 1994, p. 164).

¹⁶⁵ La prise de décision stratégique s'apparente aussi à la rationalité subjective « selon laquelle le décideur aborde un problème complexe par étapes et lui recherche une solution satisfaisante » (Baillard, 1998, p. 94).

¹⁶⁶ [...] a policy (...) provides guidelines to channel a manager's thinking in a specific direction. In contrast to a rule, a policy establishes parameters for the decision maker rather than specifically stating what should or should not be done. [...] The latter [policy] requires judgment and interpretation; the former do not (Robbins, 1994, p. 164).

De fait, une lecture attentive du livre de Sokal et Sneath (1973) montrent bien qu'à maintes occasions, les auteurs n'ont pas d'autres choix que d'admettre qu'il y a une part d'arbitraire dans ce qu'ils proposent. Ils parlent volontiers de sens commun, de jugement¹⁶⁷, d'intuition¹⁶⁸, d'expertise¹⁶⁹, de préférence individuelle.

When the measurement scale is such that several possible coefficients may be employed, the choice among coefficients is often based on the worker's preference in terms of conceptualization of the similarity measure. Thus distances are preferred by some, and association coefficient are preferred by others (Sneath et Sokal, 1973, p. 146).

Ainsi, les résultats varient selon les algorithmes utilisés dans l'analyse de groupement. Or, le choix de l'algorithme est fait par les taxinomistes selon la façon qu'ils envisagent a priori la distribution des organismes ou selon le type de classification qu'ils désirent obtenir.

Although the end result of the clustering process is necessarily determined by the inherent structure and relations of the OTU's, it is also appreciably affected by the choice of a clustering algorithm. This algorithm in turn is chosen by the taxonomist because of certain a priori views of the distribution of the organisms in space or the type or shape of the classification that he wishes to obtain (Sneath et Sokal, 1973, p. 189).

Quant à la systématique phylogénétique, nous retrouvons dans les livres de Wiley (1981), Eldredge & Cracraft (1980) là aussi des allusions à l'art du taxinomiste expérimenté que ce soit dans la prise de décision au niveau des espèces (taxa)¹⁷⁰, dans la détermination des

¹⁶⁷ *Meaningless Characters*. It is undesirable to use attributes that are not a reflection of the inherent nature of the organisms themselves. [...] characters whose response to the environment is so variable that it is not possible to decide what is environmentally and what is genetically determined [...] This is a matter of scientific judgment, not simply of taxonomic method, and each case must be treated on its merits (Sneath et Sokal, 1973, p. 103).

¹⁶⁸ [...] the numerical taxonomist wishing to proceed expeditiously in classifying groups of organisms may need to rely almost entirely on his intuitive appreciation of homologies when defining and coding characters (Sneath et Sokal, 1973, p. 90).

But when all is said and done, the validation of similarity measure by the scientists working in a given field has so far been primarily empirical, a type of intuitive assessment of similarity based on complex phenomena of human sensory physiology (Sneath et Sokal, 1973, p. 146).

¹⁶⁹ Only specialists in the various groups will be in a position to define and describe unit taxonomic characters in the organisms they are studying (Sneath et Sokal, 1973, p. 90).

¹⁷⁰ La classification évolutionniste pondère l'importance à accorder à la variation des caractères dans la constitution des phéna sensu Mayr (1969). Pour Mayr et Ashlock (1991), les meilleurs ordinateurs ne peuvent

caractères plésiomorphes où le sens commun doit jouer un rôle¹⁷¹, ou encore dans le choix entre différents cladogrammes où les préférences des chercheurs ne peuvent être ignorées¹⁷².

De fait, l'application de la méthode cladistique à un groupe d'organismes vivants est un processus d'essais et d'erreurs en raison des nombreux problèmes rencontrés et des nombreuses décisions à prendre en cours de route.

No one description of methods can lead investigators step by step through the countless problems and decisions which arise in a real biological example (...) Our own experiences, and those of our students, have convinced us the only way to fully understand the conceptual aspects of cladistic analysis is to apply the methodological theory to a group of organisms. It is a process of trial and error [...] (Eldredge et Cracraft, 1980, p. 41).

Cependant, même si la taxinomie numérique et la systématique phylogénétique ne sont pas parvenues à éliminer complètement ce besoin de recourir à l'art du taxinomiste expérimenté dans l'activité classificatoire, il n'en demeure pas moins vrai qu'elles cherchent premièrement à mieux encadrer l'art du taxinomiste, deuxièmement, à rendre moins fréquent son recours, et troisièmement, à standardiser le processus décisionnel.

pas remplacer la connaissance qu'ont les taxinomistes expérimentés de la variation intraspécifique à laquelle nous devons nous attendre en face d'un groupe d'animaux donné.

The experienced taxonomists knows what variations to expect within a biological species. No computer method has been found that can empirically assign phena to species. The taxonomist does this rapidly and with a high degree of precision on the basis of accumulated knowledge of the biology of the species concerned (Mayr et Ashlock, 1991, p. 30).

Sur ce point Wiley (1981) reconnaît lui aussi l'importance de l'expertise humaine puisqu'il convient que les critères pour déterminer les espèces varient d'un groupe à l'autre. Par exemple, ce qui semble être tout simplement une variation entre dèmes pour un ichthyologiste sera vu par un entomologiste comme le signe que nous sommes en présence d'espèces distinctes (et vice versa).

Experts with different groups of organisms frequently employ different criteria in determining the species status of populations. They do this because the biological attributes of various groups may be quite different. What may seem like local demic variation to an ichthyologist may indicate distinct species to an entomologist (or vice versa). Thus, *there is no substitute for knowing as much about the biology of the organisms as possible* (Wiley, 1981, p. 59).

¹⁷¹ [...] not every homologue must be tested in every hypothesis, only the hypothesized synapomorphies. It is only common sense to accept that the hair of horses and foxes are plesiomorphic homologues, common sense gained from previous experience about phylogenetic relationships of Mammalia (Wiley, 1981, p. 139-140).

¹⁷² The concepts of synapomorphy and homology can be viewed in another way, one which pertains to defining group membership. As will be developed in more detail later, the "test" for synapomorphy is not empirically observed similarity [...], but the congruence of other hypothesized synapomorphies in defining sets of a

La taxinomie numérique et la systématique phylogénétique cherchent donc toutes les deux à décharger autant que faire se peut le taxinomiste du fardeau de la décision. Toutefois, comme nous allons le voir, les deux écoles n'utilisent pas les mêmes moyens pour parvenir à leur objectif commun de rendre le plus impersonnel possible la prise de décision en taxinomie.

9.1.1 La taxinomie numérique

La taxinomie numérique se sert à la fois de la précision qu'offre la quantification et de la crédibilité dont bénéficie l'application des règles de l'analyse statistique comme parade à la subjectivité. Elle fait donc sienne la pensée instrumentale qui voit dans les mathématiques la base sur laquelle l'entreprise scientifique doit s'asseoir¹⁷³.

Elle cherche à rendre le processus décisionnel en taxinomie le plus explicite possible afin de permettre un jour aux ordinateurs d'établir *automatiquement* les classifications à partir des données disponibles, rendant le recours à l'intuition impossible par le fait même.

Pheneticists sought to make their method explicit, so that computers could generate classifications from the data of similarity and difference. By forcing one's methodology out in the open, it would be impossible to appeal to “intuition”, which pheneticists felt was a dodge for defending an ill-concieved orthodoxy (Sober, 1993, p. 165).

En agissant de la sorte, la taxinomie numérique réduit-elle la taxinomie à une simple technique — les taxinomistes étant alors de simples exécutants se contentant de suivre les

cladogram and, ultimately, the systematist's preference for that cladogram in contrast to alternatives that might have been chosen (Eldredge et Cracraft, 1980, p. 37).

¹⁷³ Rappelons que, selon Alexandre Koyré la pensée instrumentale a conduit à la géométrisation de l'univers en physique.

[...] la science moderne se constitue en substituant au monde qualitatif, ou plus exactement *mixte*, du sens commun (et de la science aristotélicienne), un monde archimédien de géométrie devenu réel ou — ce qui est exactement la même chose — en substituant au monde du plus ou moins qu'est celui de notre vie quotidienne, un Univers de mesure et de précision. En effet, cette substitution exclut automatiquement de l'Univers tout ce qui ne peut être soumis à mesure exacte (Koyré, 1973, p. 291).

Or, pour certains, la biologie, tant fonctionnelle qu'évolutive, devrait voir cette géométrisation comme un idéal à atteindre. Un exemple suffira : Jean Chaline, Laurent Nottale et Pierre Grou proposent de rendre compte des séquences temporelles des grands sauts évolutifs « par une loi log-périodique caractérisée par une époque critique de convergence T_c , qui dépend de la lignée considérée et qui peut s'interpréter comme la fin de la capacité d'évolution de cette lignée » (1999, p. 717).

règles et la procédure sans se poser de question — comme le prétend Kiriakoff (1962)¹⁷⁴ ou comme le laisse entendre Johnson (1970, p. 235) lorsqu'il parle de terrain de jeu pour les techniciens ?

Certes, les taxinomistes traitent des informations complexes et maîtrisent des outils mathématiques, mais nous croyons plutôt que la taxinomie numérique se conforme tout simplement à l'idée que pour obtenir des observations objectives et faillibles, il faut que la procédure soit clairement définie (*straightforward*).

According to the view put forward here, observations suitable for constituting a basis for scientific knowledge are both objective and fallible. They are objective insofar as they can be publicly tested by straightforward procedures, and they are fallible insofar as they may be undermined by new kinds of tests made possible by advances in science and technology (Chalmers, 1999, p. 25).

De plus, influencée par l'idée moderne que les connaissances ne sont pas vraies parce qu'elles sont conformes aux choses, mais davantage parce qu'elles proviennent de la juste conduite de la raison¹⁷⁵, la taxinomie numérique vise à rendre explicite le processus classificatoire afin de s'assurer pas tant des résultats, que de s'assurer que les méthodes utilisées répondent au mode de fonctionnement de la raison humaine, ce qui suffit à garantir les résultats obtenus.

Ainsi la taxinomie numérique affirme former des taxa polythétiques parce que l'aspect statistique des classes polythétiques correspond à la manière qu'a l'être humain de digérer l'information et de former des concepts; un concept étant la description sommaire d'une classe qui indique la tendance principale des membres de cette classe (*measure of central tendency of the patterns of its members*).

If humans process information and form concepts on the basis of polythetic classes, it would seem desirable for classifications constructed for human use to be based on such principles as well (Sokal, 1986, p. 425).

Au reste, la taxinomie numérique fait reposer les décisions taxinomiques sur les résultats de l'analyse statistique des données. Or, nous retrouvons, dans cette façon de voir la prise de

¹⁷⁴ For all purposes, their method has much more of a technique than of a biological science. Fascinating as it may be, it cannot be placed on the same level as pure science (Kiriakoff, 1962, p. 184).

¹⁷⁵ Voir chapitre 2.

décision, les traces du positivisme¹⁷⁶ d'Auguste Comte et de sa théorie des trois états¹⁷⁷ où la précision et la certitude des sciences expérimentales sont appelés à arracher les humains des griffes de l'irrationnel mythologique et religieux ou encore à David Hume qui propose de brûler tous les ouvrages qui ne contiennent pas de raisonnement abstrait sur la quantité ou de raisonnements expérimentaux sur des questions de fait.

Quand, persuadés de ces principes, nous parcourons les bibliothèques, que nous faut-il détruire? Si nous prenons en main un volume de théologie ou de métaphysique scolastique, par exemple, demandons-nous : *Contient-il des raisonnements abstraits sur la quantité ou le nombre?* Non. *Contient-il des raisonnements expérimentaux sur des questions de fait et d'existence?* Non. Alors, mettez-le au feu, car il ne contient que sophismes et illusions (Hume, 1969, p. 222).

En outre, l'utilisation des méthodes numériques comme panacée à l'incertitude dans la prise de décision, nous renvoie aussi au problème de la mesure, plus précisément au lien entre précision et certitude dans l'expérience particulière.

Grâce à son instrumentation, les sciences expérimentales sont parvenues à une très grande précision dans la mesure des aspects quantitatifs associés aux phénomènes. Or, une augmentation dans la précision n'entraîne pas automatiquement une augmentation dans la certitude ou dans la capacité de faire des prédictions. Par exemple, dire que les tigres ressemblent aux lions est une affirmation imprécise mais assez certaine à partir de laquelle nous pouvons faire certaines prédictions qui ont de bonnes chances d'être justes sur le mode de vie, la physiologie, l'anatomie, etc. Par contre, affirmer que l'indice de similitude des tigres et des lions est de 0,64 au lieu de 0,6 paraît moins certain¹⁷⁸ et ne semble pas autoriser de meilleures prédictions.

De plus, nous sommes en droit de nous demander si, en écartant les considérations évolutives de l'activité classificatoire au nom de l'opérationnalisme et en se conformant aux positions

¹⁷⁶ Positivisme. B. On donne par extension le nom de positivisme à des doctrines qui se rattachent à celle d'Auguste Comte ou qui lui ressemblent, quelquefois même d'une manière assez lointaine, et qui ont pour thèses communes que seule la connaissance des faits est féconde; que le type de la certitude est fourni par les sciences expérimentales [...] (Lalande, 1983, p. 792-793).

¹⁷⁷ La loi d'évolution consiste dans le passage de l'humanité par trois états successifs, l'état théologique, l'état métaphysique et l'état positif (Comte, 1917, p. 246).

¹⁷⁸ Un changement dans la méthode de calcul pourrait nous conduire à un indice de 0,63 ou encore 0,65.

empiristes de Gilmour (1937 ; 1940)¹⁷⁹, la taxinomie numérique ne classe pas plutôt des artefacts de la raison humaine qu'à proprement parler des organismes vivants. Cela expliquerait d'ailleurs pourquoi la procédure classificatoire qu'elle propose peut être appliquée, selon Sneath et Sokal (1973) sans grandes difficultés aux objets les plus divers en autant que ceux-ci puissent être remplacés par des ensembles de mesures (des agrégats de qualia ou ensembles de caractères).

En conclusion, il est inexact de présenter la taxinomie numérique comme une « empirical nontheoretical approach » (Ruse, 1988, p. 58), le choix et la quantification des caractères ne se font pas sans connaissances anatomiques, morphologiques, physiologiques et éthologiques préalables des spécimens à classer, ni même des classifications en vigueur. Elle ne cherche pas donc à éliminer complètement les a priori théoriques, elle élimine seulement les considérations phylogénétiques parce qu'elle les considère comme trop incertaines pour assurer la bonne marche de l'activité classificatoire¹⁸⁰.

Ainsi, bien qu'elle invite les taxinomistes à suivre à la lettre une procédure bien précise, elle n'interdit pas pour autant toute remise en question des classifications obtenues grâce à leur méthode compte tenu des changements dans les connaissances biologiques que les taxinomistes ont des groupes étudiés.

De fait, la comparaison des résultats obtenus suivant les différentes méthodes de calcul des coefficients de similitude et d'analyse de groupement employées en fonction de la biologie des groupes étudiés fait partie intégrante du travail des taxinomistes.

9.1.2 La systématique phylogénétique

Tout comme la taxinomie numérique, la systématique phylogénétique propose de se défaire de l'obligation de recourir à l'arbitraire dans la prise de décision en taxinomie, ou, à tout le moins, de restreindre l'emploi de l'art du taxinomiste expérimenté.

¹⁷⁹ Voir chapitre 2.

¹⁸⁰ Cela nous rappelle ce que nous disions au chapitre 8 sur la pensée instrumentale et la juste conduite de la raison selon Descartes.

Par contre, au lieu de tenter de conformer la taxinomie à une philosophie des sciences d'inspiration empiriste et de miser ainsi sur la quantification de l'observable comme panacée au subjectivisme, elle propose plutôt une méthode d'analyse des caractères (base observationnelle), complétée par des règles et des conventions obligatoires, qui fait en sorte que la taxinomie s'appuie seulement sur des hypothèses de proche parenté dans l'établissement des classifications naturelles. Elle n'a donc pas recours, contrairement à la classification évolutionniste, aux scénarios de descendance dans l'établissement des classifications naturelles.

En agissant de la sorte, la taxinomie répondrait, pour son plus grand bien, au critère de démarcation énoncé par Karl R. Popper¹⁸¹ et acquerrait le statut de science en plus d'être débarrassée de l'obligation de recourir abusivement à l'art du taxinomiste expérimenté¹⁸².

Toutefois, la systématique phylogénétique ne prétend pas que les classifications qu'elle construit soient un reflet authentifié de la phylogénie réelle des organismes vivants. Elle ne cherche pas à vérifier mais à corroborer ce qu'elle avance¹⁸³. En cela, elle se conforme donc aux limites que les conceptions épistémologiques modernes attribuent à la raison humaine dans sa quête de la vérité.

Ainsi, Engelmann et Wiley (1977) mentionnent que plus une hypothèse est susceptible d'être corroborée plus grand est son contenu empirique et plus grande est aussi son utilité pour l'avancement des connaissances.

¹⁸¹ Toutefois, j'admettrai certainement qu'un système n'est empirique ou scientifique que s'il est susceptible d'être soumis à des tests expérimentaux. Ces considérations suggèrent que c'est la falsibilité (sic) et non la vérifiabilité d'un système, qu'il faut prendre comme critère de démarcation. En d'autres termes, je n'exigerai pas d'un système scientifique qu'il puisse être choisi, une fois pour toutes, dans une acception positive mais j'exigerai que sa forme logique soit telle qu'il puisse être distingué, au moyen de tests empiriques, dans une acception négative : un système faisant partie de la science empirique doit pouvoir être réfuté par l'expérience (Popper, 1978, p. 37).

¹⁸² We feel that the philosophy of science advocated by Popper (1968a,b) is a useful point of view for constraining the systematist to evaluate his hypotheses objectively (Engelmann et Wiley, 1977, p. 3).

G. F. Engelmann et E. O. Wiley se considèrent donc des popperiens dans le sens qu'ils acceptent «...the basic attitudes expressed by Popper toward hypothesis testing—once a new hypothesis is forwarded the investigator should attempt to falsify it in an objective manner and the attempt to falsify rather than verify hypotheses is the key to objectivity » (1977, p. 3).

Hypotheses which are more highly corroborable (potentially) are said to have greater empirical content (Popper 1968a,b) and are to be preferred as more useful than alternative hypotheses (Engelmann et Wiley, 1977, p. 5).

Or, les hypothèses de proche parenté que l'analyse cladistique permet de formuler posséderaient un fort contenu empirique en raison du principe de parcimonie qui préside au choix entre les différentes hypothèses (cladogrammes) émises à partir de chacune des synapomorphies prises séparément.

C'est parce qu'il est fondé sur le principe de parcimonie que le cladogramme peut être testé, soumis à la réfutation. L'information transmise sur les caractères des ancêtres (les nœuds) et sur la subordination des groupes frères peut être vérifiée en cherchant s'il n'existe pas d'arbre plus court : en cherchant à détruire le cladogramme proposé. C'est pourquoi le critère de démarcation de Karl Popper a été invoqué à la suite de Roger Miles par maints cladistes parmi lesquels je me range, pour justifier la supériorité des constructions cladistiques (Tassy, 1991, p. 232).

C'est pourquoi il faut préférer les hypothèses de proche parenté aux scénarios de descendance que la classification évolutionniste élabore à partir d'un ensemble d'hypothèses¹⁸⁴ qui demeurent difficilement falsifiables par manque d'information, mais aussi en raison des difficultés que pose l'utilisation des données stratigraphiques pour la reconnaissance des ancêtres.

À ce sujet, Engelmann et Wiley (1977) posent d'ailleurs trois questions :

(1) Est-ce que les espèces fossiles peuvent être identifiées comme des ancêtres par des critères qui ne dépendent pas de l'opinion du chercheur ?

¹⁸³ Corroboration is provided by finding a character shared by taxa 2 and 3 but missing in taxon 1 since such a distribution would be consistent with the phylogenetic statement 3a but would contradict the alternatives 3b and 3c (Engelmann et Wiley, 1977, p. 6).

¹⁸⁴ Ces hypothèses sont élaborées à partir des données génétiques, de l'analyse cladistique, de l'analyse de groupement, de l'évaluation du degré de divergence à partir des autapomorphies, des données paléontologiques, des données stratigraphiques etc.

De fait, la construction de scénario reposerait sur ce que Willi Hennig entend par *method of reciprocal illumination*, c'est-à-dire « Justaposition of parts to the whole presents the practical possibility of advancing, in a succession of mental acts, to successively higher points of view » (1966, p. 21).

Or, toujours selon Hennig (1966), la systématique phylogénétique ainsi que toutes les sciences utiliseraient cette méthode, qui, d'un point de vue logique, apparaît circulaire mais qui ne l'est pas d'un point de vue pratique. Il donne comme exemple de cette méthode les études en ethnologie.

(2) Si on ne peut pas identifier les ancêtres, peut-on néanmoins formuler des hypothèses testables sur les liens ancêtre-descendant?

(3) Si on peut formuler des hypothèses de descendance objectives, est-ce que ces ancêtres (présumés) peuvent servir comme données dans la reconstruction de la phylogénie ?

La réponse à la première question est NON parce qu'on ne peut pas reconnaître avec certitude que tel taxon est l'ancêtre de tel autre taxon, cela demanderait une connaissance parfaite (« final knowledge »). Or, être un ancêtre ne va pas de soi (*ancestry is not self-evident*) (Engelmann et Wiley, 1977, p. 4).

La réponse à la deuxième question est NON parce que les hypothèses de descendance ne sont pas objectives; les autapomorphies et les symplesiomorphies ne permettent pas de trancher entre les différentes hypothèses de proche parenté (cladogrammes) émises dans le cas modèle des trois taxa puisqu'ils sont en accord (*consistent with*) avec chacune d'elles.

A character shared by all three taxa or a character unique to only one of the three is consistent with any of the three possible hypotheses (Engelmann et Wiley, 1977, p. 6).

Donc, en réponse à la troisième question, comme on ne peut pas formuler des hypothèses de descendance objectives, les ancêtres (présumés) ne peuvent pas servir comme données dans la reconstruction de la phylogénie. C'est pourquoi lorsqu'elles sont connues, les espèces fossiles ou les espèces souches (présumées éteintes) appartenant à un groupe doivent être incluses dans les classifications phylogénétiques avec un statut particulier¹⁸⁵.

Au demeurant, le respect du critère de démarcation de Popper suffit-il vraiment à écarter le recours à l'art du taxinomiste expérimenté ? L'emphase mise sur le respect de ce critère comme trait distinctif de la systématique phylogénétique ne s'apparente-t-elle pas plutôt à une reconstruction a posteriori afin de se conformer à ce que l'on croit être le canon de la science ?

¹⁸⁵ Voir chapitre 5 page 71.

Et, finalement, le critère de démarcation rend-il vraiment compte du développement des connaissances taxinomiques¹⁸⁶?

Pour commencer, les hypothèses portant sur la proche parenté seraient facilement falsifiables parce qu'elles sont basées sur l'étude des synapomorphies que présentent les espèces actuelles. De ce fait, il serait toujours possible de formuler des énoncés singuliers qui les contrediraient s'ils étaient attestés¹⁸⁷.

Or, l'analyse cladistique conduit le plus souvent les taxinomistes à énoncer plusieurs hypothèses qui se falsifient plus ou moins mutuellement¹⁸⁸ puisque « Each character provides a test » (Engelmann et Wiley, 1977, p. 6).

Si nous regardons la méthode d'analyse cladistique nous voyons qu'au début, lorsque les taxinomistes tentent de déterminer la proche parenté de trois taxa (*three-taxon problem*), il n'est pas encore question, à strictement parler, de caractères apomorphes ou plésiomorphes ; la comparaison s'effectue à partir d'un certain nombre de caractères sans que leur polarité soit déterminée¹⁸⁹. Si l'examen des caractères conduit à plusieurs hypothèses (cladogrammes) contradictoires alors l'hypothèse qui présente le moins d'erreur (*internal inconsistencies*), c'est-à-dire qui nécessite le moins d'hypothèses ad hoc (le moins de cas d'homoplasie), est choisie par l'application du principe de parcimonie. Il agit de la sorte afin minimiser le nombre de suppositions ne pouvant être testées (*untestable assumptions*), les hypothèses les plus parcimonieuses étant celles qui sont les plus corroborées.

¹⁸⁶ Plusieurs ont souligné les difficultés du réfutationnisme à rendre compte du développement de la physique mathématique — la théorie gravitationnelle de Newton, la théorie atomique de Bohr, la théorie cinétique et la révolution copernicienne en sont de bons exemples (voir Chalmers, 1999).

¹⁸⁷ [...] l'on qualifie une théorie d'« empirique » ou de « falsifiable » si elle divise, de manière précise, la classe de tous les énoncés de base en deux sous-classes non vides : celle de tous les énoncés de base avec lesquels elle est en contradiction (ou qu'elle exclut ou défend) et que nous appelons la classe des *falsificateurs virtuels* de la théorie et celle des énoncés de base avec lesquels elle n'est pas en contradiction (ou qu'elle « permet ») (Popper, 1978, p. 84).

¹⁸⁸ Les énoncés de base qui ne sont pas en contradiction avec un cladogramme peuvent l'être avec un autre et donc faire partie de la classe de ses falsificateurs virtuels.

¹⁸⁹ Bien entendu, les taxinomistes ne choisissent pas les caractères à l'aveuglette; ils ont déjà une idée de la polarité des caractères sauf qu'ils ne l'ont pas encore établie définitivement. La comparaison des cladogrammes confirmera ou infirmera ce qu'ils pensaient.

Par la suite, lorsque le problème des trois taxa est mis dans un contexte phylogénétique plus large (*higher phylogeny*), la comparaison s'étendant alors à d'autres taxa jugés provisoirement apparentés à ceux-ci (*out-group comparaison*), il est alors possible de connaître la nature plésiomorphe ou apomorphe des caractères ayant servi à la première comparaison¹⁹⁰.

À ce moment-là, il se peut que la solution la plus parcimonieuse pour l'ensemble des taxa (les trois taxa plus les taxa extérieurs) passe par le choix d'une hypothèse (cladogramme) moins parcimonieuse que celle retenue initialement dans le cas des liens entre les trois taxa qui ont été comparés au début. C'est à ce moment-là que la distinction entre simplésiomorphies et synapomorphies est importante avant cela « ... the designation of a character as plesiomorphic at the level of the immediate problem represents an untestable ad hoc hypothesis that must be invoked if the most parsimonious overall phylogeny is accepted » (Engelmann et Wiley, 1977, p. 7).

Bref, les taxinomistes sont obligés de chercher un consensus sur la base du principe de parcimonie. Au demeurant, même si le cladogramme qui suppose le moins d'homoplasies est choisi (principe de parcimonie), cela ne veut pas dire pour autant qu'il soit le bon, c'est-à-dire que l'histoire évolutive se soit déroulée de cette façon¹⁹¹. D'ailleurs, certains cladistes dits *structuraux* ont renoncé à se référer à la réalité des relations phylogénétiques pour justifier les cladogrammes qu'ils construisent.

The last few years have been the birth of what amounts to a fourth school, which I shall refer to as transformed cladism. It has stimulated various controversies both within biology and in more popular settings, but our concern will be with its techniques and justification. The former are easily identified, for they are the same as in the traditional cladism. Its justification, however, is less clear. It is only clear what it is not. The original form of cladism (as we shall see) justified its techniques by the reality of phylogenetic relations. Transformed cladism, however, emphatically rejects the use of evolution in classification (Ridley, 1986, p. 9).

¹⁹⁰ Les caractères que partagent les trois taxa avec les autres taxa sont jugés plésiomorphes.

¹⁹¹ La comparaison de deux séquences d'ADN mitochondrial chez 189 hommes modernes, par référence à l'ADN de chimpanzé utilisé comme groupe externe, a donné plus de 100 cladogrammes aussi parcimonieux les uns que les autres dont l'un a été choisi au hasard pour la publication [82. CANN R. L., STONEKING M., WILSON A. C., Mitochondrial DNA and Human Evolution, *Nature*, 325 : 31-7, 1987]. Ultérieurement, les auteurs ont repris les données et analysé 50 000 cladogrammes possibles pour en tirer un, appelé *cladogramme consensus*. Mais était-il représentatif (Chaline, 1999, p. 70)?

Nous retrouvons ici la distinction que fait Crisci (1982) entre la parcimonie comme présupposé (*assumption*) sur la simplicité de la nature qui relève de l'ontologie et la parcimonie comme instrument méthodologique (*methodological device*).

Or, selon Crisci (1982), le principe ontologique a été réfuté. L'évolution présente certes une certaine parcimonie étant donné que les changements sont fortement déterminés par ce qui est arrivé précédemment¹⁹², ce qui fait en sorte que la probabilité est plus forte que le chemin le plus court soit emprunté. Mais cela ne veut pas dire que ce fut effectivement le cas.

As Popper (1968, section 80 and Appendix VII) showed there are strong arguments against regarding high probability as a desideratum of scientific hypotheses (see also Rogers, Fleming & Estabrook, 1967; Ghiselin, 1972) (Crisci, 1982, p. 39).

C'est pourquoi toujours selon Crisci (1982), la seule raison d'utiliser le principe de parcimonie est méthodologique, c'est-à-dire que la sélection du cladogramme le plus parcimonieux permet aux taxinomistes d'œuvrer dans un cadre de recherche qui répond au critère de démarcation de Popper (1959).

The reasons to use the principle of evolutionary parsimony are only methodological. We choose the shortest phylogenetic hypotheses among empirically equivalent trees, because to do otherwise would commit us to a path which leads toward untestable and ungrounded hypotheses (Crisci, 1982, p. 39-40)

Toutefois, Chalmers (1999) fait remarquer que le falsificationnisme semble contredit par l'histoire des sciences. Si le falsificationnisme avait été suivi, plusieurs théories n'auraient tout simplement pas été développées puisqu'elles auraient été rejetées dès leur tout début.

An embarrassing historical fact for falsificationists is that if their methodology had been strictly adhered to by scientists then those theories generally regarded as being among the best examples of scientific theories would never have been

¹⁹² Jorge V. Crisci énumère trois principes qui favorisent la conservation de certaines caractéristiques :

Selective inertia : the intensity of selection which is required to establish a new adaptive gene combination is many times greater than that required to maintain or modify an adaptive mechanism, once it has been acquired [...]
The conservation of organization : whenever a complex, organized structure of integrated biosynthetic pathway has become an essential adaptive unit of a successful group of organisms, the essential features of this unit are conserved in all of the evolutionary descendants of the group concerned [...]
Adaptive modification along the lines of least resistance : when, through a change in some condition of the environment, the necessity for the performance of a new function arises, it will be assumed by that part which happens at the moment to be most available for that purpose, regardless of its nature [...] (1982, p. 39).

developed because they would have been rejected in their infancy (Chalmers, 1999, p. 91).

Tournier (1989) ne nie pas le fait que certains épisodes de l'histoire des sciences parmi les plus marquants semblent contredire le falsificationnisme. Par contre, il ne partage pas cette critique *naturaliste* du falsificationnisme de Popper. Il montre bien qu'il faut être très prudent lorsque l'on se risque à évoquer la philosophie des sciences de Popper puisque l'attitude des scientifiques joue un rôle important dans l'épistémologie logico-normative de Popper.

Pour Popper, Duhem et les « métaphysiciens chancelants », l'épistémologie est une entreprise logico-normative. Ils adoptent une approche méta-épistémologique « anti-naturaliste » dans laquelle l'attitude des scientifiques est importante. À leurs yeux, une solution strictement logique ne saurait, à elle seule, apporter réponse à des problèmes épistémologiques comme la falsification d'une hypothèse ou la possibilité d'expérience cruciale. Des conditions extra-logiques comme le bon sens, l'honnêteté intellectuelle, des buts et des règles méthodologiques sont également à l'œuvre dans l'entreprise scientifique et doivent faire partie intégrante des modèles épistémologiques (Tournier, 1989, p. 27)

C'est pourquoi au demeurant, de toute cette question fort complexe du falsificationnisme, nous retiendrons que la falsifiabilité des hypothèses n'est pas le seul garant de la bonne conduite de la recherche. La seule forme logique ne suffit pas, il faut aussi que les scientifiques affichent la bonne attitude. Dans ce sens, l'utilisation que fait la systématique phylogénétique du critère de démarcation pour justifier leur approche procédurale de la prise de décision en taxinomie peut paraître à certains égards simplistes, surtout lorsqu'il est question au nom de la bonne marche de la science d'éliminer l'art du taxinomiste expérimenté ou encore les scénarios de descendance.

De fait, l'approche procédurale — taxinomie numérique et systématique phylogénétique confondues — semble avoir trop tendance à faire de l'entreprise scientifique un mécanisme bien huilé qui pourrait à la limite se passer de l'intelligence humaine¹⁹³, ce qui semble être contredit par ce que nous enseignons, à tout le moins, une certaine histoire des sciences (Feyerabend, 1979, Kuhn, 1972 ; Lakatos, 1970).

¹⁹³ INTELLIGENCE. I. A. 3. (1636) DIDACT. Aptitude (d'un être vivant) à s'adapter à des situations nouvelles, à découvrir des solutions aux difficultés qu'il rencontre (Le nouveau petit Robert, 1993, p. 1191).

Et puis, la prise de décision rationnelle (Robbins, 1994 ; Bergeron, 1986), à laquelle s'apparente l'approche procédurale, suppose que l'information mise à la disposition des décideurs est parfaite, c'est-à-dire que les décideurs sont en mesure d'évaluer correctement chacune des options.

Malheureusement, le manque d'information sur la phylogénie réelle des animaux est un des problèmes auxquels les taxinomistes doivent constamment faire face. Ce manque d'information est particulièrement criant lorsqu'il s'agit de déterminer les liens de descendance.

Placée devant ce fait, la taxinomie numérique opte pour l'abandon des considérations phylogénétiques pour se concentrer sur les données phénétiques facilement accessibles et davantage certaines¹⁹⁴. En tant que biologistes, Sneath et Sokal (1973) ne contestent pas le transformisme ni d'ailleurs l'explication néodarwinienne qui en est donnée. Par contre, comme taxinomistes, ils sont d'avis que le concept de groupe monophylétique nuit à l'activité classificatoire.

Thus, so long as taxonomic descriptions and judgements are made to conform to concepts such as the biological species (Mayr, 1963), or monophyly (Simpson, 1961), taxonomists tend to consider difficulties and discrepancies as embarrassing exceptions to generally accepted principles (Sneath et Sokal, 1973, p. 17)

La systématique phylogénétique, quant à elle, n'abandonne pas en bloc les considérations phylogénétiques. Toutefois, elle se contente de déterminer la proche parenté entre les taxa à partir des informations (i.e. les synapomorphies) tirées de l'examen des espèces actuelles. Ce

¹⁹⁴ Sergius G. Kiriakoff souligne que le manque d'information nous empêche d'avoir le « pure phylogenetic system » qui serait le seul « where the speculative element is absent or at least infinitely small » (1962, p. 182). C'est pourquoi il faut chercher le meilleur deuxième (« second best ») parmi les systèmes proposés.

Toutefois, le choix du meilleur deuxième doit être guidé par des considérations empiriques et non pas philosophique. Et c'est l'utilité générale qui doit être mise de l'avant. Or, « The existing classification would be served much better by adjustments and simplifications than by Neo-Adansonian methods (1962, p. 185).

De plus, il déplore le fait que la taxinomie numérique est issue d'un mouvement de pensée qui fait fi de l'effort intellectuel.

To end, I would like to emphasize that the phenomenon of Neo-Adansonism is, I believe, but an expression of the new mentality, which itself is a result of the growing mechanization and of a waning taste for higher intellectual efforts. It can, to an extent, be paralleled with the so-called Phytosociology or study of plant association (although there does not exist such a thing as sociology or associations in plants) whereby purely statistical method have eliminated scientific thought. Seen from this angle, Neo-Adansonism is rather a sad thing (Kiriakoff, 1962, p. 185).

faisant, les classifications qu'elle établit, en octroyant aux espèces fossiles un statut particulier par rapport aux espèces actuelles, peuvent paraître incomplètes et ne pas tenir compte suffisamment de l'ensemble des informations disponibles¹⁹⁵.

C'est du moins l'avis de la classification évolutionniste qui aborde la question du manque d'information sous un autre angle. En effet, elle souligne que même si une connaissance directe de la phylogénie réelle des animaux est impossible à obtenir, les différents domaines de la biologie s'éclairent réciproquement (*method of reciprocal illumination*) et permettent ainsi de confirmer plus ou moins les scénarios que les paléobiologistes élaborent. C'est pourquoi elle invite tout simplement les taxinomistes à faire preuve de jugement et à ne pas perdre de vue l'objectif qui est le leur — illustrer au mieux l'histoire évolutive des taxa — lorsque vient le temps de balancer les résultats de l'analyse de groupement et ceux de l'analyse cladistique¹⁹⁶.

To me it seems that the evolutionary approach combines the best features of the phenetic and of the cladistic approaches. By not being committed to any one-sided dogmas, such as that all characters have equal weight or that there is only one process in evolution (the splitting of branches), it is able to evaluate all available evidence and arrive at balanced conclusion (Mayr, 1976b, p. 431).

Mayr, Linsley et Usinger (1953) soulignent que les problèmes taxinomiques souffrent d'être traités d'une façon trop procédurale¹⁹⁷.

¹⁹⁵ Bock (1973) affirme que les hypothèses de descendance contiennent davantage d'information que les hypothèses sur les liens de parenté.

Pour sa part, Simpson (1961) dit que la taxinomie numérique est valable mais incomplète.

One cannot say of modern Adansonians (who do not call themselves that) that they are wrong, but only that their work is shallow and incomplete (Simpson, 1961, p. 41).

¹⁹⁶ Evolutionary classification is based upon a simultaneous evaluation of the two variables used singly by pheneticists and cladists to ascertain relationships between organisms [...] (Bock, 1973, p. 377).

¹⁹⁷ C'est un peu dans la même vaine que Simpson (1961) conteste la rigidité dans laquelle l'analyse logique enferme le processus classificatoire. Il fait référence, par exemple, aux travaux en logique symbolique de Beckner (1959).

« Beckner symbolizes a taxon of rank j as T_j , with j taking values from 1 to n . (...) Beckner further stipulates that "every organism is a member of one and only one taxon of each rank" (...) Here, however, actual taxonomic practice is not, and in my opinion should not be, as rigid as this logical scheme. I have already noted that n is not necessarily constant even in different parts of the same classification. For example, subfamilies may be

A certain amount of imagination will be necessary in order to apply the methods illustrated to the endless variety of animal groups. Special problems demand special answers, and even routine work suffers if it becomes stereotyped (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 61).

C'est pourquoi la classification évolutionniste opte donc pour une approche stratégique, c'est-à-dire toute la procédure taxinomique doit être orientée vers l'atteinte d'un but.

9.2 L'approche stratégique

Les taxinomistes sont alors appelés à gérer de façon intelligente les informations et à faire, au besoin, du cas par cas. Il ne faut donc pas se formaliser ou s'étonner si parfois la classification obtenue diffère d'un taxinomiste à l'autre car la classification évolutionniste tente de classer les organismes vivants en tenant compte de deux variables, la séquence des événements phylogénétiques et la similitude génétique plus ou moins déduite de la similitude phénétique, dont l'indépendance varie de façon particulière. Ils doivent donc tenir compte de plusieurs facteurs dans la prise de décision.

A major problem is that the independence of these variables [degree of similarity and the phylogenetic sequence of events] varies in peculiar ways; hence, taxonomists are forced to make difficult decisions based upon evaluation of many factors. The same decisions will not be reached by all taxonomists and hence the charge of subjectivity leveled at evolutionary classifications by proponents of other approaches (Bock, 1973, p. 378).

Ainsi, l'analyse cladistique et l'analyse de groupement nourrissent la réflexion du taxinomiste, mais elles ne déterminent pas la formation finale des taxa. Les taxinomistes se servent aussi de leur expérience personnelle et de la capacité de l'intelligence à percevoir les formes et à résoudre les problèmes.

They will surely find numerical techniques useful (...) Taxonomists may remember, however, that many other techniques and tools, new and old, are at their disposal, including the subtlety of the human intellect and its power of perceiving *Gestalt* and of bringing information and theoretical reasoning of all kinds to bear on a problem (Johnson, 1970, p. 206-207).

recognized in one family and not in another. For the classification as a whole a rank must be assigned to the category "subfamily" and to the taxa that are members of it, but it is not true that all organisms are members of a taxon of that rank. » (Simpson, 1961, p. 20)

Le travail des taxinomistes s'apparente donc à l'art médical du diagnostic. Le médecin s'appuie certes sur les données que lui fournissent les techniques mises au point à partir des sciences biologiques et biochimiques, mais le verdict final lui appartient.

It is often been stated that taxonomy is an art rather than a science, and there is a half-truth in this statement. It is as true as saying that a doctor who is a good diagnostician makes his diagnosis by intuition. Actually the good doctor and the good taxonomist make their diagnoses by a skillful evaluation of symptoms in the one case and of taxonomic characters in the other (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 106-107).

De même, Johnson (1970) souligne la différence entre l'étude scientifique de la diversité animale (faits et causes) et la classification, qui demeure largement un art, nonobstant le recours aux méthodes quantitatives.

While the underlying facts and processes can be scientifically studied as part of systematics, classification itself remains largely a disciplined art, which is not convertible to an exact science by any form of arbitrary quantification (Johnson, 1970, p. 203).

En outre, Simpson (1961) ne croit pas qu'il soit possible de produire une classification sans qu'il y ait une part d'arbitraire. Il mentionne que la science est incertaine dans sa nature même sauf dans le cas de l'observation au sens strict et trivial. Elle permet d'arriver à des résultats probables et non absolus. Les scientifiques ne peuvent donc pas s'attendre à résoudre complètement les problèmes vraiment importants.

It has become increasingly evident in our century that science is uncertain in its very nature. With exceptions mostly on a trivial and strictly observational level, its results are rarely absolute but usually establish only levels of probability or, in stricter terminology, of confidence. Scientists must also tolerate frustration because they can never tell beforehand whether their operations, which may consume years or a lifetimes, will generate a desired degree of confidence. (If this could be told beforehand, the operation would be unnecessary.) Indeed one thing of which scientists can be quite certain is that they will not achieve a *complete* solution of any worth-while problem (Simpson, 1961, p. 5).

Par exemple, Mayr, Linsley & Usinger (1953) soulignent que la construction de phylogrammes demande de l'art tout autant qu'une analyse précise puisqu'il faut être en mesure d'évaluer l'importance des caractères qui entrent en jeu (la pondération des ressemblances).

However, the suggested procedure imparts a false sense of precision to a method which is very largely subjective, and which, in the last analysis, depends not on the number or degree of affinities but on the relative importance to be attached to the various resemblances and differences. Here judgement reigns supreme (Mayr, Linsley et Usinger, 1953, p. 177).

Toutefois, poursuit Simpson (1961), même s'il peut être frustrant de ne pas arriver à des résultats absolus, les scientifiques ne doivent pas tolérer pour autant le désordre. Surtout que, le postulat de base de la science est que la nature est elle-même ordonnée. C'est pourquoi la science doit chercher à approcher ou à refléter l'ordre de la nature.

Or, comme nous l'avons vu au chapitre 2, la raison classificatoire met constamment en jeu un dialogue entre notre désir de mettre de l'ordre dans la nature et celui de découvrir l'ordre de la nature (voir chapitre 2. De plus, Baillard (1998) souligne que lorsqu'il est question de la rationalité subjective, il est aussi question de la *personnalité* du décideur.

Cette hypothèse d'une rationalité subjective de la décision donne au décideur un rôle clé. Ce qu'il importe dès lors d'éviter, ce n'est plus la rationalité de la décision en tant que telle, mais l'échelle de rationalité de l'acteur auquel elle renvoie (Baillard, 1998, p. 94).

Pas surprenant alors si Simpson (1961) parle de deux traits de personnalité bien distincts chez les taxinomistes de l'école de la classification évolutionniste : ceux qui préfèrent séparer les choses (*splitters*) et ceux qui préfèrent les regrouper (*lumpers*)¹⁹⁸.

In addition to these more readily understandable differences in purpose there are, however, more obscure personality differences between splitters and lumpers (Roe, 1953). Some people just are more inclined to take things apart and others to put them together (Simpson, 1961, p. 139).

Qui plus est, Gerald Holton souligne l'importance que jouent les préférences des chercheurs dans la *science privée* alors que les données empiriques (l'expérience) et la logique sont à

¹⁹⁸ En contrepartie, Wiley *et al.* (1991) insistent pour dire que les taxinomistes de l'école de la systématique phylogénétique en sont ni des *splitters* ni des *lumpers*; ce qui montre bien encore une fois la différence entre la classification évolutionniste et la systématique phylogénétique dans leur approche de la prise de décision.

Often, taxonomists are categorized as either “splitter” or “lumpers.” Actually, phylogeneticists are neither. By following the principles of monophyly and maximum information content, we seek to establish classifications that reflect natural groups. Sometimes this requires breaking up a paraphyletic or polyphyletic group into smaller groups. At other times these goals are met by combining smaller groups into more inclusive groups. The

l'honneur lors des négociations intersubjectives dans la science publique « pour façonner ne serait-ce qu'un consensus temporaire » (1998, p. 30).

[...] l'étape antérieure, « privée », des travaux scientifiques, où les préférences particulières des chercheurs, qu'elles soient intuitives, esthétiques, thématiques ou non fondées sur la logique, peuvent représenter la clé des avancées individuelles au-delà du niveau précédemment atteint par la science publique (Holton, 1998, p. 30).

Ainsi, la méthode mise de l'avant par la classification évolutionniste est loin d'être un mélange des deux autres écoles, elle demande tout simplement aux taxinomistes de faire preuve d'imagination dans l'utilisation des méthodes ; l'art du taxinomiste expérimenté a sa place dans le processus décisionnel en autant que cet art soit orienté convenablement.

La classification évolutionniste n'enferme pas les taxinomistes dans un carcan trop rigide, elle leur demande seulement de ne jamais perdre de vue le but bien précis que tout taxinomiste devrait poursuivre tout en respectant au mieux de leur connaissance les critères d'une bonne classification, c'est-à-dire l'utilité générale, la stabilité et la rigidité¹⁹⁹. En agissant de la sorte, les classifications auront alors une valeur explicative et prédictive²⁰⁰ et, seront donc, à tout le moins, provisoirement heuristiques.

Par contre, Mayr (1969) va trop loin lorsqu'il laisse clairement entendre que pour lui les classifications sont des théories scientifiques²⁰¹. Il adopte alors une position réaliste qui semble aller bien au-delà de la recherche d'une classification naturelle, du moins si nous nous référons à Duhem (1914) qui affirme qu'au mieux les théories scientifiques (en particulier la théorie physique) peut prétendre au statut de classification naturelle et non pas celui d'explication.

categories of “splitters” and “lumpers” belong to the past when authority was more important than data (Wiley *et al.*, 1991, p. 91).

¹⁹⁹ Voir chapitre 1.

²⁰⁰ When an entirely new set of characters is tested against a classification and this does not lead to any major revision, we say that the existing classification is a good one and that it has a “high predictive value” with respect to the previously unused characters (Mayr, 1965, p. 77).

²⁰¹ For the scientist-taxonomist the most important meaning of a classification is that it is a scientific theory, with all the qualities of a scientific theory. First of all, it has an explanatory value, elucidating the reasons for the joint attributes of taxa, for the gaps separating taxa, and for the hierarchy of categories (Mayr, 1969, p. 79).

L'aisance avec laquelle chaque loi expérimentale trouve sa place dans la classification créée par le physicien, la clarté éblouissante qui se répand sur cet ensemble si parfaitement ordonné, nous persuadent d'une manière invincible qu'une telle classification n'est pas purement artificielle (...) Sans pouvoir rendre compte de notre conviction, mais aussi sans pouvoir nous en dégager, nous voyons dans l'exacte ordonnance de ce système la marque à laquelle se reconnaît une classification naturelle ; sans prétendre expliquer la réalité qui se cache sous les phénomènes dont nous groupons les lois, nous sentons que les groupements établis par notre théorie correspondent à des affinités réelles entre les choses mêmes (Duhem, 1914, p. 33-34).

C'est pourquoi il serait plus juste de dire que les classifications sont basées sur des théories, en l'occurrence, la Théorie Synthétique de l'Évolution pour les classifications naturelles établies par la classification évolutionniste. Ce n'est pas pour rien d'ailleurs que B. C. Goodwin évoque la possibilité d'en arriver à une *taxinomie rationnelle* au lieu d'une *taxinomie historique* seulement dans le contexte d'une remise en question du Néodarwinisme qui permettrait l'élaboration d'une « theory of organismic form analogous to the theory of atomic structure » (1982, p.45).

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans la présente conclusion, nous allons :

(1) Rappeler les principales conclusions auxquelles nous sommes arrivées au fil de notre examen du débat en taxinomie.

(2) Faire une brève incursion du côté de certaines avenues de recherche en biologie qui, en remettant en cause l'explication néodarwinienne du moteur de l'évolution, pourraient avoir une répercussion sur la taxinomie du 21^{ème} siècle. En effet, certains pensent que la taxinomie devrait chercher à devenir rationnelle au lieu de se contenter d'être *seulement* historique faute de mieux (Goodwin, 1982).

1. Les conclusions

- Les trois écoles ont comme objectif commun de fournir un système général de référence aux autres biologistes afin de faciliter leurs travaux expérimentaux (utilité théorique et utilité pratique).
- Les trois écoles poursuivent des buts différents. La classification évolutionniste s'est donnée comme mission d'illustrer l'histoire évolutive, la systématique phylogénétique cherche à refléter la succession des épisodes de cladogenèse et la taxinomie numérique vise à construire des classifications qui soient conformes à notre façon d'appréhender le monde.
- L'autorité accordée à la critique de l'essentialisme vient pour une large part de l'influence de la thèse ontologique nominaliste qui a contribué :
 - À définir le concept d'essence critiqué, c'est-à-dire comme un ensemble de traits nécessaires et suffisants fixés de toute éternité ;
 - À préciser, en pratique et en théorie, à quel type de division d'un tout en parties les taxinomistes doivent recourir s'ils veulent que leurs divisions soient jugées naturelles, c'est-à-dire la division d'un tout en parties constitutives. Le recours aux privations est éliminé dans la mesure du possible parce qu'il n'a aucun fondement naturel tandis que la division d'un genre en espèces est tout simplement ignorée

- Les taxa supérieurs sont avant tout conformes à notre façon d'ordonner le monde pour la taxinomie numérique qui cherche à mettre en ordre les animaux dans une classification qui soit à la fois stable et facile d'utilisation (*convenient*) en formant des taxa *phénétiques polythétiques*. Cela ne veut pas dire que la délimitation des taxa supérieurs soit complètement indépendante de la réalité, seulement qu'elle se fait en fonction de leur capacité à faciliter la généralisation ;
- Les taxa supérieurs sont des unités de l'histoire et non pas de l'évolution pour Wiley (1981) et Mayr et Ashlock (1991). Ils ne sont ni des individus ni des classes, mais plutôt des groupes historiques qui présentent certaines des caractéristiques d'un individu sans les posséder toutes. Toutefois, le concept de groupe historique se présente comme la seule solution possible pour échapper à l'anti-réalisme pour la systématique phylogénétique. Tandis que pour la classification évolutionniste, le concept de groupe historique se veut une façon de résister à l'anti-réalisme épistémologique, de pair avec la notion de grade évolutif ; qui est une autre façon, pour elle, de reconnaître que l'existence de certains taxa supérieurs est, de fait, presque sinon autant, objective que celle des espèces (taxa).
- La taxinomie numérique se sert à la fois de la précision qu'offre la quantification et de la crédibilité dont bénéficie l'application des règles de l'analyse statistique comme parade à la subjectivité. Elle fait donc sienne la pensée instrumentale qui voit dans les mathématiques la base sur laquelle l'entreprise scientifique doit s'asseoir ;
- La systématique phylogénétique propose plutôt une méthode d'analyse des caractères (base observationnelle), complétée par des règles et des conventions obligatoires, qui fait en sorte que la taxinomie s'appuie seulement sur des hypothèses de proche parenté dans l'établissement des classifications naturelles. En agissant de la sorte, la taxinomie répondrait, pour son plus grand bien, au critère de démarcation énoncé par Karl R. Popper et acquerrait le statut de science en plus d'être débarrassée de l'obligation de recourir abusivement à l'art du taxinomiste expérimenté ;
- L'approche procédurale — taxinomie numérique et systématique phylogénétique confondues — semble avoir trop tendance à faire de l'entreprise scientifique un mécanisme bien huilé qui pourrait à la limite se passer de l'intelligence humaine, ce qui semblent être

contredit par à ce qu'enseigne, à tout le moins, une certaine histoire des sciences (Feyerabend, 1979, Kuhn, 1972 ; Lakatos, 1970) ;

- La classification évolutionniste opte pour une approche stratégique, c'est-à-dire que toute la procédure taxinomique doit être orientée vers l'atteinte d'un but. Elle n'enferme pas les taxinomistes dans un carcan trop rigide, elle leur demande seulement de ne jamais perdre de vue le but bien précis que tous taxinomistes devraient poursuivre tout en respectant au mieux de leur connaissance les critères d'une bonne classification, c'est-à-dire utilité générale, stabilité et rigidité. En agissant de la sorte, les classifications auront alors une valeur explicative et prédictive et, seront donc, à tout le moins, provisoirement heuristiques.

2. La taxinomie rationnelle : Une solution au débat ?

Certes, il n'appartient pas aux philosophes de trancher un débat en science puisque le rejet de l'explication d'un phénomène quelconque et son éventuel remplacement par une autre explication ne relèvent pas de la philosophie mais bien des sciences expérimentales. Par contre, cela ne doit pas nous empêcher de parler des avenues de recherche autres que celles qui dominent, en autant, toutefois, qu'elles trouvent un écho au sein de la communauté scientifique.

Or, nous croyons que c'est justement le cas pour la taxinomie rationnelle.

En effet, la biologie du développement (embryologie²⁰²) remet les notions de *bauplan* (Hall, 1996) et de *type* (Webster et Goodwin, 1996) à l'avant-scène ou à tout le moins tend à montrer que tout n'aurait pas été dit sur leur sujet. Sans affirmer que les notions de *bauplan* et de *type* sont identiques à la notion aristotélicienne de *nature*, elles semblent à tout le moins avoir un même souci de rendre compte de la diversité et de la ressemblance des formes animales sans recourir exclusivement à la contingence historique.

²⁰² Il est bon de rappeler que les considérations relevant de l'embryologie expérimentale sont *remarquablement* absentes de la Théorie Synthétique de l'Évolution.

Could one imply that the leading experimental embryologists of the 1920s and 1930s, such as Harrison, Spemann, Lillie, Conklin, Dalcq, and Child, whose names were held in considerable esteem among most biologists, delayed the synthesis by opposition or indifference? They were all evolutionists and they all conceded the effectiveness of natural selection, at least to some extent. But many had misgivings about a key dogma of the

Goodwin (1982) soutient :

- Que le programme de recherche néodarwinien ne peut mener qu'à une taxinomie historique, à une généalogie des espèces (*historical taxonomy, a genealogy of species*);
- Que pour avoir une taxinomie rationnelle, il faudrait que la biologie développe une théorie des formes organiques un peu à l'image de la théorie atomique (*theory of atomic structure*)²⁰³.

In contrast, contemporary biology does not have a theory of organismic form analogous to the theory of atomic structure; that is to say, it does not have a rational taxonomy. It has only informed guesses at an historical taxonomy, a genealogy of species (Goodwin, 1982, p. 45).

De fait, d'autres biologistes oeuvrant en dehors du paradigme néodarwinien ont proposé des solutions de rechange à l'explication néodarwinienne du moteur de l'évolution, qui semblent répondre à cet appel de la biologie du développement à une théorie des formes organiques. En voici deux parmi tant d'autres qui nous paraissent intéressantes et sérieuses²⁰⁴ :

(1) La division du travail métabolique par l'allongement de l'ontogenèse rend compte de l'apparition très tôt des grands embranchements, ensuite des classes, des ordres, des familles, des genres concurremment à la diversification par la multiplication des espèces (Chandebois, 1993).

modern synthesis; namely, the claim that natural selection is the sole explanation of all adaptations [...] (Vikto Hamburger, « Embryology and the Modern Synthesis in Evolutionary Theory », dans Mayr et Provine, 1980, p. 98)

²⁰³ Le tableau périodique en chimie analytique est une classification des atomes basée sur la théorie atomique qui explique que les propriétés des atomes sont en grande partie déterminées par la composition du noyau (proton et neutron) et des orbitales (nombre et emplacement des électrons autour du noyau). Cependant, il est loin d'être certain que l'approche utilisée pour en arriver à élaborer la théorie atomique puisse être transposée avec autant de bonheur en biologie.

²⁰⁴ Il va sans dire que hors de l'orthodoxie, se mêlent toutes sortes d'approches que l'on peut juger plus ou moins sérieuses. Par contre, la plupart d'entre elles réagissent aux explications mécanistes en proposant un principe interne de transformation des êtres vivants au lieu simplement d'un principe externe (voir Gould, 1977). C'est cet aspect des choses qui nous paraît le plus intéressant comme philosophe des sciences. Par exemple, le psychologue Paul Diel croit que l'angoisse, du moins en partie, est à la source de l'évolution des êtres vivants.

La précédente esquisse n'établit que par de très larges touches une vue d'ensemble de la genèse du fonctionnement psychique. Elle est pourtant à même de faire entrevoir qu'il se pourrait que *l'évolution ne concerne pas seulement le soma, mais qu'elle soit également un phénomène d'ordre psychique*. La biologie n'étudie l'évolution que de l'extérieur et c'est dans le monde extérieur qu'elle cherche le principe de l'adaptation évolutive, le trouvant, par exemple, dans la lutte pour la survie. Du point de vue de l'étude psychologique, le principe de l'évolution, de nature intra-psychique, se trouve dans le dynamisme transformateur de l'angoisse. Il

La hiérarchie des groupes engendrés par la combinaison de la variation génotypique et de l'évolution directionnelle s'explique par le fait qu'au cours de l'ontogenèse, de réajustement en réajustement, les traits engendrés revêtent de moins en moins d'importance. Avec les premières formes pluricellulaires s'est créée l'architecture fondamentale de l'animal. À ce stade la variation a fait apparaître les embranchements. Elle a ensuite créé des classes et des ordres, tandis que des innovations étaient introduites avec l'apparition des organes (Chandebois, 1993, pp. 161-162).

(2) Le préarrangement de l'espace de l'ADN conduit inéluctablement à la découverte successive d'îlots de fonctions biologiques préexistants et à l'édification des grandes branches de l'arbre de la vie sur Terre, soit les grandes divisions (Denton, 1997).

En bref, s'il existe vraiment, inscrit dans l'espace de l'ADN, un arbre de vie consistant en une distribution unique en son genre des trajectoires fonctionnelles permises, et pour autant que les îlots des fonctions soient situés à petite distance les uns des autres, la nature même des êtres vivants — en tant qu'automates biochimiques autorépliatifs, soumis à des changements mutationnels à chaque cycle de réplication et à des changements dans les contraintes de survie dus aux modifications de l'environnement — conduira inéluctablement à la découverte successive de ces îlots de fonctions biologiques préexistants et à l'édification des grandes branches du grand arbre de la vie sur la Terre (Denton, 1997, p. 351).

Seules les recherches empiriques pourront nous dire ce qu'il adviendra de ces explications. Il ne fait aucun doute que le projet d'une taxinomie rationnelle est ambitieux et surtout loin d'être assuré. En effet, la taxinomie rationnelle remet en cause la Théorie Synthétique de l'Évolution, qui compte de nombreux partisans et un immense pouvoir heuristique. De plus, bien qu'elle ne nie pas le transformisme, elle semble néanmoins toucher à un corollaire important du néodarwinisme, c'est-à-dire le contingentisme.

Or, avec la remise en cause du contingentisme, se profile à l'horizon le *difficile* débat entre les partisans du *design* et ceux de la contingence, qui baigne depuis toujours dans une atmosphère davantage propice à la rhétorique qu'à la dialectique. De fait, se mêlent à la discussion rationnelle le scientisme, l'anticléricisme, le fondamentalisme religieux et le retour à la terre. Par conséquent, il devient très rapidement impossible de discuter sans être accusé d'apporter de l'eau au moulin à l'une ou l'autre de ces idéologies.

est d'ailleurs clair qu'entre ces deux principes existe une co-relation, la lutte pour la survie étant la condition extérieure de l'angoisse (Diel, 1968, p. 45).

Ceci montre bien que le problème de la classification en zoologie est beaucoup plus vaste que l'on pourrait le croire de prime abord. Il ne se limite pas à un débat en science puisqu'il met aussi en jeu — en plus des considérations épistémologiques, ontologiques et biologiques — des considérations théologiques et éthiques.

En effet, le regard que l'on porte sur les animaux diffère selon qu'on les considère comme des substances (des touts) ou bien comme des agrégats (plus ou moins une construction de la raison), c'est du moins une des thèses de Bortoft (1996). De même, (on aurait presque le goût de dire par voie de conséquence), l'aspect irremplaçable de chaque être humain, comme principe éthique (Kemp, 1997), ne semble pas avoir la même force de conviction selon que l'on considère l'être humain comme une substance ou comme un agrégat. L'inviolabilité de l'intégrité de l'être humain ne rencontre pas les mêmes obstacles. Dans le premier cas, ils semblent être plus fondamentaux tandis que, dans le second, ils paraissent davantage relever de la technique (voir Stock, 2002).

En terminant, nous sommes parfaitement conscient qu'un bon nombre des affirmations que contient notre thèse bénéficieraient d'un argumentaire davantage étoffé. De fait, comme suite possible à notre travail, le concept aristotélicien de nature mériterait d'être creusé davantage dans le cadre d'une étude critique des tenants et aboutissants de la taxinomie rationnelle et des recherches dans le domaine de l'*evolutionary developmental biology* (*evo-devo*).

BIBLIOGRAPHIE

1. Livres

- *ALFÉRI, Pierre (1989), Guillaume D'Ockham le singulier, Paris, Les Éditions de Minuit.
- *ARISTOTE, Les Parties des animaux, traduction de Pierre Louis, Paris, Société d'Édition Les Belles Lettres, 1956.
- *-----, Histoire des animaux. Livre I-IV, traduction de Pierre Louis, Paris, Société d'Édition Les Belles Lettres, 1964.
- *-----, Les seconds analytiques, traduction nouvelle et notes par J. Tricot, Paris, Librairie philosophique J. Vrin, 1970.
- *-----, Physique (I-IV), texte établi et traduit par Henri Carteron, Paris, Société d'édition Les Belles Lettres, 1973.
- *ATRAN, Scott (1986), Fondements de l'histoire naturelle. Pour une anthropologie de la science. Bruxelles, Editions Complexe.
- (1990), Cognitive Foundations of Natural history : Towards an Anthropology of Science, Cambridge (England), Cambridge University Press.
- *AX, Peter (1987), The Phylogenetic System. The Systematization of Organisms on the Basis of their Phylogenesis, Chichester, John Wiley & Sons; trad. de Das phylogenetische System (Systematisierung der lebenden Natur aufgrund ihrer Phylogenese), Gustav Fischer Verlag Stuttgart/Akademie der Wissenschaften und der Literatur, 1984.
- *BAILLARD, Sylvie (1998), Pouvoir, cultures et stratégies dans la prise de décision. Le cas Perrier, Sainte-Foy, Faculté des Sciences Sociales, Université Laval. [Thèse de doctorat]
- *BECKNER, Morton (1959), The Biological Way of Thought, N.Y., Columbia University Press.
- BERNIER, Réjane (1975), Aux sources de la biologie. Tome 1. Les vingt premiers siècles : la classification, Montréal, Presse de UQAM.
- *BLANCHETTE, Richard (1988), Modèles en paléobiologie. Étude méthodologique en philosophie des sciences, Sainte-Foy, Faculté de philosophie, Université Laval. [Mémoire de maîtrise]
- BLUMENBERG, Hans (1999), La légitimité des temps modernes, Paris, éditions Gallimard, (Bibliothèque de Philosophie), traduction à partir de la deuxième édition de Die Legitimität der Neuzeit, Francfort, Suhrkamp Verlag, 1988.

* Ouvrage cité dans le texte.

- *BORTOFT, Henri (1996), The Wholeness of Nature. Goethe's Way toward a Science of Conscious Participation in Nature, N.Y., Lindisfarne Press.
- BROOKS, Daniel R. et E. O. WILEY (1988), Evolution as Entropy. Toward a Unified Theory of Biology, 2ième éd., Chicago, University of Chicago Press.
- BUFFON (1749), De la manière d'étudier & de traiter l'Histoire Naturelle, Paris, Société des amis de la Bibliothèque nationale, réimpression de l'édition originale du premier Discours de *L'Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roy*, sortie des presses de l'Imprimerie royale en 1749, 1986.
- BURTT, Edwin A. (1995), The Metaphysical Foundation of Modern Physical Science, NY, Harcourt, Brace & Co. 1927; Atlantic Highlands. N.J., Humanities Press.
- *CHALINE, Jean (1999), Les horloges du vivant. Un nouveau stade de la théorie de l'évolution?, Paris, Hachette Littérature.
- *CHALMERS, Alan (1999), What is this Thing called Science? 3ième édition, Indianapolis/Cambridge, Hackett Publishing Compagny, Inc..
- *CHANDEBOIS, Rosine (1993), Pour en finir avec le darwinisme. Une nouvelle logique du vivant, Montpellier, Editions Espaces 34.
- *CHAPPELL, Vere (dir.) (1994), The Cambridge Companion to Locke, Cambridge, Cambridge University Press.
- *COMTE, Auguste (1917), La méthode positive en seize leçons, condensée par J.-Émile Rigolage, Paris, Vigot Frères, Éditeurs.
- *COOLEY, John Edward (1976), A Philosophical Study of the Methodology of Classification, Los Angeles, University of California. [Thèse de doctorat]
- *DAUDIN, Henri (1926a), De linné à Jussieu. Méthodes de la classification et idée de série en botanique et en zoologie (1740-1790), Paris, Felix Alcan.
- *----- (1926b), Cuvier et Lamarck. Les classes zoologiques et l'idée de série animale (1790-1830) Tome 1 et 2, Paris, Felix Alcan.
- DENTON, Michael (1988), Évolution. Une Théorie en crise, Paris, Londreys, trad. de Evolution: A theory in crisis, s.l., Burnett Books ltd, 1985.
- *----- (1997), L'évolution a-t-elle un sens?, Paris, Fayard, trad. de The Long Chain of Coincidence, s.l., sans. éd., s.d..
- *DESCARTES, René (1953), Les principes de la philosophie. Seconde partie. Des principes des choses matérielles, Amsterdam, Elzevier, 1644 dans Oeuvres et Lettres, Paris, Éditions Gallimard [Bibliothèque de la Pléiade.
- *DIEL, Paul (1968), La peur et l'angoisse. Phénomène central de la vie et de son évolution, Paris, Petite Bibliothèque Payot no. 116.
- DOUGLAS, Mary et David HULL (1992), How Classification Works. Nelson Goodman among the Social Sciences, Edinburgh, Edinburg University Press.

- *DUCHESNEAU, François (1997), Philosophie de la biologie, Paris, Puf.
- *DUHEM, Pierre (1914), La théorie physique. Son objet-sa structure, Paris, réimpression de la 2ième édition revue et augmentée parue en 1914 de la première édition parue en 1906, Librairie Philosophique J. Vrin, 1981.
- ELDREDGE, Niles (1989), Macroevolutionary Dynamics. Species, Niches, and Adaptive Peaks, N.Y., McGraw-Hill Publishing Compagny.
- *ELDREDGE, Niles et Joel CRACRAFT (1980), Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process, N.Y., Columbia University Press.
- FARRINGTON, Benjamin (1961), Francis Bacon. Philosopher of Industrial Science, NY, Collier Books.
- FELSENSTEIN, Joseph (dir.) (1983), Numerical Taxonomy, Berlin, Springer-Verlag. [NATO ASI Series Advanced Science Institutes Series. Series G: Ecological Sciences No. 1]
- *FEYERABEND, Paul (1979), Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance, Éditions du Seuil, trad. de Against Method, Londres, New Left Books, 1975.
- *FERRY, Luc (1996), L'homme-Dieu ou le Sens de la vie, Paris, Grasset.
- *GILBERT, Scott F. (1994), Developmental Biology, Sunderland (Mass.), 4ième édition, Sinauer Associates, Inc..
- *GOODMAN, Nelson (1977), The Structure of Appearance, 3ième édition, Boston, D. Reidel Publishing Compagny. [Boston Studies in Philosophy of Science, vol. LIII]
- *----- (1978), Ways of Worldmaking, Hackett Publishing Company.
- *GOODMAN, Nelson et Catherine Z. ELGIN (1994), Reconceptions en philosophie, Paris, Puf, traduction de Reconceptions in Philosophy and Other Arts and Sciences, Indianapolis, Hackett, 1988.
- *GOSSELIN, Mia (1990), Nominalism and Contemporary Nominalism : Ontological and Epistemological Implications of the Work of W.V.O. Quine and of N. Goodman, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- GUYOT, Kristin Conrad (1987), What, if Anything, is a Higher Taxon?, Cornell University. [thèse de doctorat]
- *HENNIG, Willi (1950), Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik, Berlin, Deutcher Zentralverlag.
- *----- (1966), Phylogenetic Systematics, traduit par D. Dwight Davis et Rainer Zangerl, Chicago, University of Illinois Press.
- *HOLTON, Gerald (1998), Science en gloire, science en procès. Entre Einstein et aujourd'hui, Paris, Gallimard, traduction de Einstein, History, and other Passions. The Rebellions against Science at the End of the Twentieh Century, Addison-Wesley Longman Publishing Compagny, 1996.

- HULL, David (1964), The Logic of Phylogenetic Taxonomy, Indiana University. [Thèse de doctorat]
- *----- (1988), Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science, Chicago, University of Chicago Press.
- HUME, David (1739), A Treatise of Human Nature: Being. An Attempt to introduce the experimental Method of Reasoning into Moral Subjects, Vol. I. Of the Undersanding, Part I, Sect. VI.— Of Modes and Substances, dans T. H. Green et T. H. Grose, Philosophical Works, volume 1, Scientia Verlag Aalen, 1964.
- *----- (1748), Enquête sur l'entendement humain, Paris, Aubier, 1969.
- *HUXLEY, Julian (dir.) (1940), The New Systematics, Londres, Oxford University Press. [London, The Systematics Association, réimpression 1971]
- *JONAS, Hans (2000), Le principe responsabilité, trad. de *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Insel Verlag, Francfort-sur-le-Main, 1979, Paris, Flammarion. [Collection Champs]
- *KEMP, Peter (1997), L'irremplaçable. Une éthique de la technologie, Paris, Les éditions du Cerf.
- *KOYRÉ, Alexandre (1973), Études d'histoire de la pensée scientifique, Paris, Éditions Gallimard. [Collection Tel no.92]
- *KUHN, Thomas S. (1972), La structure des révolutions scientifiques, Paris, Flammarion, trad. de The structure of scientific revolutions, Chicago, The University of Chicago Press, 1970.
- *----- (1977), The Essentiel Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change, Chicago, The University of Chicago Press.
- *LAKATOS, Imre et Alan MUSGRAVE (dir.) (1970), Criticism and the Growth of Knowledge, London, Cambridge University Press.
- *LALANDE, André (1983), Vocabulaire technique et critique de la philosophie, 14^{ième} édition, Paris, Puf.
- *LE GRAND, Albert, Commentaire sur le De Divisione de Boèce, trad. par John Gallup et Richard Bourret, s.l., sans éd., s.d..
- LOCKE, John (1699), An Essay concerning Human Understanding, texte établi à partir de la 4^{ième} édition (1699), Oxford, Oxford University Press, 1979.
- *LLOYD, G. (1968), Aristotles: The Growth and Structure of His Thought, Cambridge, Cambridge University Press.
- *MAYR, Ernst (1942), Systematics and the Origin of Species, réimpression de l'édition originale, N.Y., Columbia University Press, 1982. [The Columbia Classics in Evolution Series]

- *MAYR, Ernst (1963), Animal Species and Evolution, Cambridge, Mass., Belknap Press, Harvard University Press.
- *----- (1969), Principles of Systematic Zoology, N.Y., McGraw-Hill Book Compagny, Inc..
- *----- (1976), Evolution and the Diversity of Life. Selected Essays, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- *MAYR, Ernst, LINSLEY, E. Gordon et Robert L. USINGER (1953), Methods and Principles of Systematic Zoology, N.Y., McGraw—Hill Book Compagny, Inc..
- *MAYR, Ernst et William B. PROVINE (dir.) (1980), The Evolutionary Synthesis. Perspectives on the Unification of Biology, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- *MAYR, Ernst et Peter D. ASHLOCK (1991), Principles of Systematic Zoology, second edition, N.Y., McGraw-Hill, Inc..
- *MICHON, Cyrille (1994), Nominalisme. La théorie de la signification d'Occam, Paris, Librairie Philosophique J. Vrin.
- *NADEAU, Robert (1999), Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie, Paris, Puf.
- *NELSON, Gareth et Norman PLATNICK (1981), Systematics and Biogeography, N.Y., Columbia University Press.
- NORTON, David Fate (dir.) (1993), The Cambridge Companion to Hume, Cambridge, Cambridge University Press.
- PANACCIO, Claude (1986a), Le nominalisme de Nelson Goodman, Montréal, Université du Québec à Montréal. [Cahier d'épistémologie no. 8612]
- *----- (1986b), Le nominalisme de Nelson Goodman, Montréal, Bellarmin.
- *----- (1991), Les mots, les concepts et les choses. La sémantique de Guillaume d'Occam et le nominalisme d'aujourd'hui, Montréal, Bellarmin.
- *PANCHEN, Alec L. (1992), Classification, Evolution, and the Nature of Biology, N.Y., Cambridge University Press.
- *POPPER, Karl R. (1950), The Open society and Its Enemies, N.J., Princeton.
- *-----, (1959), La logique de la découverte scientifique, Paris, Payot, trad. de The logic of scientific discovery, London, Hutchinson C^o publ., 1959, 1968, 1973
- *----- (1968), Conjectures et réfutations, Paris, Payot, trad. de Conjectures and Refutation: The Growth of Scientific Knowledge, N. Y., Harper, Torchbook, 1968, 1985.
- *----- (1972), Objective knowledge, Oxford, Oxford University Press.
- RIDLEY, Marc (1985), Problems of Evolution, Oxford, Oxford University Press.
- *----- (1986), Evolution and Classification : The Reformation of Cladism, London, Longman.

- *ROBBINS, Stephen P. (1994), Management, 4ième édition, New Jersey, Prentice Hall.
- *RUSE, Michael (1988), Philosophy of Biology today, Albany, Suny Press.
- (dir.) (1989a), Philosophy of Biology, New York, Macmillan Publishing Compagny.
- (dir.) (1989b), What the Philosophy of Biology is : Essays dedicated to David Hull, Dordrecht, Kluwer.
- *SIMPSON, George Gaylord (1961), Principles of Animal Taxonomy, N.Y., Columbia University Press.
- *SNEATH, Peter H. et Robert R. SOKAL (1973), Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification, San Francisco, W. H. Freeman and Compagny.
- *SOBER, Elliot (1991), Reconstructing the Past : Parsimony, Evolution, and Inference, Cambridge, MIT Press.
- *----- (1993), Philosophy of Biology, Boulder (Colorado), Westview Press.
- *----- (dir.) (1994), Conceptual Issues in Evolutionary Biology, 2ième édition, Cambridge, Mass., A Bradford Book, The MIT Press.
- *SOKAL, Robert R., et Peter H. SNEATH (1963), Principles of Numerical Taxonomy, San Francisco, W. H. Freeman and Compagny.
- *STOCK, Gregory (2002), Redesigning HUMANS. Our Inevitable Genetic Future, Boston, Houghton Mifflin Compagny.
- *TASSY, Pascal (dir.) (1986), L'ordre et la diversité du vivant. Quel statut scientifique pour les classifications biologiques?, Paris, Fondation Diderot/Fayard.
- *----- (1991), L'arbre à remonter le temps. Les rencontres de la systématique et de l'évolution, Paris, Christian Bourgois Éditeur.
- *TAYLOR, Charles (1992), Grandeur et misère de la modernité, trad. de The Malaise of Modernity, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1991, Québec, Éditions Bellarmin.
- *----- (1997), Les sources du moi. La formation de l'identité moderne, Montréal, Boréal, trad. de Sources of the Self : The Making of the Modern Identity, Harvard University Press, 1989.
- *TORT, Patrick (1983), La querelle des analogues, France, Éditions d'aujourd'hui.
- *----- (1989), La raison classificatoire. Quinze études, France, Éditions Aubier.
- *TOURNIER, François (1989), Falsifiabilité et falsification, Popper et l'hypothèse de Quine, Université Laval. [Les Cahiers du Griesh, no. 8904]
- *WEBSTER, Gerry et Brian GOODWIN (1996), Form and Transformation. Generative and Relational Principles in Biology, Cambridge, U.K., Cambridge University Press.

- *WEIZSÄCKER, C.F. von (1964), The Relevance of Science. Creation and Cosmogony. Gifford lectures 1959-60, NY and Evanston, Harper and Row, Publishers, Inc..
- *WILEY, E. O. (1981), Phylogenetics : The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics, N.Y., Wiley.
- *WILEY, E. O., D. SIEGEL-CAUSEY, D. R. BROOKS et V. A. FUNK (1991), The Compleat Cladist : A Primer of Phylogenetic Procedures, University of Kansas Museum of Natural History. [Special Publication 19]
- WOOLHOUSE, R. S. (1971), Locke's Philosophy of Science and Knowledge. A Consideration of some Aspects of *An Essay concerning Human Understanding*, Oxford, Basil Blackwell.

2. Articles de périodique

- *BLACKWELDER, R. E. et A. A. BOYDEN (1952), « The nature of systematics », Systematic Zoology, vol. 1(1), pp. 26-33.
- *BOCK, W. J. (1973), « Philosophical foundations of classical evolutionary classifications », Systematic Zoology, vol. 22, pp. 375-392.
- *BROGAARD, Berit (1999), « A Peircean Theory of Decision », Synthese, 118, pp. 383-401.
- *CAPLAN, Arthur (1989), « Have Species Become Déclassé? », dans P. Asquith et R. Ciere (dir.) PSA 1980, Vol. 1, East Lansing, MI: Philosophy of Science Association, 1980, pp. 71-82, republié dans Ruse (dir.) Philosophy of Biology, N.Y., Macmillan Publishing comp., pp. 156-165.
- *CHALINE, Jean, NOTTALE, Laurent et Pierre GROU (1999), « L'arbre de la vie a-t-il une structure fractale? », Compte-rendu de l'Académie des sciences de Paris, Sciences de la terre et des planètes, 328, pp. 717-726.
- *CRISCI, Jorge V. (1982), « Parsimony in Evolutionary Theory: Law or Methodological Prescription? », J. Theor. Biol., 97, pp. 35-41.
- DE QUEIROZ, Kevin (1992), « Phylogenetic Definitions and Taxonomic Philosophy », Biology & Philosophy, vol. 7(3), pp. 295-313.
- *DOBZHANSKY, Th. (1935), « A Critique of the Species Concept in Biology », Philosophy of Science, vol. 2(3), pp. 344-355.
- *DOYEN, John T. et C. N. SLOBODCHIKOFF (1974), « An operational approach to species classification », Systematic Zoology, vol. 23, pp. 239-247.
- *ENGELMANN, G. F. et E. O. WILEY (1977), « The Place of ancestor-descendant relationships in phylogeny reconstruction », Systematic Zoology, vol. 26(1), pp. 1-11.
- *ELDREDGE, Niles et Stephen Jay GOULD (1972), « Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism », dans Schopf, Thomas. J. M. (éd.). Models in Paleobiology, San-Francisco, Freeman, Cooper and Co., pp. 82-115.

- ERESHEFSKY, Marc (1991), « Species, Higher Taxa, and the Units of Evolution », Philosophy of Science, vol. 58, pp. 84-101.
- *----- (1998), « Species Pluralism and Anti-Realism », Philosophy of Science, vol. 65, pp. 103-120.
- FRANCOEUR, André (1980), « Nature de la Biosystématique », Annales de la Société Entomologique du Québec, vol. 25(2), pp. 90-98.
- *GÉNERMONT, Jean (1989), « La taxinomie phénétique », dans Jacques BONS et Michel DELSOL (dir.), Évolution biologique. Quelques données actuelles, Paris, Ecole pratique des Hautes Études, Éditions Boubée et Association A.A.A., pp. 99-115.
- GHISELIN, Michael T. (1966a), « An application of the Theory of Definitions to Systematic Principles », Systematic Zoology, vol. 15(2), pp. 127-129.
- (1966b), « On psychologism in the logic of taxonomic controversies », Systematic Zoology, vol. 15(3), pp. 207-215.
- *----- (1974), « A radical solution to the species problem », Systematic Zoology, vol. 23.
- (1987), « Species concepts, individuality, and objectivity », Biology & Philosophy, vol. 2(2), pp. 127-143.
- *GILMOUR, J. S. L. (1937), « A Taxonomic Problem », Nature, 139, June 19, pp. 1040-1042.
- *----- (1940), « Taxonomy and Philosophy », dans J. S. Huxley (dir.), The New Systematics, Londres, Oxford University Press, pp. 461-474.
- *GOODWIN, B. C. (1982), « Development and Evolution », J. Theor. Biol., 97, pp. 43-55.
- GOULD, Stephen Jay (1977), « Eternal metaphors of palaeontology », dans, HALLAM, A (dir.), Patterns of evolution as illustrated by the fossil record, New York, Elsevier Scientific Publishing Compagny, 1977, pp. 1-27. [Collection Developments in Palaeontology and Stratigraphy, 5]
- *GOULD, Stephen Jay, et Niles ELDREDGE (1977), « Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered », Paleobiology, vol. 3, pp. 115-151.
- GRAY, Bennison (1980), « Popper and the 7th approximation: the problem of taxonomy », Dialectica, vol. 34, pp. 129-154.
- *HALL, Brian K. (1996), « *Baupläne*, Phylotypic Stages, and Constraint. Why There Are So Few Types of Animals », Evolutionary Biology, vol. 29, pp. 215-261.
- HENNIG, Willi (1975), « Cladistic analysis or cladistic classification? A reply to Ernst Mayr », Systematic Zoology, vol. 24, pp. 244-256.
- *HO, Mae-Wan (1990), « An Exercise in Rational Taxonomy », J. Theor. Biol., 147, pp. 43-57.
- HULL, David (1964), « Consistency and monophyly », Systematic Zoology, vol. 13 (1), pp. 1-11.

- *----- (1965a), « The Effect of Essentialism on Taxonomy — Two Thousand Years of Stasis, Part I », British J. Phil. Sci., vol. 15(60), pp. 314-326.
- *----- (1965b), « The Effect of Essentialism on Taxonomy — Two Thousand Years of Stasis, Part II », British J. Phil. Sci., vol. 16(61), pp. 1-18.
- *----- (1976), « Are Species really individuals? », Systematic Zoology, vol. 25, pp. 174-191.
- (1994a), « Contemporary Systematic Philosophies », Annual Review of Ecology and Systematics, 1970, 1, pp. 19-53, republié dans Elliot Sober (dir.), Conceptual Issues in Evolutionary Biology, 2ième édition, Cambridge, Mass., A Bradford Book, The MIT Press, pp. 295-330.
- (1994b), « A matter of individuality », Philosophy of science, vol. 45, 1978, pp. 335-360, republié dans Elliot Sober (dir.), Conceptual Issues in Evolutionary Biology, 2ième édition, Cambridge, Mass., A Bradford Book, The MIT Press, pp. 193-215.
- JANVIER, Philippe, TASSY, Pascal et Herbert THOMAS (1980), « Le cladisme », La Recherche, vol. 11(117), pp. 1396-1406.
- *JOHNSON, L. A. S. (1970), « Rainbow's end : the quest for an optimal taxonomy », Systematic Zoology, vol 19, pp. 203-239.
- *KIRIAKOFF, Sergius G. (1962) « Points of view. On The Neo-Adansonian School », Systematic Zoology, vol. 11 (4), pp. 180-185.
- KITCHER, Philip (1984), « Species », Philosophy of science, vol. 51, pp. 308-333, republié dans Marc Ereshefsky (dir.) The Units of Evolution, Cambridge, Mass., A Bradford Book, The MIT Press, 1992, pp. 317-341.
- KITTS, David B. (1977), « Karl Popper, verifiability, and Systematic Zoology », Systematic Zoology, vol. 26, pp. 185-194.
- *LAKATOS, Imre (1970), « Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes », dans Imre Lakatos et Alan Musgrave (dir.), Criticism and the growth of knowledge, London, Cambridge University Press, pp. 91-196.
- LARA, Philippe de (1997), « Introduction. L'anthropologie philosophique de Charles Taylor », dans Charles Taylor, La liberté des modernes, essais choisis, traduits et présentés par Philippe de Lara, Paris, Puf, pp. 1-17.
- LLOYD, G.E.R. (1961), « The Development of Aristotle's Theory of the Classification of Animals » Phronesis, vol. 6, pp. 59-81.
- *MAYR, Ernst (1965), « Numerical Phenetics and Taxonomic Theory », Systematic Zoology, vol. 14, pp. 73-97.
- *----- (1976a) « Introduction : the role of systematics in Biology », Systematic biology, publication 1692 of the National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C., 1969, p. 4-15, republié dans Ernst Mayr, Evolution and the Diversity of Life. Selected essays, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press, pp. 416-424.

- *----- (1976b), « Cladistic analysis or cladistic classification? », Z. Zool. Syst. Evol. Forsch., vol. 12, 1974, pp. 94-128, republié dans Ernst Mayr, Evolution and the Diversity of Life. Selected essays, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press, pp. 433-476.
- *----- (1976c), « Points of View. Is the Species a Class or an Individual? » Systematic Zoology, vol. 25, p. 192.
- *----- (1989), « Species Concepts and Their Application », dans Ernst Mayr, Populations, Species, and Evolution, Cambridge Mass, Harvard University Press, 1963, 1970, republié dans Michael Ruse, Philosophy of Biology, New York, Macmillan Publishing Company.
- *----- (1994), « Biological classification : Towards a synthesis of opposing methodologies » Science, vol. 214, 1981, pp. 510-516, dans Elliot Sober (dir.), Conceptual Issues in Evolutionary Biology, 2ième édition, Cambridge, Mass., A Bradford Book, The MIT Press, pp. 277-294.
- *MYERS, George S. (1952), « The Nature of Systematic Biology and of a Species Description », Systematic Zoology, vol. 1(3), pp. 106-111.
- *PETIT, Alain (1997), « L'art imite la nature » : Les fins de l'art et les fins de la nature », dans Pierre-Marie Morel, Aristote et la notion de nature, Presses Universitaires de Bordeaux, 1997.
- PETTIGREW, John D. (1995), « Flying primates : crashed, or crashed through? », dans Paul A. RACEY et Susan M. SWIFT (dir.), Ecology, Evolution and Behaviour of Bats, Oxford, Clarendon Press, pp. 3-26. [Symposia of the Zoological Society of London, no. 67]
- *SNEATH, P. H. A. (1961), « Recent developments in theoretical and quantitative taxonomy », Systematic Zoology, vol. 10, pp. 118-139.
- *----- (1983), « Philosophy and Method in Biological Classification », dans J. FELSENSTEIN (dir.), Numerical Taxonomy, Berlin, Springer-Verlag. [NATO ASI Series Advanced Science Institutes Series. Series G: Ecological Sciences No. 1]
- *----- (1995), « Thirty years of numerical taxonomy », Systematic Biology, vol. 44(3), pp. 281-298.
- *SOBER, Elliot (1980), « Evolution, Population Thinking, and Essentialism », Philosophy of Science, vol. 47(3), pp. 350-383.
- *SOKAL, Robert R. (1961), « Distance as a Measure of Taxonomic Similarity », Systematic Zoology, vol. 10(2).
- *----- (1985), « The continuing search for order », The American Naturalist, vol. 126(6), pp. 729-749.
- *----- (1986), « Phenetic Taxonomy : Theory and Methods », Ann. Rev. Ecol. Syst., 17, pp. 423-442.

- *SOKAL, Robert R. et J. H. CAMIN (1965), « The two taxonomies : areas of agreement and conflict », Systematic Zoology, vol. 14, pp. 176-195.
- *SOKAL, Robert R. et Theodore J. CROVELLO (1970), « The biological species concept : a critical evaluation », The American Naturalist, vol. 104(936), pp. 127-153.
- THOMPSON, W. R. (1952), « The Philosophical Foundations of Systematics », The Canadian Entomologist, vol. LXXXIV(2), pp. 1-16.
- THUILLIER, Pierre (1981), « Le « scandale » du British Museum », La Recherche, vol. 12(125), pp. 1016-1023.
- *WILEY, E. O. (1975), « Karl Popper, systematics and classification - a reply to Walter Bocks and other evolutionary taxonomists », Systematic Zoology, vol. 24, pp. 233-243.
- *----- (1978), « The evolutionary species concept reconsidered », Systematic Zoology, vol. 27, pp. 17-26.

GLOSSAIRE

- ALLOPATRIE**, n.f. La présence dans des aires géographiques disjointes d'au moins deux populations d'individus sexués qui seraient jugés hors de portée (« *cruising range* ») les uns des autres si jamais l'accouplement était possible entre eux.
- ALLOPATRIQUE**, adj. Qui ne se côtoie pas; deux populations allopatriques occupent des aires disjointes (d'après Tassy, 1991).
- ANAGENÈSE**, n.m. Processus régulier de transformation morphologique d'une espèce au cours du temps, sans production de diversité. On utilise souvent le terme **ÉVOLUTION PHYLÉTIQUE**, ou encore **Gradualisme PHYLÉTIQUE**, pour la transformation régulière au cours du temps d'une espèce en une autre. A l'origine, selon Bernhardt Rensch en 1954, l'anagenèse était définie comme l'évolution progressive, l'acquisition de niveaux phylogénétiques supérieurs (d'après Tassy, 1991).
- APOMORPHE**, adj. Dans une série de transformations d'un caractère, se dit de l'état du caractère éloigné de l'état initial (syn. : dérivé). Par extension : caractère apomorphe (d'après Tassy, 1986).
- APOMORPHIE**, n.f. Caractère apomorphe présent dans un taxon donné (d'après Tassy, 1991).
- ARRANGEMENT**, n.m. Disposition des taxons les uns par rapport aux autres en coordination et subordination (d'après Tassy, 1986)
- AUTAPOMORPHE**, adj. Lors d'une comparaison entre groupes-frères, se dit de l'état dérivé d'un caractère propre à l'un des deux taxons. Par extension : caractère autapomorphe (d'après Tassy, 1986)
- AUTAPOMORPHIE**, n.f. Caractère nouveau apparu dans un seul des groupes frères et parfois dans aucun autre groupe du règne animal.
- CARACTÈRE**, n.m. Tout attribut d'un organisme utilisé pour le reconnaître, le différencier ou le classer.
- CATÉGORIE**, n.f. Niveau hiérarchique d'inclusion subordonné à un niveau hiérarchique d'inclusion supérieur et coordonnant des classes de taxons considérées comme comparables ou équivalentes en fait ou en droit et pouvant en conséquence être traitées de façon similaire en nomenclature (d'après Tassy, 1986).
- CLADE** sensu Simpson (1961), n.m. (du grec *klados*, branche). Groupe d'organismes vivants qui ont une origine génétique commune et qui satisfont minimalement le critère de monophylie sensu Simpson (1961).
- CLADE** sensu Wiley et coll. (1991), n.m. (du grec *klados*, branche). Unité monophylétique sensu Hennig (1966) délimitable de quelque niveau que ce soit (d'après Tassy, 1986).
- CLADISME**, n.m. Synonyme de **SYSTÉMATIQUE PHYLOGÉNÉTIQUE**. Ecole de taxinomie qui, à la suite de Hennig, fonde la classification sur la proche parenté entre clades.
- CLADOGÈNESE**, n.f. Processus de division d'une espèce mère en deux espèces filles, aboutissant à la production de la diversité (d'après Tassy, 1991).

- CLADOGRAMME, n.m. Schéma (dendrogramme) exprimant les relations de proche parenté entre taxa construit à partir de l'analyse cladistique, où les points de branchement (ou noeuds) sont définis par des synapomorphies. Contrairement au phylogramme, les points de branchement ne reflètent pas les taux de divergence (d'après Tassy, 1986).
- CLASSIFICATION BIOLOGIQUE, n.f. Mise en ordre des êtres vivants en groupes en fonction de critères variables : 1) la similarité et/ou la proche parenté et/ou la descendance dans le cas des classifications générales et (2) d'autres type de relations dans le cas des classifications particulières, par exemple les relations écologiques. Le terme *classification* sert à la fois pour désigner un processus et le résultat de ce processus.
- CLASSIFICATION NATURELLE, n.f. Dans la terminologie de la classification évolutionniste, une classification est dite naturelle si le regroupement et la hiérarchisation ont été effectués en conformité avec l'histoire évolutive (réelle ou présumée). Dans la terminologie de la systématique phylogénétique, une classification est dite naturelle si le regroupement et la hiérarchisation ont été effectués en conformité avec la séquence d'apparition des synapomorphies qui sont des indicateurs de la proche parenté (réelle ou présumée). Dans la terminologie de la taxinomie numérique, une classification est dite naturelle si le regroupement et la hiérarchisation ont été effectués en conformité avec les résultats du calcul de la similarité globale (i.e. coefficients de similarité) et ceux de l'analyse de groupements.
- CONVERGENCE, n.f. Ressemblance apparue indépendamment dans différents taxa. La convergence partagée par différents taxa n'est pas héritée de l'espèce ancestrale de ces taxa (d'après Tassy, 1986).
- DÈME, n.m. Population locale d'une espèce (taxa); Communauté composée d'individus qui peuvent s'accoupler ensemble dans une localité donnée (d'après Mayr et Ashlock, 1991).
- ESPÈCES jumelles, Se dit de deux ou plusieurs espèces qui présentent des différences morphologiques difficilement décelables.
- ESPÈCES polytypique, Se dit d'une espèce composée de populations présentant des phénotypes bien distincts bien que les individus des différentes populations conservent la capacité de s'accoupler en eux.
- GRADE, n.m. Taxon souvent paraphylétique et parfois polyphylétique qui est supposé représenter un certain niveau de progrès évolutif, d'organisation ou d'adaptation.
- HIÉRARCHISATION, n.f. Les termes *échelonnement* et *catégorisation* peuvent aussi être employés pour traduire le terme « ranking ».
- HOLOPHYLÉTIQUE, adj. Dans la terminologie de la classification évolutionniste un groupe est dit holophylétique s'il comprend seulement une espèce-mère (« stem species ») et toutes les espèces (taxa) qui descendent de celle-ci. Synonyme : monophylétique sensu Hennig (1966).
- HOLOPHYLIE, n.f. Dans la terminologie de la classification évolutionniste : Il s'agit d'un cas particulier de monophylie sensu Simpson (1961) où la division est verticale de

telle sorte que le groupe comprend seulement une espèce-mère (« stem species ») et toutes les espèces (taxa) qui descendent de celle-ci. Synonyme : monophylie sensu Hennig (1966).

HOMOLOGIE, n.f. Partage d'un même caractère par différentes espèces en raison d'une ascendance commune. Par exemple l'os du bras de l'homme (humérus) est homologue de l'os impair de la nageoire antérieure qui s'articule à la ceinture pectorale chez les coelacanthes. Caractères hérités d'un ancêtre commun (d'après Tassy, 1991).

HOMOPLASIE, n.f. Partage d'un même caractère par différentes espèces dû à la convergence et la réversion et non pas en raison d'une ascendance commune.

IDENTIFICATION, n.f. Assignation d'un ou plusieurs noms de taxa déjà établis à des organismes vivants (spécimens) à partir de procédures déductives. L'identification se fait à l'aide de clés dichotomiques qui sont bâties à partir des classifications et de la nomenclature en vigueur. **IDENTIFICATION** - the placing of individual specimens into previously established taxa, by deductive procedures. The determination of the taxonomic identity of an individual. See also : Field identification, Misidentification.

MONOPHYLÉTIQUE sensu Simpson (1961), adj. Dans la terminologie de la classification évolutionniste, un groupe est dit monophylétique sensu Simpson (1961) s'il provient d'une ou plusieurs lignées appartenant à un seul taxon de même rang ou d'un rang inférieur. Par exemple, un genre (taxon) monophylétique provient d'un seul genre (taxon) ancestral et une classe (taxon) monophylétique provient d'une seule classe ancestrale (taxon).

MONOPHYLÉTIQUE sensu Hennig (1966), adj. Dans la terminologie de la systématique phylogénétique, un groupe est dit monophylétique sensu Hennig (1966) s'il comprend seulement une espèce-mère (« stem species ») et toutes les espèces (taxa) qui descendent de celle-ci. Synonyme : holophylétique.

« ...only groups of species that can ultimately be traced back to a common stem species can be called monophyletic. Consequently in phylogenetic systematics only groupings that are monophyletic in this sense have any justification. As explained in detail above, to this definition it must be added that not only must a monophyletic group contain species derived from a common stem species, but it must also include all species derived from this stem species. » (Willi Hennig, Phylogenetic systematics, traduit par D. Dwight Davis et Rainer Zangerl, Chicago, University of Illinois Press, 1966, p. 207)

MONOPHYLIE sensu Simpson (1961), n.f. Dans la terminologie de la classification évolutionniste : L'état d'un groupe qui provient d'une ou plusieurs lignées appartenant à un seul taxon de même rang ou de rang inférieur.

MONOPHYLIE sensu Hennig (1966), n.f. Dans la terminologie de la systématique phylogénétique : L'état d'un groupe qui comprend seulement une espèce-mère (« stem species ») et toutes les espèces (taxa) qui descendent de celle-ci. Synonyme : holophylie.

- MONOTHÉTIQUE, adj. Un groupe est dit monothétique lorsqu'il peut être défini par la possession d'un seul caractère ou d'un ensemble restreint de caractères nécessaires et suffisants pour faire partie de ce groupe. Antonyme : polythétique.
- MONOTYPIQUE, adj. - Un genre (taxon) est dit monotypique lorsqu'il a été établi qu'à partir de l'existence attestée d'une seule espèce (taxon). Une espèce est dite monotypique si elle ne comprend pas de sous-espèces. Par exemple, l'espèce humaine serait polytypique puisqu'elle comprendrait deux sous-espèces : *Homo sapiens sapiens* et *Homo sapiens neandertalensis*[†].
- PARALLÉLOPHYLLIE, n.f. Cas hypothétique de monophylie sensu Simpson (1961) où les synapomorphie et/ou les autapomorphies ne sont pas apparues en raison d'un ancêtre commun récent immédiat mais plutôt en raison de la transmission de gènes appartenant à un ancêtre commun lointain.
- PARALLÉLISME, n.m. Il s'agit d'un cas particulier de convergence où la ressemblance est apparue indépendamment dans différents taxa proches parents (d'après Tassy, 1986).
- PARAPHYLÉTIQUE sensu Simpson, adj. Un groupe monophylétique est dit paraphylétique sensu Simpson lorsqu'il ne comprend pas toutes les espèces (taxa) qui sont issues d'une ou plusieurs espèces du groupe, le regroupement des lignées évolutives résultant d'une division horizontale.
- PARAPHYLÉTIQUE sensu Wiley et coll. (1991), adj. Un groupe artificiel est dit paraphylétique sensu Wiley et coll. (1991) lorsqu'il ne comprend pas toutes les espèces (taxa) qui sont issues d'une ou plusieurs espèces du groupe, la division ayant été effectuée horizontalement pour tenir compte des symplésiomorphies.
- PARAPHYLIE sensu Simpson (1961), n.f. Dans la terminologie de la classification évolutionniste : Il s'agit d'un cas particulier de monophylie sensu Simpson (1961) où le regroupement des lignées évolutives résulte d'une division horizontale. Par conséquent, ce groupe ne comprend pas toutes les espèces (taxa) qui sont issues d'une ou plusieurs espèces du groupe.
- PARAPHYLIE sensu Wiley et coll. (1991), n.f. Dans la terminologie de la systématique phylogénétique : L'état d'un groupe qui ne comprend pas toutes les espèces (taxa) qui sont issues d'une ou plusieurs espèces du groupe, la division ayant été effectuée horizontalement pour tenir compte des symplésiomorphies. Ce type de taxon est jugé artificiel car il n'est pas monophylétique sensu Hennig (1966).
- PHÉNON sensu Mayr (1969), n.m. (pluriel phéna) Manifestations phénoménales du génome d'un organisme ou d'un taxon. Il s'agit des différentes formes observables ou phénotypes qui peuvent apparaître au sein d'une population en raison, entre autres, du dimorphisme sexuel, de l'âge, de la saison et de la variation individuelle.
- PHÉNON sensu Sneath et Sokal (1973), n.m. (pluriel phéna). Terme qui désigne les regroupements d'UTO obtenus par les différentes méthodes d'analyse de groupement ou encore formé à partir des différents coefficients de similarité. Remplace le terme taxon.

- PHYLOGÉNIE**, n.f. Histoire de la descendance des groupes d'êtres vivants (taxa) au cours des temps géologiques. Un peu comme l'ontogénie décrit les différents étapes du développement embryonnaire d'un organisme, la phylogénie décrit les différentes étapes du développement évolutif d'un groupe.
- PHÉNOTYPE**, n.m. Ensemble des caractères qu'affiche un individu. Il correspond à la réalisation du génotype (ensemble des gènes) sous l'influence de l'environnement et suite aux événements vécus par l'individu.
- PLÉSIOMORPHE**, n.f. Dans une série de transformations d'un caractère, se dit de l'état initial du caractère (synonyme de primitif). Par extension : caractère plésiomorphe. (d'après Tassy, 1986).
- POLYPHYLÉTIQUE**, adj. Un groupe artificiel est dit polyphylétique lorsque
- POLYPHYLIE**, n.f. Dans la terminologie de la systématique phylogénétique : L'état d'un groupe qui comprend des espèces (taxa) qui proviennent de deux ou plusieurs espèces ancestrales différentes. Le regroupement est le fait du partage d'une ou plusieurs convergences (d'après Tassy, 1986). Ce type de taxon est jugé artificiel car il n'est pas monophylétique sensu Hennig (1966).
- POLYPHYLIE**, n.f. Dans la terminologie de la classification évolutionniste : L'état d'un groupe qui comprend taxa d'origines différentes. Ce type de taxon est jugé artificiel car il n'est pas monophylétique sensu Simpson (1961).
- POLYPHYLIE CONVERGENTE**, Dans la terminologie de la classification évolutionniste : Cas particulier de polyphylie où un groupe comprend de taxa éloignées qui ont donné aussi naissance à d'autres taxa.
- POLYTHÉTIQUE**, adj. Un groupe est dit polythétique lorsqu'il ne peut pas être défini par un caractère ou un ensemble restreint de caractères nécessaires et suffisants pour faire partie de ce groupe. Ainsi, un animal appartient à un groupe polythétique donné plutôt qu'à un autre parce qu'ils partagent avec les membres de ce groupe un plus grand nombre de caractères qu'avec ceux des autres groupes. Antonyme : monothétique.
- SÉMAPHORONTE**, n. m. Le « porteur de caractères ». Un individu pendant une certaine période de temps (d'après Tassy 1986).
- SPÉCIATION**, n.f. L'apparition d'une nouvelle espèce à partir d'une espèce ancestrale (d'après Tassy, 1991).
- SPÉCIATION ALLOPATRIQUE**, Cas de spéciation où l'apparition d'une nouvelle espèce se fait suite à l'isolement géographique d'une population qui diverge, par la suite, suffisamment pour avoir atteint un certain niveau d'isolement reproductif par rapport à l'espèce ancestrale à laquelle elle appartenait à l'origine.
- SPÉCIATION SYMPATRIQUE**, Cas de spéciation où l'apparition d'une nouvelle espèce se fait à l'intérieur même de l'aire géographique de l'espèce ancestrale à partir de la transformation de l'ensemble des populations ou d'un petit nombre de populations ou encore d'une seule population.

- SYMPATRIE, n.f. La présence dans la même aire géographique d'au moins deux population d'individus sexués qui seraient jugés à portée (« cruising range ») les uns des autres si jamais l'accouplement était possible entre eux.
- SYMPATRIQUE, adj. Qui vit au même endroit; qui se côtoient dans leur aire géographique naturelle (d'après Tassy, 1991).
- SYMPLÉSIOMORPHIE, n.f. Le partage de caractère(s) plésiomorphe(s) ou ancien(s).
- SYNAPOMORPHIE, n.f. Le partage de caractère(s) apomorphe(s) ou dérivé(s).
- SYSTÉMATIQUE, n.f. L'étude scientifique de la diversité des organismes vivants et des relations qu'ils entretiennent entre eux.
- TAXINOMIE ou TAXONOMIE, n.f. La théorie et la pratique de la classification des organismes vivants.
- TAXON, n.m. (pluriel : des taxons, des taxa). Groupe d'organismes reconnu en tant qu'unité formelle à chacun des niveaux de la classification (d'après Tassy, 1986).
- UTO (Unité Taxinomique Opérationnelles). Regroupement qui peut correspondre à un organisme, à une espèce (taxon) ou à un quelconque groupe d'espèces (taxon de niveau supérieur).