

# QUELLES STRATÉGIES POUR L'ICHTYOLOGIE ?

par

Guillaume LECOINTRE (1)

**RÉSUMÉ.** - Les sciences centrées sur les objets (ichtyologie, entomologie, ornithologie, etc.) sont traversées par des régimes de preuves et des méthodes de travail très diversifiés. Ici on développe le point de vue selon lequel la structuration sociale de la science et la formation par la recherche doivent s'organiser selon un régime de preuves et des concepts communs plutôt que sur des objets communs. C'est ainsi que les jeunes chercheurs sont les mieux formés. La synthèse des données sur des objets communs est plus une affaire de communication, de diffusion des connaissances et de sociétés savantes que d'intitulés officiels de laboratoires. En d'autres termes, la meilleure stratégie pour l'ichtyologie est d'irriguer de ses jeunes acteurs les diverses structures de recherches centrées sur des types de questions. Car c'est – pour le moment – ce qui maximise le renouveau des générations. L'ichtyologie ne garantit pas son avenir en s'affirmant elle-même politiquement de recherche, mais en récupérant ces jeunes chercheurs pour opérer les synthèses légitimes au sein des sociétés savantes.

**ABSTRACT.** - What strategies for ichthyology?

Naming a Science according to the things analysed (ichthyology, entomology, ornithology, etc.) is, at best, an essentialist reminiscence. We often tend to confuse properties of things and properties of concepts and tools used for investigation. But things are not themselves pregnant of the meaning we give to them. Object-centered sciences are nourished by various methods and schemes of proof. Here we develop the point of view that social structuring of science and research training must be organized according to common concepts, methodologies and schemes of proof rather than to common objects. It is a better way to reach excellence in research training. Syntheses about categories of objects are more a matter of communication and release of knowledge conducted by scientific societies than scientific policy and official title of labs. Put in another way, the best strategy for ichthyology is to irrigate scientific structures defined in terms of concepts, methods and questions with its young ichthyologists. This is what maximizes the renewal of generations. Ichthyology will not face the future just by identifying itself with a scientific policy or with the title of a lab. Its longevity lies in recruiting young ichthyologists from different method-oriented research areas for syntheses that rightfully occur within scientific societies.

Key words. - Ichthyology - Research training - Scientific policy.

Le présent article propose une réflexion en matière de politique scientifique. L'objectif est d'examiner la géométrie dans laquelle l'ichtyologie va réaliser au mieux l'emplacement des générations. Le vingtième siècle a connu l'explosion de la biologie, et, en France, à peu près au même moment l'explosion du nombre de ses chercheurs. Ces deux lames de fond déterminent fortement les contraintes qui se posent à nous aujourd'hui : premièrement, la structure démographique de la discipline a créé un hiatus méthodologique et épistémologique entre la génération partante et les candidats à l'embauche ; deuxièmement, ce hiatus et la sociologie des sciences d'aujourd'hui amènent à réfléchir sur la géométrie disciplinaire qui préparerait au mieux les futurs ichtyologistes aux contraintes du recrutement.

## L'ICHTYOLOGIE

L'ichtyologie est cette partie de la zoologie qui traite des poissons. C'est une discipline centrée sur les objets de la nature. Un bref coup d'œil au traité de zoologie de Grassé (1958) montre que l'ichtyologie s'occupe d'anatomie com-

parée, d'embryologie, de taxinomie, de physiologie, d'histologie, d'écologie, d'halieutique, etc. Comme tout champ d'activité scientifique centré sur des objets, il est donc traversé par toute une palette de questions relatives aux structures et de questions relatives aux processus.

## SCIENCES DES OBJETS, SCIENCES DES QUESTIONS

L'entomologie est la science des insectes, l'ichtyologie la science des poissons, l'ornithologie la science des oiseaux, etc. Plutôt que centrées sur des objets, il est d'autres champs disciplinaires, centrés sur des types de questions posées, et des concepts et méthodes pour y répondre, homogènes sur le plan épistémologique. Par exemple, la physiologie traite des processus organiques et moléculaires du fonctionnement des organismes et de sa régulation. La systématique traite de la mise en ordre du monde vivant à travers les classifications qu'elle produit ; elle comprend la description, l'identification et la nomenclature, relatives à la structure du vivant, aussi bien que la classification phylogénétique de celui-ci.

(1) Département de Systématique, UMR CNRS 7138 "Systématique, adaptation, évolution", Muséum national d'Histoire naturelle, 43 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, FRANCE. [lecointr@mnhn.fr]

**SCIENCES DES STRUCTURES,  
SCIENCES DES PROCESSUS**

Dans tous les secteurs de la connaissance objective, il existe une coupure épistémologique profonde entre les sciences des structures et les sciences des processus. Pour schématiser à l'extrême, les premières répondent à la question "quoi ?" et les secondes à la question "comment ?" (Tab. I). On peut dire que dans les deux secteurs, la façon dont on prouve est différente. Depuis la Renaissance, les sciences des structures du Vivant conduisent à des classifications dont la vocation n'est plus d'être utilitaire, mais d'être "naturelle". Depuis Darwin (1859), une classification naturelle est généalogique, nous dirions aujourd'hui phylogénétique. Le régime de la preuve s'apparente à celui qui est utilisé par les historiens (Tab. II : l'abduction est le régime de preuve de la biosystématique). En biologie, les sciences de processus ont recours à une expérimentation où le régime est l'hypothético-déduction (Tab. II : en génétique des populations, le régime de la preuve est la déduction). Nous allons détailler quelque peu le propos.

Tableau I. - Les sciences centrées sur des objets traversent à la fois les sciences des structures et les sciences des processus. Elles traversent même différents régimes de preuve (voir Tab. II).

	Structures	Processus
Objets	Ichtyologie	Ichtyologie
Questions	Systématique	Ecologie, physiologie, etc.

Tableau II. - Les sciences vues au travers des types de questions posées et de leur régime de preuve. Dans les cases sont donnés des exemples de sciences. On voit que la systématique (taxinomie et biosystématique) est avant tout une science des structures du vivant. La taxinomie est inductive parce qu'elle généralise au taxon les attributs observés sur quelques exemplaires. La construction phylogénétique ("biosystématique") est abductive parce qu'elle infère par la mise en cohérence des attributs d'aujourd'hui les événements qui leur ont donné naissance. Pour sortir de la systématique, on prendra une science des structures utilisant un régime de déduction, la cristallographie, car ce sont des lois qui régissent la déduction des structures tri-dimensionnelles des cristaux.

	Structures	Processus
Induction	Taxinomie	Psychologie
Abduction	Biosystématique	
Déduction	Cristallographie	Génétique des populations

**La preuve historique**

Les sciences du "quoi" s'attachent à décrire la nature. Une fois décrites, les manifestations de la Nature doivent être mises en cohérence. La preuve historique consiste à

observer des manifestations de la Nature comme faits actuels, les mettre en cohérence, en inférer les événements du passé (acquisition/pertes de caractères) à l'origine de ces faits. Dans cet exercice de rétrodiction, c'est la cohérence maximale des faits qui permet de choisir une théorie plutôt qu'une autre, garantir la pertinence de la conclusion et maximiser le pouvoir explicatif de la théorie des conditions du passé que nous venons de choisir. Par exemple, en systématique, les chercheurs construisent des phylogénies, c'est-à-dire construisent des arbres qui traduisent les degrés d'apparement relatifs entre des êtres vivants. A un nombre de taxons correspond mathématiquement un nombre donné d'arbres possibles. Chaque arbre possible est une théorie des relations de parenté. Les théories se mesurent entre elles par leur cohérence interne ; on choisit celle qui a la plus grande cohérence. La cohérence d'une théorie est mesurée à l'aide de formules mathématiques simples. En phylogénie, cette valeur de cohérence s'appelle l'indice de cohérence (*consistency index : C.I.*). On choisit l'arbre qui a le plus haut C.I. (c'est en fait l'arbre le plus parcimonieux, parcimonie et cohérence interne allant de pair). Les observations de départ étant reproductibles, la formule mesurant la cohérence étant la même pour tout observateur, la preuve historique est donc reproductible par autrui. Par conséquent elle produit de la connaissance objective.

Les degrés d'apparement d'une phylogénie ne sont pas construits à l'aide de machine à remonter le temps, ni sur la base de registres d'état civil. Ces arbres résultent d'un exercice de reconstitution à partir d'observations à expliquer. Ces observations sont la répartition des caractères des êtres vivants (on peut les appeler caractères ou attributs). Si nous avons cinquante espèces animales devant les yeux, nous sommes immédiatement capables d'observer leurs attributs. Certaines ont quatre pattes. Parmi celles-ci, certaines ont des poils. Parmi celles-ci, certaines ont le pouce opposable au reste des doigts. Ces attributs (pattes, poils, pouce opposable) ne sont pas distribués n'importe comment. Ils sont distribués parmi les espèces selon une hiérarchie perceptible : tous ceux qui ont le pouce opposable ont déjà les poils, tous ceux qui ont des poils ont déjà quatre pattes..., c'est-à-dire que la répartition des attributs n'est pas totalement désordonnée : on ne trouve pas de poils en dehors de ceux qui ont quatre pattes, ni de pouce opposable en dehors de ceux qui ont des poils. Il y a des attributs à expliquer, leur mise en cohérence maximale se traduit par la construction d'ensembles emboîtés, lesquels constituent en fait un arbre (nous tairons la recette ici par souci de place). Ici, la cohérence maximale consiste à mettre dans un seul et même ensemble tous ceux qui ont des poils, au lieu de les ranger séparément avec ceux qui n'en ont pas en ensembles distincts. Pour réaliser cette mise en cohérence, on utilise le plus souvent la représentation de l'arbre (qui est une série d'ensembles emboîtés).

De manière sous-jacente à notre action, c'est la phylogénèse qui explique cet emboîtement des attributs en un "ordre naturel". L'arbre phylogénétique résultant traduit non seulement les degrés relatifs d'appareillement des espèces par l'emboîtement de leurs attributs, mais il raconte également le déroulement historique de leur apparition, c'est-à-dire l'ordre relatif de leur acquisition dans le temps. On a donc reconstitué une histoire *argumentée et vérifiable par autrui*. L'historien ne procède pas différemment, mais ses outils ne sont pas formalisés ; il ne dispose pas d'algorithme. Sa mise en cohérence de faisceaux de présomption, d'indices et de documents est non formalisée, et ce qui fut longtemps le cas également des systématiciens.

### La preuve expérimentale

La preuve expérimentale, quant à elle, consiste à agir sur le monde réel en produisant une expérience décisive qui va permettre de trancher entre plusieurs hypothèses en concurrence. En biologie de l'évolution par exemple, on va mimer des forces évolutives telles qu'on se les représente. Pour simuler l'origine abiotique de molécules biologiques tels les acides aminés, Stanley Miller et Harold Urey ont soumis des composés abiotiques simples (méthane, hydrogène, ammoniac, eau) à certaines conditions physiques dont on pensait qu'elles devaient être celles d'une terre primitive (chaleur, électricité). Ils ont fabriqué *in vitro* de nombreux acides aminés (constituants élémentaires des protéines) et les bases puriques des acides nucléiques (constituants élémentaires de l'ADN). Lorsqu'ils travaillaient sur des espèces à temps de génération très courts, les biologistes ont pu "voir" l'évolution dans leur laboratoire. Dès les années trente, Philippe L'Héritier et Georges Teissier ont vérifié l'évolution biologique expérimentalement en maintenant des populations de 3000 à 4000 petites mouches du vinaigre dans des cages et en les soumettant à certaines contraintes de nourriture. On fait aujourd'hui cela couramment avec des bactéries, notamment lors de "phylogénies expérimentales" réalisées en laboratoire. C'est l'expérience qui explique la phylogénèse (même s'il s'agit surtout de produire en laboratoire ses mécanismes possibles).

Mises à part les expériences mimant l'évolution *in vitro*, l'hypothético-déduction est illustrée au mieux lorsque la preuve expérimentale de processus à l'œuvre dans le vivant ici et maintenant utilise des lois organisant la déduction. De telles lois sont trouvées en génétique des populations ou en physiologie, par exemple. Ici point de rétro-déduction. L'expérience menée vise à tester une hypothèse à l'aide de lois.

### Se comprendre

Il est très important de comprendre que toute la biologie et toutes les sciences de l'évolution fonctionnent ainsi sur deux régimes de preuves distincts. Les sciences des structures

(anatomie comparée, embryologie descriptive, paléontologie, systématique, phylogénie moléculaire...) sont des sciences historiques : la phylogénèse, c'est-à-dire le processus par lequel "l'ascendance avec modification" de Darwin existe, *explique* la répartition des structures à travers le vivant. Les sciences des processus (génétique moléculaire, embryologie causale, physiologie, génétique des populations, écologie...) sont des sciences expérimentales où la phylogénèse *est expliquée* par des expériences. Dans le premier cas, la phylogénèse explique, dans le second, elle est à expliquer. Si l'on se trompe de régime de preuve, on arrive vite à des aberrations. C'est pourtant ce que font certains scientifiques, en prétendant que la systématique n'est pas une science parce qu'ils ont l'intuition qu'elle ne suit pas un schéma argumentatif de type hypothético-déductif fondé sur une expérience sur le monde réel disposant de lois. Combien d'étudiants des sciences expérimentales ou bien des sciences structurales comprennent *vraiment* ce qu'on fait en taxinomie ? En phylogénie ? Car l'explosion de la biologie au XX<sup>e</sup> siècle est surtout l'explosion des sciences des processus. De Riquelès (1996) a très bien exposé ce déploiement des disciplines explicatives au détriment des disciplines descriptives et son argumentaire historique ne sera pas repris ici. L'un des résultats palpables est l'érosion démographique des chercheurs travaillant dans les sciences des structures, la diminution des cadres d'enseignement capables de les enseigner, et donc une ignorance assez prononcée de ces matières chez les biologistes. Soulignons, à titre indicatif, que la systématique en tant que pratique scientifique ayant disparu de l'université et du CNRS, on demande aujourd'hui à de jeunes maîtres de conférences ou à des ATER de faire des cours de systématique (structure du vivant : anatomie, taxinomie, phylogénie) en premier cycle universitaire alors qu'ils n'en ont pas eu la formation : ils viennent de la biologie cellulaire, de la physiologie, de la biochimie ou de l'écologie. Ils improvisent avec les moyens du bord et les cadres de l'enseignement considèrent que "ça ira bien comme ça", mépris à peine voilé pour les sciences des structures. Le cours peut être superficiellement efficace, mais on y répond mal aux questions les plus élémentaires, par exemple sur le concept d'homologie, ou le statut du principe de parcimonie.

Cela va de soi, on ne juge pas la qualité d'un travail scientifique sur le résultat qu'il donne, sinon, on se priverait de découvrir quoi que ce soit de nouveau. On juge donc un travail scientifique sur la transparence des procédures et la pertinence de la preuve mise en place. Pour cela, il faut comprendre cette preuve. Ce qui fait que les scientifiques se comprennent entre eux, c'est d'abord une communauté de concepts utiles au régime de preuve. Tout simplement parce que, pour admettre ce que dit le voisin, il faut d'abord pouvoir admettre sa preuve comme valide. Et pour cela, il faut être en mesure de l'éprouver, d'en critiquer la mécanique. Ce ne sont donc pas les objets d'étude qui déterminent l'éva-

luation et la communication scientifiques, clés de voûte de l'Ethos de la science, mais des types de questions communs et des concepts partagés. Celui qui travaille sur le comportement de la truite travaille d'abord avec les concepts de l'éthologie, et n'aura que peu de pratique scientifique en commun avec celui qui travaille sur l'affinité de l'hémoglobine de truite pour l'oxygène. En revanche il aura plus à partager avec ceux qui étudient le comportement des oies. Les deux premiers se rencontreront éventuellement plus tard, dans une étape de synthèse des connaissances. Les objets de la science ne sont pas porteurs en eux-mêmes de leur signification ni de leur régime épistémologique. Ils ne deviennent unificateurs que dans un second temps, en aval, à l'étape de la synthèse et de la diffusion des connaissances, et c'est là le rôle des sociétés savantes. Ces synthèses peuvent éventuellement déboucher sur de nouvelles questions qui retourneront trouver des réponses dans le champ épistémologique correspondant.

### IMPLICATIONS POLITIQUES

Que voulons nous ? Une science cohérente capable de créer l'émulation de la recherche, et porteuse de son avenir à travers l'excellence de la formation. Cette excellence se mesure au nombre de jeunes chercheurs qui trouveront des débouchés. Les qualités requises sont le scepticisme, l'esprit critique et la créativité. Pour qui a déjà organisé des séminaires, il est clair que réunir dans une salle ceux qui se posent le même type de questions est plus efficace pour apprendre sur sa propre méthode, apprendre aux jeunes à éprouver les affirmations d'autrui autant qu'à anticiper des objections, que de réunir dans une salle ceux qui s'intéressent aux mêmes espèces. Autrement dit, un éthologiste de l'épinoche aura du mal à éprouver l'expérience d'un physiologiste de l'épinoche, ou un travail de phylogénie des gastérostéiformes. Mais son besoin immédiat sera certainement plus grand de partager la mise en œuvre de concepts de l'éthologie avec un collatéral travaillant éventuellement sur des espèces radicalement différentes, des blattes par exemple. Une politique scientifique qui cherche l'excellence de ses étudiants regroupera les chercheurs sur la base de concepts unificateurs plutôt que sur l'unicité ou l'identité d'un objet ou de plusieurs. En termes

de politique scientifique, cela signifie organiser la recherche d'amont en type de questions ou en disciplines cohérentes du point de vue conceptuel : la systématique, l'éthologie, etc. La synthèse centrée sur des objets est plus l'affaire de monographies, de sociétés savantes et de diffusion des connaissances.

### CONCLUSION

Il n'est pas de notre propos d'établir une hiérarchie entre les champs d'activité scientifique, mais de cerner les conditions optimales du devenir de l'ichtyologie. On peut penser ce qu'on veut de l'utilité de l'encyclopédisme dans l'activité quotidienne du scientifique, mais la question politique cruciale pour l'avenir de l'ichtyologie est de savoir traduire celui-ci en allocations de recherche pour des jeunes doctorants qui seront compétitifs à l'heure du concours de recrutement. L'ichtyologie, comme toute science centrée sur des objets, est traversée par plusieurs régimes de preuves. La meilleure façon de défendre l'ichtyologie en termes de formation des jeunes chercheurs et de recrutements est de l'inscrire dans le champ épistémologique correspondant à l'activité. La classification des poissons, c'est de la systématique. L'étude du contrôle de la métamorphose des civelles, c'est de la physiologie. L'étude des gènes Hox du *Danio*, c'est de la génétique du développement. Tant qu'elle cherchera à se soustraire aux différents cadres épistémologiques qui la traversent, en s'identifiant à un cadre de politique scientifique en soi, l'ichtyologie ne garantira pas de la meilleure façon ses débouchés dans le monde scientifique actuel. La meilleure façon de défendre l'ichtyologie en termes d'impact sur la société, c'est-à-dire défendre son image, son utilité, son attrait, est de lui faire prendre la géométrie d'une société savante, comme le fait la société française d'Ichtyologie.

### RÉFÉRENCES

- DE RICQLÈS A., 1996. - Leçon inaugurale de la chaire de Biologie historique et Evolutionnisme, Collège de France.  
 GRASSÉ P.P., 1958. - Traité de Zoologie. Tome VIII (3). Paris: Masson.