

Commentaire sur:

Jean Gayon: « De la portée des théories biologiques »

Christian Sachse

Université de Lausanne

christian.sachse@unil.ch

forthcoming in :

Thierry Martin (Ed.) : Problèmes théoriques et pratiques en biologie évolutionniste. Paris : Presses Universitaires de Franche-Comté (PUFC).

Vous êtes priés de contacter l'éditeur concernant l'utilisation de cet article.
Please contact the publisher regarding any further use of this paper.
Bitte Herausgeber bezüglich weiterer Verwendung dieses Artikels kontaktieren.

Commentaire de Jean Gayon – « Les théories biologiques de portée intermédiaire »
(Conférence Duhem, 2 avril 2010)

Christian Sachse (Université de Lausanne)

En vue de commenter la conférence, je vais en premier lieu résumer certains des éléments évoqués, forcément au détriment d'autres éléments non moins intéressants. Dans sa conférence Duhem, le professeur Jean Gayon s'interroge sur la nature des théories biologiques et les rapports qu'elles entretiennent entre elles. Faisant référence à Pierre Duhem (1981), il discute l'idée d'une théorie physique unique englobant diverses théories particulières, soit l'idée selon laquelle les théories physiques sont cohérentes parce unifiées logiquement. En contraste avec cette structure et le rapport que les théories physiques entretiennent entre elles, la biologie se présente davantage comme une famille de modèles que comme des systèmes déductifs. Toutefois, malgré son manque de structure logique, la biologie n'apparaît pas incohérente. Se pose dès lors la question de savoir comment l'unité se profile en biologie. C'est en rapport à ce point que Jean Gayon s'intéresse à la notion de « théorie de portée intermédiaire » afin de comparer les sciences différentes et préciser la structure (non-logique) de la biologie.

Gayon, se référant au sociologue Robert King Merton (1949), caractérise les théories de portée intermédiaire comme indispensables pour orienter la recherche empirique et pour développer une théorie de plus en plus unifiée. Les théories de portée intermédiaire sont des « ensembles de propositions interconnectées dont on peut dériver des hypothèses qui sont elles-mêmes empiriquement testables », pourtant « elles ne sont pas dérivées d'une théorie plus générale ». Il existe ainsi une distinction entre théories de portée intermédiaire et théories unificatrices. Par rapport à l'existence des théories de portée intermédiaire, Gayon discute des exemples biologiques et, comparant la sociologie et les sciences physiques, il reprend l'affirmation de Merton que des théories de portée intermédiaire existent aussi en physique. Par contre, lorsque l'on compare les sciences, la physique semble avec ses généralisations de plus en plus larges, et en dépit du fait qu'elle n'a effectivement pas encore réussi à unifier *toutes* les théories physiques, plus unificatrice que la biologie et la sociologie qui contiennent surtout des théories de portée intermédiaire. Mais, il peut apparaître que cette différence entre les sciences tiendrait plutôt à un *degré* de maturité différent : la physique, comparativement aux autres sciences, se présente comme une discipline plus avancée dans l'accumulation de recherches.

La question se pose dès lors de savoir si la biologie pourrait, en analogie avec les progrès de la physique, formuler un jour des théories de plus en plus unificatrices. Nous reviendrons sur l'unification plus loin. Gayon discute tout d'abord la réflexion de Schaffner (1993) sur Merton et, partant, la précision de la notion de théories de portée intermédiaire en biologie. Selon Schaffner,

la plupart des théories biologiques sont de portée intermédiaire et non universelles – en ce sens qu’elles s’appliquent à tous les êtres vivants. En plus du contraste entre l’aspect intermédiaire et unificateur, les théories de portée intermédiaire sont multi- ou interniveaux. Cet aspect permet de montrer le lien avec le débat actuel sur les explications mécanistes qui mobilisent des descriptions multiniveaux (voir par exemple Craver 2007 ou Machamer, Darden et Craver 2000). Pourtant, malgré le fait que le label « multiniveaux » semble bien correspondre à une grande partie des explications et théories biologiques, Gayon s’interroge sur l’*universalité* particulière de certains niveaux en biologie et pose la question de savoir si la biologie contient de véritables lois.

Evoquant les thèses de Schaffner, Gayon montre que les généralisations biologiques au niveau moléculaire ne sont pas des lois dans le sens qu’elles ne sont en réalité pas universelles. Le code génétique n’est par exemple pas réellement universel, il existe des exceptions. De plus, on ne dispose pas d’arguments prouvant que les généralisations doivent être comme elles sont et non autrement. En d’autres termes, il manque un caractère de nécessité : les généralisations biologiques ne soutiennent que de manière spatio-temporellement restreinte une analyse contrefactuelle et sont, dans ce sens, accidentelles, considérées comme un produit complexe de l’histoire évolutive qui aurait, sans entrer en conflit avec les lois physiques, pris d’autres chemins avec d’autres généralisations biologiques. Cependant, suivant la discussion de Gayon, Schaffner pense que « l’universalité nomologique est accessible aux sciences biologiques » ; le point de départ de Schaffner étant l’idée de comprendre la théorie de l’évolution comme une « métathéorie » pour les autres théories biologiques.

Selon Gayon, cela signifie que la théorie de l’évolution « fournit un horizon d’intelligibilité » aux généralisations biologiques, une explication des raisons pour lesquelles elles sont comme elles sont malgré le fait qu’elles sont, au moins au début, émergées d’une manière contingente dans l’histoire. A titre d’illustration, Gayon discute l’exemple des acides aminés lévogyres (et non dextrogyres) dans les protéines des systèmes vivants qui s’explique par le « rôle stabilisateur » de la sélection naturelle. Il existe depuis longtemps cette sorte d’universalité – les acides aminés dans les systèmes vivants sont lévogyres – et cette universalité s’explique malgré le fait qu’elle n’est pas nécessaire au sens strict des généralisations physiques. En ce sens, la théorie de l’évolution « n’est donc pas une partie de la théorie ; elle n’est pas non plus une théorie plus fondamentale qui permettrait de déduire la régularité empirique qu’on observe ; mais elle est la seule ressource dont on dispose pour rendre intelligible la généralisation de fait qu’on observe. Elle est donc une « métathéorie » indispensable ». Nous reviendrons plus loin sur le rôle de la métathéorie.

Gayon revient ensuite à une discussion plus détaillée du débat sur l’existence et la notion de lois en biologie. Les lois sont généralement des énoncés universels empiriquement vrais de portée illimitée, c’est-à-dire qu’elles ne sont restreintes à aucun lieu ou à aucun temps et donc qu’elles justifient des conditionnels contrefactuels. Sur ce point, Gayon fait référence à John J. C. Smart

(1959) pour avancer l'argument qu'il n'existe pas de lois biologiques par manque de nécessité, de portée illimitée. Selon Smart, la théorie de l'évolution consiste en généralisations empiriques, mais limitées localement, soit illimitées mais tautologiques (et donc non-empiriques). Dans les deux cas, le statut nomologique ne s'applique pas. Cette vision a été critiquée par Michael Ruse (1973), lequel montre que la biologie contient des lois empiriques dont l'applicabilité est testable. Il semble donc justifié de lui attribuer un statut scientifique ; statut qui repose généralement sur l'existence de lois. Pourtant, comme Gayon le souligne, cela est fait en affirmant que la condition d'universalité illimitée des lois est trop exigeante. Cette thèse est, d'après Ruse, une relativisation fondée parce que l'universalité illimitée n'est pas non plus systématiquement satisfaite dans les sciences physico-chimiques. Dans cette nouvelle perspective, la génétique de populations, qui s'appuie sur la loi de Hardy-Weinberg, est par exemple analogue au principe d'inertie et l'action de forces qui modifient les trajectoires inertielles en physique : la loi de Hardy-Weinberg est un cas idéal et les aberrations s'expliquent par des mutations, de la migration, de la sélection, de la dérive aléatoires, etc.

John Beatty (1995) met toutefois en doute cette nouvelle perspective consensuelle. La génétique de populations repose essentiellement sur la première loi de Mendel qui présente, comme le montre Beatty, des exceptions. Il apparaît donc impossible de faire dépendre la validité du principe de sélection naturelle de la génétique mendélienne. La validité de la génétique mendélienne dépend au contraire de son maintien par la sélection naturelle qui est plus fondamentale que les autres généralisations biologiques. Pour cette raison, toutes les généralisations biologiques sont historiquement contingentes. Dans ce contexte, Gayon pose la question de savoir si la théorie de l'évolution est nomologique ou, à l'inverse, si la théorie ne contient que des idées extrêmement générales sans avoir une portée universelle et être empiriquement vérifiée. Pour Gayon, toute conception intégralement contingentiste des généralisations biologiques paraît « exagérée ». Pour soutenir cette estimation, il considère en détail le principe de sélection naturelle qui n'est pas le seul principe théorique de haut niveau en biologie des populations, mais qui a une valeur paradigmatique.

D'un point de vue philosophique, Gayon soutient qu'il est possible de critiquer le concept standard de loi, à savoir d'insister sur les deux conditions déjà mentionnées – la généralisation doit être empiriquement vraie et doit avoir une portée universelle illimitée. Dans le débat préalable, la deuxième condition avait posé problème, dans le cas du principe de la sélection naturelle, c'est plutôt la première condition qui fait problème. Il apparaît davantage tautologique qu'empiriquement vrai. En génétique des populations, le raisonnement est vrai *a priori* en vertu de la forme du modèle en question. Par exemple, la composition génétique de la population ne changera pas selon la loi de Hardy-Weinberg si certaines conditions sont remplies. Ensuite, si la composition génétique change dans les générations, on infère des valeurs sélectives aux

génotypes ; ce qui constitue pourtant un calcul de fitness par rétrodiction. Il est vrai de dire que la loi a une portée empirique mais, si toute aberration entre prédiction et réalité se laisse compenser en modifiant rétrospectivement les valeurs de fitness attribuées aux génotypes, il devient alors évident à quel point les modèles restent vrais *a priori*.

On peut se demander si les modèles mathématiques utilisés en biologie des populations sont ou non des lois. Quand l'on se réfère à Elliot Sober (1996), la situation se présente comme suit : si les lois doivent nécessairement être des généralisations empiriquement vraies, alors les modèles de la biologie de populations ne sont pas des lois. Si, en revanche, les lois peuvent être des énoncés *a priori*, alors il y a beaucoup de lois en biologie. Attendu que cette dernière position s'accorde mieux avec la pratique scientifique effective, il faut alors renoncer à la définition standard des lois. En suivant ce chemin, Gayon constate néanmoins un inconvénient, à savoir que si les modèles de la biologie de l'évolution ne sont pas des lois aux sens standard des lois, alors ils ne peuvent pas être utilisés pour déduire avec précision les lois empiriques des théories de portée intermédiaire. Les modèles peuvent seulement être appliqués, en spécifiant au cas par cas les paramètres qui leur confèrent une portée empirique.

Selon Gayon, ces considérations correspondent à l'évolution scientifique. En effet, la biologie évolutive a eu tendance à généraliser de plus en plus le principe de sélection naturelle. Suivant la reformulation du principe de sélection naturelle de Richard Lewontin (1970), il peut y avoir sélection en l'absence d'une limitation des ressources et la reformulation ne fait pas référence à un mode particulier d'hérédité. Le principe s'applique alors à toute collection d'entités qui présentent les trois propriétés de variation, reproduction et hérédité. Sans discuter plus en détail les tentatives d'expansion théorique du principe de sélection naturelle qui vont plus loin encore que celles de Lewontin, cette démarche confirme, d'après Gayon, que ce principe n'est pas une loi au sens d'une généralisation empiriquement vraie. Il voit là le paradoxe philosophique qui « n'est qu'un paradoxe apparent ». En rendant le principe de sélection plus abstrait, on augmente sa portée universelle illimitée, ceci conformément à la seconde condition traditionnellement requise pour être une loi ; ceci rend aussi plus improbable son interprétation comme une loi empiriquement vraie.

En espérant avoir adéquatement rendu compte ici de la conférence, je souhaiterais maintenant soulever certaines questions et par là-même commenter indirectement la conférence du professeur Jean Gayon dont la vision de la biologie m'apparaît particulièrement pertinente.

Comme cela a bien été discuté lors de la conférence, il existe sans doute une différence entre la physique et la biologie, et Gayon rend précisément compte de cette différence notamment sur le plan de la structure logique, de la portée des théories et de la nécessité (ou contingence) qui se trouve au sein des généralisations physiques et biologiques. Cette différence est d'abord

présentée, quand Gayon fait référence à Duhem, comme une différence plutôt *catégorique*, en ce sens que la différence entre la physique et la biologie n'est pas une question de degré. Globalement, la physique contient une structure logique, alors que la biologie se présente comme un ensemble des modèles ne possédant pas une telle structure logique ou déductive. Dans la suite de la conférence, en particulier au travers de la discussion de Merton, la différence entre physique et biologie a été partiellement relativisée. La biologie se caractérise par ses théories de portée intermédiaire et donc non-universelles. La différence entre physique et biologie se caractérise toutefois en termes de degré puisqu'une partie des théories physiques est aussi de portée intermédiaire. Gayon a aussi fait référence à l'idée de Merton d'un *degré* de maturité distinguant les deux théories. S'ensuit la discussion de la notion de lois en biologie, au travers notamment de la vision de Schaffner, Smart et Lewontin, de la critique de Beatty et de la proposition de Sober, laquelle semble avoir la faveur de Gayon. Dans cette vision, la différence entre la physique et la biologie semble cependant « devenir » à nouveau une différence catégorique, ne se laissant pas caractériser en termes de degré : pour que la théorie de l'évolution (le candidat paradigmatique pour une théorie quasi-universelle, suivant la reformulation de Lewontin par exemple) soit nomologique, il faut relativiser les conditions standard des lois, et en particulier la condition de l'empiricité. Certaines généralisations et modèles en théorie de l'évolution et biologie des populations sont vrais *a priori*. En *admettant* que cela n'est pas le cas pour les lois et modèles en physique, il existe donc une différence catégorique. Pourtant, Gayon semble à relativiser cette perspective en affirmant qu'il n'est « probablement pas vrai que les lois des sciences physiques ... soient toujours des lois satisfaisant la condition de vérité empirique ». La question se pose donc de savoir dans quelle mesure Gayon voit la différence entre la biologie et la physique encore comme catégorique, d'une part, et comme une différence de degré, d'autre part.

Dans ce contexte, attendu qu'une différence catégorique entre physique et biologie demeure, se pose également la question de savoir *pourquoi* exactement une telle différence catégorique existe. Si la différence était seulement une question de degré, il semble qu'elle serait plutôt facile à expliquer ; Merton propose par exemple de la comprendre comme degré de maturité et accumulation de recherches distinguant les deux sciences. La question du pourquoi devient, semble-t-il, encore plus pertinente, puisqu'en fin de compte les modèles *a priori* de la biologie font référence à des entités dans le monde qui sont aussi descriptibles en termes physiques, en l'occurrence, sauf erreur, par des modèles ou lois *empiriques*. D'où vient la « capacité » de la biologie de formuler des modèles *a priori* vrais pour décrire, voire expliquer certains phénomènes, alors que la physique décrit et explique les *mêmes* phénomènes en termes empiriques ? Une spéculation – qui ne constitue d'ailleurs nullement une réponse à ma question du pourquoi, mais qui établit un lien avec Merton – serait peut-être de dire que cette « capacité » de la biologie à formuler des modèles *a priori* est elle-même un signe de maturité. Au fond, comme Gayon le

montre lors de la conférence, l'aspect *a priori* est seulement donné à un *haut niveau d'abstraction* de détails et de différences biologiques. Une différence dans la capacité de faire des abstractions distingue déjà en tant que telle la physique et la biologie – la biologie fait souvent abstraction des détails et différences physiques – et cette différence demeure, du moins possiblement, une différence de degré entre les deux sciences. La capacité de la biologie de faire autant d'abstractions et d'arriver à des modèles *a priori* vrais apparaît tout de même comme une nouvelle qualité, voire une différence *catégorique*. Cela pour faire le lien entre ma question de pourquoi et cette spéculation.

Dans ce contexte, la question se pose aussi de savoir quel rôle exact Gayon attribue à la notion de métathéorie pour caractériser la théorie de l'évolution. Quel rôle joue-t-elle pour les autres théories biologiques, caractérisées de portée intermédiaire, empiriques et non-dérivables de la théorie de l'évolution ? Au cours de sa conférence, Gayon montre à quel point la théorie de l'évolution explique ou rend intelligible l'existence, et par là-même la dite contingence des autres théories et généralisations biologiques. Lors de sa conférence, il pose la question de savoir si ou non la théorie de l'évolution est en elle-même nomologique. Si l'on admet la relativisation des conditions standard pour être nomologique, à savoir que des généralisations peuvent être des lois même si elles sont *a priori* vraies, alors la théorie de l'évolution – en particulier le principe de la sélection naturelle – est nomologique. Cependant, une fois admis la relativisation des conditions standard pour être une loi, il apparaît que beaucoup d'autres généralisations biologiques sont des lois ; Gayon l'admet lui aussi, mais cela n'est pas le centre de ma question. Mais – comme le dit Gayon à la toute fin de sa conférence et comme il a été dit plus haut – il n'est pas possible de déduire les autres lois (généralisations) du principe de sélection naturelle. Il semble donc que nous nous trouvons à nouveau face à une différence catégorique entre les structures déductives de la physique et de la biologie. La question qui se pose maintenant est la suivante : est-ce que la théorie de l'évolution avec ses modèles *a priori* vrais est une métathéorie *parce qu'elle est a priori vraie* ou est-ce que cet aspect *a priori* n'est pas important ? En d'autres termes, la théorie de l'évolution joue – ainsi que le montre Gayon – un rôle unificateur. Les parties de la physique qui jouent ce rôle sont des lois constituant la base déductive pour les autres. L'unification est donc liée avec la déduction. Cela n'est pas le cas pour la structure de la biologie, comme Gayon le dit. Il existe pourtant aussi une unification et ma question concerne le lien entre cette unification et le fait qu'il s'agit de lois *a priori*.