

LES ANTINOMIES ÉPISTÉMOLOGIQUES ENTRE LES RÉDUCTIONNISMES ET LES ÉMERGENTISMES

Donato BERGANDI¹

Rédacteur en chef : B. Paulré
Rédacteur en chef adjoint : E. Andreewsky

Comité scientifique

J. Aracil, Université de Séville; H. Atlan, Université Hébraïque de Jérusalem; A. Bensoussan, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique; M. Bunge, Université McGill; C. Castoriadis, École des Hautes Études en Sciences Sociales; G. Chauvet, Université d'Angers; A. Danzin, Consultant indépendant; P. Davous, EURE-QUIP; J. P. Dupuy, CREA - École Polytechnique; H. Eto, Université de Tsukuba; H. von Foerster, Université d'Illinois; N.C. Hu, Université de Technologie de Shanghai; R. E. Kalman, École Polytechnique Fédérale de Zurich; G. Klir, Université d'État de New York à Binghamton; E. Laszlo, Institution des Nations Unies pour la Formation et la Recherche; J.-L. Le Moigne, Université Aix-Marseille II; J. Lesourne, Conservatoire National des Arts et Métiers; L. Löfgren, Université de Lund; N. Luhmann, Université de Bielefeld; M. Mesarovic, Université Case Western Reserve; E. Morin, École des Hautes Études en Sciences Sociales; E. Nicolau, École Polytechnique de Bucarest; A. Perez, Académie Tchecoslovaque des Sciences; E.W. Ploman, Université des Nations Unies; I. Prigogine, Université Libre de Bruxelles; B. Roy, Université Paris-Dauphine; H. Simon, Université Carnegie-Mellon; L. Sfez, Université Paris-Dauphine; R. Trappl, Université de Vienne; R. Thom, Institut des Hautes Études Scientifiques; F. Varela, CREA - École Polytechnique.

Comité de rédaction

Bureau

D. Andler, CREA - École Polytechnique (*Rubrique Cognition*); E. Andreewsky, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Rédacteur en chef adjoint); H. Barreau, Centre National de la Recherche Scientifique (*Rubrique Archives*); E. Bernard-Weil, CNEMATER - Hôpital de la Pitié (*Rubrique Applications*); B. Bouchon-Meunier, Centre National de la Recherche Scientifique (*Rubrique Applications*); P. Livet, CREA - École Polytechnique (*Rubrique Fondements et Épistémologie*); T. Moulin, École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (*Rubrique Théorie*); B. Paulré, Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne (Rédacteur en chef); J. Richalet, ADERSA (*Rubrique Applications*); R. Vallée, Université Paris-Nord (*Rubrique Théorie*); J.-L. Vuilleme, Université de Paris-I (*Rubrique Fondements et Épistémologie*).

Autres membres

J.-P. Aligoud, Université Lyon-II; A. Dussauchoy, Université Lyon-I; E. Heurion, Régie Autonome des Transports Parisiens; M. Karsky, ELF-Aquitaine - CNRS; M. Locquin, Commissariat Général de la Langue Française; P. Marchand, Aérospatiale - Université Paris-I; J.-F. Quilici-Pacaud, Chercheur en Technologie; A. Renier, Laboratoire d'Architecture n° 1 de l'UPA 6; J.-C. Tabary, Université Paris-V; B. Walliser, École Nationale des Ponts et Chaussées; Z. Wolkowski, Université Pierre-et-Marie-Curie.

Membres correspondants

ARGENTINE : C. François (Association Argentine de Théorie Générale des Systèmes et de Cybernétique). BELGIQUE : J. Ramaekers (Facultés Universitaires de Notre-Dame de la Paix). BRÉSIL : A. Lopez Pereira (Université Fédérale de Rio de Janeiro). ESPAGNE : R. Rodriguez Delgado (Société Espagnole des Systèmes Généraux). ÉTATS-UNIS : J.-P. Van Gigh (Université d'État de Californie). GRÈCE : M. Decleris (Société Grecque de Systémique). ITALIE : G. Teubner (Institut Universitaire Européen). MAROC : M. Najim (Université de Rabat). MEXIQUE : N. Elohim (Institut Polytechnique National). SUISSE : S. Munari (Université de Lausanne).

Résumé

Le débat holisme-réductionnisme se structure autour de trois domaines sémantiques: l'ontologie, la méthodologie et l'épistémologie. Généralement, une méthodologie analytique s'accompagne d'une ontologie atomiste et de la réduction des lois et théories des niveaux d'organisation supérieurs aux lois et théories des niveaux inférieurs. Par contre, une ontologie holiste, relationnelle peut s'accorder au concept d'émergence. En conséquence, dans l'élaboration des lois et théories d'un phénomène appartenant à un niveau donné, la prise en compte du niveau d'organisation supérieur se révélera déterminante. Les propositions philosophiques anti-mécanicistes de précurseurs tels que Bradley, S. Alexander, A.N. Whitehead, C.L. Morgan, D.C. Broad, même en restant au niveau d'une forme de proto-émergentisme, représentent le fondement épistémologique à partir duquel s'est développé une méthodologie véritablement émergentiste.

Abstract

The holism-reductionism debate is structured around three areas of semantics: ontology, methodology and epistemology. As a general rule, an analytical methodology goes with an atomist ontology, and the reduction of laws and theories from the higher levels of organisation to the laws and theories of lower levels. On the other hand, a holistic and relational ontology can be in unison with the concept of emergence. As a consequence, in elaborating laws and theories of a phenomenon of a given level, taking into account that the higher level of organisation will be determinant. The philosophical and anti-mechanistic propositions of precursors such as F. Bradley, S. Alexander, A.N. Whitehead, C.L. Morgan, D.C. Broad, even remaining at the level of a kind of proto-emergen-

tism, represent the epistemological basis on which a true emergentist methodology has been developed.

La problématique épistémologique holisme-réductionnisme est transversale à l'ensemble des disciplines scientifiques – de la physique à la biologie et à l'écologie, de la psychologie jusqu'à la sociologie, l'économie ainsi qu'à l'éthique¹. L'enjeu des recherches concernant une telle problématique consiste, premièrement, à individualiser et décrypter les différents modèles théorétiques et épistémologiques sous-jacents aux recherches concrètes des scientifiques. Cette identification a comme but de saisir l'éventuelle continuité existant entre les présupposés épistémologiques de la recherche scientifique et leur concrétisation méthodologique. Deuxièmement, un autre aspect de l'enjeu de ces recherches consiste à creuser, indépendamment de toutes références aux travaux des scientifiques, la « cohérence interne » des perspectives épistémologiques dites réductionnistes et holistes.

Le holisme et le réductionnisme en tant que perspectives épistémologiques se concrétisent dans deux formes d'évolution scientifique tout à fait différentes. Une approche réductionniste réalise une analyse toujours plus poussée des objets, des événements dont elle s'occupe. Tandis qu'une approche holiste essaiera de respecter, dans les limites du possible, la phénoménologie des objets, des événements, en les intégrant dans des niveaux d'organisation toujours plus complexes. En effet, si le réductionnisme pousse à une spécialisation toujours plus accrue, le holisme, pour sa part, pousserait plutôt vers la transdisciplinarité, vers une tendance à refuser l'idée même de « disciplines fondamentales » auxquelles les autres devraient être réduites.

Dans la définition de la problématique épistémologique holisme-réductionnisme le mouvement néopositiviste a joué une fonction essentielle. Ce mouvement, a permis le dépassement des métaphysiques totalisantes, toujours présentées comme des voies royales pour accéder à la connaissance du réel. Toutefois, en même temps, le néopositivisme a suivi la même démarche lorsqu'il a cherché à construire cette « utopie unificatrice » d'un langage « idéal », par lequel unifier, sur une base solide, la science (le langage de la physique), en se référant à la réalité des « données sensibles » de manière « objective » sans aucun type d'influence de la part de la dimension théorique². En outre, parce qu'il a utilisé, comme présupposé ontologique plus ou moins involontaire, l'atomisme accordé avec une analyse du langage scientifique de type « moléculaire »³, le mouvement néopositiviste aurait fait reculer, selon certains, la naissance des formes différentes de la pensée systé-

mique (autrement dit, holiste, émergentiste) d'au moins cinquante ans (Radnitzky, 1987, pp. 28-29).

L'influence du néopositivisme sur l'évolution des rapports entre science et philosophie, et sur l'évolution de la science tout-court, a été telle qu'il faut considérer que l'imaginaire et les présupposés épistémologiques actuels de la plupart des scientifiques s'en ressentent encore. Tout cela vaut, en particulier, pour ceux qui partagent une perspective épistémologique de type réductionniste.

Lorsque, entre autres, Schlick (1936, p. 341) affirme que « *the meaning of a proposition is the method of its verification* », il participe à un mouvement de la pensée philosophico-scientifique qui sous-entend la croyance en l'objectivité de l'empirisme classique issu de Hume (1711-1770). Il se trouve en continuité naturelle avec la stigmatisation des propositions « dénuées de signification », en un mot, les propositions dites « métaphysiques », propres à cette perspective d'analyse du langage ordinaire (et scientifique) que l'on trouve dans le Wittgenstein du *Tractatus logico-philosophicus*:

« § 4.024 — *Comprendre une proposition, – affirme Wittgenstein – c'est savoir ce qui arrive, quand elle est vraie. (On peut donc la comprendre sans savoir si elle est vraie). On la comprend quand on comprend ses parties constitutives.* » (Wittgenstein, [1922] In 1961 ; voir aussi Waismann, 1991, p. 209).

Ce principe indique que, pour une proposition, le fait d'être pourvu de sens implique la possibilité de sa vérification. La vérité ou la fausseté d'une proposition dépendra de sa capacité à représenter la réalité, de la possibilité d'en vérifier le sens en déterminant la signification de ses parties constitutives⁴. D'après Wittgenstein le monde serait constitué par des « objets » simples, agencés en « faits atomiques » (ou « états de choses ») complexes et réciproquement indépendants. Entre les faits et les propositions qui les décrivent existe une corrélation directe. Les « noms », c'est-à-dire, les parties constitutives des « propositions atomiques » (ou « propositions élémentaires ») sont des symboles simples, et réciproquement dépendants, qui désignent les « objets ». Les propositions atomiques, par contre, nous « montrent » leur sens en « exhibant » leur conformité avec la réalité. Autrement dit, les propositions nous communiquent l'« image logique » de la réalité (Wittgenstein [1922] In 1961, §§ 1.1, 2.01, 2.061, 4.022, 4.03, 4.121 ; Cf. Black, 1964). Ceci entraîne que les propositions scientifiques seront pourvues de sens lorsqu'elles pourront être réduites aux (et « déduites des ») énoncés concernant les termes simples d'observation, les « objets », dérivant des données sensorielles.

Wittgenstein dans son *Tractatus logico-philosophicus* livre une conception du monde, et du langage le décrivant, qui fut d'une importance capitale dans le

développement de la pensée du mouvement néopositiviste et, plus généralement, dans la structuration des différentes formes de réductionnisme scientifique.

ONTOLOGIES, MÉTHODOLOGIES ET ÉPISTÉMOLOGIES

A ce stade de l'analyse, et quel que soit le niveau d'organisation pris en considération – de la physique jusqu'à la sociologie –, il convient d'introduire la thèse fondamentale de la discrimination entre les domaines sémantiques de l'ontologie (la vision du monde, sorte de « pari » sur la structure de la réalité qui fonde toute forme de recherche de la connaissance), de la méthodologie (la stratégie de recherche) et de l'épistémologie, au sens étroit (les relations existant entre les théories et les lois des différents niveaux d'intégration). Cette thèse a été proposée pour la première fois par Ayala et Dobzhansky dans *The studies of Philosophy of Biology* (Ayala et Dobzhansky, 1974, pp. viii-ix)⁵. La discrimination entre les différents domaines sémantiques est appliquée au réductionnisme par ces auteurs. Elle représente une première et fondamentale avancée pour ce qui concerne l'éclaircissement du débat holisme-réductionnisme, car elle limite les risques d'incompréhension et les malentendus. D'ailleurs, cette discrimination sémantique démontre toute sa valeur heuristique lorsqu'elle vient s'appliquer aussi au domaine du holisme (voir Appendice).

Cette discrimination transversale permet, dans les limites du possible, une détermination de sens univoque. Naturellement, la proximité entre les domaines de l'ontologie, de la méthodologie et de l'épistémologie pourrait amener à considérer, en première analyse, cette discrimination comme arbitraire. Toutefois, sans un tel outil heuristique, tous les discours concernant le débat holisme-réductionnisme sont destinés à échouer devant une « tour de Babel épistémologique ».

ONTOLOGIES : ATOMISME VERSUS HOLISME

Il n'existe donc pas « un réductionnisme », mais plutôt « des réductionnismes » dont la dimension ontologique implique généralement, de manière implicite ou explicite, une vision du monde de type atomiste, c'est-à-dire, une théorie de la matière qui peut être considérée comme opposée au « continuisme » holiste. En effet, l'atomisme présuppose l'existence d'éléments minimes et insécables : de leurs mouvements et de leurs chocs dériverait

l'ensemble des entités telles qu'elles sont. En ce qui concerne la philosophie occidentale, la version la plus ancienne de l'atomisme est celle de Démocrite et Leucippe (V^e siècle avant notre ère). Toutefois, elle a représenté l'ossature de la connaissance scientifique jusqu'à nos jours. On peut trouver des versions différentes de l'atomisme dans les œuvres de Gassendi (1592-1655), Boyle (1627-1691) et Dalton (1766-1844), entre autres. La physique sub-atomique moderne perpétue cette tradition dans la recherche des *quarks* : c'est-à-dire, l'hypothèse scientifique selon laquelle les particules élémentaires seraient composées d'unités structurelles qui ne peuvent pas être partagées. Elle est en compétition avec d'autres hypothèses de type holiste, relationnel, continuiste (d'Espagnat, 1991, pp. 8-12).

Plus particulièrement, la vision du monde atomiste trouve son expression dans la conception selon laquelle l'ensemble des phénomènes psychobiologiques sous-entendent des entités et des processus physico-chimiques.

Par contre, selon l'ontologie holiste, relationnelle, de l'émergentisme, chaque totalité (entité, système ou niveau d'intégration) se trouve dans une relation d'agencement avec d'autres totalités du même niveau de complexité et de niveaux différents. Ce modèle ontologique façonne de manière récursive un univers constitué par des « systèmes de systèmes ». Cette conception ontologique implique une ouverture aussi bien en bas qu'en haut de l'échelle hiérarchique, contrairement au modèle ontologique réductionniste, qui présuppose plutôt comme « réalité dernière », des éléments non ultérieurement sécables. Dans le modèle émergentiste, par contre, la qualité du réel réside dans la « continuité » des systèmes qui s'emboîtent les uns dans les autres. C'est cette continuité qui représente la raison première de l'augmentation de complexité qui caractérise tous les niveaux d'intégration, avec l'apparition de propriétés émergentes toujours nouvelles, par rapport aux niveaux qu'ils englobent.

Toutefois, la mise en relief des relations entre les totalités, à elle seule, ne peut pas soutenir une vision du monde non-atomiste, arrière-plan du refus d'une méthode analytique accusée d'être trop simplificatrice. Il est nécessaire aussi que cette mise en valeur des relations soit accompagnée par le concept d'« émergence », généralement véhiculé par une phrase désormais éculée, certes, mais encore douée d'une persistante prégnance : « le tout est plus que la somme de ses parties ». Car autrement il n'y aurait aucune raison logique pour refuser une méthodologie strictement analytique ou même une « analyse complexifiée » comme celle du réductionnisme moderne.

Le holisme, en tant que vision relationnelle de la réalité, peut très bien être résumé par le 7^{ème} fragment d'Anaxagore : « *Tout est dans tout, rien n'existe isolément* » et il peut revêtir tantôt une forme « radicale », tantôt une forme

« modérée », selon la prise en compte plus ou moins large des relations existant entre les totalités. Le holisme, ainsi délimité, trouve son expression au niveau épistémologique – dans le sens étroit du terme – où, là aussi, les « relations » entre les disciplines scientifiques, et donc leurs objets redeviennent prioritaires (voir Appendice).

L'émergentisme ontologique (matérialiste), comme le réductionnisme ontologique, accepte la thèse selon laquelle les entités et les processus physico-chimiques constituent la base de l'ensemble des phénomènes psycho-biologiques. Mais, en même temps, en affirmant l'existence de propriétés émergentes qui ponctuent l'accroissement de la complexité de chaque niveau d'intégration, l'émergentisme ontologique rejette la perspective méthodologique et épistémologique du réductionnisme.

MÉTHODOLOGIES : ANALYSE ET ÉMERGENCE

Dans la littérature épistémologique et scientifique, l'absence d'une codification terminologique précise a des retombées capitales sur l'idée que les chercheurs se font de l'approche émergentiste et de l'approche réductionniste, et donc sur les pratiques de recherche (Bergandi, 1995 (a), 1995 [b]). On tend à rendre uniforme ce qui ne l'est pas. En particulier, on va vers l'usage impropre des termes 'réductionnisme/réduction', souvent identifiés avec la méthode analytique (Phillips, 1976, 1er chap. ; Beveridge, 1980, 1er chap. ; Capra, 1982, 2ème chap. ; Haken, 1985, pp. 197-198 ; Atlan, 1986, p. 55).

Il est vrai que le réductionnisme, en s'appuyant sur la méthode analytique, extrapole, à partir de la connaissance des propriétés des parties, les caractéristiques qui définissent le système. Mais ceci n'entraîne aucun type d'identité entre le réductionnisme et l'analyse. D'autant plus qu'une interprétation non banale de l'analyse peut, au contraire, nous amener à conclure que le système en soi, dont nous avons par l'intermédiaire de l'analyse étudié certaines structures et fonctions, est bien plus « riche » et porteur de significations différentes (Stengers, 1983, pp. 50-51, 1985, p. 74). La raison première de cette identification, fondée sur une confusion, est d'ordre historique : la physiologie et la physique du dernier siècle étaient « molécularistes », atomistes, mais la sophistication graduelle des protocoles de recherche a conduit à élargir toujours plus le champ d'intervention en modifiant ainsi leur arrière-plan ontologique et méthodologique. L'association entre réductionnisme et analyse qui était casuelle a été, par contre, codifiée par les scientifiques comme une caractéristique de la science tout court (Marhaba, 1976, pp. 62-63).

L'arrière-plan ontologique du réductionnisme s'accorde généralement avec une méthodologie fondée, de manière non univoque, sur l'analyse. En effet, le réductionnisme méthodologique peut s'articuler dans les termes de la « prévision » (réductionnisme méthodologique radical) et dans ceux de « l'explication » (réductionnisme méthodologique modéré). La version radicale, aussi bien que la version modérée, acceptent la méthode analytico-additionnelle selon laquelle « le tout équivaut à la somme de ses parties ». Cette méthode se caractérise par l'analyse des parties, qui sont étudiées séparément pour être ensuite recomposées. Elle s'est, toutefois, intéressée aussi, dans ses développements les plus récents, à la dimension relationnelle des composantes saisies par l'analyse (Amsterdamski, 1981, pp. 67-70). Dans le réductionnisme moderne, la méthode analytico-additionnelle a fait l'objet d'une transformation profonde : elle ne se limite pas à disséquer les entités prises en considération, mais elle cherche aussi à prendre en compte, successivement, les relations existant entre les composantes saisies par l'analyse. Quoi qu'il en soit, cette prise en compte des relations après la destructuration de l'entité étudiée ne résoud pas tous les problèmes.

Plus particulièrement, le réductionnisme radical soutient que les propriétés d'un niveau d'intégration spécifique (par exemple, les propriétés biologiques d'un organisme vivant) peuvent être prévues à partir de la connaissance de sa structure, dès que sont connues les caractéristiques des parties et de leurs relations réciproques (réduction *a priori*). Par contre, dans sa version modérée, le réductionnisme se limite à expliquer les propriétés du niveau d'intégration étudié en prenant en compte les caractéristiques de sa structure, c'est-à-dire celles des parties et l'ensemble des relations qui les connectent (réduction *a posteriori*) (*ibidem*, pp. 63 et 67 ; Sattler, 1986, pp. 217-225 ; Dawkins, 1991, p. 13)⁶. A titre d'exemple, on peut trouver une expression typique du réductionnisme méthodologique radical, par exemple en physique, lorsqu'on considère que la prévision des caractéristiques de la molécule d'eau à partir de l'étude de ses constituants atomiques est à la portée de la mécanique quantique (Searle, 1984, pp. 25-29 ; Somenzi, 1987, pp. 67-68).

Lorsqu'on prend en compte l'émergentisme méthodologique, on se trouve confronté à différents types de difficultés. Une première impasse théorique est déterminée par le fait qu'il existe plusieurs formes d'émergentisme méthodologique. La forme radicale, faisant référence au holisme radical, nie tantôt la méthode analytico-additionnelle tantôt l'analyse de la partie, car l'analyse en elle-même implique la destruction des caractéristiques de l'entité soumise à l'analyse (voir Appendice). Cette position peut être illustrée par les positions prises par des biologistes comme J. S. Haldane (1931, p. 110) et E. S. Russell

(1931 ; cité par Mondella, 1977, VIII vol., p. 139) qui refusent résolument toute forme d'analyse. Une acception modérée apparaît, par contre, dans l'oeuvre du fondateur de la psychologie de la *Gestalt*, Koehler qui se révèle relativement ouvert vis-à-vis de la méthode analytique :

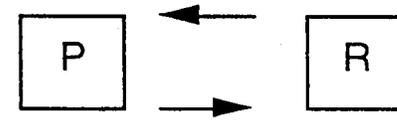
« *It is the analytical trend of modern science with which the existence of specific macroscopic realities seems to be at odds. And yet there is no objection to an analysis of macroscopic states, provided that we realize what such an analysis of macroscopic states, provided that we realize what such an analysis can achieve. It can tell us how local events behave within a given macroscopic context, what happens locally as a dependent part of this context or — this seems to be the best expression — how the context behaves at its several points. More often, it is true, analysis is expected to give us independent elementary facts, the mere synthesis of which would yield the complex entities found in primary observation. I admit that in this radical sense analysis is not really applicable to macroscopic states ; its is incompatible with their nature.* » (souligné par l'auteur : 1938, p. 201).

Toutefois, cette ouverture ne va pas jusqu'à conduire à l'acceptation de la méthode analytico-additionnelle. La connaissance de la partie, ou des parties, renseigne sur l'entité, ou les entités, soumises à l'analyse, mais ne permet pas d'extrapoler les caractéristiques de la totalité.

Plus récemment, Georges Canguilhem (1966, pp. 329, 332) en cherchant lui aussi un équilibre entre le principe des relations internes et la méthode expérimentale analytique parvient à proposer une perspective tout à fait semblable à celle de Koehler. Canguilhem reconnaît que le concept de « totalité organique » peut conduire à une impasse expérimentale, car pour connaître il faut varier les conditions de l'objet étudié, donc il faudrait être en mesure de décomposer une totalité dans ses parties constitutives. Cependant, il accepte la valeur du principe des relations internes. En effet, en faisant référence à Hegel ([1812-1817] 1949, II tome, p. 161) et à Goldstein (1984, p. 440) il montre que, s'il est possible d'isoler les parties d'une totalité, on ne pourra pas à partir d'elles reconstituer l'unité originelle (Canguilhem, 1981, pp. 127-129).

Ashby, l'un des cybernéticiens qui a très clairement exposé les noyaux conceptuels fondamentaux de cette discipline, est du même avis. Pour mieux rendre la signification du mécanisme de la boucle de rétroaction, sa valeur et ses limites pour l'étude des systèmes complexes, Ashby affirme qu'en imaginant un système constitué par seulement deux parties, la cybernétique :

« *is (...) specially interested in the case (...) where each affects the other, a relation that may be represented by :*



When this circularity of action exists between the parts of a dynamic system, feedback may be said to be present.

(...) the concept of "feedback", so simple and natural in certain elementary cases, becomes artificial and of little use when the interconnexions between the parts become more complex. When are only two parts joined so that each affects the other, the properties of the feedback give important and useful information about the properties of the whole. But when the parts rise to even as few as four, if every one affects the other three, then twenty circuits can be traced through them ; and knowing the properties of all the twenty circuits does not give complete information about the system. Such complex systems cannot be treated as an interlaced set of more or less independent feedback circuits, but only as a whole » (souligné par Ashby : 1956, pp. 53-54).

Même si le terme 'émergence' ne faisait pas partie du jargon de la cybernétique des origines, on peut trouver dans ce passage des similarités singulières avec les critiques que les tenants des approches émergentistes font aux méthodes analytico-additionnelles. A cause de la complexité des interactions du système, il n'est pas possible de le disséquer, et en cherchant ensuite la synthèse, d'en reconstituer les propriétés. Un « tout », pour la cybernétique également, n'équivaut pas à une entité constituée par des parties, au moins à partir d'un certain seuil de complexité⁷.

En tentant de saisir la méthodologie émergentiste on se confronte à une deuxième difficulté théorique qui prend la forme d'un paradoxe. En effet, il se trouve que, dans la littérature scientifique, une même méthodologie peut être présentée et nommée comme appartenant à deux perspectives épistémologiques différentes. La majorité la désignera comme une démarche émergentiste tandis que certains l'interpréteront plutôt comme une forme de réductionnisme. Les définitions des méthodologies réductionniste et émergentiste seraient-elles identiques ? L'émergentisme s'est-il transmué en réductionnisme, ou vice versa ? Ou bien y-a-t-il eu une assimilation mutuelle des deux ?

Lorsque, par exemple, H. A. Simon (1981 [réédité 1991] ; voir aussi à ce propos : Wimsatt, 1980, pp. 157-159), l'un des pères de la systémique, propose son « holisme pragmatique », selon lequel on peut inférer les propriétés du tout une fois que les propriétés des parties et les lois de leurs relations sont

données (même si ce n'est pas simple), en réalité, il est en train de proposer une forme de réductionnisme méthodologique. Il en va de même en ce qui concerne la position de Bertalanffy, le fondateur de la Théorie Générale des Systèmes, qui toutefois fait du concept d'« émergence » un cheval de bataille. Bertalanffy considère l'analyse comme une méthode nécessaire, mais à elle seule insuffisante, ce qui revient à considérer les propriétés émergentes des systèmes. En effet, l'une des caractéristiques propres à un système est son organisation spécifique qui se traduit dans l'émergence de propriétés non présentes aux niveaux d'intégration inférieurs. Toutefois, contrairement à ses affirmations concernant les limites de la valeur de l'analyse, Bertalanffy tombe sur l'écueil d'une démarche réductionniste dans sa proposition d'une méthodologie émergentiste :

« L'expression un peu ésotérique, "un tout est plus que la somme de ses parties", signifie simplement que les caractéristiques constitutives ne peuvent s'expliquer à partir des caractéristiques des parties prises isolément. Les propriétés du complexe paraissent donc, par rapport à celles des éléments, comme "nouvelles" ou "émergentes". Cependant, la connaissance de l'ensemble des parties contenues dans un système et celles des relations qui les lient permettra de déduire du comportement des parties, celui du système » (1973, p. 53, 1961, p. 198).

On retrouve des positions substantiellement identiques à celle de Bertalanffy chez certains de ses épigones (Kremyanskiy, 1968, p. 78 ; Laszlo, 1972, pp. 5 et suiv. ; Grobstein 1973, pp. 31-33), chez Weiss (1974 (a), p. 123, 1974 (b), pp. 201-202) lorsqu'il propose son « systémisme hiérarchisé », chez Bunge (1979, p. 40, 1981, p. 27, 1983, p. 126-127) qui dénomme sa perspective épistémologique comme « émergentisme matérialiste » et chez Varela (1989, pp. 39-44) avec son systémisme biologique autopoïétique⁸.

Bertalanffy et tous ceux qui soutiennent des positions semblables appartiennent à la proto-histoire de l'émergentisme. Même s'ils se déclarent émergentistes ils ont, en réalité, négligé la valeur transformationnelle des relations entre les composants de la totalité prise en considération. Selon une approche réductionniste, fondée sur une ontologie atomiste, il est tout à fait normal de considérer que dans un niveau d'intégration spécifique il n'y a rien de plus que des parties qui ont, entre elles, des relations « externes » : les parties sont (ontologiquement et logiquement) antérieures au tout auquel elles appartiennent et à leurs relations. Ces dernières apportent à la structure en question seulement une configuration différente. Les relations sont juxtaposées aux parties. On peut donc envisager les propriétés d'un tout une fois que l'on connaît ses parties et les relations qui les lient.

UNE PHILOSOPHIE ÉMERGENTE

Pourtant dans l'histoire de la philosophie contemporaine il y a eu des précurseurs qui ont saisi certains des points essentiels d'une méthodologie véritablement émergentiste. La problématique épistémologique concernant les possibilités et les limites des démarches de recherche émergentiste et réductionniste trouve une de ses sources majeures dans l'oeuvre de Lewes : *Problems of Life and Mind* (1875). Cet auteur a été le premier à introduire le terme 'émergence' et le concept correspondant. Lewes nous dévoile la différence intrinsèque entre un objet explicable à partir de ses éléments et un autre où cette démarche devrait mener à l'échec :

"(...) No one commits the mistake of supposing that either of elements of water has when separate the the properties of water ; no one supposes that the properties of each element combined in water could be deduced from the observed properties of the combination ; no one supposes that from the observed properties of oxygen and hydrogen, separately considered, the properties of water could be deduced. Yet analogous mistakes are often committed. (...) The mistake here pointed out often arises from not discriminating between component parts and constituent elements. (...) The distinction here indicated (...) will be seen hereafter to have its importance. All quantitative relations are componental ; all qualitative relations elemental. The combinations of the first issue in Resultants, which may be analytically displayed ; the combinations of the other issue in Emergents, which cannot be seen in the elements, nor deduced from them. A number is seen to be the sum of its units ; (...) but a chemical or vital product is a combination of element which cannot be seen in the elements. It emerges from them as a new phenomenon" (1875, pp. 97-98 : souligné par l'auteur).

L'exemple, qui pose comme principe de base l'impossibilité de connaître les propriétés de l'eau à partir de la seule connaissance des propriétés de l'hydrogène et de l'oxygène, est désormais très connu. C'est avec Lewes qu'il devient le moyen d'identifier deux types différents d'objets dont l'analyse nécessiterait deux méthodologies tout à fait différentes. L'intérêt se focalise ici sur la distinction entre une entité qui résulte de la somme de ses composants et qui, donc, peut être expliquée par l'analyse des niveaux d'intégration inférieurs et une autre entité qui émerge comme un phénomène nouveau, non simplement réductible à l'étude des propriétés de ses parties. Voilà posé le coeur du problème. Existe-t-il une entité qui ne pourrait être expliquée ou prévue à partir de la seule étude de ses composants ? Pour l'exemple de l'eau, certaines macro-propriétés, comme l'état liquide, s'expliqueraient par la nature des inte-

ractions entre les éléments au niveau des micro-propriétés, c'est-à-dire, au niveau atomique. D'abord, il faut reconnaître que le problème a sensiblement changé. D'une approche strictement analytique, on est passé à une approche prenant en compte aussi les interactions entre les composants. Toutefois, on reste toujours à l'intérieur d'un paradigme réductionniste, une forme de "réductionnisme complexifié". Ensuite, à supposer que dans l'avenir toutes les macro-propriétés de l'eau soient réduites à des propriétés explicables à partir de l'étude de ses composants et de leurs interactions, cela ne signifiera pas, pour autant, l'inexistence d'entités émergentes appartenant à d'autres niveaux d'intégration. Le réductionnisme, dans ce cas, aura seulement démontré sa valeur pour les niveaux d'intégration accessibles plus directement par la physique et la chimie.

Cet exemple a une valeur pédagogique non négligeable. Il nous montre deux sensibilités différentes vis-à-vis de l'analyse. D'un côté, ceux qui tendent à réduire tous les systèmes analysés aux propriétés des niveaux d'intégration inférieurs, de l'autre côté, ceux qui considèrent l'émergence comme une caractéristique concrète des systèmes parvenus à un certain degré de complexité et qui, donc, ne sont pas réductibles.

Dans la même période, F. Bradley (1893) en suivant le sillage de l'idéalisme hégélien, interprète la réalité comme un processus. Son refus du mécanisme, l'ancêtre de ce qu'aujourd'hui nous appelons « réductionnisme », se concrétisait dans la théorie des « relations internes ». Bradley affirme que des entités (parties) et des relations ont une signification seulement à l'intérieur de la totalité (tout), de l'unité qui les comprend. Le caractère du réel concerne seulement la totalité prise en tant que telle, et non les entités et les relations qui résultent d'une opération d'abstraction.

Le mécanisme affirme que les relations entre les entités sont « externes ». C'est-à-dire que les entités restent inchangées si l'on change leurs relations. Par contre, Bradley soutient que les entités sont modifiées par les relations, et qu'entre la totalité et ses composants s'instaure une action de « qualification » réciproque. Il nie résolument l'existence de relations externes et affirme que si on considère les relations entre entités comme des relations « externes », cela est une conséquence de notre ignorance :

« *For myself I am convinced that no such relations exist. There is no identity or likeness possible except in a whole, and every such whole must qualify and be qualified by its terms. And, where the whole is different, the terms that qualify it and contribute to it must so far be different, and so far therefore by becoming elements in a fresh unity the terms must be altered. They are altered so far only, but still they are altered. You may take by abstraction a quality A, B,*

or C, and that abstract quality may throughout remain unchanged. But the terms related are more than this quality, and they will be altered. And if you reply that at any rate the term and its quality are external the one other, I reply, Yes, but not, as you say, external merely and absolutely. For nothing in the world is external so except for our ignorance. » (1893, pp. 518-519).

D'après Whitehead, comme d'ailleurs pour Bradley, la nature est un processus d'entités solidaires entre elles (Whitehead, 1920, pp. 53-54, 1930, pp. 100, 259-260, 1929, pp. 55-57). Sa proposition philosophique « organiciste » est une négation résolue d'une vision mécaniciste de l'univers, selon laquelle la nature ne serait rien d'autre qu'un simple agrégat de réalités indépendantes isolables par l'analyse (Whitehead, 1920, p. 141). Whitehead, sans aucun doute, accepte la conception des relations internes de Bradley. Cependant, il appuie avec vigueur l'idée que non seulement les relations modifient la nature des objets reliés, mais que les objets reliés modifient aussi la nature des relations (Whitehead, 1993, pp. 209-210).

D'après le texte de 1920 *Space, Time and Deity* de S. Alexander, des complexes d'événements caractérisés par des degrés de complexité différents émergent d'une condition de continuité relationnelle spatio-temporelle douée seulement de la qualité du mouvement : ce sont les entités naturelles, de la matière jusqu'à la vie et les plus hautes expressions de l'esprit (*ibidem*, I vol., 1er chap., II vol., p. 45). Dans le continuum espace-temps, toutes les entités naturelles impliquent d'autres entités qui, à leur tour, se trouvent impliquées dans des complexes plus amples (*ibidem*, II vol., p. 77). Ces entités se structurent selon une hiérarchie où les niveaux inférieurs engendrent les niveaux supérieurs, mais ces derniers les transcendent à cause de l'émergence de caractères et de lois qui leur sont propres (on appellera plus loin cette dernière position : « émergentisme épistémologique »):

« *The higher quality emerges from the lower level of existence and has its roots therein, but it emerges therefrom, and it does not belong to that lower level, but constitutes its possessor a new order of existent with its special laws of behaviour* » (*ibidem*, I vol., p. 46).

Il en résulte par exemple que les objets de la biologie, même ayant leurs fondements dans la physico-chimie, ont besoin de sciences particulière qui s'intéressent à leur spécificité (auto-régulation, auto-reproduction, plasticité, etc.). L'affirmation de la légitimité de lois et de théories propres à chaque niveau d'intégration pris en considération représente l'un des traits les plus caractéristiques de la philosophie émergentiste⁹.

C.D. Broad (1925) est un autre auteur incontournable de la pensée émergentiste. Son point de départ est la conscience de la nécessité pratique d'une

compartimentation de la réalité. Elle ne sera pas satisfaisante au niveau théorique, mais elle est inévitable. Sa tâche est simplifiée parce qu'il repère comme des entités substantielles, concrètes, réelles toutes les entités qui peuvent avoir une certaine durée dans le temps et des relations causales. De toute façon, au-delà de cette conception naïvement réaliste, Broad refuse aussi le paradigme atomistico-mécaniciste avec son corollaire réductionniste, de même que le paradigme vitaliste avec ses entités non observables par définition : les entéléchies. En suivant la conception émergentiste d'Alexander et de Morgan, Broad nous donne une définition intéressante du concept d'émergence :

« *An emergent quality is roughly a quality which belongs to a complex as a whole and not to its parts. (...) life and consciousness are emergent qualities of material aggregates of a certain kind and degree of complexity* » (1925, I vol p. 23) ¹⁰.

Sa théorie de l'émergence, toutefois, précise un aspect dont la négligence, plus tard, aura des conséquences pernicieuses dans la constitution d'une méthodologie qui se veut émergentiste sans l'être vraiment. Broad ne se limite pas seulement à critiquer une approche analytique strictement moléculaire — l'analyse des parties d'une totalité, prises séparément — mais il refuse aussi la position que l'on a désignée comme « réductionnisme méthodologique ». Position qui, comme on a vu précédemment, a été interprétée de façon erronée par certains auteurs qui, par d'autres aspects, défendaient une vision du monde holiste comme l'expression d'une approche émergentiste véritable :

« (...) *the characteristic behaviour of the whole could not, even in theory, be deduced from the most complete knowledge of the behaviour of its components, taken separately or in other combinations, and of their proportions and arrangements in this whole* » (1925, pp. 59, 63) ¹¹.

D'après Broad, il ne fait pas de doute que l'ensemble des propriétés émergentes ¹² d'une totalité systémique se trouve déterminé par l'ensemble des interactions de ses composants. Il convient alors d'étudier, non pas les composants pris séparément, ni l'ensemble de leurs interactions, mais la totalité en elle-même (*ibidem*, pp. 64-65, 74). Mais si la position de Broad évacue le risque le plus dangereux auquel doivent se mesurer toutes les tentatives de construire des démarches émergentistes, elle passe sous silence que l'étude de la totalité en elle-même représente un pas nécessaire, mais pas encore suffisant, pour constituer une approche émergentiste véritable.

Tous ces auteurs, que l'on pourrait appeler « proto-émergentistes », ont participé au développement de la pensée émergentiste, mais ce n'est pas avec eux que l'émergence devient un concept opérationnel. Ce que les proto-émergentistes, et plus généralement les réductionnistes, n'ont pas pris en considération

est constitué par ce qui représente pour J. K. Feibleman, dans un article paradigmatique paru en 1954 dans *The British Journal for the Philosophy of Science*, un axiome fondamental d'une approche véritablement émergentiste. Si l'on accepte comme asymptotiquement plus près de la réalité ontologique le pari philosophique selon lequel les niveaux d'intégration sont englobés de façon récursive, il s'ensuit qu'il est nécessaire de prendre en compte non seulement la structure du niveau d'intégration donné et donc les relations entre ses parties, mais aussi son intégration dans le niveau englobant :

« *(for) an organisation at any given level, its mechanism lies at the level below and its purpose at the level above. This law states that for the analysis of any organisation three levels are required : its own, the one below and the one above.* » (1954, p. 61 ; Cf. Jacob, 1970, pp. 323, 328, 342-343 ; Bonabeau, Dessalles, Grumbach, 1995, p. 351).

Cette proposition d'une approche « triadique » ¹³ représente à nos yeux le noyau théorique fondamental d'une démarche véritablement émergentiste. Ce faisant, non seulement elle contribue à donner au holisme un contenu conceptuel clarifié, mais elle propose les fondements d'une méthodologie. Elle fournit ainsi des clés pour apprécier ce que recouvre un « choix émergentiste » éventuel, et le degré de cohérence entre les concepts et les méthodes des disciplines scientifiques.

ÉPISTÉMOLOGIES : RÉDUCTION VERSUS HOLISME ÉPISTÉMOLOGIQUE

Un autre domaine à prendre en considération dans le débat holisme-réductionnisme est celui de l'épistémologie, sous-entendant naturellement les relations entre les théories et les lois appartenant à des niveaux d'intégration différents. Dans ce contexte, on ne prend en compte ni la réduction indirecte (Causey, 1969, p. 232) ou macro-réduction (Bunge, 1991, p. 32), c'est-à-dire l'explication des théories ou des lois d'un niveau d'intégration donné à partir des théories ou des lois d'un niveau d'intégration supérieur, ni la réduction homogène, c'est-à-dire la réduction des théories ou des lois à des théories, ou des lois, appartenant au même niveau d'intégration (Nagel, 1961, pp. 338-339 ; Hull, 1974, pp. 9, 11 ; 1982, 285-286 ; Hoyningen-Huene et Wuketits, 1989, pp. 29-31). L'objet de l'analyse est alors la réduction hétérogène (entre niveaux d'intégration différents) telle qu'elle a été proposée par Nagel ¹⁴. Pour atteindre le but recherché, il est suffisant de se référer à la position de Nagel qu'on peut indiquer comme la formulation classique de la réduction épistémologique :

« *Reduction (...) is the explanation of a theory or a set of experimental laws established in one area of inquiry, by a theory usually though not invariably formulated for some other domain. (...) we shall call the set of theories or experimental laws that is reduced to another theory the «secondary science» and the theory to which the reduction is effected or proposed the «primary science».* » (1961, p. 338 ; voir aussi Woodger, 1952, pp. 217 et suiv.).

Pour s'accomplir, la réduction épistémologique doit satisfaire certaines conditions formelles. La condition de « connectibilité » (l'ensemble des thèses auxiliaires qui relient les termes théoriques de la science réductible et les termes de la science primaire) et la condition de « dérivabilité » (l'ensemble des lois de la science secondaire qui doit dériver des théories de la science primaire) (1961, pp. 339-345). Naturellement, la réduction devrait impliquer une intégration plus ample du savoir et non une perte d'information : les lois de la science secondaire devraient être compréhensibles au travers d'une « explication unitaire » à partir de la science réductrice. Poser d'une manière abstraite le problème de la réductibilité d'une science à une autre n'aurait surtout pas de signification, car la possibilité de la réduction dépend de la concordance entre les degrés respectifs d'évolution. La réduction, potentielle, devrait être une question dépendant directement des recherches expérimentales plutôt que d'argumentations *a priori*.

Pour sa part, le holisme épistémologique peut assumer des formes différentes mais toutes sous-entendent le refus de la réduction d'une science à une autre, dite plus « fondamentale ». Si le réductionnisme épistémologique peut être considéré comme une stratégie d'explication mono-directionnelle, le holisme épistémologique rend dialectique la relation entre des théories appartenant à des niveaux d'intégration différents. En effet, il assume une stratégie multidimensionnelle qui présuppose comme point de référence, non pas un sous-système de la science, mais la science dans son ensemble ou plusieurs secteurs.

Certaines formes du holisme épistémologique apparaissent dans l'approche systémique aux phénomènes biologiques de Bertalanffy (1961), dans l'analyse des relations entre disciplines scientifiques de V. O. W. Quine (1961), dans l'épistémologie génétique de Piaget (1970) et dans l'oeuvre épistémologique de Popper (1981, 1984, 1988, 1991), entre autres. Bertalanffy se refuse à considérer les lois biologiques comme une simple application des lois de la physique. Il estime que la tendance générale de la science n'est pas la réduction, mais la synthèse, l'unification de deux sciences et non l'absorption de l'une par l'autre :

« (...) *l'incorporation de nouveaux champs d'investigation à la physique n'est pas, en règle générale, le résultat d'une simple extrapolation à partir de*

principes pré-établis ; dans une première étape, le secteur nouveau se développe de façon autonome et, lors de la synthèse finale, le champ original s'est lui-même élargi. L'essor de la chimie n'a pas été déterminé par l'application des principes de la mécanique newtonienne à l'atome : il y a d'abord eu édification d'un univers original de concepts et de lois, et l'unification a finalement eu lieu parce que l'atome s'était, entre-temps, métamorphosé : cessant d'être simple masse ponctuelle, il s'était converti en système à l'organisation complexe. » (Bertalanffy, 1961, p. 213 ; cf. O'Neil, 1972, p. 273).

D'après Bertalanffy, la morphologie sub-microscopique et l'étude des virus sont des cas emblématiques de fusion entre la physique et la biologie. Il faut cependant remarquer que cette interprétation « synthétique » des relations entre niveaux d'intégration différents peut cacher, tout de même, une tendance réductionniste, plus ou moins explicite. La plus récente position de H. Atlan est à cet égard exemplaire. Atlan structure ses recherches autour des concepts d'émergence et de complexité, mais il se situe à l'intérieur d'une forme de pensée réductionniste aux niveaux méthodologique et épistémologique. Lui aussi reste ancré au paradigme réductionniste dominant. En effet, Atlan se limite à identifier l'explication scientifique à la méthodologie réductionniste « faible », mais toujours réductionniste. Il plaide la démarche « du bas vers le haut » (réductionnisme méthodologique et épistémologique) comme l'unique forme de connaissance scientifique. En outre, il ne perçoit pas qu'une démarche « du haut vers le bas » peut ne pas nécessairement s'identifier à une forme quelconque de mysticisme (1986, pp. 81-82). La position d'Atlan se structure autour d'une logique opérationnelle à deux niveaux, où la fonction d'*explanans* n'est pas directement assurée par le niveau d'intégration inférieur, mais par un troisième qui s'interpose entre les deux¹⁵. Ce troisième niveau résulterait de la synthèse des langages et des techniques des deux autres niveaux, les trois ne pouvant pas être observés en même temps avec la même précision. Car, dans certains cas, après l'analyse, l'entité étudiée (par exemple une cellule) est détruite¹⁶. Emblématique, d'après Atlan, fut le bouclage explicatif qui s'est vérifié entre le niveau cellulaire et celui moléculaire par l'intermédiaire de la synthèse épistémologique entre la chimie et la biologie qui a donné naissance à la biologie moléculaire avec ses macro-molécules (Atlan, 1983, pp. 125-127, 1986, pp. 65-68 ; voir aussi Livet, 1983, pp. 167-168 ; Gaill, 1987, pp. 257-258).

On peut retrouver une position semblable à celle de Bertalanffy dans Popper (1984, p. 121), mais elle s'accorde avec une perspective épistémologique tout à fait holiste, même en restant méthodologiquement réductionniste :

« Je pense qu'il n'existe pas de processus biologique qui ne puisse être considéré comme relié dans le détail à un processus physique, ou qui ne puisse être progressivement analysé en termes physico-chimiques. Mais, aucune théorie physico-chimique ne peut expliquer l'émergence d'un nouveau problème et aucun processus physico-chimique ne peut, en tant que tel, résoudre un problème (...) Les problèmes des organismes ne sont pas physiques ; ils ne sont ni des choses physiques, ni des lois physiques, ni des faits physiques. Ce sont des réalités biologiques spécifiques : ils sont « réels » au sens où leur existence peut être la cause d'effet biologique » (souligné par l'auteur ; 1981, pp. 254-255).

L'argument adopté par Popper pour nier la validité du réductionnisme épistémologique est d'ordre logique et se fonde sur l'idée qu'entre l'évolution de la vie dans l'univers et le développement de la connaissance scientifique existe un lien analogique. Selon Popper, le développement de la connaissance scientifique est un fait incontestable : la connaissance scientifique résulte de l'accumulation de théories émergentes imprédictibles par principe. S'il en était autrement, on aurait pu prévoir les découvertes scientifiques de demain, et donc, les avoir déjà réalisées. En conséquence, la connaissance scientifique serait déjà achevée.

De même, l'évolution biologique implique des transformations qui rendent extrêmement difficile de supposer que la physique puisse faire des prévisions et fournir des explications sur des objets biologiques dans les termes des objets de la physique, car une réduction réussie impliquerait la « *compréhension théorique complète* » de la vie dans les termes de la physique (Popper, 1991, pp. 430-441; voir aussi 1988, Préface).

Piaget, pour sa part, en recherchant les conditions déterminant la genèse des structures cognitives, parvient à une forme de constructivisme qui nie tout type de préformation (dans l'objet, dans le sujet ou bien dans un monde idéal de type platonicien) et qui affirme, d'autre part, que les structures cognitives sont le résultat des manipulations d'un milieu de la part d'un organisme relativement plastique. En ce qui concerne la relation entre les différents types de connaissances, comme Bertalanffy, il refuse l'idée centrale du réductionnisme épistémologique :

« (...) entre deux structures de niveaux différents, il n'y a pas réduction à sens unique, mais une assimilation réciproque telle que la supérieure peut être dérivée de l'inférieure par voie de transformations, mais aussi telle que la première enrichit cette dernière en se l'intégrant. » (Piaget, 1970, p. 122).

Piaget plaide pour une assimilation réciproque, entre des théories appartenant à des niveaux d'intégration différents, aboutissant à une nouvelle et enri-

chissante réorganisation des disciplines plutôt qu'à une déduction plus ou moins intégrale de l'une par l'autre.

Quine, de son côté, parvient à une perspective épistémologique de type holiste en s'intéressant au réductionnisme linguistique typique du mouvement néopositiviste. Du point de vue de ce dernier, une proposition (scientifique) est douée de signification lorsqu'elle se trouve en conformité structurelle avec l'expérience immédiate, avec le fait qu'elle représente. Dans sa forme la plus simple, cette théorie de la représentation considère comme unité signifiante les termes de la proposition. Dans sa forme la plus élaborée, elle identifie comme signifiante la proposition même. Quine refuse les deux positions et affirme que :

« *The unit of empirical significance is the whole of science. (...) The totality of our so-called knowledge or beliefs, from the most casual matters of geography and history to the profoundest laws of atomic physics or even of pure mathematics and logic, is a man-made fabric which impinges on experience only along the edges. Or, to change the figure, total science is like a field of force whose boundary conditions are experience. A conflict with experience at the periphery occasions readjustments in the interior of the field. Truth values have to be redistributed over some of our statements. Reevaluation of some statements entails revaluation of others, because of their logical interconnections — the logical laws being in turn simply certain further statements of system, certain further elements of the field.* » (1961, p. 42).

D'après Quine, une proposition scientifique (même si elle appartient aux disciplines « fondamentales ») n'a pas à elle seule de contenu empirique, c'est-à-dire qu'elle n'est pas douée de sens. C'est l'ensemble des propositions scientifiques appartenant aux niveaux d'intégration plus disparates qui est significatif. Donc, il n'y a aucune raison de retrouver dans les sciences fondamentales une forme d'explication privilégiée. Un désaccord éventuel entre le système de la science, dans n'importe quel secteur, et l'expérience, peut donc engendrer des transformations substantielles dans d'autres secteurs de la science.

La différence fondamentale entre le réductionnisme épistémologique et le holisme épistémologique est constituée par le fait que le premier s'accorde d'une manière « organique », aux domaines ontologique et méthodologique (ironie de la science...). Ceci, dans le sens que parmi les différentes positions propres aux différentes formes de réductionnisme il existe une continuité philosophique et opérationnelle. Tandis que l'affirmation du holisme épistémologique n'implique pas nécessairement une telle continuité. En effet, par

exemple, certains auteurs peuvent affirmer la validité du holisme ontologique et épistémologique, mais récuser la portée du concept d'émergence au niveau méthodologique. Cela dit, de plus en plus, en conséquence de la rencontre d'« anomalies », qui restent inexplicables par les réductionnismes aux différents niveaux d'organisation, il est en train de se constituer une prise de conscience de la nécessité d'une plus grande cohérence parmi les différents domaines sémantiques structurés autour des différentes acceptions de l'émergence.

CONCLUSION

Dans la plupart des visions du monde qualifiées de 'systémiques', 'holistes' ou 'émergentistes' confluent deux perspectives épistémologiques tout à fait opposées : elles peuvent véhiculer le concept d'« émergence », sans se soucier en même temps de résoudre le problème de l'explication d'un niveau donné seulement dans les termes des niveaux englobés. Dans ces circonstances, il faudrait parler dans le meilleur des cas de « systémisme réductionniste » ou bien de « pseudo-émergentisme ». En particulier, des formes de crypto-réductionnisme méthodologique sont classifiées et interprétées comme autant d'approches émergentistes véritables. Elles ont été propagées et perçues comme telles car leur mise en relief de la dimension relationnelle des composants les distinguait des formes d'analyse courantes dans les approches qui s'affichaient clairement comme réductionnistes. En réalité, le point de non-retour qui permet à une perspective épistémologique d'être véritablement émergentiste est déterminé par la résolution d'une difficulté théorique.

Cette difficulté est due au fait qu'on n'a pas réellement compris que, pour paraphraser Alexander, les propriétés émergentes d'un système ne se limitent pas seulement à avoir leurs racines dans le niveau d'intégration inférieur, et à constituer un ordre nouveau avec ses lois propres. Elles « s'enracinent » aussi dans le niveau d'intégration supérieur. Car les niveaux d'intégration supérieurs participent au même titre que les niveaux inférieurs à la détermination des caractéristiques émergentes d'un niveau donné. Le dépassement de l'horizon épistémologique du paradigme atomiste et mécaniciste qui a caractérisé les débuts de la science moderne comporte naturellement un reflet direct au niveau opérationnel. En conséquence, tantôt au niveau méthodologique, tantôt au niveau épistémologique, la transdisciplinarité devient une nécessité et non un luxe de la recherche scientifique.

Notes et références

1. A titre exemplatif on fait référence à des textes qui, par rapport à la problématique holisme-réductionnisme, ont eu une influence certaine sur leur discipline ou bien qui en font le point épistémologique : d' Espagnat (1990), Mayr (1989), Odum (1971, 1993), Koehler (1964), Popper (1979), Hayek (1978), Jonas (1990).
2. Paradoxalement, s'il y a au moins un sens dans lequel les néopositivistes sont « holistes », cela est dû à leur volonté d'intégrer tous les énoncés doués de sens dans le discours scientifique (Boyer, 1986, p. 258).
3. Pour avoir un sens, un terme doit renvoyer à une, référence empirique et une seule.
4. Dans les *Investigations philosophiques* ([1953] In 1961, §§ 7, 11, 22, 23, 46, 49), oeuvre emblématique de sa deuxième période, Wittgenstein substitue la théorie holiste des « jeux linguistiques » à cette conception représentative du langage. A savoir, une théorie fonctionnaliste du langage selon laquelle la signification d'une parole est déterminée par la fonction qu'elle a dans le contexte, et par l'ensemble d'opérations symboliques et extra-linguistiques qui caractérisent une forme de vie.
5. Plus récemment on trouve des concepts substantiellement semblables dans: Mayr (1989, pp. 59-63, 1988, pp. 10-11) ; Amsterdamski (1986, pp. 36, 38 et 39). Voir aussi Ruse (1988, pp. 24-26). Pour un examen attentif des différences entre émergentisme et réductionnisme voir O'Neil (1972, pp. 267-275).
6. A remarquer que le réductionnisme « morphogénétique » de Bailly (1991, pp. 288-289), du point de vue d'un réductionniste radical est, lui aussi, « réductible » aux méthodologies analytiques classiques.
7. Contrairement à cette perspective, Le Guyader (1987, pp. 74-78), en recherchant une relation non conflictuelle entre holisme et réductionnisme, considère que parvenir à une connaissance exhaustive des couplages des états d'un système en étudiant les sous-systèmes dans un environnement simplifié est à la portée de la démarche réductionniste.
8. Le « mécanicisme biologique » de Varela même s'il se caractérise par un refus évident du réductionnisme épistémologique, se résoud, au niveau méthodologique, dans l'acceptation de la position « bertalanffienne » et donc du réductionnisme méthodologique.
9. On trouvera une position tout à fait équivalente dans Morgan (1923, p. 6).
10. Même concept chez Bunge (1983 [b], p. 123).
11. Un autre auteur qui a saisi la valeur réductionniste de cette position est Gerard (1968, p. 53).
12. Elles sont appelées aussi « *ultimate characteristics* ».
13. Il s'agit d'une approche qui poursuit une étude des espaces-temps qui, *synchroniquement, structurent et entourent* le niveau d'intégration objet primaire d'étude. Levins et Lewontin (1980, pp. 110-111, 115 et 136) recenseront cette approche comme l'emblème d'une perspective matérialistico-dialectique, qui se trouve en affrontement direct avec l'idéalisme de certaines formes de holisme fondées sur l'idée d'un principe d'organisation générale intrinsèque à la matière (Smuts 1926 ; voir à ce propos Drouin, 1997 ; Bergandi 1995[a]), et le matérialisme naïf du réductionnisme atomiste, au niveau ontologique, et strictement analytique au niveau méthodologique. Cf. Peters, 1991, pp. 303-304.
14. Au cas où, *prima facie*, les traits distinctifs des phénomènes de la science secondaire (par exemple, la biologie) seraient substantiellement différents des phénomènes de la science primaire (par exemple, la physique), cette dernière ne contient pas de concepts descriptifs, lesquels sont présents, en revanche, dans la première. Cette conception de la

réduction épistémologique trouvera, entre autres, des commentaires et des développements dans Schaffner (1967, 1986, 1993) et Wimsat (1986).

15. En ce qui concerne la relation entre niveaux adjacents une solution semblable a été proposée par Oppenheim et Putnam (1980, pp. 345-346).

16. Cette affirmation semble excessive car tout dépend de la sophistication des moyens d'analyse. Joseph Needham l'a mis suffisamment en relief (1936). Par exemple, l'apparition des rayons X, puis de nos jours de la PET (Tomographie par Emission de Positons), ont pratiquement rendu dépassée toute dissection.

S. AMSTERDAMSKI, « Riduzione », in: *Enciclopedia Einaudi*, Einaudi, Torino, pp. 62-75, 1981.

S. AMSTERDAMSKI, *Tra la storia e il metodo*, Edizioni Theoria, Napoli, 1986.

W. R. ASHBY, *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall Ltd., London, 1956.

H. ATLAN, « L'émergence du nouveau et du sens », dans P. DUMOUCHEL, J.-P. DUPUY (sous la direction de), *L'auto-organisation, de la physique au politique*, Editions du Seuil, Paris, pp. 115-130, 1983.

H. ATLAN, *A tort et à raison*, Editions du Seuil, Paris, 1986.

F. J. AYALA et T. DOBZHANSKY (sous la direction de), *Studies in the Philosophy of Biology*, The MacMillan Press Limited, London, 1974.

F. BAILLY, « L'anneau des disciplines. Enquêtes sur quelques concepts théoriques et gnoséologiques », *Revue Internationale de Systémique*, 5, 3, pp. 1-399, 1991.

D. BERGANDI, *Limites et possibilités de l'approche holiste dans la théorie des systèmes écologiques*, Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 1995 (a).

D. BERGANDI, « "Reductionist holism": an oximoron or a philosophical chimera of E.P. Odum's systems ecology? », *Ludus Vitalis*, III, 5, 146-180, 1995 (b).

L. von BERTALANFFY, *Les problèmes de la vie*, Gallimard, Paris, 1961 [titr. or. : *Das biologische Weltbild*, A. Francke, Berna, 1949].

L. von BERTALANFFY, *Théorie générale des systèmes*, Dunod, Paris, 1973 [titr. or. : *General System Theory*, George Braziller, New York, 1968].

W. I. B., BEVERIDGE, *Seeds of Discovery. A Sequel to the Art of Scientific Investigation*, Heinemann Educational Books, London, 1980.

M. BLACK, *A Companion to Wittgenstein's Tractatus*, Cambridge University Press, London, 1964.

E. BONABEAU, J.-L. DESSALLES, A. GRUMBACH, « Characterizing emergent phenomena (2): a conceptual framework », *Revue Internationale de Systémique*, 9, 3, pp. 347-371, 1995.

A. BOYER, « L'utopie unificatrice et le cercle de Vienne », in: J. SEBESTIK, A. SOULEZ (présenté par), *Le Cercle de Vienne. Doctrines et controverses*, (Journées internationales Créteil-Paris, 29-30 septembre - 1^{er} octobre 1983), Meridiens Klincksieck, Paris, pp. 253-269, 1986.

F. H. BRADLEY, *Appearance and Reality. A Metaphysical Essay*, Clarendon Press, Oxford, 1893 [réédité en 1962].

M. BUNGE, *A World of Systems*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1979.

M. BUNGE, *Scientific Materialism*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1981.

M. BUNGE, *Reduction and the World*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1983 (a).

M. BUNGE, *Epistémologie*, traduit de l'espagnol, Maloine S.A. Editeur, Paris, 1983 (b).
C. D. BROAD, *The Mind and its Place in the Nature*, 2 vol., Routledge & Kegan Paul, London, 1925.

G. CANGUILHEM, « Le tout et la partie dans la pensée biologique », *Les Etudes philosophiques*, 21, 1, janvier-mars, 1966 [réédité en 1975 in: *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*, J. Vrin, Paris, pp. 319-333].

G. CANGUILHEM, *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, 2^{ème} édition revue et corrigée, J. Vrin, Paris, pp. 127-129, 1981.

F. CAPRA, *The Turning Point*, Simon et Schuster, New York, 1982.

R. L. CAUSEY, « Polanyi on Structure and Reduction », *Synthese*, 20, 230-237, 1969.

M. BUNGE, « The Power and Limits of Reduction », in: E. AGAZZI (ed.), *The Problem of Reductionism in Science*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 31-49, 1991.

R. DAWKINS, *L'horloger aveugle*, Laffont, Paris, 1991 [titr. or. : *The Blind Watchmaker*, W.W. Norton, New York, 1986].

J.-M. DROUIN, « Contribution à l'histoire du holisme : la philosophie de Jan Christian Smuts », in: C. LARRÈRE et R. LARRÈRE (sous la direction de), *La Crise environnementale : éthique, science et politique*, CREA et STEPE (INRA-CNRS) 13-14 janvier 1994, *Les Colloques* (n° 80), INRA Editions, Paris, pp. 193-204, 1997.

B. d'ESPAGNAT, *Penser la science: ou les enjeux du savoir*, Bordas, Paris, 1990.

B. d'ESPAGNAT, « Science et réalité », *Raison présente*, 97, pp. 7-33, 1991.

J. K. FEIBLEMAN, « Theory of Integrative Levels », *The British Journal for the Philosophy of Science*, 5, 59-66, 1954.

F. GAILL, « Organisme » in: I. STENGERS, (sous la direction de), *D'une science à l'autre : des concepts nomades*, Editions du Seuil, Paris, pp. 244-265, 1987.

R. W. GERARD, « Units and Concepts of Biology », *Science*, 125, pp. 429-433, 1956 [réédité en 1968 in: W. BUCKLEY, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*, Aldine publishing Company, Chicago, pp. 51-58.

K. GOLDESTAIN, *La structure de l'organisme*, traduit par E. BURKHARDT et J. KUNTZ, Gallimard, Paris, 1951, 1983 [titr. or. : *Der Aufbau des Organismus*, 1934].

C. GROBSTEIN, « Hierarchical Order and Neogenesis », in: H. W. PATTEE, *Hierarchy Theory*, George Braziller, New York, pp. 29-47, 1973.

H. HAKEN, « L'approccio della sinergica al problema dei sistemi complessi », in: G. BOCCI et M. CERUTI (sous la direction de), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, pp. 194-206, 1985.

J. S. HALDANE, *The Philosophical Basis of Biology*, Hodder and Stoughton, London, 1931.

F. A. von HAYEK, *New Studies in Philosophy, Politics, Economics and the History of Ideas*, Routledge & Kegan Paul, 1978.

G. W. F. HEGEL, *La science de la logique*, traduit par S. JANKÉLÉVITCH, Aubier, Paris, 2 vol., 1949, [titr. or. : *Wissenschaft der Logik*, 2 vol., Nürnberg, 1812-1816].

P. HOYNINGEN-HUENE, F. M. WUKETITS, *Reductionism and Systems Theory in the Life Sciences*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989.

D. L. HULL, *Philosophy of Biological Science*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1974.

- D. L. HULL, « Philosophy and Biology », in: G. FLOISTAD, *Contemporary Philosophy. A New Survey*, 2ème vol., Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, pp. 281-316, 1982.
- F. JACOB, *La logique du vivant*, Gallimard, Paris, 1970.
- H. JONAS, *Le principe de responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Editions du Cerf, 1990.
- W. KOEHLER, *The Place of Value in a World of Facts*, Liveright Publishing Corporation, New York, 1938 [réédité en 1939 par Kegan Paul, London].
- W. KOEHLER, *Psychologie de la forme*, Gallimard, Paris, 1964 [titr. or. : *The Gestalt Psychology*, Liveright Publishing Corporation, New York, 1947]
- V. I. KREMYANSKIY, « Certain Peculiarities of Organisms as a 'System' from the Point of View of Physics, Cybernetics, and Biology », publié en origine dans *Voprosy Filosofii (Problems of Philosophy)*, pp. 97-107 ; traduit du russe, par A. RAPOPORT et réédité en 1960 dans *General Systems*, 5, pp. 221-224, et en 1968 in: W. BUCKLEY, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*, Aldine publishing Company, Chicago, pp. 76-80.
- E. LASZLO, *The Relevance of General Systems Theory*, George Braziller, New York, 1972.
- H. LE GUYADER, « Réductionnisme et holisme à la lumière de la dynamique qualitative », in: *Actes du colloque Le réductionnisme en question*, 14-16 mars 1986, Lyon, pp. 71-79, 1987.
- R. LEVINS, R. LEWONTIN, « Dialectics and Reductionism in Ecology », in: E. SAARINEN, (ed.), *Conceptual Issues in Ecology*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, pp. 107-138, 1980.
- G. H. LEWES, *Problems of Life and Mind*, Trübner & Co., London 1875.
- P. LIVET, « La fascination de l'auto-organisation », in: P. DUMOUCHEL, J-P. DUPUY (sous la direction de), *L'auto-organisation, de la physique au politique*, Editions du Seuil, Paris, pp. 165-171, 1983.
- S. MARHABA, *Antinomie epistemologiche nella psicologia contemporanea*, Giunti Barbera, Firenze, 1976.
- E. MAYR, *Histoire de la Biologie: diversité, évolution et hérédité*, Editions Fayard, Paris, 1989 [titr. or. : *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution and Inheritance*, The Bellknapp Press of Harvard University Press, Cambridge, 1982].
- E. MAYR, *Toward a new Philosophy of Biology*, The Bellknapp Press of Harvard University Press, Cambridge, 1988.
- F. MONDELLA, « Biologia e filosofia », dans L. GEYMONAT (sous la direction de), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano, VIII, pp. 118-192, 1977.
- C. L. MORGAN, *Emergent Evolution*, Henry Holt & Company, New-York, 1923.
- E. NAGEL, *The structure of Science*, Brace & World, Harcourt, 1961.
- J. NEEDHAM, *Integrative Levels : a Revaluation of the Idea of Progress*, Clarendon Press, Oxford, 1937.
- E. P. ODUM, *Fundamentals of Ecology*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1971.
- E. P. ODUM, *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts, 1993.
- M. W. O'NEIL, *Faits et théories*, A., Colin, Paris, 1972 [titr. or. : *Fact and Theory an Aspect of the Philosophy of Science*, Sydney University, Sydney (Australie), 1969].

- P. OPPENHEIM, H. PUTNAM, « L'unité de la science : une hypothèse de travail », in: P. JACOB (textes choisis, traduits et présentés par), *De Vienne à Cambridge. L'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*, Gallimard, Paris, pp. 337-370, 1980 [titr. or. : « The Unity of Science as a Working Hypothesis », in: H. FEIGL, G. MAXWELL, M. SCRIVEN (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, II, Minneapolis, The University of Minnesota Press, 1958].
- R. H. PETERS, *A Critique for Ecology*, Cambridge University Press, 1991.
- D. C. PHILLIPS, *Holistic Thought in Social Science*, by the Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University, 1976.
- J. PIAGET, *L'épistémologie génétique*, Presses universitaires de France, Paris, 1970.
- K. R. POPPER, *La misère de l'historicisme*, Librairie Plon, imprimé en Angleterre, 1988 [titr. or. : *The Poverty of Historicism*, Routledge & Kegan Paul, London, 1976; première parution sous formes d'articles dans *Economica*, 11, 42-43, 1943 ; 12, 46, 1945].
- K. R. POPPER, *La société ouverte et ses ennemis*, 2 vol., Le Seuil, Paris, 1979 [titr. or. : *The Open Society and Its Enemies*, 2 vol., Routledge & Kegan Paul, London, 1945 (réédité en 1966, version revue et augmentée)].
- K. R. POPPER, *La connaissance objective*, Aubier, Saint-Armand-Montrond, 1991 [titr. or. : *Objective Knowledge : An Evolutionary Approach*, Clarendon Press, Oxford, 1972].
- K. R. POPPER, *La quête inachevée*, Calmann-Levy, Paris, 1981 [titr. or. : *Unended Quest*, The Library of Living Philosophers, Open Court, La Salle, Illinois, 1974 (a)].
- K. R. POPPER, « La réduction scientifique et la nature essentiellement incomplète de toute science », In *L'univers irrésolu*, Hermann, Paris, 1984 [titr. or. : « Scientific Reduction and the Essential Incompleteness of All Science », pp. 259-284, in: F. J. AYALA et T. DOBZHANSKY (sous la direction de), *Studies in the Philosophy of Biology*, The MacMillan Press Limited, London, 1974 (b)].
- V. O. W. QUINE, *From a logical point of View*, Harvard University Press, Cambridge, 1961 [réédité en 1964].
- G. RADNITZKY, *Entre Wittgenstein et Popper*, J. Vrin, Paris, 1987.
- M. RUSE, *Philosophy of Biology Today*, State University of New York Press, Albany, 1988.
- E. S. RUSSELL, *Study of Living Things*, Methuen & Company, London, 1924.
- R. SATTLER, *Biophilosophy : Analytic and Holistic Perspectives*, Springer-Verlag, Berlin, 1986.
- K. SCHAFFNER, « Approaches to Reduction », *Philosophy of Science*, 34, 137-147, 1967.
- K. SCHAFFNER, « Reduction in biology : Prospects and Problems », dans E. SOBER (ed.), *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*, MIT, Cambridge, pp. 428-445, 1986.
- K. SCHAFFNER, « Theory Structure, Reduction, and Disciplinary integration in Biology », *Biology & Philosophy*, 8, 319-347, 1993.
- J. R. SEARLE, *Du cerveau au savoir*, Hermann, Paris, 1985 [titr. or. : *Minds, Brains and Science*, British Broadcasting Corporation, London, 1984].
- H. A. SIMON, « The Architecture of Complexity », *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106, pp. 467-482, 1962 [réédité en 1969 in: *The sciences of the Artificial*, Cambridge, Mass., MIT Press ; tr. fr. in: *Sciences des systèmes - Sciences de l'artificiel*, Dunod Afcet Systèmes, 1981, 1991].
- J. C. SMUTS, *Holism and Evolution*, MacMillan, London, 1926.

V. SOMENZI, « Storicità, Unicità, Complessità : è possibile ricomporre la divisione tra le due culture evitando tentativi di prevaricazione dell'una sull'altra ? », *Prometeo*, 19, pp. 64-69, 1987.

I. STENGERS, « Des tortues jusqu'en bas », in: P. DUMOUCHEL et J. P. DUPUY. (sous la direction de), *L'auto-organisation, de la physique au politique*, Editions du Seuil, Paris, pp. 37-51, 1983.

I. STENGERS, « Perché non può esserci un paradigma della complessità », in: G. BOCCHI et M. CERUTI (sous la direction de), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, pp. 61-83, 1985.

J. F. VARELA, *Autonomie et connaissance*, Editions du Seuil, Paris, 1989 [titr. or. : *Principles of Biological Autonomy*, Elsevier North Holland, New York, 1979].

F. WAISMANN, (d'après les notes de), *Wittgenstein et le Cercle de Vienne*, Trans-Europ-Repress, Mauvezin, 1991 [titr. or. : *Wittgenstein und der Wiener kreis*, Basil Blackwell, Oxford, 1967].

P. A. WEISS, « Un et un ne font pas deux », in: P. A. WEISS, *L'archipel scientifique*, Maloine S. A. Editeur, Paris, pp. 121-243, 1974 [titr. or. : « 1+1_2 (One plus One Does Not Equal Two) », in: G. C. O. QUARTON, T. MELNECHUCK, et F. O. SCHMIT (eds.), *The Neurosciences, a Study Program*, Rockefeller University Press, pp. 801-821, 1967 ; réédité en 1970, *The Graduate Journal*, 8, Texas].

P. A. WEISS, « Le déterminisme stratifié des systèmes vivants », in: P. A. WEISS, *L'archipel scientifique*, Maloine S. A. Editeur, Paris, pp. 167-244, 1974 [titr. or. : « The Living System : Determinism Stratified », in: A. KOESTLER, J. R. SMYTHIES (eds.), *Beyond Reductionism : New Perspectives in the Life Science*, MacMillan, New York, pp. 3-55, 1969].

A. N. WHITEHEAD, *The Concept of the Nature*, The Tarnier Lectures delivered in Trinity College (November 1919), Cambridge University Press, Cambridge, 1920.

A. N. WHITEHEAD, *La science et le monde moderne*, Payot, Paris 1930 [titr. or. : *Science in the Modern World*, The MacMillan Company, New York, 1925].

A. N. WHITEHEAD, *Process and Reality. An Essay in Cosmology*, Cambridge University Press, The MacMillan Company, New York, 1929(a).

A. N. WHITEHEAD, *Aventures d'idées*, Les Editions du Cerf, Paris, 1993 [titr. or. : *Aventures of Ideas*, The MacMillan Company, New York, 1933].

W. C. WIMSATT, « Reductionistic Research Strategies and their Biases in the Units of Selection Controversy », in: E. SAARINEN, (ed.), *Conceptual Issues in Ecology*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, pp. 155-201, 1980.

W. C. WIMSATT, « Reductive explanation : A functional Account », in: E. SOBER (ed.), *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*, MIT, Cambridge, pp. 477-508, 1986.

L. WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, in: *Investigations philosophiques*, Gallimard, Paris, 1961 [titr. or. : *Tractatus Logico-Philosophicus*, Routledge and Kegan Paul, London, 1922].

L. WITTGENSTEIN, *Investigations philosophiques*, Gallimard, Paris, 1961 [titr. or. : *Philosophische Untersuchungen*, Basil Blackwell, Oxford, 1953].

J. H. WOODGER, *Biology and Language*, Cambridge University Press, Cambridge, 1959

APPENDICE

RÉDUCTIONNISME

ÉMERGENTISME

DOMAINE ONTOLOGIQUE

(Vision du monde)

Réductionnisme ontologique

- soutient que les entités et les processus physico-chimiques se trouvent à la base de tous les phénomènes psycho-biologiques.
- soutient que les lois de la physique et de la chimie sont applicables à la biologie.
- s'accorde, généralement, à l'atomisme (Leucippe, Démocrite, Pythagore, Epicure, Lucrèce, Gassendi) selon lequel le fondement de la réalité est constitué par des atomes irréductibles, distincts, d'amplitude spatio-temporelle déterminée.

Emergentisme ontologique

- soutient que les entités et les processus physico-chimiques se trouvent à la base de tous les phénomènes psycho-biologiques.
- chaque niveau d'organisation nécessite des lois appropriées au niveau particulier, car il se caractérise par l'acquisition de nouvelles propriétés émergentes qui en augmentent la complexité.
- s'accorde, généralement, à une vision "relationnelle" (Holisme) de la réalité, laquelle peut prendre une forme :

Radicale

- soutient que les caractéristiques définissant les entités constituant l'univers sont déterminées par toutes les relations qui existent entre les entités.

Modérée

- soutient que les caractéristiques définissant les entités constituant l'univers sont déterminées seulement par quelques-unes des relations qui existent entre les entités (organisme, organisme-milieu).

DOMAINE MÉTHODOLOGIQUE

(Stratégies de recherche)

- il doit nécessairement prendre en considération deux niveaux d'organisation [c'est-à-dire le niveau qui contient le fait à expliquer (explanandum) et le niveau qui contribue à la détermination des énoncés explicatifs (explanans)].

- il doit prendre en considération, au moins, trois niveaux, d'organisation et doit suivre en temps réel, au moins les modifications qui déterminent les propriétés émergentes.

Radical

- soutient que les propriétés d'un niveau d'intégration donné peuvent être prévues à partir de l'étude de ses constituants et de leurs relations (réduction a priori).
- accepte la méthode analytique additionnelle (selon laquelle le tout équivaut à la somme de ses parties) et l'analyse de la partie.

Radical

- nie la validité, soit de la méthode analytique-additionnelle, soit l'analyse de la partie.

Modéré

- soutient que les propriétés d'un niveau d'intégration donné ne peuvent pas être prévues mais seulement expliquées à partir de l'étude de ses constituants et de leurs relations (réduction a posteriori).
- accepte la méthode analytique dans sa totalité.

Modéré

- nie la validité de la méthode analytique-additionnelle, mais accepte l'analyse de la partie.

DOMAINE ÉPISTÉMOLOGIQUE

(Relations entre les théories des différents niveaux d'intégration)

- soutient que les théories et les lois appartenant à un niveau d'organisation particulier peuvent être réduites à des lois appartenant à un secteur plus fondamental de la science.
- nie qu'il y a des secteurs de la science auxquels les autres secteurs doivent être réduits.
- soutient qu'une transformation dans un secteur quelconque de la science peut déterminer des changements dans tous les autres.

SUR LES CONCEPTS D'AUTONOMIE ET D'HÉTÉRONOMIE
DANS LES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES
ET LEUR EXTENSION MÉTAPHORIQUEFrancis BAILLY¹

Résumé

Ce texte tente d'analyser les significations et usages des concepts d'« autonomie » et d'« hétéronomie » dans les disciplines scientifiques et d'examiner les éventuels transferts métaphoriques dont ils peuvent être l'objet, soit d'une discipline à une autre, soit, plus généralement, dans le cadre de l'analyse épistémologique, soit, encore, dans des domaines qui n'ont plus rien de scientifiques, tels ceux où interviennent des normes humaines et des valeurs.

Abstract

We try to analyse the meanings and uses of the concepts of "autonomy" and "heteronomy" in scientific disciplines. We examine their possible metaphoric transfers either from a discipline to another, or in the frame of the epistemological analysis, or even into no more scientific ranges, like those of human norms and values.

1. QUELQUES REMARQUES PRÉLIMINAIRES SUR LA NATURE
DES LOIS EN PHYSIQUE

Ne serait-ce qu'étymologiquement, les concepts d'autonomie et d'hétéronomie renvoient d'abord à la notion de *loi*. Ce n'est que secondairement que l'on distingue entre loi propre, ou d'origine interne, du système (ou de la partie considérée du système) et loi d'origine externe. En tout état de cause, donc, on pose que le système répond à des lois. Nous ne reviendrons pas sur la très abondante littérature relative au statut (et à l'existence même) de lois dans les phénomènes naturels. Nous nous contenterons d'illustrer par un exemple pris dans la physique (l'évolution historique de l'interprétation du comportement

1. LPSB CNRS, 1, place Aristide Briand, 92195 Meudon Cedex.