FRANCIS BAILLY

L'ANNEAU DES DISCIPLINES

Enquête sur quelques concepts théoriques et gnoséologiques

1991-1993

(édition posthume)

PREFACE

Giuseppe LONGO

CNRS et Dépt. d'Informatique

Ecole Normale Supérieure, Paris

et CREA, Ecole Polytechnique

http://www.di.ens.fr/users/longo

Interactions des savoirs et connaissance

« L'unité de la rationalité n'implique pas nécessairement l'unité de la démarche de connaissance. » Par ces mots démarre le texte de Francis Bailly. Tout le reste sera un jeu de passages très fins entre différences et analogies, dualités et similitude, oppositions conceptuelles et corrélations inattendues, d'une discipline à l'autre, entre et dans les disciplines. La loi à corréler à des régularités, comme en physique, *vs.* les agencements fonctionnels dynamiques propres à des organisations, des systèmes intégrés, composés de parties coopérantes dans la variabilité, comme en biologie. Points de vue inverses qui ne s'excluent pas, « deux versions du concept d'ordre - de réduction de l'arbitraire », spécifie l'auteur - qui, ensemble, nous aident à rendre intelligibles les passages entre physique et biologie.

Et dans cela il y a aussi de la place pour un discours sur le mythe, instrument d'intelligibilité, comme le démontre le passage fait de continuité et de cassures épistémiques entre mythe et science dans la pensée grecque, mais surtout « ordre [qui] est déjà symbolique, à usage d'organisation et d'échanges sociaux. L'intelligibilité scientifique néglige ces places en tant qu'elles ne jouent que dans les représentations » et « par le contrôle expérimental… elle inaugure une nouvelle rationalité, celle de l'objectivité. »

Une objectivité construite, par l'action sur le monde, à partir du choix de points de vue, de cadres théoriques et métaphysiques, explicites ou implicites, jusqu'à la mesure, qui, en physique quantique plus qu'ailleurs, co-constitue l'objet physique lui-même.

Et la biologie, où l'agencement par et en différents niveaux d'organisation domine, cette « criticité étendue » si proche et si éloignée de la criticité physique. Un thème que nous avons ensuite développé ensemble et aujourd'hui repris par le dernier de mes thésards qui ait eu la chance d'interagir avec Francis, Maël Montévil. La transition critique, un point dans un continu mathématique en physique mathématique, à peine élargi à l'intervalle de l'approximation de la mesure en physique, mais qui, en biologie, est étendue par rapport à tous les paramètres de contrôle. Ce vivant en transition critique permanente, toujours loin de l'équilibre, singularité étendue des états physiques multiples qui le composent. Organisation qui se reconstitue et se réorganise, dans une stabilité structurelle dynamique, en fait une transition, se reconstruisant sans être jamais la copie identique de ce qui était.

De façon similaire, nous dit Francis, le passage d'une étape à l'autre de la connaissance introduit des discontinuités et une réorganisation qui est aussi un « changement de l'objet pertinent ». Cette forme du changement, concept très important dans les analyses des transitions critiques en physique, nous donne donc des éléments d'intelligibilité aussi pour la constitution du savoir humain. Et cela sans effacer le propre de l'analyse historique de l'humaniste, mais juste en lui proposant des notions signifiantes qui puissent enrichir son regard par cette merveille qu'est le savoir physique réfléchi. Car, dans cet anneau des disciplines, on aura toujours à distinguer « entre des niveaux interactifs, des niveaux fonctionnels, des niveaux de signification qui ne se réduisent pas les uns aux

autres et se trouvent associés à leurs secteurs respectifs de pertinence. » Et le tableau à la page 42, chapitre IV, fin sect. 1), lumineux pas sa simplicité presque réductive, dira plus que tout discours sur les passages entre disciplines, profondément anti-réductionnistes, si chers à Francis.

À ce schéma orienté, il faut ajouter les allers-retours, voire *l'anneau* des disciplines. Car « le passage d'une discipline à une voisine ne s'y pense pas en termes de subordination et le mouvement de ce passage conduit à refermer finalement le parcours ».

Prédictibilité et intelligibilité

La force des équations, depuis Newton, nous a poussés à croire que le calcul, qui permet de quantifier et prédire, est le but ultime de toute théorisation physique. Par débordement, suite au succès de cette discipline, la prédiction quantitative a pris le rôle de l'intelligibilité même dans d'autres domaines, l'économie en particulier. Francis discute d'abord les limites de la prédictibilité en physique : elle ne serait condition ni nécessaire ni suffisante de la scientificité. Les représentations babyloniennes et mayas permettaient de prédire les éclipses, mais elles n'étaient pas scientifiques. L'alchimie aussi se basait sur des principes largement magiques et, en tout cas, non scientifiques. Elle a toutefois permis de saisir de nombreuses régularités chimiques et par ce biais elle fournissait les prédictions efficaces de certains processus chimiques. En revanche, la géométrie des systèmes dynamiques, dont nul ne conteste la scientificité, démarre par un grand théorème d'imprédictibilité, celui sur les « trois corps gravitationnels » de Poincaré. Les analyses qualitatives (existence d'attracteurs, de régularités géométriques…) permettent peu de prédire, mais rendent intelligibles des phénomènes complexes, en permettant, par exemple, de « dégager et formuler des lois d'universalité ».

La biologie réalise ce même paradigme avec toutefois une dépendance originale des différents niveaux d'organisation. Contrairement au physico-chimique du niveau moléculaire, en physiologie par exemple, « la causalité est partielle (tout constituant biologique ne suit pas nécessairement la règle fonctionnelle… il y a des déviances, des pathologies) », c'est la moyenne qui compte, tout comme la déviance quand elle est à l'origine d'un parcours évolutif différent.

Dans un croisement qui est habituel pour ce texte, Francis observe que la différence entre calcul et mesure, en physique quantique, se retrouve, sous différentes formes, en biologie. Dans la première, on calcule avec des amplitudes de probabilité (l'équation de Schrödinger), qui s'additionnent, tandis que l'on mesure des intensités (des projections des vecteurs d'onde). Dans la deuxième, la somme des parties ne donne pas le tout, l'organisme, où les fonctions se superposent et constituent un objet nouveau n'existant que dans l'interaction non additive des parties. Francis ouvre par ces remarques une attitude nouvelle, à laquelle nous avons ensuite beaucoup travaillé : sans transférer vers la biologie les techniques et encore moins les objets de la physique quantique (c'est-à-dire sans aucun réductionnisme), on peut s'inspirer de sa méthode, dans son originalité. C'est ainsi que l'on pensera l'Evolution, dans nos travaux successifs (en particulier dans l'article sur l'anti-entropie), comme une *dynamique d'un potentiel de variabilité*, décrite par une technique inspirée par la méthode opérationnelle de Schrödinger, dont l'équation détermine la *dynamique d'une loi de probabilité.* L'imprédictibilité et ses analyses, dans les deux cas, sont au cœur de l'intelligibilité fournie par ces approches.

La difficile qualification du sens

L'entreprise scientifique est riche de sens : elle nous rapporte au monde, elle se constitue grâce au sens qu'elle nous donne de ce dernier par notre action, qui fait friction et transforme ce même monde. Mais ce sens est difficile à cerner, surtout en relation au sens de la condition humaine ; car ce sens ne peut se constituer que grâce au dialogue des sciences avec nos pratiques humaines, non strictement scientifiques : la philosophie, la connaissance de l'histoire, la poésie, la… politique.

C’est le jeu des différentes formes de langage que Francis explore tout d’abord par une analyse très fine des rapports entre langages spécialisés et langues naturelles. Par ce biais, il met en évidence l’enrichissement réciproque de ces formes du dialogue humain.

Un double jeu se présente alors. D’une part, l’objectivisation scientifique tend à s’éloigner de l’intentionnalité humaine, des visées spécifiques, historiques, voire politiques, de notre action. De l’autre, c’est précisément le projet humain, la métaphysique (j’ajoute) implicite ou explicite à la démarche scientifique qui la lie à notre activité parmi les hommes, pour les hommes. Ce jeu se révèle en particulier dans la tension entre l’approche naturalisante ou scientiste de l’intelligibilité des activités humaines, historiques, sociales, économiques… et la mise en évidence des valeurs, des choix, bref, de ce qu’il y a de « liberté et créativité » dans l’action humaine et sa théorisation. Dans les approches naturalisantes des sciences humaines on évacue ces dernières, on cache les choix des valeurs sous une prétendue scientificité (pensons, par exemple, à la prétendue objectivité scientifique des théories de l’équilibre économique, misère mathématique ne survivant que grâce à la force politique des idéologies qui l’encadrent).

En science, « l’anonymat du sujet épistémique reste bel et bien celui d’un sujet - fût-il paradigmatique - qui nourrit un projet de maîtrise - fût-elle conceptuelle - et exerce, ce faisant, son autorité légiférante - fût-ce dans l’*a priori* d’avoir à s’incliner devant des lois naturelles qu’il découvre mais aussi qu’il formule ». Nous essayons, nous devons essayer d’évacuer le sens, en tant que visée, mais la confrontation permanente à cette intentionnalité implicite, la nécessita de l’expliciter, conduisent elles aussi au besoin d’un humanisme en science et à sa dimension la plus forte, celle de l’analyse épistémologique, en tant qu’analyse des racines, même pré-humaine, voire d’une dynamique également historique de chaque savoir scientifique. C’est par l’histoire, j’insiste, que s’opère la jonction que Francis analyse entre la science et notre humanité. Les parcours constitutifs unissent et départagent les différentes formes de savoir, scientifique et humaniste. « Qu’ont en commun - s’interroge Francis -, non seulement sur la plan métaphorique, le renversement copernicien, la mathématisation galiléenne, l’objectivité du repérage cartésien, la critique kantienne… et la révolution française ? ».

Ce savoir critique par excellence, la science, qui est toujours révolutionnaire ou elle n’est pas, se départage toutefois de toute pensée politique : son exigence de cohérence interne, sa construction d’objectivité et des objets mêmes de son savoir, le jeu difficile par rapport à la preuve (empirique, mathématique), l’éloignent du relationnel humain, des choix éthiques. Elle les dépasse par sa singularité d’autonomie et de productivité, mais elle ne peut pas constituer un point de départ, de référence au relationnel et au social : « C’est pourquoi aussi la science, toujours en tant que référence, n’est pas seulement apolitique, mais contre-politique : elle soumet les décisions et les choix éthiques à une cohérence d’acquiescement à des phénomènes conçus et présentés comme naturels, alors que l’enjeu de notre socialité est inverse. Expulser la science de toute position référentielle quant au relationnel et au social est donc vital. Ce n’est en rein l’expulser de sa position propre de rationalité et ce n’est pas non plus renoncer à ce que toute référence soit rationnelle ; bien au contraire, c’est reconnaître que la rationalité dans la conduite de nos affaires, celle en laquelle nous sommes au premier chef engagés, consiste notamment à savoir se servir de la rationalité scientifique et non, d’abord, à la servir ».

Personnellement, j’ai longuement travaillé au rôle fondationnel de la constitution du « sens » en mathématIque. Mais voilà que Francis explicite les frontières du sens : « dans le cas des mathématiques pures, par exemple, la présence d’un contenu sémantique des relations et formalisations ne doit pas être confondue avec l’existence d’un sens de ce contenu, dans l’acception que nous avons donnée à ce terme. Les mathématiques et les lois qu’elles formalisent ne sont nullement dépourvues de contenu cognitif, bien au contraire, elles peuvent être sémantiquement et cognitivement très riches ; de ce fait elles concourent à construire une intelligibilité et à constituer une rationalité (mais nullement à fonder une éthique, dimension directement couplée pour sa part à la

pertinence d'un sens)[1]. » Les racines largement pré-humaines et pré-linguistiques de certaines conceptualités mathématiques (le petit comptage, l'appréciation d'un bord, d'une frontière, d'une trajectoire,… sa prévision par la courbe de poursuite d'une proie…) nous aident à départager ces significations cognitives du sens relationnel et social, voire de sa contingence qui ne serait point appropriée à l'universalité et généralité (humaine) des mathématiques. Aucune autre forme de connaissance, surtout grâce à son rapport à l'action dans l'espace, n'a des racines aussi profondément pré-linguistiques, ne précède autant le social ; même si après, dans le langage, elles se constituent aussi dans le social (il suffit de penser à l'historicité du concept d'infini actuel, héritage d'une métaphysique religieuse, étrangère, par exemple, à la culture et aux mathématiques chinoises).

Terminons cette brève introduction à la pensée richissime de Francis, en reprenant une de ses citations de Levinas, qui départage ultérieurement le rôle du sens/signification en science, si cher à Francis (comme à l'auteur de cette note), du sens de l'action humaine. Et cela pour que le dialogue soit posé entre humanisme et science, pour aller de l'avant et construire notre science, toujours sensée, toujours dans nos espaces d'humanité : « l'être de la signification consiste à mettre en question dans une relation éthique la liberté constituante elle-même [souligné par Levinas]. Le sens, c'est le visage d'autrui et tout recours qu mot se place déjà à l'intérieur du face-à-face originel du langage. <…>. Ce 'quelque chose' que l'on appelle signification surgit dans l'être avec le langage, parce que l'essence du langage est la relation avec Autrui. »

Et l'on revient ici à ce dialogue, au cœur de la pratique scientifique chez Francis, qui était toujours à l'écoute, toujours en train d'apprendre et d'enseigner, de trouver le sens le plus profond et toujours le plus intéressant dans tout dialogue avec les autres. En science aussi bien qu'en politique.

Francis Bailly

La force de la pensée théorique

Francis était un très grand théoricien. Son regard sur la science, sa propre construction de connaissance se fondait toujours sur l'explicitation de principes généraux, au cœur de toute approche scientifique. Il savait faire sortir de l'implicite ce qui est derrière toute tentative de connaissance, rendre concept ce qui parfois n'apparaît que technique. Il était ainsi tout d'abord un grand maître et puis un remarquable épistémologue, car la tâche de l'épistémologie est justement la mise en évidence de ce qui précède la pratique scientifique, qui la précède dans l'histoire, qui en constitue à tout instant le soubassement de pensée. La science, dans sa globalité, pense, il n'y a pas de doute, mais trop souvent des scientifiques ne pensent pas, admettons-le ; trop souvent une technique écrase le contenu théorique implicite, le choix non évident du regard, du point de vue. On absolutise une construction de connaissance, qui, au contraire, trouve dans son historicité, dans la friction concrète du sujet connaissant sur le monde, toute la raison de sa force et de son objectivité.

L'explicitation du parcours constitutif d'un cadre de travail, de ses racines conceptuelles, en tant que concepts trop souvent cachés, voire jamais pensés, était au cœur de son approche de la science. Cela lui permettait de « comprendre différemment » un grand texte classique, des résultats mille fois creusés par d'autres et, surtout, d'explorer d'autres disciplines, avec une immense liberté de pensée. Chaque fois, il commençait à nouveau : il n'hésitait pas à refaire des parcours déjà faits, tout en connaissant parfaitement leurs aboutissements, pour en chercher d'autres.

Francis n'était pas un « leader », diraient certains dans un langage à la mode dans les évaluations scientifiques d'aujourd'hui. Il ne l'était pas, aussi, puisqu'on avait tous des difficultés à le suivre. Et puis, il n'était pas intéressé à l'être : son but était toujours l'échange, la compréhension de l'autre, la construction de connaissance avec l'autre. Il voulait si peu imposer sa pensée que, parfois, il

[1] C'est l'interprétation qu'on peut faire de ce contenu sémantique et cognitif qui peut ouvrir à un sens. Mais cette interprétation en revanche n'engage pas la pertinence et le justesse des dimensions proprement cognitives.

faisait trop peu d'efforts pour être compris, dans ses textes. Il faut creuser, travailler, pour le suivre pleinement : sa profondeur demande un effort, elle ne s'impose pas toute seule pour gagner une place de guide sans peine. Et ensuite, une fois appréciée la nouveauté, l'originalité du texte, on peut continuer tout seuls, sans guide, car le contenu, assimilé dans l'effort, rend le lecteur autonome dans sa pensée nouvelle, sans besoin de leader. Voilà le vrai maître, le vrai scientifique qui vise au dialogue, un dialogue maïeutique pour sa propre pensée et pour celle des autres, qui se construisaient dans l'écoute réciproque, jamais dans la compétition, même pas à distance avec des auteurs lointains. Ce mot, compétition, que l'on répète de plus en plus dans la « promotion » de la science : ces individus, ces équipes qui devraient être « compétitifs », en gardant leurs idées bien protégées, si possible par des brevets. La science se construit au contraire dans l'ouverture à la pensée de l'autre, dans un jeu de polarités où elle existe grâce aussi à la pensée différente, à l'exploration complémentaire. Et à deux, on construit énormément plus que le double : le dialogue libre, face à un tableau noir, sans compétition, sans crainte de dire des bêtises, en explorant aussi des faux parcours, est le moment le meilleur, de plus grande joie et de plus grande productivité en science. J'ai eu la chance de la pratiquer longuement avec Francis, la plus belle de mes expériences scientifiques.

1er juin 2010

INTRODUCTION

Sur quelques aspects de l'Anneau des Disciplines

Robert VALLEE[1]

Président d'honneur de l'AFSCET,

Président de la World Organisation of Systems and Cybernetics (WOSC),

Membre de l'Académie Internationale de Systémique et de Cybernétique,

r.vallee@afscet.asso.fr

J'ai connu Francis Bailly, né en 1939 et qui vient de nous quitter l'an dernier en 2009, au cours des réunions du CeSEF (**Ce**ntre pour la **S**ynthèse d'une **E**pistémologie **F**ormalisée) où j'ai pu apprécier ses grandes qualités de physicien théoricien et de philosophe des sciences (Bailly & Longo, 2006).

Je vais essayer de présenter quelques aspects de « L'Anneau des disciplines », de Francis Bailly, texte comportant neuf chapitres et paru dans la « ***Revue Internationale de Systémique*** » en 1991 (Bailly, 1991). Il a été complété depuis par huit chapitres.

1. Le thème central de cet article de 164 pages est celui d'anneau des disciplines qui constitue une classification des domaines de connaissance.

Les classifications usuelles sont purement hiérarchiques et pourraient être schématisées par un segment de droite. Ici, c'est un cercle, ou anneau, qui intervient.

Les disciplines considérées sont : **mathématiques, physique et chimie, biologie, sciences humaines et sociales, philosophie**. Les frontières qui les séparent ne sont pas nettement définies. Ces disciplines peuvent même avoir des parties communes.

L'anneau peut être parcouru dans les deux sens. Si l'on va de la philosophie aux sciences humaines et sociales, en passant par mathématiques, physique et chimie, biologie, on procède par intégration. On a là le réductionnisme le plus familier (dit formel), habituel dans l'épistémologie classique. Dans l'autre sens on procède par différenciation. On a alors **l'idée très originale d'un second réductionnisme (dit analytique)** que l'on pourrait affecter à une « épistémologie négative ».

2. Armé, entre autres, du « concept des deux réductionnismes », on peut s'attaquer aux différences et analogies entre physique et biologie.

La causalité y a deux aspects différents : celle de la physique y est pratiquement un postulat, elle a un caractère d'immédiateté ; celle de la biologie (à l'exclusion de la biologie moléculaire et de la biochimie) est partielle, différée dans le temps (latence), elle peut avoir un aspect téléologique.

Il y a des analogies entre le quantique et le biologique. Dans les deux cas ce qui s'additionne n'est pas ce qui se mesure (fonction d'onde et carré de son module pour le quantique, effet du non-linéaire dans le biologique). La distinction entre champ et particule peut être rapprochée de celle entre régularité et singularité, laquelle s'abolit chez certaines fractales, d'où leur importance. D'un côté la physique avec le système et les éléments, l'ordre et les interactions, de l'autre la biologie avec le tout et les parties, la structure et les fonctions.

On peut voir, par une métaphore empruntée à l'arithmétique, la physique comme le « modèle standard » de l'axiomatique de la matière et la biologie comme le « modèle non-standard ».

[1] Robert Vallée **http://fr.wikipedia.org/wiki/Robert Vall%C3%A9e**

3. On rencontre des niveaux d'organisation en physique comme en biologie : d'une part particules élémentaires, nucléons, atomes, molécules et de l'autre cellules, organes, organismes, espèces. Il peut y avoir « **complexification** » par passage d'un niveau à un autre. Il se manifeste par la prise de la valeur infinie par une variable pertinente. Les objets familiers du niveau abandonné se dissolvent, perdent tout sens, sont remplacés par ceux du niveau suivant. Une complexification plus forte se produit si la prise de la valeur infinie concerne une ou des variables et cela en une infinité dénombrable de points. On peut y voir le phénomène d'« émergence ».

Les niveaux d'organisation jouent aussi un rôle dans les « fonctions » biologiques vitales assurées par **des structures fractales** (membranes alvéolaires du poumon, villosités intestinales, bronches… de dimensions fractales comprises entre 2 et 3) permettant une intégration dans une totalité de niveau supérieur.

4. En physique et chimie, il n'y a pas place pour la finalité. Les interactions sont le support de **causes efficientes**, le réductionnisme (atomique) est fondé. En biologie, à côté du réductionnisme biomoléculaire ou biochimique, il y a place pour **des raisons téléologiques** (déploiement du patrimoine génétique). Enfin dans les sciences humaines intervient une finalité intentionnelle.

Comme nous l'avons vu, le premier réductionnisme, formel ou atomistique, est parfaitement adapté aux sciences physique et chimique (éléments, interactions), le second réductionnisme, analytique ou morphologique concerne principalement les sciences biologiques (formes sources, formes dérivées).

5. Le concept de « l'anneau » exprime, entre autres, l'unité et la multiplicité des disciplines.

Bailly F. (1991) l'anneau des disciplines. Enquête sur quelques concepts théoriques et gnoséologiques. Rev. intern. Systémique 5 (3) : 235-399.

Bailly F. & G. Longo (2006) Mathématiques et sciences de la nature. La singularité physique du vivant. Hermann, Paris, 284 p.

Vallée R. (1995) Cognition et système. Essai d'épistémo-praxéologie, L'interdisciplinaire, Lyon-Limonest.

AVANT-PROPOS[1]

Francis BAILLY

Laboratoire de Physique des Solides de Bellevue[2]

Pour être honnête, je dois reconnaître que le travail présenté ici ne s'est pas inscrit d'emblée dans une perspective systémicienne : il s'agissait simplement de réflexions sur des démarches scientifiques, d'analyses épistémologiques, d'interrogations sur le statut des connaissances contemporaines et sur leurs rapports avec les conduites sociales, les relations humaines. Ce n'est qu'après des discussions avec des spécialistes de la théorie des systèmes, notamment à l'occasion du premier congrès européen de systémique, organisé par l'AFCET, à Lausanne en 1989, qu'il est apparu en effet que ce genre de travail pourrait trouver sa place dans une approche systémicienne, que ce soit au niveau d'une analyse des modèles ou à celui, plus général, d'une épistémologie systémique. En témoigne d'ailleurs le contenu des travaux de la première école de systémique qui s'est tenue à Solignac en 1990. C'est donc à la suite de ces discussions que les responsables de la Revue Internationale de Systémique ont bien voulu envisager la publication de ce travail dans le cadre d'un numéro spécial de leur revue.

Je les en remercie vivement et j'espère que les liens ainsi tissés et le dialogue ainsi engagé se révéleront efficaces et fructueux.

[1] Cet Avant-Propos ne concerne que les chapitres I à X, publiés par Francis Bailly (1939-2009) en 1991 dans le volume 5 n° 3 de la *Revue Internationale de Systémique* sous le titre *: « L'Anneau des disciplines. Enquêtes sur quelques concepts théoriques et gnoséologiques »*.

La version complète présentée ici comporte ces dix mêmes chapitres, repris, mais avec des ajouts, des modifications et des enrichissements bibliographiques, ainsi que les chapitres XI à XVII ; l'ensemble de ces éléments complémentaires, nouveaux par rapport à la publication de 1991, a été rédigé par Francis Bailly en 1992 et 1993 et était resté jusqu'à présent (2010) inédit. Voir aussi Remarques complémentaires p. 6 (i) et note au début du chapitre XI, p. 142.

Je remercie vivement G. Longo pour la Préface à cet ouvrage qu'il a bien voulu rédiger et pour ses vérifications de formules mathématiques, les membres du Conseil d'Administration de la Revue *Res Systemica* pour avoir accepté de (re)publier ce travail de mon mari et m'avoir accordé leur attention bienveillante et leur confiance - tout particulièrement D. Bourcier, F. Dubois, R. Vallée (entre autres choses pour leur relecture) et P. Bricage pour son aide informatique précieuse -, ainsi que mon frère, G. Schneck pour avoir mis au point les schémas de cette version électronique. D. Bailly.

[2] C.N.R.S., 1 place A. Briand, 92195 Meudon Cedex.

L'ANNEAU DES DISCIPLINES

Enquêtes sur quelques concepts théoriques et gnoséologiques

Francis Bailly
Laboratoire de Physique des Solides de Bellevue, CNRS
1 Place A. Briand, 92195 Meudon Cedex

« La vérité émerge plus facilement
de l'erreur que de la confusion »
F. Bacon

CHAPITRE I

INTRODUCTION. PRESENTATION

L'unité de la rationalité n'implique pas nécessairement l'unicité de la démarche de connaissance. Au niveau le plus manifeste, la distinction entre science et sagesse en témoigne. Pour la sagesse, qui médite, gouverne, cherche à orienter la vie et le développement des relations humaines et des rapports sociaux, la séparation entre sujet et objet n'est pas toujours pertinente ; les valeurs pèsent d'un poids comparable à celui des faits (elles les qualifient) ; des conduites prennent sens, des enjeux se font jour, à travers quoi se manifeste la pluri-dimensionalité de la condition humaine, de la recherche de pouvoir aux créations de la liberté. Les sciences, par contraste, conceptualisent, construisent et travaillent des objets, se confrontent à des faits dépourvus de sens intrinsèque, formalisent et interprètent une extériorité unidimensionnelle relativement à l'épaisseur des acteurs de l'élaboration de ces connaissances, acteurs dont elles requièrent l'absence dans les résultats obtenus ; elles s'imposent d'évoluer dans un univers de nécessité.

Pourtant, dans le domaine scientifique lui-même et malgré ces traits communs aux différents secteurs qui le constituent, les diverses disciplines ne semblent pas régies par les mêmes règles ni répondre aux mêmes heuristiques : quoi de commun entre les concepts et méthodes de la biologie et ceux, hautement mathématisés, de la physique ? Entre les approches biologiques et celles de la sociologie ? Où donc, et comment, se traduit cette unité qui autorise à parler de "la science" et non pas seulement d'une juxtaposition de spécialités hétérogènes ? Nous n'entrerons pas directement dans les débats épistémologiques sur les caractérisations possibles de la scientificité, sur les critères de départage entre sciences et non sciences ni sur les distinctions internes qui feraient que telle discipline serait plus ou moins scientifique que telle autre. Ces questions demeureront bien au coeur de nos interrogations, mais nous les aborderons sous un angle moins général et plus précis, quittes ensuite à tenter d'élargir les perspectives.

Nous commencerons par considérer - dans la PREMIERE PARTIE - quelques concepts théoriques ou gnoséologiques dont l'usage est fréquent dans différents domaines et nous nous interrogerons sur leurs rôles, leurs significations, les représentations qu'ils déterminent, voire les méthodes ou opérations qu'ils induisent selon leur secteur de construction et d'utilisation. Le même terme recouvre-t-il la même réalité, la même attitude, la même démarche selon qu'on l'emploie en physique ou en biologie, dans les sciences de la nature ou dans les sciences sociales ? Nous chercherons à enquêter sur ces questions sur quatre terrains qui nous semblent essentiels :

(i) Celui des *cadres conceptuels de référence* et des *formalisations abstraites* que l'on peut élaborer pour les caractériser sans devoir nécessairement avoir recours à la nature des contenus qu'ils recouvrent. Nous prendrons pour ce faire l'exemple du concept d'**ordre** (chapitre II).

(ii) Celui des *constructions d'objectivité* et des *concepts théoriques opératoires* associés. Ce sera le cas pour les concepts de **niveaux** et de **fonctions** (chapitre III). Avec ces exemples nous essayerons de montrer que des termes intuitifs assez vagues peuvent être délimités et définis de façon assez rigoureuse pour construire des objectivités et des concepts théoriques là où il y avait principalement des concepts empiriques et une phénoménologie relativement floue.

(iii) Celui des *démarches méthodologiques* et des *concepts gnoséologiques*. Nous examinerons alors les concepts de **finalité**, de **réductionnisme** et (corrélativement) d'**auto-organisation** (chapitre IV). Bien évidemment nous toucherons là, en même temps, à des thèmes de nature plus proprement épistémologique.

(iv) Celui des *rapports théorico-pratiques avec le réel disciplinaire* et des *opérations effectives de traitement de ce réel*. Nous considérerons dans ce cadre le concept de **mesure**, la signification qu'il revêt, les présupposés conceptuels qu'il mobilise et les pratiques différenciées auxquelles il renvoie selon les disciplines et, à l'intérieur même des disciplines, selon les sous-disciplines (chapitre V).

Dans la DEUXIEME PARTIE nous tenterons de composer un paysage moins parcellaire et mieux articulé en développant une analyse plus générale, quoique appuyée encore sur des éléments précis de comparaison, des rapports des disciplines scientifiques entre elles.

Nous commencerons par exposer, de façon synoptique et plus abstraite, ce que nous entendons par "l'*anneau des disciplines*", c'est-à-dire le positionnement mutuel (en termes de thèmes, de concepts, de méthodes, voire de représentations) que l'on peut proposer de ces disciplines pour caractériser et baliser dans un souci un peu synthétique le champ de la connaissance scientifique (chapitre VI).

Puis nous tenterons d'explorer plus précisément certains rapports entre *physique et biologie* en nous interrogeant tout spécialement sur le fonctionnement de quelques grandes catégories de la pensée à l'oeuvre dans ces disciplines selon des modalités propres à chacune d'elles : causalité, lois, objectivité, réalité (chapitre VII).

Nous reviendrons ensuite sur la question de la caractérisation de l'*objet scientifique*. Nous étudierons les stabilités et instabilités théoriques des catégorisations conceptuelles qui conduisent à distinguer spontanément entre "objets", "interactions", "univers de repérage", notamment en physique et en biologie. Puis nous nous interrogerons sur la non universalité culturelle de la coupure fondatrice entre sujet et objet, en essayant de montrer qu'elle constitue une condition de possibilité nécessaire à la constitution de la philosophie et de la science proprement dites (chapitre VIII).

Nous nous intéresserons alors à des aspects particuliers des *langages disciplinaires* et de leurs rapports entre eux selon qu'il s'agit des mathématiques et des sciences de la nature ou des sciences de l'homme (chapitre IX). Nous serons de ce fait conduits à déborder du domaine strictement disciplinaire et scientifique pour aborder des questions touchant des enjeux relationnels et sociaux, qui déjà relèvent plus de considérations relatives au savoir sapientiel qu'à la connaissance proprement scientifique.

C'est dans cet esprit que nous nous interrogerons sur l'existence et la nature des rapports entre élaboration de la *science* et constitution du *sens*, que ce dernier terme soit rapporté aux objets et contenus de la connaissance elle-même ou, au contraire, qu'il soit pris dans une acception relationnelle relevant strictement de la liberté humaine (chapitre X).

Nous serons alors amenés à terminer cette DEUXIEME PARTIE (chapitre XI) en essayant de caractériser de façon plus précise et plus opératoire le concept de *rationalité* lui-même, d'examiner la pertinence de ces caractérisations selon les domaines d'extension du concept (notamment en prenant en compte la spécificité des secteurs relatifs aux phénomènes humains) et d'esquisser à cet égard un cadre de référence pour les développements de la troisième partie.

Dans la TROISIEME PARTIE, nous essayerons de mettre en oeuvre, dans le secteur disciplinaire des phénomènes humains, les principes théoriques et méthodologiques que nous aurons dégagés. Cette partie sera donc consacrée à l'exposé et à la discussion d'une tentative visant à construire une

formalisation pour les phénomènes humains à partir du paradigme conceptuel et théorique du *transfini cantorien*, tel qu'il a été élaboré en théorie des ensembles, puis en théorie des modèles.

Le chapitre XII explicitera les présupposés et fixera l'orientation de cette entreprise. Son contenu détaillé, relatif à la catégorisation conceptuelle et à l'organisation plus ou moins structurelle des phénomènes humains, comme aux principes de correspondances avec les concepts et grandeurs ensemblistes, sera présenté au chapitre XIII. Le chapitre XIV proposera des exemples variés et tentera de les traiter sous ce nouvel angle. Le chapitre XV sera consacré à l'analyse relativement détaillée de la transposition dans le secteur des phénomènes humains de l'axiomatique (ZFC) de la théorie des ensembles et à la discussion du statut épistémologique qu'une telle axiomatique peut revêtir lorsqu'elle est appliquée à ce secteur disciplinaire. Dans le chapitre XVI nous reviendrons sur la question de la pertinence d'une telle "modélisation" et nous présenterons à cette occasion quelques réflexions plus générales sur les rapports différentiels entre modélisation et phénoménalité selon les domaines (sciences de la nature ou phénomènes humains) où l'on est amené à les considérer. Enfin, le chapitre XVII formera la conclusion de l'ensemble ; il reprendra brièvement la question de la rationalité et du traitement des rapports entre unité et multiplicité en mettant en valeur, à cet égard et dans l'optique disciplinaire, le rôle des mathématiques et de la mathématisation.

Précisions complémentaires

(i) Les deux premières parties de cet ouvrage reprennent assez largement le contenu du texte intitulé *"L'anneau des disciplines"*, publié dans un numéro spécial de la Revue Internationale de Systémique (vol. 5, n°3, 1991). La plupart des chapitres ont été plus ou moins modifiés et plusieurs d'entre eux (notamment l'actuel chapitre VII) ont été assez profondément remaniés et étoffés ; de plus les actuels chapitres V, VIII et XI sont complètement nouveaux. Toute la troisième partie (chapitres XII à XVII) est aussi entièrement nouvelle.

(ii) Bien des éléments d'analyse et de réflexion que nous présentons dans la première partie sont issus plus ou moins directement de nos contributions aux séances de travail qui se sont déroulées depuis plusieurs années dans le cadre du "Groupe 3 *bis*", un séminaire de recherche interdisciplinaire dont un des objectifs est d'enquêter de façon la plus précise et la plus exacte possible sur la nature de la constitution des objectivités disciplinaires, la procédure de la construction d'une intelligibilité et l'hypothèse de l'unité de la rationalité.

Selon certains des participants du séminaire, le travail effectué autour de concepts spécialisés ne cesse en fait de tourner autour des éléments conceptuels constitutifs mais indéfinissables - des points aveugles - qui conditionnent l'existence même de ces disciplines : la *matière* pour la physique, la *vie* pour la biologie, la *compréhension* (ou la *signification*) pour la psychologie et autres phénomènes humains...

C'est cette interrogation implicite comme telle, qui jouerait un rôle cohésif déterminant, permettant la circulation contrôlée d'un domaine à l'autre et en tout cas l'intérêt de la procédure de comparaison. Ainsi l'enjeu latent de l'entreprise serait au moins autant de cerner et d'éclairer les non-dits, les non-objets d'étude explicite, c'est-à-dire aussi les non-objectivables, autour desquels s'organisent des disciplines scientifiques (qui pourtant exigent que leur objet soit bien délimité, circonscrit et défini), que d'établir des mises en rapport épistémologiques de concepts déjà assez bien spécifiés dans leur domaine propre de fonctionnement.

PREMIERE PARTIE : ANALYSES

CHAPITRE II

A PROPOS DES CADRES CONCEPTUELS DE REFERENCE :

ORDRES

"Il est possible en effet que les notions d'ordre et de désordre soient plus importantes pour la science et la philosophie que celles de substance et de matière."
J. Largeault [1]

Comme cela a été fréquemment souligné, le terme d'**ordre** (ou de désordre) a souvent été utilisé dans des acceptions très diverses au point que l'on a pu mettre en question le caractère réellement scientifique (technique) du terme et que l'on a pu considérer qu'il était plutôt support à évocations ou indice de problème à traiter (*voir* par exemple [2], [3], [4], [5] pour une discussion plus étendue et plus approfondie). Il n'est pas question ici de revenir de façon détaillée et encore moins exhaustive sur ces débats ni sur tous les exemples d'utilisation de ce terme ou de ce concept quand il intervient dans les disciplines (relation d'ordre en mathématiques, paramètre d'ordre en physique, l'ordre du vivant en biologie, l'ordre social, les désordres psychologiques...). Nous prendrons ce concept comme un exemple de caractérisation d'un cadre conceptuel de référence opérant à travers diverses disciplines et nous nous contenterons d'essayer de dégager des raisons qui font qu'une certaine équivocité peut avoir cours sans néanmoins entraîner nécessairement une confusion généralisée. Nous tenterons alors d'établir des distinctions formelles entre les logiques respectives des différentes espèces d'ordres que l'on peut être amené à considérer dans les disciplines de sciences exactes et biologiques.

1. CONSIDERATIONS GENERALES

1.1. Dans la nature, déjà, on aura affaire à différents concepts d'ordre, ou plutôt à des versions distinctes de ce concept.

En effet, si au "plus" d'ordre on fait correspondre le "moins" d'arbitraire dans la description et dans l'explication, il est au moins deux façons d'y parvenir : soit énoncer des nécessités en termes de *régularités* (ce à quoi se prête d'ailleurs fort bien la mathématisation la plus souple et la plus usuelle), soit les énoncer en termes de *singularités*. Dans ce second cas se présentent alors deux éventualités au moins : selon qu'il s'agit de décrire des agencements fonctionnels (dans lesquels chaque partie singulière joue son rôle relativement à un tout) ou au contraire d'introduire un repérage, source d'une singularisation. C'est ce que nous discuterons d'abord (paragraphe **1.2.**).

Peut-on réduire l'arbitraire autrement qu'en explicitant et en exhibant au mieux les conditions de liaisons (théoriques et empiriques) que décrivent les énoncés ? Ce faisant, il se peut qu'on soit amené à changer d'éléments pertinents pour la description ou pour l'explication, tant la profusion et la portée de ces liaisons à prendre en compte auront rendu inessentielle et obsolète la description première dans les termes initiaux (voir la thématique du changement de niveau, chapitre III). On soulignera par ailleurs que plus se réduit l'arbitraire, plus se réduit aussi l'éventualité du contradictoire (inversement, plus le contradictoire est possible et plus l'est aussi l'arbitraire, ce qui permet en quelque sorte d'envisager un moyen d'évaluation de l'arbitraire). Ceci nous conduira à envisager les rapports entre ordre et *intelligibilité* (paragraphe **1.3.**).

Si nous nous tournons ensuite du côté des *normes* selon lesquelles s'organisent et s'orientent les relations humaines dans leurs dimensions psychologiques et sociales, on constate au contraire que

le symbolique est un secteur d'arbitraire élevé et qu'il importe que cet arbitraire soit au plus élevé pour pouvoir devenir lieu et occasion de choix qui soient constitutifs de *sens*, en vue, cette fois, de lever l'*indétermination* première de la relation elle-même. Pourra-t-on encore parler d'ordre ? Ce point sera discuté au paragraphe **1.4.**

1.2.

1.2.1. La première distinction qu'on opérera dans les phénomènes naturels est celle qui s'établit entre la nécessité des lois qui font apparaître des régularités (le plus souvent associées à des structures répétitives, spatialement ou temporellement ou abstraitement) et celle des agencements fonctionnels qui font apparaître des organisations (en lesquelles il devient pertinent de discerner des parties coopérant pour former l'unité d'un système intégré, d'un tout). On peut caractériser cette distinction par la façon dont sont engagés les éléments dans l'objet qu'ils composent.

Selon la première version, la contrainte qui s'exerce est principalement celle des *interactions locales* et à ce titre aucun élément n'y échappe même si le comportement collectif du système global reste incomplet : c'est l'agencement des éléments et le type de leurs liaisons qui déterminent au premier chef le caractère de la totalité qu'ils peuvent former.

Selon la seconde, la contrainte dominante est d'abord celle du *programme global* à quoi est soumis le système, la loi de structuration. Le fait que localement certains éléments y échappent demeure secondaire pourvu que globalement leur coopération se réalise. On peut dire qu'ici c'est la nature du tout qu'ils sont appelés à former qui détermine la place et le rôle des éléments dans les liaisons où ils se trouvent coordonnés. Point de vue inverse, donc, pour lequel la réduction de l'arbitraire acquise par organisation singulière autorise une plus grande flexibilité ou variabilité dans la façon dont les éléments répondent aux interactions : en effet, la pertinence se situe, là, dans la description des rapports entre tout et parties plus que dans celle des rapports entre éléments et système.

Ces deux versions du concept d'ordre - de réduction d'arbitraire - ne s'excluent pas. Elles nous amènent en fait à distinguer trois secteurs principaux de phénomènes naturels : celui pour lequel domine la première version, ce sera la physique et la chimie[1] ; celui pour lequel domine la seconde, ce sera l'aspect automatique et systémique des déterminismes sociaux (sociétés animales, par exemple) ; enfin celui pour lequel on n'évite pas d'avoir à considérer une détermination réciproque ou un recouvrement mutuel, la biologie et les sciences de la vie.

1.2.2. A propos de l'ordre par singularité on a aussi mentionné ce qu'on a appelé l'introduction d'un *repérage*. On pourrait à juste titre argumenter que cette introduction se trouve tout autant dans l'ordre par régularité que dans l'agencement fonctionnel que nous venons d'évoquer. Pourtant il s'agit encore d'autre chose. Dans la régularité, le repérage singulier est certes originaire en ce qu'il est introduit *a priori* (ne serait-ce que pour reconnaître la régularité) mais on porte son attention sur sa répétition (spatiale, temporelle, logique...) et l'on considère que l'ordre pris en compte est celui de cette répétition. Dans l'agencement fonctionnel, c'est la référence au programme qui spécifie l'élaboration de la structure singulière organisée ; le repérage comme tel, bien qu'originaire encore, dans le programme, est second devant le processus induit et son terme : l'attention se porte ici sur la genèse ou sur son produit.

Par contraste, la singularité de repérage comme telle ordonne l'espace (même s'il s'agit d'un univers abstrait) indépendamment de la spécificité de ce qui y est repéré. En ce sens l'ordre qui s'y trouve impliqué entretient avec les autres modalités de mises en ordre des rapports un peu comparables à ceux que peut entretenir un substrat topologique avec les caractéristiques géométriques ou métriques des phénomènes qui s'y déploient. Plus que l'organisation, cette modalité thématise donc l'existence et l'ordre qu'elle induit est celui du nécessaire ou du possible, bien plus que celui de la réalisation

[1] Il s'agit évidemment seulement de dominantes : certains aspects de physique non linéaire - où l'on trouve les solitons par exemple ou des structurations préchaotiques - pouvant présenter des caractères bien plus ambigus que ceux que l'on schématise ici (*voir* plus loin pour une discussion plus précise). Il en va de même évidemment en chimie.

effective (bien qu'elle présente en profondeur des affinités étroites avec ce qui a trait à des propriétés de criticité, de discontinuité, de passage à des limites infinies). On en trouve aussi de bonnes illustrations, plus abstraites, dans des propriétés mathématiques d'équations représentant des dynamiques (par exemple dans les questions d'instabilité, de sensibilité aux conditions initiales, d'existence d'attracteurs...).

Comme nous l'avons indiqué, cet ordre de singularité par introduction de repérage se décèle dans l'origine, pour ainsi dire, des autres types d'ordre évoqués. Il se situe donc, d'une certaine façon, en deçà par rapport à eux et il se présente comme une condition qui leur permet de prendre consistance. En général il s'efface derrière la structuration qu'il a autorisée; mais lorsqu'il se manifeste comme tel, c'est son rôle structurant qui apparaît directement et, plus qu'ordre constitué, il se révèle facteur d'ordre ; il est déterminant dans la réduction de l'arbitraire de la description et de l'explication du champ qu'il jalonne.

1.3. L'*intelligibilité* aussi est réduction d'arbitraire. Quels rapports entretient-elle avec cette réduction d'arbitraire qu'implique l'ordre ?

Considérer des atomes dans un gaz leur laisse une latitude plus grande dans leur disposition réciproque et leurs rapports mutuels que les considérer dans une molécule qu'ils composent ; l'arbitraire de la description, à leur niveau d'atomes, est plus grand dans le premier cas que dans le second ; ils acquièrent donc un ordre en passant d'un état à l'autre. Pourtant l'intelligibilité du gaz n'est pas plus faible que celle de la molécule : l'arbitraire de ce que l'on peut en dire est aussi réduit dans un cas que dans l'autre. Il peut y avoir une profonde intelligibilité de ce qui se présente comme désordre ; à l'inverse, ce qui apparaît répondre à un ordre peut rester inintelligible : telle périodicité d'émission galactique, telle écriture non déchiffrée.

L'ordre semble ainsi, bien qu'il s'agisse de description ou de représentation, attaché à un caractère intrinsèque à l'objet ; ce d'ailleurs en quoi il est contraint. L'intelligibilité vise plus spécialement le rapport entre cet ordre (en ce qu'il a de propre) et le discours de son explication : un ordre étant reconnu, comment le traite-t-on en tant qu'il indique et non plus seulement en tant qu'il se donne ? La façon dont l'intelligibilité se situe en tiers entre le phénomène et le système théorique où il trouve sa place n'est donc pas identique à la façon dont l'ordre se situe en tiers entre le phénomène et la description qu'on en fait, voire la représentation qu'on en a.

Par exemple on sait le rôle que détient, parmi les critères de scientifisation, la capacité de prédiction ; or cette prédictibilité constitue un test, non de l'ordre lui-même, mais de son intelligibilité. L'ordre par régularité permet une grande prédictibilité des états et structures, y compris localement. L'ordre par singularité d'agencements fonctionnels autorise une prédictibilité des procès, fonctions et spécifications globales, y compris dans leur évolution. La singularité de repérage, en revanche, présente deux faces antagonistes : celle d'une totale et minutieuse prédictibilité (trajectoires classiques - déterminisme complet) et celle de la plus grande imprédictibilité (variétés hyperboliques et sensibilité aux conditions initiales - situations chaotiques). Néanmoins, à un niveau d'analyse différent, il faut nuancer : la prédictibilité sur l'ordre dans le chaos est empiriquement très faible ; en revanche sa prédictibilité abstraite est beaucoup plus forte et peut aller jusqu'à des capacités de classement des objets chaotiques (*cf.* l'analyse proposée au chapitre V).

On accentue le contraste en affirmant que l'intelligibilité intègre nécessairement l'ordre sous lequel se révèle l'objet (ou les mises en ordre dont il est le siège) mais non l'inverse ; les ordonnancements contribuent à constituer des intelligibilités, mais ils ne les saturent pas. L'arbitraire de la description ne coïncide pas avec l'arbitraire pré-théorique du système de sens ; la mise en ordre réduit le premier et son intelligibilité le second.

Formulons une objection pour pousser l'analyse et dissiper une apparence : un monde compris sur fond de mythes peut apparaître comme parfaitement intelligible et en même temps présenter un ordre parfaitement adéquat à cette intelligibilité. N'aurait-on affaire qu'à des opinions ou des

idéologies, plusieurs discours d'intelligibilité s'avérant simultanément tenables et susceptibles de constituer des univers clos et mutuellement exclusifs ?

L'ordre que considère l'intelligibilité mythique met en jeu des places que viennent occuper les objets - mutuels repérages dans les significations -, places qu'elle réinterprète après-coup ou justifie sur la base d'arguments analogiques ou de référenciation interne. Cet ordre est déjà symbolique, à usage d'organisation et d'échanges sociaux. L'intelligibilité scientifique néglige ces places en tant qu'elles ne jouent que dans les représentations ; en revanche elle exige, et c'est ce qui permet le contrôle expérimental, un ordre subordonné aux caractères propres à l'objet. Ce faisant elle inaugure une nouvelle rationalité, celle de l'objectivité.

1.4.

1.4.1. Il est clair que rien de spécifiquement humain ne se trouve encore pris en compte. Cela est dû principalement au fait qu'un "ordre" humain se constitue autour de la parole et de l'échange symbolique et que l'ordre du symbolique commence par se fonder sur l'arbitraire, si l'on peut dire. Le mouvement de mise en ordre de l'humain ne vise donc pas à réduire cet arbitraire mais à s'en servir : pour qu'intention et volonté puissent s'exprimer, que la liberté puisse s'exercer, il faut cet arbitraire autour duquel on établira les conventions, par choix et concertation, constituant par là-même la dimension symbolique.

S'il en existe, les contraintes qui s'y exercent ne peuvent donc pas être celles que font peser les objets ou les rapports d'objets ; du moins pas comme telles : il faudrait leur conférer des significations, ce que n'exige nullement - bien au contraire - la réduction d'arbitraire qu'elles induisent dans les phénomènes naturels (ou plutôt dans leur compréhension). Ainsi parvient-on très vite à cette conclusion que c'est abusivement qu'on utilise le même terme (ordre, mise en ordre) dans les situations humaines.

Pourtant demeure cette intuition qu'on devrait pouvoir approcher d'un concept d'ordre naturel défini de telle sorte qu'il puisse ressembler à ce que pourrait être l'idée d'une socialité bien ordonnancée. Y a-t-il dans la représentation, qui nourrit aussi bien la description objective que le symbolique - même si ce dernier commence par s'enraciner dans l'immédiateté relationnelle -, un amont à la bifurcation d'où divergent ces traitements de l'arbitraire que sont réduction ou thématisation signifiante ? Où ne se distribueraient pas encore clairement les places de déterminant et de déterminé entre les contraintes qui s'imposent à l'explication et celles qu'on impose au donné pour le constituer en monde de rapports sociaux ?

Il faut donc discuter l'arbitraire lui-même à travers le traitement qu'on lui fait subir.

1.4.2. Dans le cas des phénomènes naturels, les liaisons qui contribuent à réduire l'arbitraire sont subordonnées, on l'a vu, à la spécificité des éléments qui font système, ou des systèmes qui organisent des sous-systèmes, ou encore des jalons de repérage qui caractérisent un espace.

Dans le rapport symbolique humain - par excellence, le langage - c'est l'inverse qui se produit : l'intention d'échange subordonne la nature des organisations signifiantes. De ce fait, si un arbitraire se trouve réduit, ce n'est plus celui de la description d'objets - fussent-ils intimes - ou de leurs rapports, c'est bien plutôt celui de la relation humaine. Or cet arbitraire là ne trouve pas d'objet qui, normalement, le prenne en charge et le détermine ; au contraire il vise à s'imprimer comme signification dans l'objectal pour l'organiser selon l'intention, sans que s'impose *a priori* de loi d'objet. C'est donc moins à une réduction de l'arbitraire de la représentation que l'on a affaire ici qu'à une réduction de l'*indétermination* des rapports duels ou des rapports de socialité (indétermination où s'enracinent ces émotions et sentiments que sont l'angoisse, l'inquiétude, l'hésitation, le désir quant aux intentions de l'autre, des autres).

La mise en ordre dans l'humain est donc réduction de cette indétermination, mais elle ne peut apparaître telle que si la relation établie par le protagoniste correspond à ce qu'est ce protagoniste ; la

discordance est source de perplexité et d'indétermination accrue. C'est en cela que dans l'humain une mise en ordre exige un rapport intime entre la relation et ceux entre qui elle s'établit, désignant ainsi deux polarités distinctes et non réductibles, dont est requis l'ajustement.

Si l'on "sauve" ainsi le terme d'ordre dans son utilisation polysémique, c'est donc au prix d'une distinction entre arbitraire - à réduire - d'un côté et indétermination - à lever - de l'autre. Voici donc les termes d'une alternative : si nous voulons parler d'un arbitraire commun (en gros) aux phénomènes naturels et aux relations sociales, c'est le concept d'ordre qui doit se dédoubler pour prendre des sens différents ; si nous conservons l'idée d'un ordre qui puisse se dire des deux secteurs, c'est tout l'arrière-plan de ce qui était conçu avec la notion d'arbitraire qui change de nature et vient se scinder en introduisant la notion d'indétermination.

L'attitude par rapport au langage, à son utilisation, aux exigences auxquelles il convient selon le cas de le soumettre, témoigne de cette dualité conceptuelle et pratique.

En effet, en matière de science et relativement à la connaissance scientifique, la délimitation, l'univocité, la stabilité des termes est l'objectif à viser. Aristote le soutenait déjà sous le rapport du Logos [6] :

"<...> ne pas signifier une chose unique, c'est ne rien signifier du tout."

Ainsi se manifeste en matière de langage et par la recherche de l'univocité, le travail de réduction de l'arbitraire qui caractérise la mise en ordre, l'élaboration de l'intelligibilité.

En revanche, en matière de sagesse et de connaissance sapientielle (relative au sens et au vécu de la condition et des relations humaines), c'est l'inverse qui a cours : la levée de l'indétermination de la relation passe par une polysémie des termes, une souplesse d'utilisation, une richesse interprétative du symbolique. Il faut en effet, dans ce cas, que :

- le sens ne soit pas *a priori* rigidement déterminé par la nature et le fonctionnement du langage, ce qui renforcerait l'indétermination quant à l'intention qui est censée l'animer (en suggérant que celle-ci serait réductible à son expression, qu'une automaticité ou une régulation préprogrammée pourrait la recouvrir et la déterminer, la faisant ainsi passer dans le registre du non-volontaire) ;

- du "jeu" subsiste dans la communication où s'engagent les interlocuteurs pour permettre, à l'occasion de cette communication, l'invention même de la relation et de son expression, accompagnée de l'élaboration de significations intersubjectives et intentionnelles nouvelles.

Ce qui fait dire, cette fois, à la tradition [6] :

"chaque verset de la Torah, le Saint béni soit-Il l'a fait comme une immense réserve où s'assurent, se réservent tant et tant de thèmes <...> sans limite."

1.4.3. A cette double disjonction vient encore s'ajouter une autre distinction, presque naturellement ; celle qui donne tout son poids au contraste évoqué plus haut entre ordre et normes.

La réduction de l'arbitraire dans les phénomènes naturels mobilise, certes, mais sur fond de neutralité ; un ordre se dessine au niveau de la description et de la représentation et se suffit, pour ainsi dire. La levée de l'indétermination des rapports relationnels est, en revanche, qualifiable : coopération, ajustement, liberté... on aura ainsi un bon sens qu'on désignerait comme ordre relationnel ; à l'inverse, hostilité, contradiction, asservissement... et ce sera un mauvais sens et l'on parlerait alors d'un désordre. Et ce, dans un mouvement doublement référencié : bon ou mauvais pour… (à qui, vers quoi cela s'adresse) ; bon ou mauvais selon… (ce coup d'éclat qui décide que valeur il y a et qui la confère). La socialité implique, ouverte ou cachée, une éthique.

2. EXEMPLES. DISCUSSIONS

Nous ne chercherons pas à présenter une grande variété d'exemples pour illustrer l'analyse précédente. Néanmoins il nous a paru utile de mentionner quelques cas particuliers pour éclairer, dans

différents domaines, la façon dont chacun des types d'ordre dégagés peut trouver un répondant dans la réalité.

2.1. L'ordre par régularité est le plus simple à illustrer : c'est celui que présente la répétition spatiale d'un motif (ou temporelle d'un rythme). Du point de vue spatial, on le trouve par exemple dans le cristal (le motif répété est alors celui de la maille cristalline élémentaire) ; du point de vue temporel, on en a un exemple dans la régularité d'une orbite planétaire stable par rapport à sa fréquence de rotation (la répétition est celle des positions occupées par la planète autour de l'astre qui l'a satellisée). De même les systèmes dynamiques ouverts, en régime permanent loin de l'équilibre, sont susceptibles de présenter, *via* la mise en place de structures dissipatives, des formes d'ordre par régularité spatiale (striations régulières par exemple) ou temporelle (horloges chimiques). Au-delà, il est facile de citer des exemples plus abstraits : une loi de conservation en général, des propriétés de symétries dans des espaces abstraits de systèmes constituent aussi des facteurs d'ordre par régularité ; ces systèmes se prêtent alors à des procédures analytiques de réduction à des éléments constitutifs dont la caractérisation intervient de façon essentielle dans la description et l'explication de l'objet ou du phénomène pris en considération.

Un exemple très générique d'un ordre par singularité fonctionnelle est celui présenté par un organisme biologique. Le corps d'un mammifère, par exemple, est hautement organisé et cette organisation interne permet d'assurer les fonctions vitales et les fonctions de relations qui conditionnent et autorisent la survie de l'animal. On ne trouve alors en principe aucune "répétition" structurelle macroscopique (hormis la symétrie bilatérale et les restes des segmentations longitudinales dues à la métamérisation) ; au contraire, il semble que l'évolution vers la complexité de l'organisation structurelle tende à privilégier les différenciations et à éliminer les régularités répétitives par rapport aux organismes plus primitifs constitués de cellules non différenciées ou segmentés. L'organisation est donc bien ici condition d'existence, mais l'ordre qui en résulte est singulier du fait qu'il conduit à la définition d'une unité, d'une totalité - l'organisme - dont aucune des parties n'est identique à une autre : même si on sait discerner individuellement les organes, l'organisme ne leur est pas simplement réductible et sa fonction est justement d'en assurer l'intégration fonctionnelle pour constituer et maintenir la singularité qui est la sienne.

Enfin, pour donner des exemples d'ordre par singularités de repérage, on peut évidemment avoir recours à des singularités mathématiques proprement dites, attachées à des fonctions dans leur domaine d'existence, et montrer comment ces singularités "repèrent" et permettent de reconstruire les fonctions en question. Mais pour être plus concrets et faire usage des exemples que nous venons de choisir pour illustrer les autres types d'ordre, nous pouvons considérer que les agencements des atomes d'une maille cristalline, qui contribuent à définir cette maille (géométriquement parlant), constituent un ensemble de telles singularités de repérage. Dans ce cas ce sont donc les spécifications du motif lui-même qui constituent les repères singuliers à partir desquels il est construit et décrit (en cela ce dernier type d'ordre peut en effet être considéré comme préalable à l'ordre par régularité qui s'exprime dans la répétition du motif). De même, les structures spatiales et les définitions fonctionnelles des organes, spécifiés comme tels, dans un organisme, constituent aussi des repères singuliers pour un ordre par singularité fonctionnelle. Ajoutons que dans ce cas le processus d'embryogenèse, dans ses aspects topologiques, met bien en évidence ce rôle premier de repère, puisque souvent la mise en place précède le fonctionnement lui-même (les poumons chez les mammifères, par exemple).

Dans un tout autre secteur empirique, celui des sociétés animales considérées en tant que telles, c'est-à-dire en tant que collectivités d'individus formant une totalité, on peut voir coexister différents types d'ordre selon la nature et le niveau des structures prises en compte. Evidemment, au niveau de la collectivité structurée et de l'agencement fonctionnel de ses parties (la fourmilière, la ruche, voire la meute), on aura surtout affaire à un ordre par singularité fonctionnelle dont les composants sont des groupes d'individus spécialisés dans un rôle précis concourant au maintien et au développement de la société (ouvrières, guerrières, reines), un peu à l'image des organes dans un organisme. Mais l'ordre par régularité demeure extrêmement présent au niveau, par exemple, de la répétition et du caractère stéréotypé des tâches ou à celui des rythmes saisonniers de fonctionnement de la collectivité ou même des structures architecturales, génétiquement encodées, de la topographie

de la ruche ou de la fourmilière. Sans parler, corrélativement à la stéréotypie des tâches, de l'interchangeabilité des individus spécialisés relativement à l'exécution de ces tâches.

2.2. Concluons cette partie par une brève discussion à partir de la physique qui mettra en évidence des phénomènes de contiguïtés, mais aussi des sources possibles d'ambiguïté, entre les concepts proposés.

Ordre ou désordre par singularité, les phénomènes non-linéaires en physique ?

On a évoqué la turbulence et ce que l'on appelle le chaos déterministe - chaos en ce sens qu'on parvient mal à y déceler des régularités reproductibles et qu'on ne peut y faire jouer aucune prédictibilité à temps assez long -, déterministe en ce que les équations qui gouvernent ces évolutions très chaotiques sont parfaitement définies, déterminées, et ne font par surcroît intervenir aucun élément statistique ou probabiliste (on en trouve un très bon exemple dans les phénomènes et évolutions météorologiques).

Néanmoins, dans ce cadre à première vue irrepérable, peuvent apparaître des régularités phénoménologiques ou théoriques (doublement des fréquences sur certaines "routes" menant au chaos, lois d'échelle, caractères d'universalité...). Des lois tout à fait intelligibles peuvent être dégagées, même si l'objet qu'elles décrivent ou auxquels elles se rapportent semble complètement désordonné (voir par exemple "L'ordre dans le chaos" [7]). Cet ordre auquel on peut faire référence est évidemment bien plus celui de la compréhension abstraite des phénomènes que celui des "choses mêmes" (dont l'apparence semble l'expression du plus profond arbitraire) ; la mise en ordre opère ici non plus dans ce que l'on peut décrire des objets physiques en tant que tels, mais dans les lois qui les gouvernent et dont la simplicité formelle est parfois stupéfiante quand on la compare au degré de complexité que nécessiterait une description complète de ce à quoi elles donnent naissance ou dont elles rendent compte. En fait on se trouve dans une situation limite que l'on caricaturerait volontiers ainsi : des lois totalement déterministes, aucun ingrédient statistique ou probabiliste et pourtant des résultats scientifiques rigoureux quasiment imprédictibles et irreproductibles.

Ces traits se trouvent particulièrement bien représentés, pour les calculs sur ordinateurs, par l'utilisation de fonctions récursives dont on itère l'action à partir de conditions initiales données. Une variation infime de ces conditions initiales peut conduire à des résultats nouveaux, sans le moindre rapport apparent du point de vue phénoménal avec les précédents, bien qu'ils soient les produits d'une seule et même définition (instabilité structurelle). C'est d'ailleurs tout spécialement en cela que ce chaos turbulent (loin de l'équilibre) se distingue radicalement (conceptuellement parlant) du désordre de systèmes proches de l'équilibre : un désordre proche de l'équilibre retrouve, aux fluctuations près, un état identique (l'état d'équilibre) si l'on modifie un peu ses conditions initiales, et ce dans un temps assez court si les interactions entre ses éléments sont efficaces ; le chaos, au contraire, "diverge" souvent très vite pour le moindre écart dans ces conditions. Ce n'est qu'au voisinage d'une transition critique que le système proche de l'équilibre peut présenter un comportement qui soit également divergent, mais son état final reste cependant toujours bien spécifié et identique à lui-même quelle que soit la fluctuation qui induit la transition. Cette comparaison est intéressante, mais une analyse plus fine tend à en relativiser les conclusions : d'abord, le système désordonné met en jeu un très grand nombre de degrés de liberté, alors que le système chaotique peut n'en comporter que très peu ; ensuite on sait que sous certaines conditions on peut établir une équivalence, au moins partielle, entre comportement stochastique et comportement chaotique, ce qui interdit parfois de conclure directement au caractère déterministe ou aléatoire d'un système à partir de données d'observations.

A l'inverse, toujours dans le secteur non-linéaire de la physique, on peut prendre l'exemple des solitons. On pourrait décrire ces objets comme une organisation singulière locale évoluant dans l'espace et dans le temps comme une entité autonome bien caractérisée (avec sa vitesse, son énergie, sa portée...) alors même que ce qui est ainsi organisé ne diffère nullement en nature du milieu dans lequel il se propage. Ainsi, par exemple, un remous dû au passage d'une péniche dans l'eau d'un canal, qui s'organise en boule tourbillonnaire bien délimitée se propageant comme un objet indépendant, vite et loin de son lieu d'apparition, dans l'eau qui l'environne et dont pourtant il participe. Dans ce cas, la

non-linéarité momentanée et locale a fait surgir un objet singulier au sein de la régularité et celui-ci acquiert une sorte d'identité propre qu'il conserve pour des échelles de temps et d'espace sans commune mesure avec celles des phénomènes qui lui ont permis d'apparaître : une sorte d'ordre singulier, repérable, presque indépendant, s'est constitué dans le milieu désordonné. Avec un tel ordre par singularité - grâce à quoi des entités nouvelles surgissent et acquièrent une individualité au même titre que s'ils devenaient des objets distincts soumis à leurs lois propres, y compris des lois d'interactions mutuelles -, on commence à s'approcher expérimentalement de ce que l'on a caractérisé plus abstraitement comme singularité de repérage. Il s'agit principalement de l'irruption comme tel d'un contraste qui autorise un début de différenciation de l'espace concerné. En son aspect le plus pur, c'est évidemment dans les mathématiques qu'on trouvera ce processus à l'oeuvre : discrétisations, discontinuités, singularités de fonctions par rapport à quoi peut se constituer un ordre quasi-intrinsèque à l'objet considéré, de par le repérage qui s'y trouve associé (rappelons à cet égard le rôle de la théorie des catastrophes dans la classification des types de repérages ainsi induits [8]).

3. ANALYSES FORMELLES

Revenons brièvement sur les raisons pour lesquelles nous présentons des analyses formelles (qui ne semblent pas devoir s'imposer si l'on s'en tient à des analyses de contenu du genre de celles que nous avons proposées ci-dessus). Il s'agit, avec une formalisation logique (dans le langage de la logique des prédicats), non pas tant de pousser une argumentation ou d'avancer des démonstrations, mais bien plutôt de rendre manifestes les présupposés structurels et les relations formelles particulières, sous-jacentes à la délimitation et à l'emploi des concepts considérés (dans des perspectives comparables à celles qu'ont ouvert par exemple J.Vuillemin [9*a*], [9*c*] ou G-G.Granger [10*a*], [10*b*]). Plus encore que les analyses discursives de contenu, ces énoncés logicistes, en même temps qu'ils délimitent les domaines d'emploi consistant des termes, se prêtent à réfutation ou affinement, par exemple par la construction de contre-exemples ou la recherche des conditions d'éventuelles contradictions. En tout état de cause, et pour autant qu'on en accepte les énoncés, ils permettent de distinguer formellement entre eux des contenus discursifs possibles attachés aux formes de leur utilisation. Bien entendu, on ne réduira pas l'approche conceptuelle, ses contenus, sa sémantique, à une pure syntaxe logique dont on attendrait qu'elle en dégage l'essentiel ; on prendra simplement cette démarche comme élément complémentaire d'analyse et de discussion.

Essayons donc de présenter sous une forme strictement logiciste les différents concepts d'ordre que nous venons de discuter. Pour ce faire, nous allons procéder en plusieurs temps, en partant d'une caractérisation tranchée et grossière que nous affinerons et préciserons peu à peu, en vue de cerner au mieux les structures formelles concernées et les conditions de leur utilisation éventuelle dans différents domaines disciplinaires.
Dans la suite nous désignerons toujours par x_m (m = 1,2,...) ou x'_k (k = 1,2,...) les éléments considérés, par y le système auquel ils appartiennent, par z_j (j = 1,2,...) les conditions auxquelles est soumis ce système ; x représentera l'ensemble des éléments (dans la mesure où ils peuvent constituer un ensemble sans nécessairement former système).

3.1. Premières caractérisations

3.1.1. Comme nous l'avons vu, à l'ordre par régularité correspond un caractère systémique régi par des lois universelles d'interactions s'exerçant sur tous les éléments sans exception (dans le domaine de pertinence considéré). On ne sera donc pas surpris de voir porter le quantificateur universel ($\forall$) sur les éléments du système. L'énoncé proposé sera alors le suivant :

$$\forall_{z_j} \exists y \exists x \forall x_m \; [x_m \in y \leftrightarrow x_m \in x \;\&\; f(x_m ; z_j)] \qquad (1)$$

ce que l'on peut traduire : "quel que soit l'ensemble z_j (la contrainte), il existe un ensemble y (le système) et un ensemble x (l'ensemble des éléments en interactions) tels que pour tout ensemble x_m, x_m est un élément du système si et seulement si x_m est un élément parmi ceux de x et qu'il satisfait à la relation de définition f (la loi d'interaction systémique)".

Cet énoncé exprime que tout élément du système est soumis à la propriété considérée (la "loi d'interactions" *f*) tout en contribuant à constituer une catégorie bien définie (l'ensemble *x*).

Remarquons la très étroite parenté formelle de l'énoncé (1) avec le schéma d'axiome de séparation de la théorie des ensembles, ce qui n'est pas surprenant dans la mesure où il s'agit en effet de définir un ensemble-système à partir de ses éléments constitutifs caractérisés par leurs propriétés (interactives).

3.1.2. Considérons maintenant la première version de l'ordre par singularité, celle qui correspond à un agencement systémique fonctionnel, c'est-à-dire à un certain type de rapports entre un tout et ses parties, tel que la fonction des éléments dans l'ensemble puisse être assurée même si certains d'entre eux ne répondent pas nécessairement à la généralité des lois fonctionnelles. Notons que ces éléments peuvent être eux-mêmes des sous-ensembles jouant le rôle de "tout" pour un niveau fonctionnel inférieur dans la hiérarchie des niveaux d'intégration. Ce caractère de réponse à des exigences fonctionnelles, sans contrainte absolue d'obéissance à des lois générales, se traduira dans l'énoncé par l'opération (sur les éléments) du quantificateur existentiel (∃), et non plus universel.

Nous proposerons l'énoncé suivant (≠ représente la négation) :

$$\left.\begin{array}{l} \forall\, y\, \exists z_j\, \exists\, x\, \exists\, x_m\, \exists\, x'_k \\ [x_m \in y\ \&\ x'_k \in y\ \&\ x'_k \in y\ \&\ (f\,(x_m;\, z_j)\ \&\neq f\,(x'_k\,;\, z_j) \longleftrightarrow x \subseteq y\ \&\ \mathrm{F}\,(x, y;\, z_j)] \end{array}\right\} \quad (2)$$

Cet énoncé exprime que parmi les éléments formant l'ensemble *x*, certains, les x_m, (dont on pose qu'ils forment un ensemble non vide) répondent à la loi *f* alors que d'autres, les x'_k, (dont le sous-ensemble de *x* qu'ils forment peut être vide) y échappent sans mettre en cause pour autant la relation mutuelle F entre l'ensemble des éléments, *x*, et le tout qui fait système, *y*. Remarquons que le quantificateur qui porte sur les conditions est cette fois existentiel, car l'existence du système fonctionnel comme tel n'est assuré que dans certaines limites de contraintes compatibles avec les fonctions exigées.

Remarque : Peut-être aurait-il été plus "naturel", puisqu'il s'agit ici de traiter principalement du rapport entre tout et parties, de recourir directement à l'approche méréologique. Nous ne l'avons pas fait pour maintenir un caractère d'homogénéité à la présentation en termes de logique des prédicats, afin de faciliter confrontations et comparaisons entre les énoncés. Pourtant, il peut être intéressant et instructif de formuler dans le cadre du calcul des individus les caractérisations de l'ontologie de Lesniewski, on aura en place de l'expression (2) :

$$\forall\, y\, \exists z_j\, \exists\, x\, \exists\, x'_k$$

$$[x_m \ \mathrm{Eel\ Kl}\ (x)\ \&\ x'_k \ \mathrm{Eel\ Kl}\ (x)\ \&\ (f\,(x_m;\, z_j)\ \&\neq f\,(x'_k\,;\, z_j)) \qquad (2\ \textit{bis})$$

$$\longleftrightarrow y \ \mathrm{Eel\ Kl}\ (x)\ \&\ (\forall\ \mathrm{el}\ (x))\ \mathrm{el}\ (x)\ \mathrm{Eel\ Kl}\ (x))\ \&\ \mathrm{F}\ (x, y;\, z_j)]$$

E signifie "est" et le foncteur "el", "élément de ..." (Eel ne se substitue pas en général à l'appartenance ensembliste). "Kl" note les classes collectives.

Une difficulté spécifique à la méréologie peut provenir ici du fait qu'il n'y a pas de classe des classes collectives ; de ce fait il ne pourrait y avoir de niveau "tout" supérieur au niveau du tout considéré (*y*), du moins si on le définit selon (2 *bis*), ce qui n'exclut pas, évidemment, l'existence de niveaux inférieurs. En effet chaque tout est ici caractérisé dans son autonomie propre en tant que classe collective. Notons cependant qu'une définition moins forte des classes collectives, introduite par Lesniewski lui-même, peut éventuellement contourner cette difficulté.

3.1.3. Enfin, dans la seconde version de l'ordre par singularité que constitue la singularité de repérage, on utilisera encore le quantificateur existentiel pour les éléments constitutifs du champ repéré *y* (le système, ici), par rapport à ce qui le contient (ou auquel il est égal) : l'ensemble *x* où trouve place la structure de repérage. On écrira :

$$\left.\begin{array}{c} \exists\, y\, \exists\, x\, \exists\, x_m \\ \\ [x_m \in x \;\&\; y = g\,(x_m) \leftrightarrow y \subseteq x \;\&\; (h(x_m) \;\&\; \mathrm{G}(y)] \end{array}\right\} \qquad (3)$$

Dans (3), g caractérise le repérage comme fonction, $h(x_m)$ caractérise les singularités et G(y) la nature du domaine qui se trouve repéré, c'est-à-dire la propriété pertinente choisie compatible avec le repérage. Notons qu'ici aucune condition "extérieure" n'apparaît puisque le système n'est soumis *a priori* à aucune contrainte externe.

3.1.4. Si l'on tente maintenant de discriminer les concepts selon non plus des lois "particulières" qui les régissent, mais par la nature des quantificateurs qui opèrent sur leurs variables, on peut dresser le tableau suivant :

	O.R.	*O.S.F.*	*O.S.R.*
Eléments (x_m) ……..…..	∀	∃	∃
Contraintes (z_j) ……...…	∀	∃	
Système (y) …….	∃	∀	∃

On remarque que O.R. (ordre par régularité) et O.S.F. (ordre par singularité fonctionnelle) sont en quelque sorte inversés eu égard à l'usage des quantificateurs, en ce sens qu'à ∀ correspond ∃ et réciproquement. O.S.R. (ordre par singularité de repérage) se distingue par la disparition d'un certain type de paramètres (les conditions externes) et par la façon dont le quantificateur existentiel apparaît.

On peut gloser ce tableau en disant (si l'on accepte de prendre peu de précautions et de ne pas introduire de nuances, ce que nous rediscuterons ultérieurement) :

- Dans l'ordre par régularité (dont la physique donne un exemple épistémologique assez général), l'existence d'un système est subordonnée aux lois interactives pertinentes *f*, et n'y échappe aucun élément quelles que soient les conditions imposées (compatibles avec *f*, évidemment) ;

- Dans l'ordre par singularité fonctionnelle, le tout est considéré comme acquis, ce qui implique une limitation dans les conditions qui en permettent la production (les contraintes) et ce qui autorise une flexibilité dans la façon dont les éléments répondent aux lois *f*, pourvu que soit remplie l'exigence fonctionnelle F (y compris si elle apparaît comme évolutive), ce que peut illustrer un aspect essentiel de l'épistémologie proprement biologique (non réduite au physico-chimique).

- Enfin dans l'ordre par singularité de repérage, l'existence du système repéré est subordonné à la relation (en un sens plus mathématique) qui le relie aux éléments repérants, qui dépendent eux-mêmes de leur propriété de constituer des repères. La rigueur des correspondances internes (relations, propriétés des éléments, propriétés du système) est en quelque sorte compensée par l'absence de contraintes externes.

3.2. Discussion critique

Critiquons maintenant l'approche qui précède pour son manque de nuances et sa naïveté, en particulier relativement aux correspondances proposées avec les épistémologies des grandes disciplines scientifiques. Il n'est pas très difficile, en effet, de trouver des contre-exemples pour répondre à l'aspect trop brutal et systématique des assignations envisagées (pour les différents énoncés considérés) aux secteurs disciplinaires. C'est ce que nous voulons examiner dans ce paragraphe, afin de procéder autant que possible à des rectifications inévitables, sans pourtant remettre en question les caractérisations des ordres eux-mêmes (O.R., O.S.F. et O.S.R.), mais en tentant de positionner de façon plus rigoureuse ce que l'on peut dire à propos de la physique, de la biologie, de la sociologie animale.

3.2.1. En effet, si la physique classique (y compris relativiste) semble devoir bien répondre (quant à l'ordre épistémologique qu'elle présente) à l'énoncé (1) (O.R.), en revanche il semble qu'il n'en aille pas de même pour la physique quantique. Ainsi les désintégrations atomiques spontanées de la radio-activité naturelle suggèrent, de par la logique qui semble les régir, que l'on doive introduire dans certains secteurs correspondants de la physique des x_m et x'_k tels que $f(x_m)$ & $\neq f(x'_k)$, sans pour autant avoir à faire à un ordre fonctionnel (qui s'énonce quant à lui surtout à travers des propriétés telles que F(x,y)]. De même la théorie de la mesure et l'accès aux valeurs des observables en mécanique quantique conduisent à des remarques tout à fait comparables.

Il faut donc admettre qu'"entre" O.R.(1) et O.S.F.(2) il peut exister une modalité particulière de l'ordre physique qui n'engage pas l'ordre fonctionnel, mais qui disconvient au caractère universel ($\forall$ x_m) du comportement des éléments. Pour rendre compte d'une telle situation nous énoncerons donc (1'), premier "intermédiaire" entre (1) et (2) :

$$\left.\begin{array}{c} \forall\, z_j\, \exists\, y\, \exists\, x\, \forall\, x_m\, \forall\, x'_k \\ \\ [x_m \in y \;\&\; x'_k \in y \leftrightarrow x_m \in x \;\&\; x'_k \in x \;\&\; (f(x_m; z_j) \;\&\neq f(x'_k; z_j)) \;\&\; \mathrm{P}(x)] \end{array}\right\} \qquad (1')$$

P(x) est une propriété qui prédique sur x de sorte que, malgré la disjonction (entre x_m et x'_k) des propriétés des éléments, il soit néanmoins licite de considérer un ensemble x pertinent qui contienne ces éléments.

3.2.2. Il en va un peu de même à propos de la biologie. L'énoncé (2) semble très bien convenir à l'ordre que présentent les sociétés animales dans lesquelles, en même temps qu'est maintenu l'ordre fonctionnel global et singulier, des éléments particuliers peuvent s'en écarter sans le menacer le moins du monde (par exemple, des fourmis ouvrières peuvent ne plus remplir leur rôle individuellement sans que la fonction collective correspondante soit remise en cause). En revanche du côté de la biologie cellulaire et *a fortiori* à la limite moléculaire, si la prédication d'ordre fonctionnel demeure (F), elle ne s'accompagne pas forcément (on pourrait même dire qu'elle ne s'accompagne que rarement) d'une réelle latitude pour les éléments constituants (x_m et x'_k) de se soustraire aux lois qui les régissent. Nous nous trouvons donc là dans une situation comparable (quoique inverse) à celle que nous venons de discuter pour la physique.

Il faut donc avoir recours à un énoncé (2') qui, lui aussi, se situe de façon "intermédiaire" entre (1) et (2), mais à partir de la version (2) cette fois, pour laquelle la contribution F(x,y) est déterminante et doit être conservée :

$$\left.\begin{array}{c} \forall\; y\; \exists\; z_j\; \exists\; x\; \exists\; x_m \\ \\ [x_m \in y \;\&\; f(x_m; z_j) \leftrightarrow x \subseteq y \;\&\; \mathrm{F}(x, y; z_j)] \end{array}\right\} \qquad (2')$$

La modification à apporter ici est donc beaucoup plus simple que celle que l'on apporte à (1) puisqu'il s'agit seulement d'éliminer certaines classes d'éléments (qui ne sont plus pertinents). Ce point avait d'ailleurs déjà été envisagé précédemment lorsque nous avions précisé que le sous-ensemble des x'_k pouvait être vide, mais une telle précision, sans autre précaution, pouvait être interprétée comme contradictoire, en toute rigueur, avec la quantification existentielle sur x'_k ($\exists$ x'_k) de la formule (2).

Il est intéressant de souligner le double déplacement de (1) vers (2) et de (2) vers (1) que nous incitent à effectuer ces considérations de prise en compte de la physique quantique d'une part, de la biologie cellulaire et moléculaire de l'autre, sans que ces mouvements conjugués ne conduisent à une complète coïncidence. Nous reviendrons de façon bien plus détaillée et argumentée sur cette question et des questions voisines, relatives aux rapports entre physique (quantique, notamment) et biologie (des fonctionnements en particulier) au cours de la deuxième partie (au chapitre VI) mais nous voulons essayer d'approfondir un peu cette question dès maintenant et sous l'angle purement formel qui nous occupe ici (et sur lequel nous ne reviendrons plus ultérieurement).

3.3. Ordres biologiques, ordres physiques : considérations formelles.

3.3.1. Maintenant que nous avons modifié les énoncés relatifs aux ordres pour les rapprocher des démarches associées aux disciplines physique et biologique ((1') et (2') respectivement), revenons aux énoncés de départ pour les envisager sous un angle différent. En effet nous avons vu que (1') et (2') se situaient de façon "intermédiaire" entre (1) et (2), mais nous n'avons pas discuté la possibilité d'une transition d'une caractérisation à une autre (ce qui reviendrait à discuter en l'occurrence de certains aspects du constructivisme et du réductionnisme). Considérons donc à nouveau (1) et (2) et posons la question de savoir s'il peut exister un passage (ou une méthode pour ce passage) qui permette de transformer principalement (1) en (2) (la transformation inverse semblant intuitivement plus évidente).

La première considération porte sur les contraintes (z_i). Passer de (1) à (2) impose de "restreindre" le champ des contraintes compatibles pour que la singularité du fonctionnel puisse se constituer, ce qui s'exprime par le passage du quantificateur universel au quantificateur existentiel. Autrement dit, le y_2 étant posé (l'indice $_1$ ou $_2$ réfère ici à l'énoncé correspondant), il faut définir le sous-ensemble zi_2 de zi_1. On aura donc : $\{z_{i2}\}$ $\{z_{i1}\}$. Il en ira de même pour les $\{x_{m2}\}$ par rapport aux $\{x_{m1}\}$.

Ceci ne fait que traduire le constat banal que les structures d'ordre par singularité fonctionnelle (représentées ici par des structures biologiques) ont un domaine d'existence évidemment bien plus limité que celui où les lois de type physico-chimique qui les constituent restent valides.

En revanche, f_2 peut être identique ou non à f_1, selon la nature des éléments considérés, cela ne semble pas jouer de rôle majeur et correspond au fait que la nature des lois physico-chimiques, comme telles, n'est pas modifiée par les ensembles singuliers dans lesquelles elles opèrent, même si certaines deviennent dominantes ou secondaires suivant ces ensembles.

Les facteurs déterminants semblent donc pouvoir être regroupés en trois catégories relativement bien définies :

(i) L'existence ou non d'éléments de type x'_k : $\neq f(x'_k)$; ce point a été présenté en partie au paragraphe précédent.

(ii) L'existence d'un rapport d'inclusion entre x_2 et y_2, rapport qui n'existe pas entre les grandeurs correspondantes de (1).

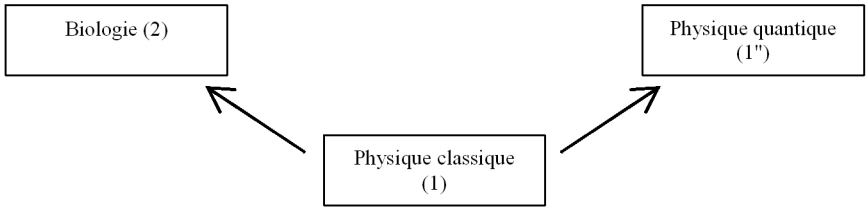
(iii) La présence dans (2) du rapport fonctionnel F(x,y) qui n'apparaît pas dans (1).

En fait, (ii) est plutôt de principe et ne semble pas devoir jouer un rôle important sauf, peut-être, pour certains cas limites. Demeurent donc essentiellement (i) et (iii), à savoir : "il existe un rapport fonctionnel entre sous-ensembles par rapport à un ensemble" et "il existe des éléments de ces sous-ensembles qui ne répondent pas nécessairement à la règle du sous-ensemble" (comme on l'a vu, il s'agit d'une tolérance à une déviance locale pour l'O.S.F.; si cette déviance devient trop importante on pourra toujours parler de pathologie, mais le caractère de la limitation demeure "quantitatif" puisque l'on a posé que l'écart doit rester compatible avec l'existence de y_2).

Passons à (iii). La tentation pour résoudre le problème posé par l'existence de F(x,y) est évidemment de considérer comme un ensemble particulier la paire (x,y) de (2) que l'on prendrait ensuite pour représenter y_1 et, ce faisant, d'opérer des transformations des x_m aux x, des f aux F, moyennant quelques ajustements techniques. C'est là, semble-t-il, l'opération logique sous-jacente à la démarche constructiviste du biologique à partir du physico-chimique, telle qu'elle tend à s'exprimer notamment dans les représentations par structures dissipatives et cascades de bifurcations (*cf.* [12], [13a], [13b]). Sous cet angle, on pourrait concevoir alors une sorte de "continuisme" subordonné par exemple à des séquences cumulatives de transitions, points critiques..., telles que les transformations $f \rightarrow$ F, $x_m \rightarrow x$, $y \rightarrow (x,y)$ prennent un contenu réel et non plus formel. Supposons qu'un tel type de transformation soit possible ; dans ce cas la question posée dans (i) risque cette fois de devenir discriminante, puisque nous nous situons ici dans une éventualité où les lois universelles jouent le rôle de détermination par rapport au système. La difficulté provient de ce que l'on exige dans cette perspective une transformation qui soit continue et l'on ne voit pas comment on pourrait assurer une

telle condition. En effet, il ne s'agit pas de transformer certains énoncés partiels les uns dans les autres au prix de changements de définitions des ensembles ou sous-ensembles pertinents (des espèces de renormalisations "sauvages"), mais bien d'introduire une négation là où il ne pouvait y en avoir sous peine de produire un énoncé contradictoire, ou peut-être, pour être moins radical, sous peine de devoir renoncer au tiers exclu.

3.3.2. Une telle situation rappelle un peu la question du passage du classique au quantique en physique en tant qu'on tenterait de le traduire, sur ce point, en termes logiques (sans nous référer pour autant aux tentatives de mise sur pied de logiques quantiques générales). On verrait alors se constituer, du moins quant à cet aspect précis et restreint, une sorte de parallèle entre passages de la logique de la physique classique à celles de la biologie d'un côté, à celle de la théorie quantique de l'autre, selon ce genre de schéma :



En admettant pour (1") un énoncé du type suivant (V signifie "ou") :

$$\forall\ z_j\ \exists\ y\ \exists\ x\ \forall\ x_m\ \forall\ x'_k$$

$$[x_m \in y\ \&\ x'_k \in y \leftrightarrow x_m \in x\ \&\ x'_k \in x\ \&\ f(x; z_j)\ \&\ (\mathrm{Q}(x'_k; z_j)\ \&\neq \mathrm{Q}(x'_k; z_j)$$

$$\text{si} \neq (x_m = x'_k);\ \mathrm{Q}(x_m; z_j)\ \mathrm{V} \neq \mathrm{Q}(x'_k; z_j)\ \text{si}\ x_m = x'_k)] \qquad (1")$$

Pour tenter de poursuivre cette comparaison formelle (*cf.* aussi [14]), prenons en compte pour la théorie quantique la distinction opératoire entre objets conceptuels de cette théorie (fonctions d'onde, états, superpositions, probabilités) et observables effectivement obtenues (résultats de mesures).

Faisons porter, dans l'énoncé logique, la quantification universelle sur les résultats de mesure (pour rendre compte du caractère universel des lois, effectivement constaté, ainsi que des propriétés de complétude de la théorie comme cela est expérimentalement confirmé). Pour l'ensemble des objets théoriques conceptuels, en deçà de la mesure, on peut n'utiliser que le quantificateur existentiel (on remarquera alors qu'un terme comme "réduction du paquet d'onde" par exemple - ou "projection du vecteur d'état" -, renvoie sur ce plan logique à "passage du quantificateur existentiel au quantificateur universel", le premier portant sur des grandeurs "virtuelles" et le second sur les résultats de mesures effectuées).

On est amené ainsi à subdiviser l'énoncé (1) selon que $x_m \in$ B ou $x_m \in$ M, B représentant l'ensemble des observables physiques, et M celui des résultats de mesure (on a nécessairement M $\subseteq$ B ; par hypothèse l'égalité vaut pour la physique classique). On aura donc :

$$\left.\begin{array}{c}\forall\ z_j\ \exists\ y\ \exists\ x\ \forall\ x_m \\ [y = \mathrm{M}\ \&\ x_m \in y \leftrightarrow x_m \in x\ \&\ f(x_m; z_j)]\end{array}\right\} \qquad (1a)$$

et par ailleurs :

$$\left.\begin{array}{c}\forall\ z_j\ \exists\ y\ \exists\ x \exists\ x_m \\ [y = \mathrm{M}\ \&\ x_m \in y \leftrightarrow x_m \in x\ \&\ f(x_m; z_j)]\end{array}\right\} \qquad (1b)$$

De (1*b*) on déduit :

$$\exists\, x'_k\ (x'_k \in y\ \&\ \neq f\ (x'_k;\ z_j) \leftrightarrow \exists\, x'_k\ (x'_k \in \mathrm{B}\ -\ \mathrm{M})$$

De ce fait pourrait être surmontée la difficulté de l'existence, dans la théorie, d'éléments qui, tout en étant nécessaires, ne répondent pas nécessairement à l'universalité physique dès lors que l'on excède le domaine de la mesure proprement dite.

Remarque complémentaire

Pour traiter de ce genre de situation comme du paradigme logique centré sur la biologie, l'introduction et l'utilisation de logiques non monotones [15], dans leurs liens avec la typicalité, pourraient se révéler intéressantes. On pourrait y admettre en effet que si la plupart des constituants répondent aux règles de telle façon que soit assurée la fonctionnalité dans le rapport tout/parties, il est néanmoins possible que certains des éléments pertinents considérés fassent exception. En effet, c'est un des traits caractéristiques de ces logiques que de pouvoir opérer dans ce type de situation : elles traitent du général (et non de l'universel) et elles font place aux exceptions.

REFERENCES DU CHAPITRE II

[1] J. LARGEAULT, *Systèmes de la nature*, Vrin, Paris, 1985.
[2] I. STENGERS, F. BAILLY, Ordre, in : *D'une science à l'autre*, Seuil, Paris, 1988.
[3] J-P. DUPUY, *Ordres et désordres*, Seuil, Paris, 1979.
[4] COLLECTIF, Ordres et désordres, *29èmes Rencontres internationales de Genève*, Ed. de la Baconnière, Neuchâtel, 1984.
[5] R. BOUDON, *La place du désordre*, PUF, Paris, 1984.
[6] Pour ces citations : *voir* B. LEVY, *Le logos et la lettre*, Verdier 1988.
[7] P. BERGE, Y. POMEAU, Ch. VIDAL, *L'ordre dans le chaos*, Hermann, Paris, 1984.
[8] R. THOM, *Modèles mathématiques de la morphogenèse*, Christian Bourgois, Paris, 1980.
[9a] J. VUILLEMIN, *De la logique à la théologie*, Flammarion, Paris, 1967.
[9b] J. VUILLEMIN, *La logique et le monde sensible*, Flammarion, Paris, 1971.
[9c] J. VUILLEMIN, *Nécessité et contingence*, Minuit, Paris, 1984.
[10a] G-G. GRANGER, Logique et pragmatique de la causalité dans les sciences de l'homme, in: *Systèmes symboliques, science et philosophie*, Ed. CNRS, Paris, 1978.
[10b] G-G. GRANGER, *Pour la connaissance philosophique*, Odile Jacob, Paris, 1988.
[11] J-B. GRIZE, *Logique moderne III*, Gauthiers-Villars & Mouton, Paris-La Haye, 1973.
[12] G. NICOLIS, Structures dissipatives, bifurcations et fluctuations, in : *Temps et devenir*, Colloque de Cerisy, Patiño, Genève, 1988.
[13a] I. PRIGOGINE, I. STENGERS, *La nouvelle alliance*, Gallimard, Paris, 1979.
[13b] I. PRIGOGINE, I. STENGERS, *Entre le temps et l'éternité*, Fayard, Paris, 1988.
[14] F. BAILLY, Le transcendantalisme dans les sciences de la nature : de sa résurgence en physique à son apparition en biologie, in : *Le destin de la philosophie transcendantale*, 1990, Colloque de Cerisy.
[15] R. TURNER, *Logiques pour l'intelligence artificielle*, Masson, Paris, 1986.

CHAPITRE III

A PROPOS DES CONCEPTS THEORIQUES ET DE LA CONSTRUCTION DES OBJECTIVITES :

NIVEAUX D'ORGANISATION

Avec l'exemple du concept d'ordre du chapitre précédent, nous avons abordé la question des cadres conceptuels de référence et de leurs formalisations possibles. Nous allons maintenant aborder celle de la construction des objectivités, sur le cas des niveaux d'organisation. On sait [1] que ce terme est largement employé sans que pour autant il ait toujours été ni complètement défini, ni associé à une éventuelle objectivité (les niveaux comme tels sont rarement accessibles à la mesure ou à l'expérimentation, même si on a parfois l'impression de pouvoir les repérer dans l'observation). En fait, il semble qu'ils répondent plus à une détermination nominale qu'à une détermination réelle (théorique et objectivable). L'enjeu est donc d'examiner si l'on peut parvenir à une détermination réelle et conférer simultanément une objectivité théorique à ces niveaux d'organisation.

1. INTRODUCTION

Quel rapport peut-il y avoir entre des niveaux associés à des types logiques (langages, métalangages), des niveaux de structures mathématiques (topologique, différentiable, analytique, algébrique, métrique), des niveaux d'énergie ou des niveaux de réalité (nucléons, atomes, molécules) en physique, des niveaux d'organisation en biologie (cellules, organes, organismes, espèces), des niveaux d'organisation sociale (hiérarchies, partage des tâches, rôles) dans les sociétés animales, des niveaux de structuration psychique, des niveaux de signification et d'interprétation des rapports humains et des échanges langagiers ?

En dehors de toute caractérisation purement formelle, c'est-à-dire dégagée des contenus et significations associés à chaque secteur de connaissance empirique ou théorique, il n'y a en fait que très peu de rapports ; hormis cette évocation assez vague d'une structure discrète et plus ou moins hiérarchisée, évocation qui fait qu'on utilise spontanément le même terme pour décrire ces réalités *a priori* différentes. Mais l'usage spontané du même terme peut aussi recouvrir l'intuition de l'existence d'une parenté formelle. Celle-ci permettrait alors, si on la dégage et l'explicite, de procéder à une catégorisation plus rigoureuse, qui elle-même justifierait et délimiterait cet usage [1], [2*a*], [2*b*].

En effet, spontanément, la représentation en termes de niveaux appelle une discrétisation dans le champ épistémique ou phénoménal. Dire "discrétisation", c'est dire *a fortiori* "discontinuité". De fait si des niveaux peuvent être distingués et caractérisés, c'est que l'on peut toujours indiquer, pour une observable au moins, une telle discontinuité. On notera alors que la discontinuité d'une grandeur (en fonction d'une variable pertinente) implique la divergence au point de discontinuité - point critique - de sa dérivée (par rapport à cette variable). On tendra donc à associer d'une façon ou d'une autre, "changement de niveau" à "passage à une limite infinie" (divergence).

C'est le cas par exemple dans les transitions critiques en physique. Toutefois, du fait que les points critiques sont en général isolés ou en nombre fini, on serait plutôt porté à considérer que de telles divergences isolées correspondent à l'expression d'une singularité locale élémentaire (dans l'espace de représentation adéquat, qui ne coïncide pas nécessairement avec l'espace physique habituel). Cette singularité deviendrait certes déterminante par rapport à la régularité ambiante initiale, mais la transition définirait alors moins un "niveau" par rapport à un autre, qu'un "état" de l'objet considéré par rapport à un autre (un système qui devient global par l'effet d'un passage à l'infini d'une longueur de corrélation entre ses éléments en interaction, sans que pour autant ces interactions en soient modifiées, ni qu'on puisse définir de parties s'intégrant fonctionnellement dans l'autonomie d'un tout).

Si l'on désire conserver l'heuristique de la criticité pour aborder la question des niveaux, heuristique qui peut en effet s'avérer féconde (ne serait-ce qu'en introduisant le concept de renormalisation), on devrait associer le niveau d'organisation proprement dit, pour le moins à un ensemble dense (et donc infini) de points critiques, en sorte qu'une certaine régularité - au sens d'une équivalence entre domaines singuliers locaux - serait restituée. L'image et l'outil conceptuel les plus appropriés pourraient alors être trouvés dans une dimensionnalité géométrique fractale [3], associée au changement de niveau d'organisation en liaison avec l'apparition d'un rôle fonctionnel. Cette fractalité peut se manifester de façon spatiale dans la structure même des objets engagés dans le changement de niveau et la fonctionnalité, mais elle peut se révéler aussi à l'analyse des conditions de genèse de ces structures, par exemple comme attracteur étrange dans l'espace de phase où prend place la dynamique qui gouverne cette genèse, ou même qui régit le fonctionnement lui-même (*cf.* [4*a*], [4*c*] pour une discussion sur ces points).

Le changement de niveau ainsi spécifié serait alors affecté d'un certain indice de réalité et de détermination d'existence dans la structure de son objet; à l'inverse de ce qui apparaît dans certains cas où, si des discontinuités peuvent être facilement rencontrées et désignées, leur rôle - tout important qu'il puisse être pour les propriétés du système - n'est pas déterminant, au sens où elles n'impliquent nullement, ni même n'indiquent,l'apparition d'une régulation ou d'une intégration fonctionnelles. Par exemple, en physique, les niveaux quantiques d'énergie ne peuvent être considérés comme des niveaux d'organisation en un sens plein, alors que l'on serait beaucoup plus enclin à en trouver une représentation acceptable dans la hiérarchie : particules élémentaires, nucléons, atomes, molécules.

Au-delà, dans le domaine de la biologie, les définitions que nous proposons, et leurs conséquences, nous conduiront à faire passer la caractérisation des niveaux d'organisation d'un domaine référentiel (celui de l'intelligibilité) à un autre (celui de l'objectivité), en exhibant un critère (la fractalité) associé à des moyens de mesure (photométrie sous grandissement variable par exemple) [5], [6]. Il s'agira donc bien, là, de construire une objectivité, de faire apparaître un objet réel (et non plus seulement une catégorie abstraite de description ou de compréhension), à côté d'autres objets réels déjà répertoriés, tels les molécules, cellules, organes... En même temps nous verrons que c'est essentiellement à propos d'un autre concept biologique, celui de **fonction**, que ce nouvel objet (le fractal géométrique ou dynamique, comme indication de niveau d'organisation ou de changement de niveau) s'introduit, conférant du même coup à ce concept de fonction une matérialité nouvelle.

Pour tenir compte de l'ensemble de ces remarques, nous sommes donc conduits à distinguer deux déterminations, plus ou moins larges ou strictes, des notions de niveau et de changement de niveau : celle qui correspond à la description d'une suite d'états disjoints et au passage d'un état à un autre (acception dans laquelle on se référera à la notion de "complexité") et celle, plus stricte, qui prend en compte une réorganisation globale du système et de ses rapports internes, en sorte que devienne pertinente et utile pour la description la notion d'"émergence". C'est ce que nous voulons examiner maintenant.

2. NIVEAUX ET COMPLEXITE

Acceptons la représentation en termes de niveaux d'organisation en un sens large, c'est-à-dire en ne faisant pas nécessairement intervenir de déterminations réciproques, régulatrices et intégratrices, et ne répondant donc pas nécessairement à la problématique du tout et des parties. Néanmoins on pourra utiliser efficacement les idées de complexité associée à un niveau donné et de complexification progressive, plus ou moins hiérarchisée, d'un niveau à un autre.

On peut en effet distinguer une complexification "verticale", hiérarchisante, qui fait passer d'un niveau à un autre, et une complexification "horizontale", proliférante, qui opère dans un niveau donné (et y réunit éventuellement des conditions autorisant le passage à l'autre régime de complexification). Les logiques propres de ces effets ne sont pas, au moins dans un premier temps d'analyse et de description, mutuellement réductibles.

Le franchissement d'un niveau opère un peu à la façon d'une valve : on peut repérer la transition du bas vers le haut dans les termes du bas (démarche explicative). De plus, localement, là où s'effectue le passage, on peut aussi interpréter ce qui appartient au niveau supérieur dans des termes appartenant au niveau inférieur (démarche réductrice) ; mais globalement, un niveau, une fois développé par la prolifération de sa dynamique, ne peut être complètement réduit aux termes du niveau inférieur : il acquiert une autonomie, ce qui, d'ailleurs, le constitue en niveau proprement dit.

Dans un niveau donné, au contraire, la prolifération relève de l'aspect combinatoire entre éléments et constellations d'éléments de ce niveau : les composants sont donnés, leurs agencements possibles sont illimités. On peut sans doute représenter une telle complexification par des effets d'ensembles de fonctions récursives conduisant à des ensembles de points fixes, de cycles limites, de comportements plus ou moins turbulents ou chaotiques. Ce faisant, les grandeurs et objets pertinents restent ceux qui ont permis de caractériser le niveau et les fonctions qui y opèrent.

Par contraste, on fera donc l'hypothèse que le passage d'un niveau à un autre ne se représente valablement que dans la double caractérisation suivante :

1) Une grandeur intensive pertinente, au moins, du niveau de départ, doit être considérée comme passant effectivement à la limite infinie (cette grandeur est "pertinente" non pas seulement si elle appartient au niveau mais aussi si elle concourt à caractériser les objets ou leurs rapports, soumis au changement de niveau).

2) L'effet de ce passage effectif à la limite infinie conduit à rendre obsolète la spécification empirique et théorique des objets attachés à cette grandeur, et à introduire dans la caractérisation du système d'autres objets (changement d'objets pertinents) que l'on considérera alors comme appartenant au niveau supérieur, ou qui contribueront à caractériser ce dernier (*cf.* par exemple la procédure et l'interprétation de la renormalisation en physique).

On voit que la prolifération dans un niveau par effets de fonctions récursives peut préparer ou rendre possible un changement de niveau (pourvu que le seuil à franchir ait été défini), mais qu'il n'en va pas nécessairement ainsi.

Ainsi se trouve introduite une problématique qui peut s'avérer opératoire : confrontés à la question de savoir si, pour un ensemble donné, on est effectivement fondé à distinguer des niveaux d'organisation, on s'interroge sur la (ou les) grandeur d'intensité qui devient infinie et sur l'objet (ou les objet) associé, dont la pertinence est appelée à disparaître à ce niveau pour contribuer à la spécification de nouveaux objets pertinents à un autre niveau. Bien souvent ce deuxième critère n'est pas rempli et une transition critique ne correspond pas nécessairement à un changement de niveau.

Par ailleurs, d'un point de vue gnoséologique et interprétatif, il faut remarquer que la complexification par changement de niveau correspond à un changement concomitant dans le régime de causalité attaché à chacun de ces niveaux. La première condition introduit la rupture : une excitation produit un effet qui lui devient incommensurable (susceptibilité infinie ; la seconde établit le nouveau régime en modifiant la nature précise de ce sur quoi va porter l'interaction. Elle modifie aussi, d'une certaine façon, le sens exact des termes "excitation" et "effet". Pour conserver invariantes les notions régulatrices d'objet et de loi causale, on est ainsi amené à considérer que le passage d'un niveau à un autre s'accompagne non seulement d'un changement de la nature des objets composant le système, mais aussi d'un changement des classes d'interactions à prendre en compte, et finalement du changement de régime de causalité que nous venons d'évoquer. Ce qui va tout à fait dans le sens que souligne J. Proust [7] en rappelant ce

"principe universellement reconnu dans les sciences : n'est théoriquement pertinente qu'une propriété ayant des implications causales".

En effet, l'objet qui perd sa pertinence (au profit d'un autre) dans le changement de niveau, la perd précisément parce qu'on ne peut plus lui conférer aucune valeur causale dans le comportement du système par rapport au nouveau niveau où on le considère.

Tandis que si l'on s'en tient à la complexification dans un niveau donné, même si cette dernière peut donner l'impression de modifications profondes des objets sur lesquels elle opère, voire d'apparition d'objets imprévus, néanmoins le régime de causalité qui les régit reste inchangé (ce qui apparaît très clairement dans l'utilisation des fonctions récursives dont la loi ne change pas, bien que la cumulation de ses effets puisse se manifester de façon très variée).

Avant de passer à l'examen des restrictions conceptuelles permettant de caractériser le concept de niveau dans un sens plus fort, il nous semble important de revenir sur un point délicat à propos de la question du passage effectif à une limite infinie dans des disciplines de sciences naturelles où la désignation d'un "infini en acte" reste toujours problématique. Revenons à nos caractérisations précédentes.

La notion de niveau commence à devenir opératoirement pertinente dans un système, à partir du moment ou l'on peut exhiber une classe de phénomènes pour laquelle le rapport entre l'effet et la cause est excessivement grand, relativement aux grandeurs moyennes du système considéré. C'est le cas des niveaux liés aux interactions en physique, qu'une transition critique met en évidence (susceptibilité très grande, divergence des longueurs de corrélation...). Dans le cas des niveaux d'organisation fonctionnelle de la biologie (que nous réexaminerons plus bas de façon plus détaillée), la condition supplémentaire de changement d'objet pertinent prend une importance plus cruciale encore, en ce que la cause localisée a un effet global pour le tout intégrateur, à travers la fonction, si bien que le changement d'échelle entre objets s'accompagne en quelque sorte d'un changement d'échelle entre rapports (passage de rapports interactifs à des rapports fonctionnels).

Ces considérations confortent le point de vue selon lequel il est légitime de parler d'un infini en acte, y compris dans les disciplines des sciences de la nature. On peut dire que dans la phénoménalité, la perte de pertinence d'une échelle donnée (spatiale, temporelle...) au profit d'une autre, beaucoup plus grande ou plus petite, adéquate à la description du phénomène considéré, équivaut (en un sens fort) à un passage effectif à la limite "calculablement" infinie, dans un sens semblable à celui qu'introduit en mathématiques l'analyse non standard qui permet de distinguer entre les notions de "formellement infini" et de "calculablement infini" [8]. L'essentiel, conceptuellement parlant, se situe alors moins dans le changement d'échelle lui-même (qui reste évidemment nécessaire) que dans la question de la perte absolue et radicale de *pertinence* d'une échelle donnée.

Reprenons l'argumentation sous un autre angle, plus empirique peut-être. Pour les objets pourvus d'une structure plus paramètre contribuant à définir l'état de l'objet ne modifie rigoureusement en rien cet état. Des limites sont posées, en effet, tout à la fois par les conditions intrinsèques de mesure, d'une part et par les composantes naturelles de bruit, d'autre part. On peut soutenir que si une accumulation indéfinie de variations d'un paramètre se produit à une échelle telle qu'il n'en résulte, compte tenu de ces contraintes, aucune modification théorico-expérimentale de l'objet, alors un infini en acte est réalisé calculablement, relativement aux valeurs de ce paramètre. Ce qui revient de fait à donner toute son importance opératoire au principe selon lequel n'est théoriquement pertinente, en science, qu'une propriété ayant des implications causales. Il faut répondre en effet à une nécessité de cohérence de la représentation : ce qui est conçu comme naturel doit l'être en tous ses aspects, y compris dans ses indéterminations intrinsèques et ses inévitables fluctuations. L'idéalisation ne vaut que dans un domaine de pertinence qu'il convient précisément de délimiter.

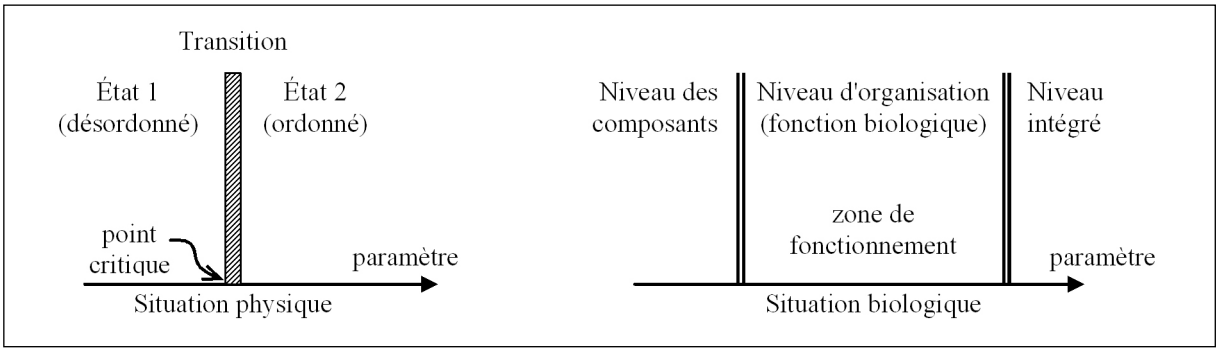
Mais l'analyse peut porter plus loin encore; au-delà même des propriétés, elle peut toucher au statut ontologique de l'objet : en dessous d'une échelle donnée de division, non seulement on ne peut plus prendre en compte d'événements qui modifient les propriétés de l'objet à l'échelle de la mesure de ces propriétés, mais aussi on ne peut plus diviser réellement l'objet lui-même. Celui-ci se dissout en tant qu'objet précédemment défini dans son cadre physique ou biologique (en dessous de l'échelle moléculaire il n'y a réellement plus de côte de la Bretagne, en dessous de l'échelle cellulaire il n'y a réellement plus d'organe physiologique). C'est là une radicalisation du changement de niveau. Lorsque la pertinence de ce qui se passe au-delà du seuil de coupure disparaît comme telle, quelles que soient les accumulations d'événements qui s'y entassent, une discontinuité devient une vraie discontinuité

(que l'on prendra comme réelle et pas seulement idéale) et une singularité est une vraie singularité, légitimement assimilables, chacune, à leurs caractéristiques mathématiques idéales.

3. NIVEAUX ET EMERGENCE

On peut convenir de caractériser un passage de niveau d'organisation à un autre en un sens plus fort que celui associé à la satisfaction des deux critères que nous venons d'énoncer. Par exemple, si la transition considérée met en jeu des passages à la limite infinie en une infinité dénombrable au moins de points de l'espace pris en compte (et notamment si on peut délimiter dans cet espace un ensemble dense de singularités). On aurait alors affaire à un ensemble de catastrophes généralisées et à une transition qui serait critique presque partout ; on serait conduit à considérer que l'état de fonctionnement d'un tel système est installé dans la criticité, au lieu qu'auparavant la situation critique singulière était conçue comme transitoire entre deux états "réguliers"[1]. Une telle approche permettrait de donner un sens précis et opératoire au terme d'**émergence** ainsi qu'aux termes d'organisation, d'intégration, de régulation, tels qu'on peut les concevoir en biologie.

En effet, si l'on veut comparer les constituants fonctionnels de la biologie (organes par rapport à organisme, par exemple, ou organites par rapport à cellule) et les niveaux d'organisation qui leur sont associés, à des équivalents physiques en rapport avec les situations critiques et les transitions qu'elles accompagnent, on est amené à considérer que le fonctionnement de la structure biologique est comparable à un régime de criticité permanent (associé notamment à des structures fractales, géométriques ou dynamiques). Ainsi, alors qu'en physique le passage est généralement transitoire, visant uniquement la transition d'un état (fût-il celui d'un processus) dans un autre[2], au contraire, en biologie tout se passe comme si le régime de fonctionnement permanent et référentiel était le régime critique lui-même. Pour illustrer cette comparaison nous pouvons envisager le schéma suivant :



Cette représentation permet de concevoir l'apparition d'un temps propre à la zone critique (un âge) distinct de la temporalité-paramètre de la physique usuelle (se rapprochant donc un peu de la temporalité plus ou moins intrinsèque générée par des systèmes chaotiques). Elle permet aussi de caractériser assez différemment les situations biologiques. En effet, à côté et en plus de la perspective habituelle (selon laquelle le biologique est descriptible en termes de suite de bifurcations s'écartant de plus en plus d'un ensemble d'états plus ou moins proche de l'équilibre pour aller vers une complexification loin de l'équilibre), considérons à l'inverse la situation biologique comme ensemble d'états minimalement stables [10], [11], atteints à partir d'états de grand déséquilibre (potentiellement chaotiques). Pour rendre la démarche plus intuitive, développons une analogie.

[1] Un tel élargissement trouve un répondant technique en physique dans la prise en compte de termes d'ordres supérieurs du développement du potentiel [9]. Quand le paramètre d'ordre a une valeur proche de sa valeur critique, on doit alors prendre en compte le couplage entre différents modes spatiaux de fluctuations ; on s'écarte des conditions d'application du théorème de la limite centrale et il devient dès lors impossible de considérer que le système puisse être partitionné en une collection de sous-systèmes faiblement corrélés.

[2] En laissant ici de côté, évidemment, tout ce qui peut avoir trait à des situations structurées résultant de bifurcations et directement liées à des propriétés de non-linéarité, telles les structures dissipatives par exemple que l'on rattachera simplement à l'analyse de la complexité.

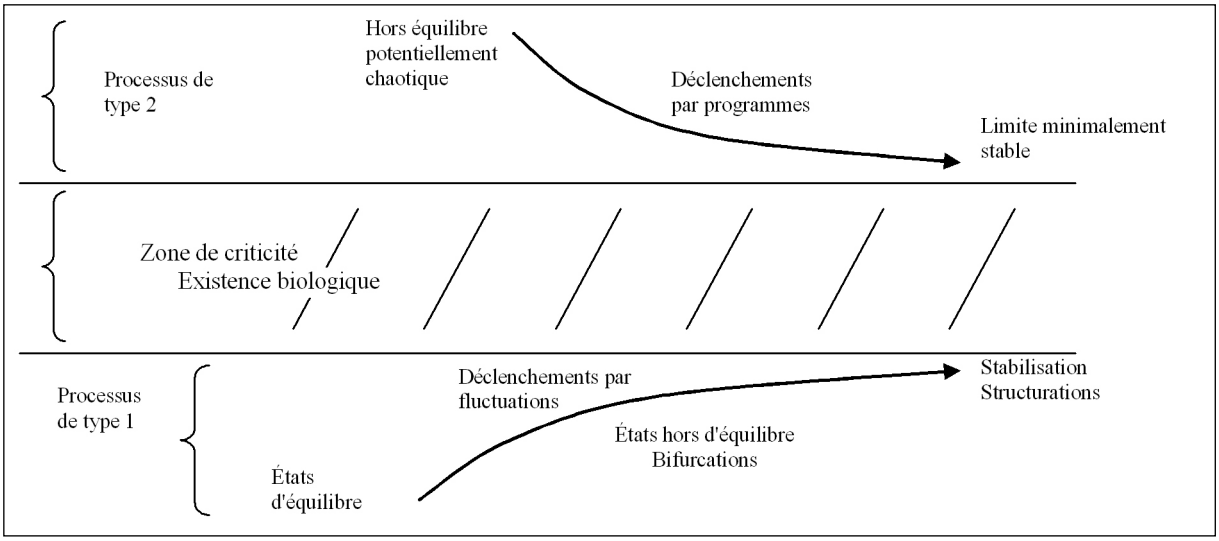
Au départ, nous pouvons imaginer un état métastable, très loin de l'équilibre et de potentiel très élevé par rapport à une variable-germe donnée (alors qu'il pourra être considéré comme structurellement stable relativement à un ensemble d'autres variables) ; par exemple un ovule mûr. Sous l'effet du déclenchement dû au germe (la fécondation, en l'occurrence), s'établit une évolution rapide, mais réglée (la prolifération d'une embryogenèse), aboutissant à une suite d'états minimalement stables relativement aux contraintes externes, mais surtout relativement aux contraintes internes (par exemple celles imposées par un programme génétique). Cette suite d'états conduit d'une part à des productions de morphologies (morphogenèse) et d'autre part à l'établissement de rapports fonctionnels qui sont associés à ces morphologies (fonctions et fonctionnements), le tout contribuant à caractériser l'organisme vivant.

Nous sommes ainsi confrontés à une double description d'un processus qui aboutirait à l'apparition d'une entité biologique :

- Celle mentionnée au début, qui à partir d'écarts à l'équilibre et sous l'effet d'un déclenchement par fluctuation dans une zone de criticité, conduit une séquence de bifurcations hors équilibre visant à se stabiliser ; cette description correspond au mieux à une réductibilité physico-chimique des phénomènes biologiques.

- Celle que nous venons d'évoquer et qui, à partir d'une situation très loin d'un équilibre et sous l'effet d'un déclenchement piloté par programme, conduit à une configuration minimalement stable. Cette description, à travers le programme (ou encore à travers la figure de stabilisation d'un chaos) renvoie beaucoup plus à une représentation en termes finalistes.

C'est entre ces deux descriptions dont les points de départ constituent des limites opposées, que se situe la zone critique étendue que nous avons considérée et que nous présentons comme le siège des processus biologiques (schéma suivant).



Les avantages de la prise en compte de cette double description sont importants :

- Comme on l'a déjà vu, ils précisent le rôle et l'effet des niveaux d'organisation dans les processus de régulation et d'intégration.

- En même temps ils conduisent à ne plus représenter le biologique comme "simple" seuil de transition critique, mais à l'installer dans une large zone de criticité offrant place à une grande variabilité interne.

- Enfin ils lèvent l'apparente incompatibilité des explications en termes de causalité déterministe et en termes de finalité, ce qui semble essentiel à la cohérence et à la complétude de la compréhension du biologique.

4. NIVEAUX D'ORGANISATION ET FONCTIONS BIOLOGIQUES

A plusieurs reprises nous avons rencontré, à propos de la caractérisation des niveaux d'organisation en biologie, la notion de fonction biologique, de fonctionnalité ou de fonctionnement. Simultanément nous avons été conduits à évoquer l'existence de géométries particulières (fractales) reliées aux extensions spatiales ou aux propriétés dynamiques des structures hiérarchiques ou fonctionnelles associées. Comment et pourquoi des géométries fractales concrètes (interfaces compliquées, ramifications arborescentes, déployées dans l'espace ordinaire) ou plus abstraites (attracteurs étranges dans des espaces de phase), peuvent-elles constituer à la fois des indices et des moyens de changement de niveaux d'organisation biologique, comme c'est le cas par exemple des passages de la cellule à l'organe, de l'organe à l'organisme[4*a*], [12*a*] ou encore de la genèse de structures biologiques par multiplication cellulaire et différenciation fonctionnelle entre lignées cellulaires[4*c*], [11*b*] ?

4.1. Les structures biologiques présentant des caractères de fractalité sont le plus souvent associées à des fonctions vitales d'intégration et de régulation (par exemple des fonctions physiologiques dans les rapports entre niveau de l'organe et niveau de l'organisme). Citons les sites biologiquement actifs à la surface de macromolécules ; les membranes et organites cellulaires (mitochondries, reticulum endoplasmique) ; les organes physiologiques (membrane alvéolaire du poumon, cortex cérébral, villosités intestinales, systèmes nerveux, bronchique, vasculaire, etc.). En général ces structures se présentent soit comme des interfaces de dimension topologique égale à 2 et de dimension métrique comprise entre 2 et 3, soit comme des réseaux arborescents de vaisseaux et conduits, dont l'aire de section a une dimension différente de 2. Dans tous les cas on aboutit à des propriétés métriques infinies distribuées de façon plus ou moins homogène sur des ensembles qui demeurent bornés dans l'espace.

Ces particularités s'expliquent bien si l'on considère que les structures concernées sont engagées dans la réalisation de processus d'échanges interfaciaux ou de transports pour l'efficacité et le contrôle desquels le rôle des frontières et des rapports entre contenant et contenu peuvent être déterminants. En effet l'optimalisation de ces processus en même temps que l'affinement de leur contrôle nécessitent l'extension maximale des zones d'échange et une ramification très poussée des systèmes arborescents censés pouvoir irriguer ou explorer tout un volume. Néanmoins ces nécessités de prolifération doivent se concilier d'une part avec la limitation de l'encombrement stérique (faute de quoi la taille de l'organisme le rendrait non viable) et d'autre part avec l'homogénéité propre à l'organe considéré. Seule une structure présentant des propriétés fractales permet de rendre compatible ces tendances *a priori* contradictoires. Tous ces éléments d'analyse nous conduisent à formuler un ensemble d'hypothèses selon lesquelles :

(i) les fonctions biologiques vitales sont assurées par des structures pourvues de géométries fractales (au moins chez les espèces dont la taille moyenne dépasse un certain seuil qui rend les phénomènes de transport concurrentiels avec les phénomènes d'échange ; voir la discussion pour le système respiratoire des insectes [12*c*] ;

(ii) réciproquement, la présence de caractères fractals dans une structure biologique est l'indice de l'existence d'une fonction vitale remplie par cette structure ;

(iii) ces structures constituent l'indice et le moyen du changement de niveau d'organisation : intégration des parties concernées dans une totalité de niveau supérieur, régulation entre niveaux.

Ainsi, pour résumer, la hiérarchisation et la transition entre niveaux biologiques d'organisation et de fonctionnement nous paraissent-elles indissociables des propriétés fractales des parties composantes engagées dans la caractérisation de ces niveaux, et des processus de leur intégration.

On peut citer quelques exemples particulièrement illustratifs : en relation avec la fonction de respiration, on aura la membrane alvéolaire du poumon des mammifères ainsi que les arborescences bronchiques, ou, en rapport avec la digestion, les villosités intestinales, ou encore les systèmes

arborescents artériels et veineux qui assurent la circulation, sans oublier le système nerveux, le cortex cérébral, etc.

4.2. Si nous considérons maintenant non plus seulement l'état final et fonctionnel des organes, mais leur genèse et leur mise en place par mitoses cellulaires et différenciations entre lignées cellulaires, c'est la question de la dynamique sous-jacente qui se pose. Elle est censée gouverner à la fois la genèse de ces organes en tant que structures et leur mise en place, de sorte que le fonctionnement biologique devienne possible et que s'articulent ainsi structures et fonctions. Là encore les propriétés de fractalité jouent un rôle important, mais dans l'espace des attracteurs du processus cette fois.

En effet, le développement de ces structures au cours de l'embryogenèse peut parfois être représenté par un modèle dynamique simple, pour autant qu'on ne caractérise l'embryogenèse elle-même que comme le résultat (structurel) de divisions cellulaires et le produit (fonctionnel) de la différenciation ou de la détermination entre lignées cellulaires. Bien entendu il ne s'agit là que d'une grossière approximation de la nature et de la réalisation du programme génétique encodé au niveau biomoléculaire, approximation qui laisse de côté la distribution topologique des cellules, leur migration au cours de l'embryogenèse, les productions protéiniques dont elles sont le siège, etc. Si nous acceptons néanmoins de nous limiter à un tel cadre étroit, les questions principales sont, d'une part, de parvenir à articuler la prolifération cellulaire (qui donne naissance aux structures biologiques) avec la différenciation entre lignées cellulaires (associée à la restriction des potentialités propres à chaque lignée différenciée à partir de l'oeuf fécondé totipotent, c'est-à-dire doté de toutes les potentialités de développement ultérieur) et, d'autre part, de réunir les conditions qui autorisent l'existence d'un fonctionnement réel, alliant l'aspect discret associé aux réalités structurelles et l'aspect plus continu, au moins à l'échelle du changement de niveau, que l'on peut associer à l'activité fonctionnelle. Pour y parvenir nous avons proposé [4*b*], [11*b*] un modèle de dynamique non-linéaire que nous avons appliqué au cas de l'embryogenèse de *Caenorhabditis elegans* (un ver nématode dont les biologistes ont pu détailler complètement le développement embryonnaire [13]). Nous ne reviendrons pas sur ce travail mais nous voulons souligner un point essentiel qui concerne la zone de transition entre le domaine associé à la division cellulaire et celui associé aux processus de différenciation. Cette zone correspond, du point de vue de la modélisation, à l'articulation entre structure et fonction, c'est-à-dire à l'établissement du fonctionnement proprement dit, et elle se trouve caractérisée par l'existence, dans la dynamique, d'un attracteur étrange de dimension fractale.

Remarquons en outre qu'elle représente (dans le modèle, mais aussi dans la réalité) la transition entre le caractère discret des propriétés structurelles (populations cellulaires en cours de doublements réitérés) et le caractère continu, au moins à cette échelle, des fonctions associées aux spécialisations successives des lignées cellulaires (séparations entre sous-segments continus explorés chaotiquement). On peut d'ailleurs s'attendre, d'une façon plus générale, à voir intervenir de telles structures fractales partout où se pose de façon déterminante la question de la compatibilité des propriétés lors d'une transition entre discret et continu.

4.3. Dans tout ce qui précède, nous avons abordé le problème des fonctions biologiques sous un angle plus technique et modélisateur qu'épistémologique, dans la mesure où nous le présentions en rapport direct avec celui de la construction de l'objectivité des niveaux d'organisation biologique. Avant de revenir aux niveaux d'organisation proprement dits, il nous paraît utile d'approfondir quelque peu l'analyse à propos des fonctions pour justifier conceptuellement notre démarche précédente. Notamment dans la distinction que nous avons faite entre fonctions physiologiques vitales (liées directement aux niveaux d'intégration et de régulation) et fonctions de relation (qui interviennent dans les rapports entre le tout constitué et son environnement).

Remarquons tout d'abord que dans l'organisme, les organes fonctionnels vitaux sont principalement orientés dans leur activité vers la constitution et le maintien de ce tout - l'organisme - auquel ils participent. Leur présence est nécessaire à sa survie et ils se définissent essentiellement dans et pour une internalité intégratrice, alors que par contraste les organes des sens, par exemple, ou ceux de la motricité, sont bien plus caractérisés par leur rôle dans les rapports entre le tout déjà constitué et

son environnement : ils sont médiats entre l'intérieur et l'extérieur, tournés vers ce dernier pour y situer l'activité globale du premier. Ils sont donc, pour leur part, bien plus exécutifs que constitutifs.

Il s'ensuit assez naturellement que les organes fonctionnels vitaux présentent deux traits qui semblent déterminants : leurs opérations sont locales (c'est-à-dire qu'ils sont efficaces dans la position concrète effective qu'ils occupent, même s'ils sont étendus, tels le système nerveux ou le système vasculaire) et elles sont essentiellement permanentes dans leur automaticité. Ces deux aspects (localité et automaticité permanente) s'appellent mutuellement pour nourrir la représentation d'une nécessité finalisée (un mécanisme orienté, en quelque sorte) dont dépendrait l'existence même et la survie de l'organisme comme tout intégrateur.

Au contraire, les organes qui remplissent moins une fonction vitale qu'ils n'exécutent une activité relationnelle présentent des aspects opératoires momentanés principalement référés à une globalité (une centralité qui, au moins pour partie, les contrôle et les commande). Par rapport à la fonction de relation, le tout (l'organisme) se révèle essentiellement comme actif en ce que l'action se trouve commandée par le niveau d'intégration globale qui lui correspond et qu'elle est tournée vers le traitement du rapport entre intérieur et extérieur (ou encore entre "soi" et "non-soi"). Bien entendu, ces organes n'échappent pas non plus à des modes spontanés de fonctionnement (réflexes, par exemple) mais ils ne s'y réduisent pas et demeurent fortement sous la dépendance de l'environnement.

S'il paraît clair qu'aux niveaux des organismes et organes ces distinctions sont aisées à mettre en évidence et à justifier, nous devons nous interroger sur leur pertinence pour d'autres niveaux d'intégration biologique, tel celui des cellules par exemple. En introduisant le critère de contrôle central (notamment *via* le système nerveux supérieur) pour les organes de relation, nous nous interdisons dans un premier temps de trouver leurs équivalents dans les entités biologiques dépourvues de tels systèmes de contrôle central. Et en effet, il semble assez difficile de doter par la pensée les cellules d'organes de sens par exemple, et à plus forte raison de les détecter. Pourtant, à un degré d'organisation bien plus faible que celui d'un organe, nous savons qu'il existe par exemple un chimiotactisme ou une photosensibilité (ou tout autre tropisme) qu'il ne semble pas absurde d'assimiler à une sorte de sens embryonnaire, déterminé dans ses effets par la nature du rapport entre l'environnement et l'entité biologique prise comme un tout (c'est-à-dire entre extérieur non biologique et intérieur biologique). D'un point de vue élémentaire, ce genre de sensibilité ou de tropisme induit et gouverne, par exemple, la motricité des unités cellulaires et en cela soutient la comparaison avec des organes présents à un autre niveau d'organisation. On peut alors rechercher ce qui peut jouer ici le rôle substitutif à la détermination globale par contrôle non automatique. C'est, semble-t-il, principalement dans l'organisation du traitement relatif à la temporalité que l'on peut trouver ces traits distinctifs.

A cet égard le fonctionnement internalisé et permanent, se caractérise habituellement par une temporalité propre que traduit une périodicité assez stricte, robuste et faiblement dépendante des contraintes externes. Au contraire la sensibilité à l'environnement se traduit par une adaptation plus ou moins instantanée, apériodique, déterminée par les changements intervenant dans le milieu extérieur et répondant (ou d'autres exemples de sens embryonnaires). Ainsi la transposition au niveau cellulaire des considérations développées au niveau de l'organisme nous conduit-elle à faire jouer (au moins partiellement) à la temporalité qui intervient dans l'ajustement du rapport interne/externe le rôle occupé par le contrôle central à l'échelle globale. Ce "sens du temps" se présente alors comme une prédisposition pour le développement d'un système nerveux puis d'un contrôle cérébral.

On peut situer dans une cette perspective la temporalité particulière associée à une fonction vitale (à l'image de l'apparition d'une spatialité particulière à travers la géométrie fractale). Par-delà les propriétés déjà mentionnées de périodicité robuste (liée à des horloges internes), et d'indépendance vis-à-vis du temps physique externe, on notera surtout la perte de pertinence de la dimensionnalité spécifique de la variable "temps" (expression en termes de secondes, de jours...) au profit de l'introduction d'une nouvelle pertinence, celle de nombres purs. Ainsi constate-t-on que par exemple le nombre total des respirations ou des battements de coeur d'une vie complète de mammifère est approximativement le même quelle que soit l'espèce considérée [14] ; les fréquences deviennent

secondaires, elles se subordonnent aux durées de vie totale (elles-mêmes corrélées aux tailles) et sont soumises aux lois d'échelle correspondantes [15], [16].

Pour terminer sur le thème de la fonction biologique en rapport avec les niveaux d'organisation, nous pouvons essayer de changer d'échelle et nous interroger (mais sans entrer dans une analyse détaillée) sur l'extensivité du concept de fonction que nous avons développé. Trouverait-on le même genre d'illustration à l'échelle des sociétés animales lorsque l'on évoque les "fonctions" qui assurent leur maintenance et leur unité sociale ?

Si l'on tient à conserver la légitimité de la comparaison formelle et de la correspondance conceptuelle, il faut reconnaître la fonction plus dans les activités intégratrices et régulatrices qui assurent la coordination des activités opératoires spécialisées des membres de ces sociétés que dans ces activités spécialisées elles-mêmes. Celles-ci en effet se situent dans un niveau d'organisation (celui de la collectivisation proprement dite) alors que la fonction "vitale" telle que nous l'avons analysée intervient entre deux niveaux en vue d'assurer intégration et régulation indispensables à la totalité considérée. Sous cet angle c'est donc surtout le système de communication entre membres de la collectivité qui doit jouer un rôle essentiel du point de vue fonctionnel.

5. DISCUSSIONS

Après ces analyses qui nous ont entraîné assez loin de notre propos initial, revenons à la question des niveaux d'organisation en général et reprenons certains exemples cités au début pour évaluer la portée et la valeur opératoire des caractérisations que nous avons proposées.

5.1. Les niveaux d'énergie présentés par un système quantique correspondent bien à un ensemble de discontinuités dans la distribution de l'énergie et à l'existence de transitions énergétiques brusques des particules qui passent d'un état d'énergie à un autre. En cela ils répondent à la caractérisation usuelle des niveaux, mais les transitions en question ne s'accompagnent d'aucun changement d'objet pertinent pour la description (quantons, énergies) et donc non plus d'aucune réorganisation conceptuelle du champ phénoménal ou explicatif. On ne considérera par conséquent pas ces niveaux comme des niveaux d'organisation au sens que nous avons délimité.

D'un point de vue quelque peu complémentaire, on peut s'interroger sur les niveaux que l'on discerne lors de grands changements d'échelles d'observation des phénomènes, passant d'une description en termes de constituants microscopiques en interaction, à une description en termes de propriétés macroscopiques (*cf.* l'importance du rôle de la physique statistique dans le passage d'un ensemble d'atomes et molécules aux solides ou aux propriétés thermodynamiques des gaz). Il y a bien, dans ce cas, un changement d'objet pertinent (on passe des atomes en interaction, à tout un volume gazeux dont on étudie les propriétés à une échelle bien plus grande) mais il n'y a pas, cette fois, à proprement parler, de discontinuité décelable des propriétés d'aucun des constituants, sous-systèmes ou systèmes pris en compte. Le changement d'échelle intègre certes, *via* le traitement statistique, des propriétés élémentaires locales, mais les résultats apparaissent en termes de moyenne globale sur les valeurs locales sous-jacentes et non en termes de discontinuité d'une valeur à une autre (comme dans les situations critiques). Une illustration typique de cette situation est le passage à la limite thermodynamique en état non critique d'un système de N constituants occupant un volume V : on fait tendre à la fois N et V vers l'infini mais en conservant constant le rapport N/V, c'est-à-dire la densité du système ; seules les grandeurs extensives deviennent infinies et les grandeurs intensives sont peu modifiées (toujours en état non critique). On a donc ici, avec un simple changement d'échelle, un exemple de nature différente relativement à des niveaux en un sens intuitif mais qu'on ne considérera pas comme tels en un sens fort. En effet, répétons-le, il y a bien changement d'objet pertinent, mais pas de discontinuité ou passage à la limite infinie d'une grandeur d'intensité du système (alors qu'avec les niveaux quantiques c'était l'inverse : on avait bien discontinuité mais pas de changement d'objet).

En ira-t-il de même, pour changer complètement de domaine, des niveaux de langue que l'on distingue en logique formelle et en théorie des modèles (théorie des types, rapports entre langages et métalangages) ? Ces changements de niveaux s'accompagnent pour leur part de ce que l'on peut

appeler, sans abus excessif de langage, un changement d'objet pertinent (par exemple dans une logique du second ordre, on peut quantifier sur les variables de prédicats ou les sous-ensembles d'un ensemble, alors que dans une logique du premier ordre on ne peut quantifier que sur les éléments de l'ensemble ; ainsi on constate que les ontologies de base sont transformées dans le passage de l'une à l'autre). D'autre part, si aucune discontinuité de propriété n'affecte à proprement parler les éléments concernés quand ils passent d'un niveau à l'autre (des éléments de nature différente s'ajoutent ou se retranchent sans que l'on puisse indiquer une discontinuité des propriétés du système ou l'existence d'un passage à la limite infinie), en revanche la transition n'est pas totalement exempte d'une problématique relativement au fini et à l'infini et ce dans une version qui associe en quelque sorte l'intensif et l'extensif. Considérons par exemple l'axiomatique de Peano pour l'arithmétique. Le passage du premier au second ordre entraîne, d'une part, que le schéma d'axiome d'induction (qui au premier ordre équivaut à une infinité d'axiomes) se transforme en un axiome unique au second ordre et, d'autre part que la cardinalité de l'ensemble de base sur lequel porte la quantification est modifiée : de dénombrable au premier ordre cet ensemble acquiert la puissance du continu au second (du fait que l'on peut quantifier sur tous les sous-ensembles de l'ensemble initial). Ces caractéristiques peuvent nous faire conclure à un changement de niveau formel effectif.

Mais pour les niveaux d'organisation en un sens strict, associés à l'émergence, c'est bien évidemment la biologie, qui en fournit les exemples les plus nets. Rappelons que les passages à la limite infinie s'y concrétisent spatialement dans les structures fractales des interfaces d'échange, des surfaces de fonctionnement, des ramifications arborescentes. Les passages du niveau de la cellule à celui de l'organe, de celui des organes à celui de l'organisme, représentent une intégration fonctionnelle où le changement d'objet pertinent (des parties à leur intégration dans un tout) apparaît clairement. Relativement à la genèse et au fonctionnement biologiques, c'est dans l'espace des phases des dynamiques sous-jacentes qu'apparaissent les singularités, en particulier en termes d'attracteurs étranges et de régimes plus ou moins chaotiques. Les niveaux d'organisation (structure) correspondent alors aux niveaux de fonctionnement (fonction), l'articulation des uns et des autres autorisant la conjonction des processus intégrateurs (vers la totalisation) et régulateurs (vers le contrôle diversifié du tout sur ses parties).

Se trouvent ainsi couplées trois instances déterminantes du réel biologique : ce qui relève de la genèse et du développement, ce qui relève des structures et des formes, ce qui relève des fonctions et du fonctionnement (associées respectivement : aux dynamiques sous-jacentes, aux propriétés de leurs attracteurs, à la nature globale de leurs trajectoires de phase selon les valeurs des paramètres). On conçoit que l'on puisse alors donner un sens plus précis au terme d'émergence, comme à la caractérisation des niveaux et des changements de niveaux qui l'accompagnent.

5.2. Nous nous sommes intéressé principalement, en vue d'une définition aussi stricte et technique que possible des niveaux d'organisation, aux disciplines des sciences exactes et naturelles (physique, biologie), pour lesquelles la discussion critique et les possibilités de réfutation rendaient l'arbitraire plus difficile. Mais il va de soi que si nous nous sommes situé à un degré d'abstraction suffisant pour demeurer formels, nous devons pouvoir disposer de catégorisations à portée et extension plus larges. Nous voudrions illustrer brièvement une telle extension dans les domaines de l'argumentation philosophique et de la psychologie cognitive pour revenir, à l'inverse, dans la conclusion, à des restrictions du concept de niveau selon la nature des contenus et des ontologies régionales auxquels on cherche à l'appliquer ou desquels on cherche à l'extraire.

Mais auparavant une précaution s'impose : nous devons souligner le fait que dans cette comparaison et cette discussion sur la question des niveaux nous nous sommes jusqu'à maintenant limités - et nous continuerons à nous limiter - principalement à une approche analytique et statique portant sur des aspects structurels et formels. Nous laissons presque toujours de côté (hormis quelques exceptions) les questions relatives à la nature des dynamiques effectives de passage d'un niveau à un autre et à celle des déterminations mutuelles de ces niveaux entre eux par rapport au fonctionnement dans lequel ils sont engagés. En particulier le problème des hiérarchies dynamiques et des enchevêtrements hiérarchiques éventuels des niveaux, quand ils opèrent dans un système plus ou moins auto-organisé, n'a pas été et ne sera pas abordé ici.

Or on sait que cette question est essentielle à un double titre : d'une part relativement à la genèse et au fonctionnement des systèmes auto-poïétiques [17], notamment nombre de systèmes biologiques, et d'autre part, justement, dans tout le secteur où l'analyse extensionnelle se révèle notoirement insuffisante pour l'élaboration d'une intelligibilité acceptable et même pour rendre compte de la phénoménalité observée et étudiée, c'est-à-dire dans tout le secteur des sciences humaines et sociales et celui de la philosophie. Dans ces domaines, en effet, la caractérisation intensionnelle, en compréhension, devient déterminante dans la mesure même - nous y insisterons - où c'est la question des significations qui se trouve engagée de façon centrale et, elle aussi, déterminante. Du coup, interprétation et circulation entre niveaux y jouent un rôle peut-être plus important encore du point de vue opératoire (en production) que la caractérisation même (en reconnaissance) de ces niveaux comme tels.

Aussi, ne prenant pas ici en compte ces dimensions, ne pouvons nous qu'attirer dès maintenant l'attention sur le caractère partiel et limité des comparaisons présentées, relativement à ces disciplines. Moyennant ces restrictions de principe il reste possible de procéder à quelques analyses formelles dont l'intérêt pour la compréhension demeure important.

Prenons l'exemple des théories relatives à l'*a priori* transcendantal de la communauté communicationnelle [18], [19] et examinons très brièvement la structure de la démarche (telle que nous avons pu la percevoir) pour essayer de la restituer dans nos termes et selon notre perspective : la régression argumentative à l'infini se "somme" (presque au sens de la somme d'une série convergente) dans l'acte de réflexion transcendantale sur les conditions de possibilité de l'argumentation elle-même. Ce faisant, avec cette sommation, se trouve réellement accompli un changement de niveau (théorique ou cognitif) dans la pensée, car l'on peut, à l'image des sciences objectives, déceler à la fois le passage à la limite infinie (avec la régression et la sommation) et le changement de l'objet pertinent (la renormalisation). En effet, dans ce cas, le changement de l'objet pertinent peut être assimilé au passage de la série des arguments et de leurs enchaînements (sur le terrain de l'enjeu à propos duquel il y a lieu d'argumenter) à leur positionnement comme faits ou comme objets relativement aux conditions de leur possibilité d'existence même (en tant que participant d'une argumentation en général et en cela déterminés par l'existence *a priori* de la communauté communicationnelle) : le niveau de départ est coextensif à la teneur des arguments, le niveau d'arrivée correspond à ce fait que des arguments soient possibles et reconnus comme tels de par l'acte d'argumentation lui-même.

De même dans le domaine très différent de la psychologie cognitive, la mise en évidence de différents stades de développement fait écho, à certains égards, à la problématique des changements de niveaux. Ainsi Piaget et Garcia [20] écrivent-ils :

"Le développement des connaissances ne s'effectue pas grâce à l'accumulation continue de nouvelles connaissances (avec le rejet concomitant des concepts et des hypothèses qui se sont avérés infructueux ou faux) ; au contraire, il s'effectue par étapes qui représentent des niveaux cognitifs caractéristiques, tels que dans chaque étape il y a une ré-organisation des connaissances préalablement acquises."

Apparaissent bien ici les deux traits caractéristiques que nous avons mis en évidence : avec le passage d'une étape à une autre, s'introduit la discontinuité et avec la réorganisation des connaissances se révèle l'équivalent dans ce domaine du changement de l'objet pertinent. Il est même possible d'aller plus loin dans l'analyse :

Les lois de changement de niveau cognitif dans l'histoire des sciences comme dans la psychogenèse [20] se traduisent par la succession des étapes dites "intra-", "inter-" et "trans-" (pour caractériser la nature des rapports relativement aux objets considérés ; dans l'exemple de la géométrie, rapports intrafiguraux d'abord, puis interfiguraux et transfiguraux enfin, exemple généralisé ensuite à divers domaines de connaissances, telle la mécanique du mouvement, l'algèbre, etc.).

Chacune de ces spécifications prises isolément ne constitue pas à proprement parler un niveau au sens où nous l'avons considéré, mais leur association dans la séquence qui permet la construction

des connaissances se révèle constitutive de la procédure par laquelle s'effectue le changement de niveau cognitif lui-même.

En effet, on peut remarquer que dans le passage de l'intra- à l'inter- on repère ce que nous avons désigné comme la première condition du changement de niveau en général, à savoir la discontinuité ; ce passage s'effectue en l'occurrence par la transition entre une pertinence dominante des relations internes, à une pertinence dominante des relations externes et un début de la réorganisation concomitante du champ des connaissances.

De même, on décèlera dans le passage de l'inter- au trans- la deuxième condition du changement de niveau en général, le changement d'objet pertinent. Il correspond ici au passage du stade des rapports d'objets (si abstraits soient-ils) à celui des rapports entre transformations portant sur ces rapports d'objets (le nouvel objet d'étude et de compréhension est alors constitué, désormais, par la structure de ces transformations elles-mêmes en lieu et place de la structure des objets et de leurs rapports) et à l'achèvement, de ce fait, de la réorganisation du champ de connaissance initial.

6. CONCLUSION

S'il est possible de reconnaître formellement à l'oeuvre dans divers secteurs disciplinaires la catégorie du niveau d'organisation (et du changement de niveau), si, au delà, il est possible d'en construire l'objectivité, il n'en demeure pas moins que les caractérisations théoriques et pratiques ne peuvent se révéler opératoires et fécondes en dehors du cadre disciplinaire de référence auquel elles se rapportent. Dès qu'on le spécifie, on ne peut éviter de "qualifier" le terme dans la mesure où il peut désormais revêtir des caractéristiques techniques différentes en rapport avec la nature des opérations ou processus propres au domaine en question[1].

Dès lors, si la *fonction* qui figure parmi les principes constitutifs de la biologie permet de définir des niveaux d'organisation dans les termes explicités précédemment, le paradoxe apparent de ne pas trouver de tels niveaux en physique s'évanouit, puisque ces derniers doivent alors être conçus en rapport avec les *interactions* et systèmes d'interactions constitutifs de la physique : les niveaux interactifs de la physique ne répondent pas aux critères des niveaux fonctionnels de la biologie (même s'ils peuvent être subsumés sous une même catégorisation abstraite). S'il faut ainsi distinguer le concept et l'objet corrélatif selon le domaine de référence pour les sciences de la nature, *a fortiori* en ira-t-il de même quand il s'agit de niveaux concernant le secteur des phénomènes humains, secteur que tend à constituer le terme de *signification* (élaboration, établissement, échange, circulation de significations), au moins sur le terrain cognitif envisagé ici.

On aura de ce fait distingué entre des niveaux interactifs, des niveaux fonctionnels, des niveaux de signification qui ne se réduisent pas les uns aux autres et se trouvent associés à leurs secteurs respectifs de pertinence.

REFERENCES DU CHAPITRE III

[1] H. ATLAN, *A tort et à raison*, Seuil, Paris, 1987.
[2a] F. BAILLY, Niveaux/Changements de niveaux, Actes du *1er congrès européen de systémique*, Lausanne, AFCET-Dunod, Paris, 1989.
[2b] F. BAILLY, Niveaux d'organisation, changement de niveaux, finalité, *Philosophica*, 46, Ghent Univ., 1991.
[3] B. MANDELBROT, *The fractal geometry of nature*, W.H. Freeman, San Francisco, 1982.
[4a] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Fonctions biologiques, niveaux d'organisation et dimensions fractales, *Rev. Int. Systémique*, 2, n°3, p.295, AFCET-Dunod, Paris, 1988.

[1] Cela n'a rien de surprenant ; il en va de même par exemple en physique, quoique de façon beaucoup plus fine, avec le terme d'"énergie" que l'on qualifie en énergie thermique, ou électrique ou gravitationnelle, etc. selon les phénomènes considérés.

[4b] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, *A dynamical system for biological development: the case of* Caenorhabditis elegans, Acta Biotheoretica, Springer Netherland, 1991.
[4c] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, *Fractals, organization levels and structure/function coupling in biology*, Ecole de Biologie Théorique, Solignac, Ed. Polytechnica, 1990.
[5] J. SERRA, in : *Image analysis and mathematical morphology*, Acad. Press, Londres, 1982.
[6] E.R. WEIBEL, in : *Stereological methods*, Acad. Press, 1979.
[7] J. PROUST, *De la difficulté d'être naturaliste en matière d'intentionnalité*, Rev. de Synth., n°1-2, p.13, Alain Michel, Paris, 1990.
[8] J-M. SALANSKIS, *L'analyse non standard et la tradition de l'infini*, Rev. Hist. Sc., XLI, n°2, Ed. du CNRS, Paris, 1988.
[9] G. NICOLIS, Dissipative Systems, *Rev. Prog. Phys.*, 49, p.873, Ed. du CNRS, Paris, 1986.
[10] C. TANG, K. WIESENFELD, P. BAK, S. COPPERSMITH, P. LITTLEWOOD, Phase d'organisation, *Phys. Rev. Lett.*, 58, p.1161, 1987
[11] P. BAK, C. TANG, K. WIESENFELD, Self Organized Criticality, *Phys. Rev. Lett.* 59, p. 381, 1987.
[12*a*] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, *Biologie Théorique*, Solignac 1987, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[12*b*] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, *Rev. Int. Syst.*, AFCET-Dunod, Paris.
[12*c*] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Acta Biotheoretica, Springer Netherland, 1990.
[13] G. von EHRENSTEIN, E. SCHIERENBERG, in : *Nematodes and Biological Models*, vol. 1, Acad. Press, Londres, 1980.
[14] S.J. GOULD, *Darwin et les grandes énigmes de la vie*, Pygmalion, Flammarion, 1979.
[15] R.H. PETERS, *The Ecological Implications of Body Size*, C.U.P., Cambridge, 1983.
[16] K. SCHMIDT-NIELSEN, *Scaling*, C.U.P., Cambridge, 1984.
[17] F. VARELA, *Autonomie et connaissance*, Seuil, Paris, 1989.
[18] K.O. APEL, *L'éthique à l'âge de la science*, P.Univ.Lille, 1987.
[19] J.HABERMAS, Morale et communication, Le Cerf, Paris, 1986.
[20] J. PIAGET, R. GARCIA, Psychogenèse et histoire des sciences, Flammarion, Paris, 1983.

CHAPITRE IV

A PROPOS DES PRESUPPOSES THEORIQUES ET DES CONCEPTS GNOSEOLOGIQUES :

FINALITE, REDUCTIONNISMES, APPROCHES "AUTO-"

Avec ce chapitre nous changeons de registre : nous ne considérons plus tant des cadres conceptuels de référence, des constructions d'objectivités ou des concepts théoriques, que des approches méthodologiques et des concepts gnoséologiques. Des jeux de principes régulateurs en quelque sorte, présidant à la recherche elle-même ou nourrissant ses représentations, touchant par là à des thèmes de nature plus proprement épistémologique. Pour mettre en évidence la façon dont la construction des concepts théoriques intervient dans le développement de ces thèmes nous commencerons par examiner les rapports que le concept de niveaux d'organisation que nous venons d'analyser peut entretenir avec la notion de finalité, dont on sait par ailleurs qu'elle se situe au coeur des débats épistémologiques relatifs à la biologie notamment. En contrepoint nous considérerons ensuite l'attitude réductionniste et nous tenterons de montrer qu'en réalité il existe deux modes de réduction distincts, selon que l'on porte l'attention sur l'interaction entre éléments composants ou sur l'expression de programmes globaux (relatifs notamment aux morphologies). Nous terminerons enfin en évoquant une troisième position, liée aux théories de l'auto-organisation et de l'auto-poïèse et mettant en jeu les structures conceptuelles de l'auto-référence.

1. NIVEAUX ET FINALITE

La question de la finalité, qui semble privilégier les déterminations par la totalité plutôt que par des interactions élémentaires, s'inscrit, en partie au moins, dans celle des niveaux d'organisation puisque ceux-ci sont précisément censés assurer les rapports entre tout et parties. Mais avant d'en venir à une analyse plus précise, commençons par prendre un exemple pour en tirer argument : en quoi la fourmi qui construit la fourmilière, les abeilles qui construisent leurs rayons, les oiseaux leurs nids, peuvent-ils être considérés comme mus par des causes finales en un sens qui soit suffisamment strict ? En ce que leur activité est réglée par l'écart entre ce qui est et ce qui doit être - un modèle, pour ainsi dire -. En effet il suffit, après que la construction ait été complètement achevée, d'endommager l'édifice pour voir l'activité reprendre en vue d'en restituer l'intégrité, exactement comme si l'écart au modèle (la cause finale, en l'occurrence) entraînait l'activité de réduction de cet écart. Comme l'état final est un état qui, considéré thermodynamiquement, est très loin de l'équilibre, il faut bien ne pas en rester au seul jeu d'une causalité efficiente qui, dans les systèmes collectifs, joue aléatoirement, pour aller vers l'état le moins singulier et introduire celui d'une causalité qui, toute programmée qu'elle puisse être, s'exprime en termes de finalité, de projet à réaliser. Mais ce raisonnement s'appuie sur une représentation peut-être trop naïve des phénomènes : pour rester dans le secteur de la biologie, il est clair que la théorie de l'évolution, par exemple, élimine bien des termes de cette représentation au profit de l'effet du seul mécanisme déterministe, *via* les processus de variation et de sélection. Il faut donc affiner l'analyse et repérer, entre ces deux extrêmes, les éléments objectifs qui permettent de passer d'une représentation à une autre et qui à notre avis ne sont autres que les niveaux d'organisation évoqués plus haut, grâce auxquels on peut considérer que les mécanismes d'un niveau se transforment (par passage à la limite infinie et changement d'objet, rappelons-le) en la finalité d'un autre. Mais de la même façon que nous avons dû introduire des distinctions entre les concepts théoriques de niveaux selon les domaines d'utilisation, nous devons souligner que la situation relativement à la finalité se présente différemment selon les domaines disciplinaires. En effet entre les grands corps de disciplines (physique, biologie, sciences humaines et sociales), relativement à l'importance régulatrice de la notion de finalité, il existe comme un gradient épistémologique de pertinence. Précisons, en nous référant aux qualifications que nous avons déjà employées pour caractériser la nature des niveaux d'organisation :

(i) La finalité et l'argument finaliste sont irrecevables en physique et chimie où l'explication du caractère et du comportement du système relèvent exclusivement de la compréhension et de la théorisation des interactions (causes efficientes) auxquelles sont soumis les éléments du système : l'explication est essentiellement analytique (même si des lois, telles les symétries par exemple, peuvent jouer le rôle de causes formelles) ; les propriétés du système dérivent de ces interactions élémentaires et se déduisent des lois mathématiques qui les formalisent. Le réductionnisme analytique et "atomistique" est donc là complètement fondé et la finalité ne saurait intervenir ni comme argument théorique ni, en général, comme référant à une propriété assignable du système (l'existence de lois d'extrémalisation, de même que les évolutions tendancielles vers des états d'équilibre qui peuvent leur correspondre, ne permettent pas vraiment de parler de finalité au sens que nous avons retenu ici ; tout au plus autorisent-elles à considérer plus globalement le système).

Cette situation correspond à l'absence de niveaux d'organisation ou à la caractérisation faible de ces niveaux (dans le cas des transitions critiques et des renormalisations associées) telles que nous les avons relevées précédemment sur des exemples physiques. On peut dire qu'ici le terme fonctionne de façon plutôt métaphorique et se rapporte principalement à une description empirique.

(ii) La situation est inverse dans le cas des sciences humaines pour lesquelles le rôle de la signification comme principe organisateur est primordial. Or la **signification** n'a, elle, de pertinence que relativement à une représentation finalisée de l'action et au postulat de l'intervention d'une finalité organisatrice des rapports humains. Cette finalité va jusqu'à prendre la forme consciente de l'intentionnalité, qui très souvent régit les rapports individuels et collectifs, ne serait-ce qu'au travers du langage et de son usage. Dès lors c'est le réductionnisme mécaniste qui perd sa portée heuristique pour la compréhension des phénomènes même si, bien entendu, la démarche analytique conserve sa valeur (mais elle s'applique désormais à l'étude d'effets réifiés, et non plus à celle des causes intentionnelles qui les produisent). Un peu comme si les significations ne se révélaient qu'autour d'une virtualité, le projet de signifier (comme finalité), et non plus autour d'une réalité comme c'est le cas pour les interactions physiques.

La question des niveaux au sens le plus fort semble ici omniprésente : niveaux de signification, niveaux d'interprétation, niveaux cognitifs, niveaux de langue. Nous avons vu qu'il était en effet possible, au prix de quelques réifications, de présenter des analyses mettant en évidence l'existence de tels niveaux (au sens technique que nous avons retenu), toutefois les simplifications auxquelles nous avons dû procéder pour y parvenir laissent ouverte la question de la portée, voire de la pertinence, de ce genre d'approche : prenons-nous en compte des faits et des phénomènes effectifs, construisons-nous vraiment des objectivités, avons nous affaire, là encore, à plus qu'une représentation imagée et métaphorique ?

(iii) Le cas des sciences biologiques et des disciplines qui s'y rattachent (écologie, comportements sociaux d'espèces...) est à la fois plus clair et plus intriqué ; il se présente pourrait-on dire de façon intermédiaire.

Pour caractériser les relations internes aux ensembles biologiques, dominés par la question des rapports (intégration, régulation) entre tout et parties, ce sont les termes de **fonction** et d'**organisation** qui conviennent le mieux. La causalité physico-chimique y occupe une place essentielle comme condition d'existence de ces structures et fonctions et en même temps comme ensemble de contraintes déterminant leur efficacité ; mais la finalité fonctionnelle comme condition de constitution du tout à partir des parties et comme maintien de l'individualité vivante de ce tout (par rapport à ces parties mais aussi par rapport à un environnement extérieur) y joue un rôle non moins essentiel. Il suffit pour illustrer cette situation d'évoquer le développement des organismes et la nature de l'action du génome : on peut les décrire d'une part en termes analytiques et réductionnistes par la biologie moléculaire et d'autre part en termes d'exécution de programme et de raisons téléologiques correspondant au déploiement du patrimoine génétique. C'est le cas, on le sait, pour la plupart des phénomènes biologiques, dès lors que l'on cherche à prendre en compte l'autonomie d'une globalité.

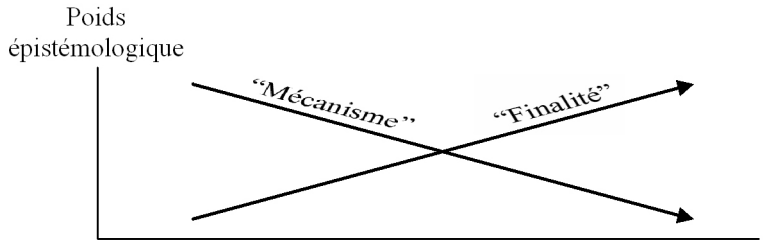
C'est une telle configuration naturelle que l'existence des niveaux d'organisation au sens plein rend possible. En effet, ce sont ces niveaux qui se révèlent constitutifs de la distinction entre les parties

et le tout ; ce sont les opérations de changement de niveaux qui réalisent l'activité fonctionnelle, l'intégration et la régulation; c'est à travers la mise en place (géométriquement repérable) de ces niveaux et l'activité dont ils témoignent que se délimite l'autonomie de l'individuation et que prend sens, avons nous vu, le concept d'émergence.

Remarque relative aux mathématiques

Nous n'avons envisagé dans ce paragraphe que les disciplines pour lesquelles la spécification d'objets ne fait en principe pas trop problème, en incluant de façon optimiste celles qui traitent de phénomènes humains objectivés, et nous avons laissé de côté le cas des mathématiques. Evoquons-les brièvement (pour une discussion plus précise et plus étoffée voir [1]). Les êtres mathématiques sont librement créés par l'esprit humain, ce qui n'est pas le cas des objets naturels ; néanmoins, une fois créées, ces idéalités mathématiques s'objectivent immédiatement et sont rigoureusement contraintes par les règles de leur engendrement. Une pensée à dominante structuraliste développerait volontiers une interprétation finaliste de l'activité mathématique (*cf.* tendance à l'unification, dimension philosophique [2], [3*a*], [3*b*] et herméneutique [4*a*], [*b*]) en la considérant notamment comme une recherche de solutions acceptables à certains "grands problèmes" métaphysiques [5*a*], [5*b*]. A l'inverse, une pensée logiciste pourrait déceler l'effet d'une sorte de mécanisme dont les lois générales seraient fournies par une logique ou une métamathématique et auxquelles pourraient être réduites (ou à partir desquelles pourraient être construites) les mathématiques comme telles.

Pour résumer l'ensemble de cette discussion nous proposons de l'illustrer par le schéma et le tableau suivants où nous avons mentionné également la nature de l'ordre dominant dans chaque secteur (*cf*. chapitre II).



Disciplines	Physique/chimie	Biologie	Sciences humaines et sociales
Type d'ordre	Ordre par régularité + Existence de singularités	Organisation Ordre par singularité fonctionnelle	Langage Communication
Nature des rapports internes	Interactions	Fonctions	Significations

Nous pensons avoir ainsi établi un rapport entre le poids épistémologique d'une approche faisant intervenir le concept de finalité dans les critères d'intelligibilité d'une discipline et la nature des niveaux nécessaires à la construction de son objectivité (ou au moins à l'interprétation de sa phénoménalité) : il semble que le poids de la raison téléologique soit d'autant plus grand que le concept de niveau d'organisation du secteur où elle vise à s'appliquer soit plus fort.

2. REDUCTIONNISMES

2.1. Aspects généraux

En guise de contrepoint à ces considérations (mais on verra que l'antinomie n'est qu'apparente), il faut souligner que depuis que la recherche scientifique s'est constituée comme activité spécialisée dans l'élucidation des phénomènes et l'élaboration des connaissances, la démarche d'analyse et de réduction ont figuré parmi ses outils intellectuels les plus puissants et les plus efficaces. Toutefois des observations et des réflexions sur le statut de l'explication dans les sciences [6] et sur l'utilisation de certaines méthodes scientifiques nous ont conduit à distinguer au moins deux types de réductionnismes à l'oeuvre dans les disciplines scientifiques. Tous deux ont en commun de chercher à

analyser problèmes et objets, de tendre à expliquer le plus complexe à partir du plus simple, le plus dépendant à partir du plus autonome, le plus varié à partir du plus individué mais ces opérations conceptuelles, dont la présence autorise que l'on parle de part et d'autre de réductionnisme, ne portent pas selon les cas sur les mêmes types d'objets, de processus, voire de représentations, et n'engagent pas les mêmes catégories de pensée.

La figure du premier réductionnisme est parfaitement classique et correspond à ce que l'on a l'habitude de désigner généralement sous ce terme : analyse de systèmes en éléments et interactions, déconstruction et recomposition en termes de constituants posés comme réels et de règles correspondant aux lois régissant les interactions considérées comme non moins réelles. La représentation s'y trouve principalement séquentialisée : degrés hiérarchisés dont chacun s'intègre dans le suivant en parcourant les échelles de tailles et de constitutions successives au moyen de composants identifiables, isolables, manipulables.

Le second réductionnisme est de nature différente : ce sont moins des ensembles qui s'y emboîtent et des interactions qui s'y succèdent, que des morphologies qui s'y classent, des structures qui s'y déploient, des genèses qui s'y repèrent. Des formes-flux s'y ramènent à des formes-sources, des formes complexes à des formes schèmes, voire, plus abstraitement, des variations spécifiques à des invariances génériques. Le plus simple ne s'y compose pas vraiment - en tant qu'objets - pour aboutir au plus élaboré, mais on recherche la forme originaire comme facteur matriciel dans la genèse d'une forme dérivée. Si séquentialité analytique il y a, elle ne se veut plus distante et abstraite, mais en prise directe sur le processus d'une production. On y trouve des échos aux approches holistiques et gestaltistes plus qu'aux approches mécanistes et analytiques et, si l'on pouvait comparer les deux versions à des modes de calcul ou de raisonnement, on l'associerait volontiers au mode analogique (alors que le premier réductionnisme serait bien plus spontanément ramené au mode algorithmique) et à une caractérisation en compréhension (bien plus qu'en extension). Remarquons de plus que si le réductionnisme atomistique s'inscrit plus particulièrement dans un cadre spatial (lieux des compositions et interactions), en revanche le réductionnisme morphogénétique, bien qu'essentiellement topologique, privilégie la dimension temporelle en se situant dans une histoire (celle du déploiement de la forme) qui n'est plus seulement le siège de processus mais qui se trouve elle-même définie à partir de l'effet d'un développement (que l'on peut considérer à son tour comme plus ou moins finalisé).

Vue sous un angle plus abstrait, cette deuxième forme de réductionnisme pourrait renvoyer au mouvement de la pensée qui tend à vouloir faire dériver des multiplicités variées et concrètes à partir d'idéalités en qui elles auraient été préformées et qui les auraient contenues en puissance ; telles les idées platoniciennes ou lautmaniennes [2], tels encore les schèmes abstraits à résonance plus ou moins structurales (*cf.* le rôle "germinatif" que peuvent jouer les catastrophes élémentaires dans les questions de morphogenèse, notamment, par-delà leur rôle classificateur et explicatif [7]).

Opposerait-on alors une réduction matérialiste (celle qui analyse en éléments et interactions constituants) et une réduction idéaliste (celle qui fait engendrer à partir de formes-sources ou de schèmes) ? En fait la caractérisation en ces termes semble ici peu adéquate car les deux démarches sont justiciables d'un regard ou de l'autre selon les présupposés à partir desquels on les développe : une cause finale conçue comme déroulement d'un programme n'est pas moins matérialiste qu'une cause efficiente s'exprimant dans une interaction entre deux objets ; une représentation particulaire bien délimitée peut ne pas être moins nominaliste (*cf.* par exemple les débats en mécanique quantique).

Pour rester un instant sur le terrain philosophique, notons que la caractérisation de plusieurs formes de ce que nous appelons réductionnisme a déjà attiré l'attention des philosophes (pour autant que soit effectuée la nécessaire transposition de vocabulaire). Ainsi Kant, dans la *Dissertation de 1770*, distinguait deux sens au terme d'analyse : un sens qualitatif, qui est une "régression du conditionné à la condition" et un sens quantitatif, "*<régression> du tout à ses parties possibles ou médiates, c'est-à-dire aux parties de ses parties."* Il est tentant d'effectuer le rapprochement : le réductionnisme atomistique usuel pour le sens quantitatif et le réductionnisme formel pour le sens

qualitatif (les formes-sources correspondant aux "conditions" à l'origine - logique ou génétique - des formes développées considérées comme le "conditionné").

Dans le cadre de cette confrontation entre deux approches une question essentielle demeure : pour un même objet théorique, considérera-t-on ces réductions distinctes comme deux regards différents, complémentaires mais simultanément incompatibles, portés sur la complexité du réel, ou à l'inverse leur trouvera-t-on des répondants objectifs et en ce cas comment se ferait la transition entre ce qui est justiciable d'un type de réduction ou d'un autre ? Il nous semble que l'on trouve là un aspect supplémentaire et important du rôle que peuvent jouer des niveaux d'organisation, rôle tourné cette fois vers l'interprétation : la réduction en éléments/interactions et la réduction en morphologies/programmes se nouent par l'intermédiaire et le jeu de ces niveaux pour concourir à la description comme à l'explication. Effectivement disjoints et concurrents si on les cantonne dans un niveau donné d'analyse théorique et de représentation - ce en quoi ils s'opposent - ces modes de réduction s'allient et coopèrent dès qu'il s'agit du passage d'un niveau à un autre et, ce faisant, contribuent à la prise en compte plus complète de la totalité individuée.

2.2. Exemples, discussions.

Essayons d'illustrer les analyses qui précèdent par quelques exemples puisés dans des domaines non biologiques.

(i) Considérons, sous un angle empirique, un cristal en physique. Pour pouvoir globalement en rendre compte, ses atomes et leurs interactions sont nécessaires ; ils ne sont pas suffisants (il faut les organiser). Sous cette nécessité on trouvera à l'oeuvre le premier type de réductionnisme ; pour remplir la condition supplémentaire, relative à l'organisation, on devra avoir recours (au moins minimalement) au second type de réductionnisme par quoi on caractérisera l'ordre spatial. Réciproquement, les caractéristiques en compréhension (théoriques) de ce qu'est un cristal (caractère *a priori* des groupes possibles de symétrie, par exemple) sont nécessaires pour en rendre compte ; elles ne sont pas suffisantes pour le spécifier. Pour cette nécessité-là, c'est le second type de réductionnisme qui se révèle opératoire et c'est le premier qui apporte la complémentarité (à savoir un concours effectif d'atomes en interactions).

Dans cette perspective, chacun des réductionnismes se présente, en tant qu'il répond à une nécessité, sous l'aspect le plus général d'un principe de conservation : matière et énergie pour le premier, symétries et morphologies pour le second. En tant qu'ils répondent à des modalités secondes (mise en forme à partir des éléments imposés dans un cas, occupation constructive de sites prédéterminés par les règles d'organisation dans l'autre), c'est à travers l'application d'un principe d'évolution qu'on les repère. Mais cette symétrie de rôle, apparente et abstraite, est trompeuse ; elle est largement rompue si l'on distingue les niveaux où l'interprétation opère : l'aspect morphologique est quasiment générique; concentré dans les conditions imposées par les groupes de symétrie, il sous-détermine les spécifications du cristal réel si l'on ne précise pas la nature de ses composants ; à l'inverse l'analyse fine de la nature des constituants et des forces d'interaction entre eux (dotées elles-mêmes de propriétés intrinsèques de symétrie) est beaucoup plus spécifique ; elle permet de déterminer quasiment *a priori* les structures possible selon les conditions imposées. De plus les formes peuvent varier selon les contraintes imposées car elles ne sont univoquement déterminées que dans des limites assez étroites de ces contraintes (changements de structure cristalline sous compression, par exemple), alors que les atomes constituants restent complètement invariants dans leurs substances et leurs propriétés bien au-delà de ces limites. Les lois de conservation effectivement opératoires semblent ne porter que sur les constituants, tandis que celles qui interviennent sur les symétries génériques se situent à un autre niveau. C'est ce qui fait la prévalence dans ce cas du réductionnisme analytique classique. Le contraste est d'autant plus net dans cet exemple que nous avons pris le cas d'une structure pourvue d'un ordre par régularité.

(ii) Même en mathématiques, pourvu que l'on se situe dans une optique essentiellement épistémologique, on peut déceler le jeu des deux réductionnismes.

On pourrait en effet classer dans la première version toutes les tentatives visant à ramener les mathématiques à la logique et à les y fonder, comme si, à la limite, elles n'avaient plus besoin de contenu théorique propre. On sait que, formellement, on y parvient largement pourvu que l'on se donne la théorie des ensembles, par exemple sous sa version la plus usuelle, ZFC (et ce, bien que le débat reste ouvert de la réductibilité à une logique du premier ordre ou de la nécessité de recourir au second ordre [8]. Curieusement (car ici le mot "formel" prend un sens non morphologique mais très analytique) c'est le caractère formel des théories mathématiques qui autorise cette réduction.

A quoi s'oppose l'affirmation d'un contenu sémantique et théorique propre aux mathématiques, qui conduit à la deuxième version, représentée ici par la recherche de l'unification, en profondeur et relativement à leurs contenus, de théories mathématiques variées, unification qu'autoriserait, cette fois, la prégnance d'idéalités mathématiques autonomes, de structures, à quoi se ramèneraient les multiplicités théoriques [1]. On voit réapparaître ici la notion de schème abstrait (structures-sources) auquel se "réduirait" la prolifération observée [9].

(iii) Appliquons ce genre d'approche à nos propres catégorisations et reprenons, dans cet esprit, les formalisations de cadre conceptuel de référence à propos du concept d'ordre (chapitre II).

Le contenu formel du premier réductionnisme correspond assez bien à la structure logique de la formule attribuée à l'ordre par régularité : on y trouve l'insensibilité relative à des conditions externes, l'universalité des lois ainsi que la prise en compte des seules interactions entre éléments. Parallèlement, le contenu du second réductionnisme se compare bien à la structure logique de la formule attribuée à l'ordre par singularité fonctionnelle : on y reconnaît la dépendance par rapport à des contraintes extérieures, le caractère global des lois (auxquelles peuvent donc échapper des constituants), l'aspect d'intégration en un tout. L'important, dans l'analyse des objets d'étude, se situe alors dans la pondération entre formules à quoi on peut faire répondre la part plus ou moins pertinente de chaque forme de réductionnisme. Ainsi on considérerait que le cristal du paragraphe (i), serait justiciable des deux formules (O.R. et O.S.F.), selon que l'on met l'accent sur ses constituants en interactions ou sur la forme globale de sa structure (soulignons que cette dernière est bel et bien révélée comme effet matériel par une intervention purement physique comme la diffraction X). De même, nous savons bien que l'ensemble formé par un organisme et ses organes, type même d'un ordre par singularité fonctionnelle, se prête en même temps, pour un autre niveau, à une analyse en termes de constituants en interactions physico-chimiques.

Ces exemples, si limités soient-ils, peuvent nous conduire à enrichir l'analyse : au premier type de réductionnisme on peut sans doute ajouter les caractères de l'identité comme telle, dont on peut penser qu'ils sont étroitement attachés à des principes substantiels d'invariance et de conservation ainsi que nous l'avons constaté plus haut, et plus généralement ce qui est susceptible de tomber, dans une formalisation logiciste, sous le coup du quantificateur universel. Parallèlement, au deuxième type de réductionnisme on rattacherait plutôt les caractères de ressemblance (*cf*. la discussion [10]), en liaison d'une part avec l'aspect global et morphologique auquel il est associé et d'autre part avec le fait qu'un de ses traits distinctifs par rapport à l'identité est de devoir échapper à l'universalité logique au profit de l'introduction de la quantification existentielle.

Concluons ce paragraphe par une remarque sur les démarches du réductionnisme habituel, qui a directement trait à la problématique du tout et des parties : en quel sens précis peut-on soutenir que le tout est "plus" (ou autre) que la somme de ses parties, alors qu'il est possible de l'analyser, voire de le décomposer exhaustivement, en ses constituants totalement identifiés et en leurs interactions parfaitement élucidées ? Une réponse connue invoque l'ordre selon lequel sont disposés ces constituants, l'organisation qui articule et intègre ces parties. Illustrons très brièvement ce point de vue dans diverses disciplines, pour le commenter.

En mathématiques, on distingue la dualité des paires ordonnées {{a}, {a,b}} et {{b}, {a,b}} en regard de la paire {a,b} ; en physique on considérera l'entropie de configuration, qui va contribuer à l'énergie libre d'un mélange idéal et stabiliser une totalité systémique, en regard de la simple addition des propriétés énergétiques de ses constituants ; en biologie on verra apparaître évidemment le rôle

fonctionnel des organes dans l'organisme, répondant à une régulation précise en même temps qu'à une architecture structurelle singulière ; et dans le registre des phénomènes humains, c'est l'articulation productrice de significations à partir d'éléments de langages délibérément et convenablement ajustés.

Dans tous ces cas, à l'issue de l'analyse, si l'on s'en tient aux constituants objectaux que l'on peut isoler, on ne trouvera que la somme (la réunion) des éléments entrant dans la composition du tout. Mais dans le processus effectif de l'analyse elle-même, une énergie, un travail sont fournis, dont la trace finale s'évanouit, mais dont la présence dans le bilan global est l'indice de ce en quoi, justement, la réunion de ces parties élémentaires diffère du tout analysé. La réduction, pour être valide à ce stade, nécessiterait donc que soient pris en compte des facteurs supplémentaires, habituellement laissés de côté : non seulement ce en quoi est réductible la totalité mais aussi le coût (en énergie, en information...) de cette réduction qui devrait en quelque sorte compter aussi avec le prix exigé par la suppression de cet ordre qui participe du tout et contribue à son existence (ce n'est en fait qu'inverser sans l'altérer le sens de la démarche constructiviste qui cherche à déterminer ce qu'il faut "rajouter" à la somme des constituants pour parvenir à la constitution de la totalité stable et ordonnée).

Si maintenant nous transposons ce point de vue dans les termes de la confrontation des deux réductionnismes, nous sommes conduits à considérer que cette démarche correspond en fait à la dissolution des niveaux d'organisation par quoi se nouent les rapports qui autorisent la constitution de la totalité en permettant la transition d'un pôle à l'autre.

3. THEORIES AUTO-

A côté des deux réductionnismes, ou entre eux, la mise en perspective à partir de "l'auto-" (auto-organisation, auto-poïèse...) constitue-t-elle une réelle alternative pour l'intelligibilité, ou se laisse-t-elle à son tour (doublement) réduire ?

Le nerf de la question de l'auto- se situe dans l'acceptation de, voire le recours à la circularité (qui d'ailleurs peut se complexifier en hiérarchies enchevêtrées par exemple) et dans le traitement de l'imprédicativité et de l'auto-référence (pour une discussion plus précise relative à certains de ces aspects, voir l'Annexe à la fin de ce chapitre). Du fait que l'analyse des problèmes et des paradoxes qui ont pu en résulter a trouvé un développement nouveau avec l'élaboration moderne de certains formalismes logico-mathématiques, ce sera principalement au traitement formel de la question de l'auto- que nous nous intéresserons, traitement qui est apparu de façon concomitante en logique avec l'analyse des antinomies et en mathématiques avec la théorie des ensembles et celle du transfini cantorien.

Néanmoins comme ces questions ont alimenté la réflexion philosophique depuis l'antiquité, bien avant la caractérisation proprement mathématique, relativement au langage et à la signification bien sûr - il n'est que de citer l'aporie du menteur -, mais aussi relativement aux propriétés structurelles de certains concepts, nous en donnerons une brève illustration ne relevant pas directement de la logique.

3.1. Ainsi, sans même faire état de la riche tradition philosophique sur le sujet, mentionnons le fait que la problématique de l'auto- a été utilisée dans une optique que l'on pourrait presque qualifier d'opératoire, immédiatement après la formulation par Kant de la théorie critique, notamment avec Fichte pour la théorie de la science et avec Hegel pour la théorie de l'histoire ou pour la théorie de la connaissance.

En effet, par-delà la circularité fondamentale associée au principe suprême de tous les jugements synthétiques chez Kant, pour qui le principe de l'entendement pur *"a cette propriété particulière de rendre tout d'abord possible sa preuve même"* (relevé notamment par Heidegger[11] : *"les principes de l'entendement pur sont possibles grâce à ce qu'eux-mêmes rendent possible"* et commenté en ces termes : *"c'est un cercle manifeste, c'est même un cercle nécessaire"*), on trouve souvent une circularité démonstratrice, voire organisatrice. Par exemple, pour caractériser la "loi", Fichte introduit un "principe" qu'il exprime explicitement comme *"application de l'énoncé d'une*

proposition à elle-même" [12*a*] ; ce qui correspond manifestement à une énonciation imprédicative. De même trouvons-nous, en rapport avec la pensée d'une auto-poïèse cette fois, que *"<...> l'être intérieur ne peut être construit du dehors mais <...> il doit se construire lui-même"* [12*b*].

Semblablement, chez Hegel, si l'on associe le processus dialectique à la figuration finalisée de la ruse de la raison, on aboutit d'emblée à une représentation typique d'une constitution auto- (concernant ici l'Histoire [13*a*]) : on considère la circularité d'une réalisation à partir de conditions que cette réalisation même fournit et autorise ; ainsi en va-t-il de l'(auto)établissement de l'Esprit dans et par l'Histoire. C'est aussi ce qui opère pour la connaissance et le savoir [13*b*] :

"La science n'est pas cet idéalisme qui remplacerait le dogmatisme des affirmations par un dogmatisme des assurances subjectives, c'est-à-dire de la certitude de soi-même, - mais plutôt quand le savoir voit le contenu revenir dans sa propre intériorité, l'activité du savoir est à la fois absorbée dans le contenu, car elle en est le Soi immanent, et en même temps elle est retournée en soi-même car elle est la pure égalité avec soi-même dans l'être-autre." (les parties soulignées le sont par Hegel),

et plus loin :

"La détermination paraît d'abord due seulement à son rapport à de l'Autre, et son mouvement paraît lui être imposé par un pouvoir étranger ; mais justement ce qui est impliqué dans cette simplicité de la pensée même, c'est que la détermination a son être-autre en elle-même et qu'elle est mouvement autonome ; <...>" (souligné par Hegel).

On remarquera qu'en effet c'est dans la question de l'altérité, de la séparation et du rapport entre soi et non-soi que l'auto- trouve certaines de ses difficultés principales en tant que modèle opératoire pour la connaissance.

3.2. Après ces brèves références, revenons à l'aspect formel sur lequel nous pensons qu'il est pertinent de centrer l'analyse.

La situation épistémologique de l'auto- présente en effet quelque ressemblance avec celle qui prévaut dans l'analyse de l'utilisation de l'argument diagonal (*cf.* Annexe) [14]. Un des effets de cet argument a été de démontrer, à partir de l'existence d'ensembles infinis dénombrables, l'existence d'ensembles infinis non dénombrables (possédant la puissance du continu). On sait que les mathématiciens intuitionnistes contestent la valeur de cet argument comme élément d'une preuve d'existence, du fait qu'il ne permet pas de définir une procédure de construction des ensembles en question. Il semble que la représentation auto- bute elle aussi sur la question de la constructibilité, cette difficulté étant due précisément à l'existence de sa circularité constitutive. Nous y revenons dans la suite.

Pour situer plus précisément ce que nous considérons comme un élément important de comparaison entre l'épistémologie des théories auto- par rapport à celle des théories réductionnistes, nous aurons recours à une analogie ensembliste. Celle-ci a une portée plus évocatrice et structurante pour la représentation, que proprement démonstratrice et si elle est éclairante il ne faut cependant pas y chercher une valeur vraiment théorique.

Acceptons donc de nous référer un instant à la structure et au contenu propres de la théorie des ensembles et de la théorie ensembliste des modèles. On pourrait envisager la représentation constituée par l'association des deux réductionnismes comme l'analogue de l'interprétation d'une théorie dans un univers dénombrable, alors que la représentation auto- jouerait ce rôle pour une interprétation dans le continu. Si l'on consent à développer cette analogie, se pose alors une question très intéressante : l'ensemble constitué par les deux réductionnismes constituerait-il tout simplement (par la vertu du théorème de Löwenheim-Skolem) un modèle dénombrable d'une "théorie" *unique* dont un modèle non dénombrable serait approché par une représentation auto- ? Comme l'application (au sens technique du terme) qui permet le passage entre les deux modèles n'appartient pas à l'ensemble dénombrable, on pourrait imputer à cette propriété l'élimination de la structure de circularité dans le monde des réductionnismes et la tension permanente qui résulte de leur incompatibilité apparente pour un

ajustement mutuel stable. Dès lors le caractère apparemment paradoxal de l'hypothèse d'une équivalence fondamentale des deux modèles épistémologiques (les deux réductionnismes d'une part, l'auto- de l'autre) se verrait renvoyé au paradoxe de Skolem et l'incompatibilité serait levée de la même manière : il n'y a pas d'exemplaire dans le modèle dénombrable - réductionnismes - de l'*application* qui permet de le ramener au modèle continu - auto - bien que la correspondance existe (ou encore : on ne peut théoriser dans la théorie "bi-réductrice" les éléments qui la rend équivalente à une théorie auto-).

On serait alors assez naturellement amené à considérer que, par exemple, la théorie des ensembles constructibles [15] peut représenter de façon particulièrement adéquate (grâce à ses "niveaux" notamment) les démarches de type réductionniste. De plus, la représentation du type auto- s'en verrait effectivement écartée en même temps que le sont les procédés de self-référence et de définitions imprédicatives (aucun ensemble constructible ne peut être élément de lui-même). La propriété de constructibilité, que l'on peut raisonnablement associer aux réductionnismes (d'autant que ceux-ci visent précisément à la reconstruction conceptuelle et théorique de leur objet à partir de l'analyse de ses éléments), constitue donc une alternative opératoire à la perte de la circularité d'une représentation conçue en termes de complexité auto-organisatrice. Réciproquement, du point de vue auto-, on pourrait considérer que l'autorisation de circularité vient compenser le manque de constructibilité qu'elle entraîne.

3.3. Revenons aux propriétés de l'auto-référence en tant qu'objet d'étude. La question des antinomies syntaxiques et sémantiques a été mise, elle aussi, en rapport étroit avec celle de l'imprédicativité et de l'auto-référence (bien que l'on souligne que la circularité comme telle n'est pas nécessairement toujours vicieuse, *cf.* notamment Popper [16]). Rappelons que sont aussi associées à ces difficultés les questions relatives à la totalité [17] d'une part (Cantor, Burali-Forti, Russell) et à la négation d'autre part, sujets fortement corrélés avec ceux de la complexité auto-référée à travers, respectivement, le point de vue holistique de la constitution de la complexité et les rapports d'un "soi" avec le "non-soi". Ainsi, on peut considérer sans forcer le trait qu'il y a là effectivement un champ problématique assez bien délimité par rapport auquel se correspondent d'un côté les points de vue formels que nous venons d'évoquer et de l'autre, les points de vue empiriques et théoriques associés à la complexité, à l'auto-, à l'approche holistique.

Techniquement parlant, l'analyse formelle relative aux paradoxes et aux antinomies a été largement développée (*cf.* par exemple [4] pour les fondements de la théorie des ensembles, [18] sur les débats à propos de l'imprédicativité, etc...) et nous ne nous étendrons pas sur ce point. Remarquons seulement que parmi diverses méthodes qui visent à surmonter ces difficultés on trouve, à côté de "l'interdiction" de parler de la totalité (remplacement du schéma d'axiome de compréhension par le schéma d'axiome de séparation par exemple), l'élaboration de théories des types qui conduisent à distinguer entre eux des "niveaux" de prédication. Ce qui évoque fortement une sorte de recours à un réductionnisme conceptuel qui d'un côté introduit en effet des niveaux d'organisation (relativement aux langages et aux significations notamment) et de l'autre s'interdit de faire intervenir dans la théorie une "transcendance" abstraite (le tout) au profit d'une analyse des hiérarchies constructibles.

3.4. Tentons de discuter certaines de ces considérations au moyen de quelques exemples dont certains ont déjà été invoqués (voir aussi [19], [20]).

Nous avons vu que le concept de fonction vitale ne peut se dissocier d'une compréhension en termes de niveaux d'organisation du fonctionnement interne de l'entité biologique à quoi on la rapporte ; en effet la fonction vitale est précisément ce qui assure le passage d'un niveau de fonctionnement à un autre, en même temps que l'intégration des parties dans le tout.

De ce point de vue, la spécification d'une fonction physiologique vitale est solidaire de la représentation doublement réductionniste de l'objet biologique. Le niveau vient alors en tiers entre le pôle de la réduction analytique et "atomistique" et celui de la réduction morphologique, tandis que la fonction physiologique assure la transition opératoire (et conceptuelle) entre niveaux. A l'inverse, nous avons conjecturé qu'une représentation de type auto- ne laisse pas vraiment de place à la notion de fonction vitale dans l'acception prise ici, pas plus qu'à celle de niveau objectif, attribuable à l'objet

d'étude. De fait, la genèse et le développement du système auto- renvoient essentiellement à une circularité décrite notamment en termes de clôture organisationnelle. Si une émergence semble avoir lieu c'est, par exemple, par un effet de récursivité d'une application dont les résultats successifs se présentent comme de plus en plus complexes au fur et à mesure qu'elle opère (ce que nous avions considéré comme une complexification dans un niveau) ; si niveaux on distingue, c'est à partir d'une caractérisation principalement nominale, à partir du langage. En effet, la représentation auto- tolère mal la discontinuité constitutive du niveau objectif (par passage à une limite infinie et changement effectif d'objet pertinent) : elle privilégie une image quelque peu continuiste dont s'extraient des figures complexes pour lesquelles le découpage dans la séquence de leur production demeure assez arbitraire et ne peut être assignée à une phénoménalité totalement objectivée. D'où proviendraient, de son point de vue, de telles discontinuités ? La circularité s'exerce, presque par définition, sur un seul et même niveau de constitution et ce n'est que dans la suite de ses opérations que l'on peut discerner des figurations complexes interprétables, mais un peu arbitrairement, en termes de nouveautés. En fait il semble qu'en profondeur on ait ici affaire à une attitude principalement herméneutique, alors qu'avec les réductionnismes, la nature de l'interprétation est celle que l'on cherche à associer aux postulats de la connaissance objective (ce qui ne veut évidemment pas dire que l'auto- ne se veut pas à la recherche d'une connaissance objective, mais c'est la définition de celle-ci qui se trouve modifiée).

Une question intéressante serait de parvenir à trouver, dans les démarches et catégorisations d'une attitude, les répondants à celles de l'autre et les moyens d'interprétations mutuelles (dans les pratiques effectives, par-delà l'aspect strictement formel que nous avons envisagé plus haut) : la circularité joue-t-elle ici, et dans quelles limites, le rôle que joue la fonction vitale, là ? Le niveau, ici, peut-il être mis en correspondance avec une sorte de changement de régime, et lequel, dans une dynamique récursive, là ?

Enfin, plus brièvement, dans le secteur de la physique, on peut rappeler qu'assez récemment, une théorie physico-mathématique à caractère typiquement auto- a été portée candidate à l'interprétation et à la classification des particules élémentaires et de leurs interactions : la théorie dite du *"bootstrap"* qui incitait à concevoir les particules comme composées mutuellement les unes des autres, interactivement, de même que pour les particules et interactions entre elles. Cette théorie n'a pas été corroborée par l'expérience (c'est la chromodynamique quantique, avec ses quarks et ses gluons, qui est venue jouer le rôle qu'elle s'était assignée) mais elle demeure un exemple raisonnable et viable d'une théorie mathématisée acceptable, recourant explicitement au paradigme auto- d'un point de vue autant "métaphysique" que technique.

3.5. Avant d'en terminer sur ce point, il nous semble important de faire deux remarques de contenus et de portée très différents.

Tout d'abord nous ne pouvons éviter de remarquer que, pris sous un angle un peu "métaphysique" (c'est-à-dire en ce qu'il peut avoir de métaphysique et non de technique), le point de vue auto- conduit à ce que l'on pourrait appeler une *solipsisation des objectivités* dans le cadre de laquelle se pose avec acuité le problème des rapports entre elles de ces objectivités auto-constituées (ou en voie de l'être) : nous sommes en effet confrontés à une sorte de "monadologie" nouveau style. Il s'ensuit que, assez curieusement, le point de vue auto-, quand on le considère pour chaque système en cours de fonctionnement, va d'une certaine façon à l'encontre de la conception holistique qu'il entend pourtant illustrer et légitimer. En effet, comme nous l'avons déjà indiqué, c'est la question de l'existence et du passage entre eux des niveaux d'intégration, qui constitue une des difficultés majeures : ils ne participent ni de l'entité, ni de ses interactions constituantes et il faudrait qu'ils puissent ressortir à un régime différent d'objectivité et de constitution, ce qui ne manque pas d'apparaître paradoxal.

D'autre part, il faut souligner fortement que cette discussion a été menée essentiellement par rapport aux objectivités et phénomènes naturels ; le domaine des significations et relations humaines n'y est pas inclus, et notamment pas l'usage communicationnel et argumentatif du langage. Si nous reprenons un exemple déjà abordé au chapitre III, on notera que la thèse de l'a priori transcendantal de la communauté communicationnelle [21], [22] dont on peut considérer ici qu'elle revient en quelque

sorte à faire de la langue (ou, plus généralement de la communication) une condition de possibilité de l'usage de la langue (de la communication), engage aussi une auto-référenciation de principe. Mais celle-ci n'a pas le statut de l'imprédicativité logique (ce que souligne d'ailleurs Apel en la distinguant de celle qui nécessite une "hiérarchie illimitée de métalangages, métathéories, etc..." - et qui conduit, ainsi qu'on l'a rappelé plus haut, à élaborer une théorie des types). Au contraire cette auto-référenciation communicationnelle est un moyen de remplir une exigence de non-contradiction par rapport à celle qui est susceptible de se révéler dans l'auto-réfutation à quoi est exposée toute position d'externalité sur la langue qui ne se réduirait pas à une tautologie généralisée. D'autre part elle peut aussi être considérée comme fondatrice presque au sens de l'axiome de fondation en théorie axiomatique des ensembles : en même temps que le danger d'auto-réfutation, elle écarte la menace de la régression à l'infini. Enfin elle ne constitue pas, non plus, complètement un cercle : elle ne dit rien dans la langue et ce qu'elle dit sur la langue n'est que la condition de possibilité de la langue à pouvoir prédiquer dans et sur elle-même en tant qu'elle constitue une unité dynamique.

Ainsi apparaît-il que le fonctionnement formel de la représentation auto- (voire de la théorie, comme ce peut déjà être le cas dans certains domaines de la biologie, avec le système immunitaire par exemple [23]) ne saurait s'appliquer indifféremment à tous les secteurs d'analyse scientifique : dans les cas où les structures logiques détiennent une position dominante en matière d'explication ou de formalisation, la question de la confrontation aux paradoxes est essentielle; dans le cas où ce sont au contraire les systèmes de significations, argumentations, communications intersubjectives qui sont engagés, c'est la question de la fondation qui devient la plus importante.

ANNEXE :

Quelques remarques sur l'auto-référence et l'imprédicativité

Il n'est évidemment pas question ici de revenir longuement et de façon approfondie sur tous les travaux relatifs à ces questions (voir bibliographie de ce chapitre) mais seulement de faire quelques remarques qui peuvent apporter un éclairage particulier dans la perspective des discussions précédentes. Techniquement parlant, nous nous attacherons plus spécialement à quelques commentaires à propos de l'argument diagonal puisque c'est très fréquemment de ce point de vue que se sont développées les approches modernes.

A.1. En fait, dans l'argument diagonal originaire (dont nous rappelons plus bas la teneur à l'occasion de son analyse), on peut considérer que l'auto-référence qui s'y manifeste se situe dans le télescopage entre eux de deux niveaux distincts. Précisons en prenant le cas de la démonstration d'existence de la propriété d'indénombrabilité de l'ensemble des fractions décimales (mais l'argument vaudrait aussi bien pour l'établissement de la cardinalité de l'ensemble des fonctions par rapport au continu, ou pour la démonstration du fait que la puissance de l'ensemble des parties d'un ensemble est strictement plus élevée que celle de l'ensemble de départ).

Le premier niveau en question se situe dans la numérotation des digits d'une fraction décimale quelconque, *d*, écrite sous forme d'une suite infinie de chiffres (en base 10 pour plus de simplicité et avec les conventions habituelles sur la suite des 9 dans le cas où elle se terminerait normalement par des zéros), soit :

$$d = 0, a_1\, a_2 \ldots a_k \qquad (0 \leq a_j \leq 9) \qquad (d = \sum_{k=1}^{\infty} a_k\, 10^{-k})$$

Cette numérotation concerne la fraction elle-même et la définit extensionnellement en stipulant la valeur de chaque chiffre après la virgule ; il s'agit d'une numérotation pour ainsi dire "interne", qui caractérise la construction de l'objet mathématique lui-même et ne prend nullement position sur l'existence ou non d'un ensemble qui regrouperait de tels objets. Il n'y a à ce niveau aucune manifestation d'auto-référence.

Le second niveau - qui est celui où s'énonce l'hypothèse qui sera réfutée - fait aussi intervenir une numérotation, celle des fractions décimales elles-mêmes. Dans un premier temps cette numérotation suppose (i) qu'il existe un ensemble de toutes[1] les fractions décimales D (ici peut se situer une première occasion d'imprédicativité si nous sommes amenés à recourir à l'ensemble D, caractérisé comme contenant tous les *d*, pour définir un de ses éléments *d*), et (ii) que cet ensemble est de cardinalité dénombrable (puisque l'on suppose pouvoir en numéroter tous les éléments), ce que l'on démontrera précisément être faux par l'usage de la preuve diagonale. Cette numérotation peut être qualifiée d'"externe" (relativement à l'objet "fraction décimale") en ce qu'elle porte sur la suite des fractions décimales indépendamment de la valeur précise de chacune d'elle, c'est-à-dire indépendamment de la suite interne des chiffres qui la définissent.

La combinaison de ces deux numérotations pour désigner une fraction parmi d'autres conduit à introduire des symboles à deux indices $_{ai,\ k}$, l'un référant à la numérotation interne, disons le second, et l'autre à la numérotation externe ; en bref :

$$d_i = \sum_{k=1}^{\infty} a_{i,\ k}\ 10^{-k}$$

La substance de la preuve consiste alors à montrer que, bien que <u>toutes</u> les fractions décimales soient censées être représentées par les d_i (c'est l'hypothèse), on peut néanmoins construire un objet qui est une fraction décimale et qui n'appartient pas à l'ensemble des d_i. Cette contradiction avec l'hypothèse conduit à abandonner (ii) et à conclure que l'ensemble D est indénombrable. C'est dans la construction du nouvel objet que nous venons d'évoquer qu'on fait appel (outre le recours à la totalité) à une forme de circularité en mettant systématiquement en correspondance les deux types de numérotations pour leur faire jouer un rôle similaire, en sorte qu'elles deviennent interchangeables (c'est ce que nous avons appelé le télescopage des niveaux). Considérons cette étape. Elle consiste en deux moments :

1) on identifie entre elles les "natures" des deux numérotations en faisant jouer le même rôle conceptuel aux deux indices des coefficients (sans évidemment les permuter),

2) on considère chaque fraction décimale de façon privilégiée sous l'aspect pour lequel la permutation des indices est licite, à savoir le digit diagonal (tel que $i = k$).

Dans ces opérations, d'une part l'identification entre les deux numérotations se renforce (puisque l'on privilégie le rôle des coefficients diagonaux pour lesquels les indices sont permutables) et d'autre part on assiste à une réduction considérable de l'"identité" (si l'on peut dire) des éléments, puisque l'importance de l'expression complète des fractions est minorée au profit de leur caractérisation diagonale (à la limite on peut dire que sémantiquement la nature de l'objet se modifie en passant d'une ontologie numérale effective à une sorte d'ontologie symbolique abstraite).

Il suffit ensuite de construire la fraction décimale complète d^*, au moyen d'une procédure qui impose que chaque p-ième digit soit <u>différent</u> de a_{pp}, pour être sûr que d^* ne figure pas déjà dans la numérotation envisagée (qui était pourtant censée avoir répertorié toutes les fractions décimales). De cette contradiction, et si on ne remet pas en cause l'hypothèse selon laquelle il existe un ensemble de toutes les fractions décimales, on conclut que l'hypothèse de dénombrabilité de D est fausse et que sa cardinalité est strictement supérieure au dénombrable (le continu).

On remarquera au passage le traitement différent réservé aux conclusions mathématiques par rapport à des conclusions de type plus logiques. Dans les démonstrations relatives aux mathématiques, ce sont les <u>propriétés</u> des ensembles qui font principalement l'objet de la mise en cause en cas de contradiction apportée par la preuve diagonale (ici la dénombrabilité de D) ; dans l'attitude de la logique mathématique, en revanche, ce sont les questions d'<u>existence</u> qui prévalent pour la résolution des antinomies (par exemple la non existence de l'ensemble de tous les ensembles). Les effets

[1] Il y a, dans cette référence à la <u>totalité</u>, un premier aspect susceptible d'être discuté (*cf.* l'analyse des antinomies logiques). Nous ne nous y attarderons pas ici.

théoriques également semblent différents : dans le premier cas on assiste plutôt à un enrichissement ontologique (ensembles de cardinalités supérieures, théories du transfini) et dans le second, plutôt à une restriction méthodologique (distinction entre types logiques par exemple). Le traitement de l'imprédicativité énonciative semble se situer en position intermédiaire selon qu'elle est à dominante syntaxique ou sémantique. Le facteur déterminant qui gouverne ces diverses attitudes semble donc associé à la pertinence plus ou moins grande (voire à l'existence ou non) d'un contenu plus ou moins intuitif : s'il joue un rôle essentiel, la contradiction aura tendance à être imputée aux propriétés, sinon c'est la consistance de l'entité formelle en tant que telle qui sera plutôt mise en question. Un peu comme pour les langages où la règle permet ou interdit la formation de formule (intervient au niveau de l'existence possible) alors que c'est la question de la vérité ou de la fausseté qui rend recevables ou non les contenus propositionnels.

Dans le même esprit, sur ce point, notons que le rapport entre la structure de l'argument diagonal et celle de l'antinomie de Russell est souligné et discuté notamment par A. A. Fraenkel (*Abstract Set Theory*, North-Holland, 1976) à propos de la démonstration de Cantor sur la cardinalité de l'ensemble des parties d'un ensemble (cette démonstration, sur laquelle nous ne revenons pas, est d'autant plus éclairante pour notre propos actuel qu'elle met en jeu explicitement l'appareil technique de la théorie des ensembles et de leurs relations d'appartenance, au même titre que pour l'antinomie de Russell). Mais Fraenkel prend également soin d'indiquer que les rôles que jouent ces deux preuves sont très différents : dans le cas de l'ensemble des parties, la méthode réfute une hypothèse précise et arbitraire (ce que nous avons rapporté à des propriétés d'un contenu), tandis que dans le cas de l'antinomie, c'est la définition d'un ensemble vague qui est rejetée (ainsi ce n'est pas le principe du tiers exclu, par exemple, que l'on considère comme réfuté).

A.2. Le télescopage des deux niveaux qui se trouve à l'origine de ces difficultés peut encore être considéré comme l'établissement d'une bicircularité qui s'exprime une fois en termes de négation (dans un mouvement de définition) et une fois en termes positifs (dans un mouvement de déduction). Pour expliciter ce point il sera plus efficace (pour des raisons de clarté) de prendre appui cette fois sur la démonstration, toujours par preuve diagonale, selon laquelle l'ensemble des fonctions a une cardinalité supérieure à celle du continu.

Supposons d'abord que cette cardinalité de l'ensemble des fonctions est celle du continu. Alors toute fonction $f(x)$ sur [0,1] par exemple peut être mise en correspondance bijective avec un réel z de cet intervalle. Soit donc $f_z(x)$ cet ensemble de fonctions. Définissons alors, toujours sur [0,1], la fonction $g(z)$ telle que, pour tout z, $g(z)$ est différente de $f_z(z)$ (c'est toujours possible). Puisque $g(z)$ est une fonction sur [0,1] elle peut se mettre, par hypothèse sous la forme d'une $f_u(x)$; et en particulier $g(u) = f_u(u)$, ce qui est contraire à l'hypothèse de construction de g. D'où l'on déduit qu'il n'y a pas de bijection entre l'ensemble des fonctions et le continu.

Il apparaît nettement que l'on fait intervenir deux fois la circularité : une fois pour construire (selon un mode négatif : $g(z) \neq f_z(z)$, comme on avait, plus haut, $b_k \neq a_{k,\,k}$] et une fois pour dériver la contradiction (selon un mode positif $g(u) = f_u(u)$]. C'est exactement ce qui se produit dans la présentation de l'antinomie de Russell (on construit d'abord l'ensemble des ensembles qui ne sont pas membres d'eux-mêmes et l'on montre ensuite qu'un tel ensemble doit être membre de lui-même).

Dans une certaine mesure le paradigme auto- n'est pas exempt de ce caractère bicirculaire et, ce faisant, est peut-être exposé dans son développement à certains éléments paradoxaux. Ainsi, un système auto-organisé se définit-il aussi, comme tout système déterminé, en contraste avec son environnement (en se séparant de lui, négativement en quelque sorte) mais en même temps son processus auto-poïétique exige, s'il n'est pas isolé (ce que rejette *a priori* la conceptualisation auto-), que d'une certaine façon (et déductivement cette fois, pour ainsi dire), l'environnement le constitue, voire même qu'il tende à être lui-même son environnement (*via* la connaissance, par exemple, par quoi l'autonomie se constitue en rupture et avec l'altérité). Une telle représentation côtoie l'antinomie formelle que nous avons discutée : relativement à l'hétéro-, l'auto- peut apparaître comme "diagonal" (en un sens métaphorique par rapport à l'argument : comme appartenant exhaustivement au monde qui le détermine et l'environne)... pourvu qu'il ne le soit pas (c'est-à-dire qu'il se définisse comme n'y

appartenant pas, au sens où il n'y est pas réductible) ; ce qui revient à gloser : "l'auto-, par définition, n'est pas réductible, d'où l'on déduit formellement qu'il l'est".

REFERENCES DU CHAPITRE IV

[1] F. BAILLY, J. PETITOT, Les mathématiques : de la diversité à l'unification, *Enc. Univ., Symposium*, Paris, 1990.
[2] A. LAUTMAN, *Essai sur l'unité des mathématiques*, UGE, Paris, 1977.
[3a] J. CAVAILLES, *Philosophie mathématique*, Hermann, Paris, 1962.
[3b] J. CAVAILLES, *Méthode axiomatique et formalisme*, Hermann, 1981.
[4a] J-M. SALANSKIS, Le continu et l'herméneutique, Colloque de Cerisy *: Rationalité et objectivités de la Science*, 1988.
[4b] J-M. SALANSKIS, L'arithmétique prédicative, ou l'herméneutique des nombres entiers, *Sém. Phil. Math.*, ENS, Paris, 1990.
[5a] J. PETITOT, Refaire le Timée, *Rev. Hist. Sc.*, XL, 1, p.79, Paris, 1987.
[5b] J. PETITOT, Logique transcendantale, synthétique *a priori* et herméneutique mathématique des objectivités, *Fund. Sc.*, 1990.
[6] COLLECTIF, *L'explication dans les sciences*, Flammarion, Paris, 1973.
[7] R. THOM, *Stabilité structurelle et morphogenèse*, Interéditions, 1977.
[8] S. SHAPIRO, Second Order Languages and Mathematical Practice, *Journ. of Symbolic. Logic*, 50, Cornell Univ. Lib., Duke Univ. Press, 1985.
[9] J. PETITOT, Schématisme et interprétation, in : *Cahiers Confrontations* n°17, Aubier, 1987.
[10] J. VUILLEMIN, *La logique et le monde sensible*, Flammarion, Paris, 1971.
[11] M. HEIDEGGER, *Qu'est-ce qu'une chose ?* , TEL Gallimard, Paris, 1988.
[12a] J.G. FICHTE, La théorie de la science de 1804, *XXIVème conférence*, Aubier Montaigne, Paris, 1967.
[12b] J.G. FICHTE, "id.", *XXème conférence.*
[13a] G.W.F. HEGEL, *La raison dans l'histoire*, U.G.E., Paris, 1979.
[13b] G.W.F. HEGEL, *Préface à la phénoménologie de l'esprit*, Aubier, Paris, 1966.
[14] A.A. FRAENKEL, Y. BAR-HILLEL, A. LEVY, *Foundations of set theory*, North-Holland, 1984.
[15] J.L. KRIVINE, *Théorie axiomatique des ensembles*, PUF, Paris, 1969.
[16] K. POPPER, Self reference and meaning in ordinary language, *Mind*, 63, p.162, 1954.
[17] J.M. SALANSKIS, *Critique*, n°379, Décembre, Paris, 1978.
[18] G. HEINZMANN, *Entre intuition et analyse*, A. Blanchard, 1985.
[19] P. DUMOUCHEL, J-P. DUPUY, Ed., *L'auto-organisation*, Colloque de Cerisy, Seuil, 1983.
[20] *Cahiers du CREA*, n°8, Généalogies de l'auto-organisation, CREA, Paris, 1985.
[21] K.O. APEL, La question d'une fondation ultime de la raison, *Critique*, n°413, Paris, Oct. 1981.
[22] J. HABERMAS, La modernité: un projet inachevé, *Critique*, n°413, Paris, Oct. 1981.
[23] F. VARELA, Réseaux immunitaires : modèles et applications, *Séminaire Synergie et cohérence dans les systèmes biologiques*, 1988.

CHAPITRE V[1]

A PROPOS DES OPERATIONS THEORICO-PRATIQUES DE TRAITEMENT DU REEL :

MESURE

Dans la mesure même où les activités de recherches disciplinaires visent à la connaissance du réel (fût-il construit) et à l'action sur lui, il est clair qu'elles ne peuvent le plus souvent se cantonner à une approche purement théorique qui risquerait de ne rester que spéculative : la méthode scientifique comporte une composante essentielle de nature expérimentale et observationnelle (quand bien même cette composante demeurerait masquée ou devrait être interprétée en un sens particulier suivant les spécificités de la discipline, comme cela peut être le cas en mathématiques ou en philosophie par exemple). Comme nous aborderons brièvement, sous cet angle, au chapitre suivant (paragraphe **3.3.**), l'analyse très générale des couples conceptuels théorique/expérimental ou théorique/observationnel, nous ne nous y étendrons pas ici. Nous nous limiterons dans ce chapitre, par souci de précision et d'approfondissement, à considérer la détermination et le fonctionnement selon les secteurs disciplinaires, du seul concept de **mesure**, déjà extrêmement riche par lui-même.

Le premier paragraphe aura pour objet de caractériser (et de distinguer) ce que l'on entend par *mesure* selon qu'il s'agit des mathématiques ou des sciences de la nature, notamment de la physique ; à cette occasion nous serons conduits à développer (paragraphe **2**) une réflexion sur ce que recouvrent les concepts d'**observabilité** et d'**inobservabilité** physiques. Le troisième paragraphe tentera d'expliciter les présupposés théoriques associés aux opérations de mesure dans ces domaines disciplinaires et les conditions de possibilité de ces opérations, que celles-ci soient abstraites ou concrètes ; nous serons alors conduits à étendre la discussion aux cas des disciplines biologiques, voire de sciences sociales.

1. MESURES MATHEMATIQUES, MESURES PHYSIQUES

En mathématiques, le concept de mesure ne prête pas à ambiguïté, même s'il existe, techniquement parlant, plusieurs façons de définir des mesures mathématiques particulières (par exemple, les intégrales de Riemann, ou la mesure de Lebesgue, ou de Radon, etc.) : il s'agit toujours d'un objet construit à propos d'autres objets construits. Intuitivement, cela concerne la détermination de certaines propriétés ou attributs métriques d'objets mathématiques : la longueur d'une courbe, l'aire d'une surface, la mesure d'un ensemble. Théoriquement, la mesure répond à une axiomatique précise et elle est toujours définie sur un *espace* (espace "usuel", espace fonctionnel, espace de probabilité, ensemble...). Certaines considérations d'ensembles particuliers peuvent d'ailleurs conduire à des situations tout à fait contre-intuitives, voire paradoxales (par exemple s'il s'agit d'ensembles fractals à la Cantor ou d'ensembles de Julia [1] ou encore s'il s'agit des mesures associées à des opérations de découpages de sphères du type Hahn-Banach [2], dont on montre qu'à partir d'une sphère on peut en construire deux, sans perte ni sans reste !). Il faut donc prendre de grandes précautions conceptuelles et théoriques dans le maniement opératoire (et *a fortiori*, discursif) du concept. En tout état de cause, la théorie mathématique de la mesure constitue un domaine bien spécifié, particulièrement élaboré et délicat, des mathématiques et dont les applications dans les sciences de la nature sont parfois, comme nous le verrons, tout à fait essentielles, y compris dans ces aspects contre-intuitifs.

Par contraste avec la mesure en mathématiques, la mesure physique concerne moins un objet donné que le *rapport* entre cet objet et l'observateur qui cherche à en connaître les propriétés : il s'agit moins d'une définition et d'un calcul que d'une *action* sur l'objet d'expérience ou d'observation. En cela, l'opération de mesure représente une modalité essentielle du rapport général entre théorie et pratique dans le domaine scientifique.

[1] Ce chapitre est entièrement nouveau par rapport à la publication de 1991 (R.I.S.).

Qui dit rapport dit aussi précautions à prendre pour ne pas en altérer la signification et l'interprétation. Comme dans le cas des mathématiques ces précautions sont d'ordre théorique (*cf*. en particulier tout le domaine de la métrologie), mais en plus elles doivent ici être très concrètes. Mais elles ne sont pas identiques quel que soit le secteur de la physique qui les appelle.

En physique classique où l'objectivité de l'objet soulève moins de difficultés théoriques et conceptuelles qu'en physique quantique, on prendra en compte principalement des qualités relatives à l'instrument de la mesure (précision, fidélité, exactitude...) bien plus que des propriétés qui concerneraient l'objet lui-même.

En physique quantique, en revanche, on devra tenir compte de la spécificité du problème physique qui fait l'objet de la mesure (par exemple en rapport avec les relations d'indéterminations de Heisenberg qui concernent des variables conjuguées[1] et du rôle physique *interne* au problème (que sont censés manifester les résultats de la mesure) de la réalisation des interactions entre observateur et objet de la mesure (ce qu'on appelle "réduction du paquet d'onde" ou "projection du vecteur d'état"). Ce sont ces conditions très spéciales qui régissent le statut théorique intrinsèque de la mesure en physique quantique qui donnent naissance aux débats sur le caractère "non causal" (relativement au système quantique lui-même) de cette mesure, ou encore aux paradoxes du type EPR [3]. Ce que manifestent le plus spectaculairement les propriétés de *non séparabilité* de l'objet quantique [4].

A la limite, on peut dire qu'en physique quantique la mesure revêt un aspect *constitutif* de l'objet quantique observé et que celui-ci n'apparaît que comme actualisation seconde (de par la mesure) par rapport à une virtualité première que représente l'*observable* quantique (ce terme sera plus largement discuté dans le paragraphe suivant ; il s'agit d'un opérateur - mathématique - auto adjoint sur un espace de Hilbert).

Mais ce n'est pas que dans le domaine de la technicité quantique que se pose la question de l'observabilité ou de la non observabilité physique. La question de la mesure introduit tout naturellement à ce thème, et c'est celui que nous voulons maintenant aborder.

2. OBSERVABILITE ET INOBSERVABILITE EN PHYSIQUE

2.1. Les termes d'observables ou d'inobservables revêtent en physique des significations suffisamment différentes et variées selon le contexte de leur emploi pour qu'il soit nécessaire de commencer par une brève présentation avant d'engager la discussion sur leur statut et sur leur rôle théorique ou épistémologique.

(i) Pour commencer, il y a l'utilisation du terme dans le sens habituel du langage courant : des entités physiques dont l'existence est supposée ou postulée peuvent être inobservables pour des raisons de difficultés techniques, comme ce fut le cas, par exemple pour les atomes (en tant qu'entités proprement physiques et non plus métaphysiques) à l'époque où Boltzmann formulait sa théorie cinétique des gaz. Dans ce cas, on peut espérer qu'une amélioration des techniques permettra une mesure et une observabilité future, pour autant, bien entendu, que les postulats d'existence soient vérifiés.

(ii) A un second niveau, toujours dans le domaine de l'analyse de l'objectivité physique et de la mesure qui l'accompagne, il peut exister des situations d'inobservabilité théorique, liées à la nature même des entités considérées. Pour reprendre un exemple déjà utilisé, à propos de la mesure proprement dite, il n'est par principe pas possible d'observer simultanément, avec une précision arbitraire, la vitesse et la position de particules quantiques inégalités de Heisenberg) ; de même, il n'est, par principe, pas possible, en cosmologie, d'observer directement un trou noir, même si on peut en déceler les effets sur son environnement. On peut aussi ranger dans cette catégorie des objets effectivement existants et néanmoins théoriquement inobservables tous ceux qui se révèlent structurellement instables (tels des états dynamiques d'équilibre sensibles aux conditions initiales, par

[1] Si A et B sont des variables conjuguées au sens de la théorie quantique (correspondant à des observables qui ne commutent pas), on sait que les précisions des mesures simultanées sur chacune de ces variables, *d* A et *d* B, sont telles que leur produit est, en gros, supérieur à la constante de Planck *h*, c'est-à-dire que l'on a : *d* A *d* B > *h*.

exemple). Dans tous ces cas, ce sont les conditions mêmes de construction des objectivités physiques qui comportent l'interdiction théorique de certaines observabilités.

(iii) Troisièmement, et l'on voit que le point de vue est très différent, il y aura dans le cadre de la technicité physique elle-même, les *observables* de la physique quantique que nous venons de mentionner, ces opérateurs mathématiques auto adjoints, définis dans un espace de Hilbert ; ils se présentent comme des êtres à partir desquels les effets proprement physiques pourront se manifester (toujours par le biais de la mesure physique) sous forme de réalisation statistique des valeurs propres de ces opérateurs. Sous cet angle l'observable physique renvoie métaphoriquement à ce qui en effet est susceptible d'une observation au sens plus habituel, c'est-à-dire d'une mesure, mais en fait il s'agit d'entités purement théoriques et de nature strictement mathématique.

(iv) Enfin, en nous plaçant dans une perspective plus épistémologique, cette fois, on soulignera le rôle et l'importance de l'expression de certaines inobservabilités de principe, sous la forme de principes de relativité. En effet, l'existence d'invariances sous des opérations de symétries et des groupes de relativité exprime sans aucun doute des restrictions formelles à certaines possibilités d'observation (par exemple une invariance de translation dans le temps ou dans l'espace implique l'incapacité de fixer une origine absolue des temps ou la définition d'une vitesse absolue) ; invariances, théories de jauge, groupe de relativité fixent les limites de la connaissance que l'on peut avoir d'un système et des quantités que l'on peut mesurer et observer. L'extraordinaire, épistémologiquement parlant, tient au fait que ce sont précisément ces principes de relativité, et donc ces limites imposées à l'observation qui contribuent à *déterminer*, en un sens très fort, les objectivités physiques qui y obéissent [5]. En effet, le théorème de Noether associe à chaque type d'invariance ainsi imposée la conservation de grandeurs physiques qui constituent les éléments mêmes de la réalité physique, de la mesure, de l'observation. Ainsi, par exemple, à l'invariance de translation dans le temps est associée la conservation de l'énergie ; à l'invariance de la translation dans l'espace, la conservation de la quantité de mouvement, à l'invariance dans le changement global de phase en mécanique quantique (impossibilité de fixer - d'observer - une origine absolue des phases), la conservation de la charge électrique, etc. Dans ce cas, on pourrait presque dire que, paradoxalement, c'est la condition d'inobservabilité de principe de certaines grandeurs qui conduit à la caractérisation réelle du système physique et de ses grandeurs observables.

Dans ce qui suit, nous nous attacherons principalement à la discussion de ces différents aspects et, à l'occasion, des modes plus ou moins implicites de relations causales qui peuvent y être rattachés. Mais avant de passer à un examen plus approfondi il peut se révéler intéressant et pertinent, d'un point de vue conceptuel, de procéder à une brève réflexion sur ce que l'on pourrait presque appeler une observabilité des êtres mathématiques ou logiques eux-mêmes, telle qu'elle semble surgir relativement "naturellement" de la théorie des modèles.

On sait, en effet [6], qu'une axiomatique donnée (par exemple l'axiomatique de Peano pour l'arithmétique, dans la logique des prédicats du premier ordre) peut donner naissance (pour des raisons de non catégoricité ou d'incomplétude) aussi bien à des modèles non standard qu'à des modèles standard. Sans entrer dans les détails, le point important que nous voulons souligner ici tient au fait qu'il existe dans les modèles non standard des constantes (des êtres mathématiques) que le modèle standard ne sait ni discerner ni, donc, "nommer". Ces constantes peuvent être considérées sans excessif abus de langage comme des "inobservables" pour le modèle standard, inobservables que le modèle non standard permet pour sa part de caractériser et d'"observer". Il est alors intéressant de remarquer que cette observabilité nouvelle s'accompagne, selon l'approche qui a permis l'introduction du modèle non standard, soit d'un changement syntaxique (introduction d'un nouveau prédicat unaire "st"), soit d'un "élargissement" (au sens technique du terme) de l'univers sémantique de référence, c'est à dire soit d'une modification de la structure du langage formel, soit d'une modification de l'ontologie de l'univers de référence.

2.2. Revenons maintenant, pour les discuter brièvement, sur chacune des configurations que nous venons d'évoquer.

(i) La première situation est la plus classique et elle a fait l'objet de bien des analyses épistémologiques, aussi ne nous y étendrons-nous pas longuement. Soulignons simplement le rôle que la postulation de l'existence de certaines entités physiques peut jouer dans la modélisation, puis dans la formalisation de la réalité physique. Ces entités peuvent être conçues comme réelles (et se présentant à ce titre comme des objets valides d'une recherche visant à les mettre en évidence) ou comme métaphoriques (supports heuristiques à l'imagination et au raisonnement, visant à produire une représentation adéquate des phénomènes réels dont il convient par ailleurs de découvrir la nature) par ceux qui les introduisent.

Ainsi, dans le premier registre, on peut citer les longs débats des physiciens de l'optique sur le caractère ondulatoire ou corpusculaire de la lumière (débat laissé longtemps en suspens, jusqu'à la construction des théories quantiques). Sur un terrain comparable on peut aussi rappeler la violente controverse, à la fin du XIXème siècle, entre Boltzmann et Ostwald notamment sur la question de l'existence objective des atomes. On peut dire dans une certaine mesure, qu'à cet égard, jusqu'à l'avènement des théories modernes (relativité, physique quantique), il pouvait y avoir une plus ou moins grande coïncidence entre la recherche de la démonstration de l'existence effective de ces entités et l'expérimentation physique visant à les observer. Il est significatif que ce soit finalement la situation paradoxale engendrée par la capacité d'observer et de mesurer des propriétés envisagées comme mutuellement exclusives (ondes ou corpuscules, par exemple) qui ait ouvert la porte à des théories non classiques, beaucoup moins intuitives que les précédentes et relativement auxquelles le statut de l'observation et de la mesure devait profondément changer. On remarquera que ce genre d'approche privilégie, du point de vue de la représentation causale, tout ce qui relève des *causalités matérielles et efficientes* (pour reprendre les vieilles catégorisations), que l'on cherche à observer des objets réels ou que l'on cherche à identifier des interactions à travers les effets desquelles il se peuvent se manifester.

Sous le second aspect, on peut mentionner les représentations heuristiques que l'on pouvait se faire de l'éther ou de résonnateurs électro-magnétiques, ou de "masses invisibles", en cherchant à en dégager des structures formelles plus qu'à mettre en évidence une réalité que l'on savait métaphorique. De ce point de vue, le statut de l'observabilité était reporté aux conséquences pratiques que l'on pouvait inférer du fonctionnement des modèles bien plus qu'à l'identification des éléments et interactions entrant comme ingrédients dans ces modèles. La démarche à cet égard se comparerait alors un peu à la situation contemporaine, à ceci près, qui reste essentiel, que les modèles en question s'appuient aujourd'hui principalement sur la postulation de structures mathématiques (groupes de relativité, symétries) bien plus que sur une représentation plus ou moins substantielle ou mécaniste d'objets et d'interactions. Néanmoins on peut noter qu'avec ce souci modélisateur et malgré ces profondes différences, on tend à se rapprocher du fonctionnement d'une causalité formelle, telle que nous la verrons opérer à plein dans les constructions théoriques les plus récentes (voir paragraphe 2.4.). Dès lors ce qui tombe dans le champ de l'observabilité est censé relever des conséquences que l'on peut en tirer plus que de l'identification matérielle et substantielle des sources qu'on peut leur prêter.

(ii) Sur ce dernier point, la situation est encore plus spectaculaire lorsqu'il s'agit de rechercher des conséquences, des effets caractéristiques, qui justifieraient des hypothèses théoriques relatives à l'existence de certains objets dont la théorie elle-même les voue à ne pas être "observables" au sens classique, c'est-à-dire directement, dans leur identité propre. Ainsi en va-t-il, avons-nous vu, des trous noirs en cosmologie, par exemple, ou de la mesure simultanée de certaines grandeurs en physique quantique. Référer à de tels concepts, c'est se placer dans la position paradoxale de construire une objectivité condamnée à ne pouvoir accéder directement aux objets ainsi construits.

Le trou noir n'est, quasiment par définition, pas observable comme tel puisque tout moyen d'observation, fût-ce le plus fin et le plus immatériel comme l'est la lumière, est destiné à être capté par lui dès qu'il entre dans son champ d'attraction. Le plus que l'on puisse observer d'un trou noir est donc, à distance, la matière qu'il perturbe en l'aspirant. C'est donc seulement par une inférence abstraite que l'on peut conclure qu'il y a là un "objet" qui cause ces effets, effets dont nous devons nous contenter pour décider s'il s'agit ou non de ceux que l'on peut attendre de l'objet théoriquement construit.

Dans un autre registre, un état dynamique d'équilibre peut bien éventuellement exister théoriquement (voire pratiquement sous certaines conditions de contraintes imposées *ad hoc*) et pourtant se révéler complètement inobservable selon les critères d'observabilité des phénomènes dans lesquels il peut apparaître, s'il est fondamentalement instable. Ainsi, par exemple, un crayon à la pointe extrêmement fine peut bien posséder, s'il présente les conditions de symétrie requises, l'état d'équilibre correspondant au fait qu'il peut reposer verticalement sur sa pointe, l'instabilité foncière d'un tel état interdira qu'on puisse jamais l'observer dans l'expérience (à la limite les fluctuations quantiques *intrinsèques* à tout objet l'interdiront).

De façon similaire, bien que nous plaçant dans un tout autre paysage conceptuel, il en va de même, avons-nous vu, de la mesure simultanée, avec une précision arbitraire, de variables conjuguées telles, par exemple, la vitesse et la position d'une particule quantique : les inégalités de Heisenberg s'y opposent strictement. Dans ce cas, les contraintes d'inobservabilité pèsent sur une corrélation de deux mesures, corrélation que les théories classiques considèrent comme inexistante : les mobiles classiques ont une vitesse et une position séparément bien déterminées et leurs mesures opèrent en principe indépendamment l'une de l'autre. En fait, comme l'on sait, c'est la notion même de "particule" qui, dans ce cas, se trouve subvertie au profit de l'introduction d'une entité bien moins intuitive, le quanton, dont les réponses aux sollicitations expérimentales peuvent varier d'un comportement de type corpusculaire (effet photo-électrique, par exemple) à un comportement de type ondulatoire (interférences, par exemple). Si l'on s'obstine à raisonner selon les catégories classiques on en arrive à une situation épistémologiquement intenable : ce que l'on observe semble changer de nature selon le moyen d'investigation (la réponse dépend de la façon de poser la question) et le terme d'observabilité est désormais couplé à la désignation de ce sur quoi elle porte et des méthodes utilisées pour la réaliser.

(iii) Examinons maintenant de façon un peu plus détaillée que précédemment une autre situation qui se présente spécifiquement dans la physique quantique et dans laquelle le terme d'"observable" revêt un sens technique, totalement intra-théorique. Dans ce cas, nous sommes confrontés à une sorte de dédoublement du champ théorique. En effet, les univers d'objets que ces théories considèrent se dédoublent, pour ainsi dire, entre un univers d'objets que l'on peut qualifier de **virtuels** - interactions et éléments sur lesquels portent en général les équations d'évolution (et qui correspondent à des ensembles de cardinalité continue : fonctions d'ondes, potentiels, par exemple) - et un univers **des valeurs d'observables** à quoi seul accède la mesure (et qui, généralement, constituent des ensembles dénombrables, le plus souvent discrets dans les cas typiques)[1].

Les observables elles-mêmes sont donc représentées par certains opérateurs pourvus de propriétés mathématiques particulières et opérant dans un espace mathématique abstrait, bien caractérisé mais sans contrepartie dans la réalité physique proprement dite. S'il est essentiel de rappeler que l'introduction de ce genre de distinction entre objets théoriques est étroitement associée à l'analyse de l'opération de mesure quantique et du rôle, en ce sens, de l'observateur, il est également important de souligner que toutes virtuelles ou "inobservables" que demeurent les entités à partir desquelles on définit les phénomènes et on décrit les processus, elles n'en demeurent pas moins indispensables pour permettre les calculs et établir les prévisions (souvent de nature statistique) relativement aux valeurs que doivent prendre les observables. Un peu comme si ces valeurs se présentaient comme des manifestations de surface d'une virtualité plus riche, mathématiquement bien délimitée, mais qu'on ne peut espérer atteindre au moyen de mesures physiques directes.

(iv) Enfin, un des aspects le plus intéressant, selon nous, de certains postulats d'inobservabilité est le rôle proprement *déterminant* pour les théories physiques que, paradoxalement, ils peuvent être amenés à jouer, ou encore le rôle *constructif* (par exemple pour des interactions physiques) qu'ils peuvent remplir. Considérons à cet égard, successivement, les théories relativistes, invariantes sous les transformations de certains groupes de difféomorphisme d'espace (portant donc sur des variables

[1] Un tel dédoublement rappelle les problématiques de la non catégoricité et de l'incomplétude que nous avons évoquées plus haut et suggère une analogie possible avec la distinction entre version dénombrable et version de cardinalité supérieure en théorie des modèles [7].

externes) et les théories de jauge, invariantes sous l'action de groupes de jauge (portant sur des variables internes).

Dans les théories relativistes, on pose par exemple l'inobservabilité physique d'une translation des coordonnées d'espace, ou de rotations de ces coordonnées, ou d'un changement d'origine des temps. Il en résulte les propriétés de conservation, respectivement du moment cinétique, du moment de rotation, de l'énergie. Or ce sont ces invariants qui se présentent comme les grandeurs mesurables essentielles de ces théories, c'est-à-dire comme les observables fondamentales. Il apparaît donc que les observables sont dans un rapport de *dualité intrinsèque* avec les quantités principiellement inobservables et que la caractérisation au moyen des groupes de relativité qui expriment mathématiquement ces inobservabilités détermine en effet les grandeurs invariantes accessibles à l'expérimentation et la mesure.

On sait par ailleurs qu'en relativité générale, la caractérisation de la géométrie de l'univers considéré associée aux groupes de relativité qui la concerne (c'est-à-dire aux définitions des inobservables mutuelles) revient à la définition de l'énergie-impulsion dans cet univers : les forces sont relativisées à la géométrie dont les invariances (l'incapacité de distinguer un repère par rapport à un autre) définissent les traits principaux.

Il en va de même dans les théories de jauge où, cette fois, ce sont des variables internes qui sont caractérisées, au moyen des groupes de jauge, comme des quantités inobservables. Par exemple, l'inobservabilité d'une origine des phases, pour la fonction d'onde quantique, conduit à déterminer l'invariance de la charge électrique ; et c'est le cas pour bien d'autres nombres quantiques. Mais il y a plus : comme dans le cas de la relativité, le choix des jauges et leurs changements permettent de définir, ou au contraire de faire disparaître, les interactions elles-mêmes qui caractérisent les effets réciproques des champs entre eux. Par exemple, c'est le choix de la jauge de Lorentz qui permet de faire apparaître les potentiels d'interactions électromagnétiques comme corrélats de l'invariance de jauge.

Tous ces exemples montrent bien qu'à ce niveau la caractérisation formelle des limites de ce que l'on pose comme le physiquement connaissable d'une théorie - et donc de ce que l'on peut appeler, sans extension abusive, les limites de l'observabilité qu'elle permet - détermine du même coup les invariants de la théorie, ses lois de conservation et par conséquent la nature physique de ses objets et les interactions qui les gouvernent. Bref, tout ce qui va pouvoir entrer dans le champ de la mesure et de l'observation proprement dites. Il est clair que dans cette configuration de l'analyse du fonctionnement des théories physiques, on est conduit à attribuer un rôle essentiel à ce que l'on peut à bon droit appeler une *causalité formelle*.

2.3. Ce bref survol des concepts d'observabilité ou d'inobservabilité en physique nous a permis de dégager des situations assez différentes entre elles, selon le niveau d'analyse et le caractère plus ou moins épistémologique ou plus ou moins technique de ce à quoi ces notions pouvaient renvoyer. Mais pour conclure nous voudrions faire appel ici à un autre concept, repris et renouvelé par J-P. Baton et G. Cohen-Tannoudji [8*a*], [8*b*] à la lumière des résultats obtenus par la physique des particules dans ses développements les plus récents et dans le cadre des questions fondamentales qu'elle continue à soulever : le concept d'horizon.

L'horizon, selon les points de vue développés par ces auteurs, peut être (grossièrement) caractérisé notamment par ce qui sépare, relativement à la démarche de connaissance scientifique, ce qui relève de la modalité du possible (le domaine du virtuel en quelque sorte) et ce qui relève de la modalité du réel (le domaine de l'accessibilité expérimentale et de l'obtention de résultats effectifs). Cette séparation est objective en ce qu'elle est définie au sein de la théorie elle-même qui la formule mathématiquement (par exemple par les inégalités de Heisenberg ou par la caractérisation d'éléments minimaux de temps, tel le temps de Planck), mais son existence ne s'oppose pas à la construction d'autres objectivités théoriques susceptibles de la déplacer, toujours d'un point de vue scientifique objectif, à l'image d'un horizon qui semble se déplacer au fur et à mesure de l'avancée de l'observateur.

Si l'on adopte un tel schéma d'analyse, il devient alors tentant de rapprocher au moins certains aspects du concept d'observabilité de cette modalité de réalité et d'accessibilité effective et certains aspects de l'inobservabilité de la modalité du possible. Dès lors, le couple conceptuel observable/inobservable s'articulerait autour de cette ligne d'horizon, tout à la fois objective et "mobile" selon la nature des propriétés considérées.

3. PRESUPPOSES ET CONDITIONS DE POSSIBILITE DE LA MESURE ; PRATIQUES DISCIPLINAIRES DE LA MESURE

Comme on le sait, dans les sciences de la nature l'opération de mesure n'est pas un acte simple ni pur. Il présuppose et comporte beaucoup de théorie qui s'y condense, beaucoup de prédéterminé, voire de préjugé, qui s'y exprime, beaucoup d'interprétation qui l'oriente et oriente les conclusions que l'on peut en tirer. De fait, l'acte de mesure renvoie à trois domaines de constitution au moins : celle de l'objet ou du phénomène à mesurer, celle des moyens expérimentaux ou observationnels de la mesure proprement dite, celle enfin de la signification de la mesure, de sa pertinence relativement au cadre interprétatif, conceptuel et causal auquel on le rapporte. Ce sont ces aspects que nous voulons maintenant examiner, dans leur généralité et exemples principalement issus de la physique à l'appui d'abord, relativement aux spécificités d'autres disciplines ensuite.

3.1.

(i) Le fait que l'acte de mesure ne soit pas seulement pratique et empirique mais comporte une quantité considérable de théorie qui contribue à le constituer est évident à bien des égards. Théorie d'abord qui guide et mène la mesure : on ne mesure pas n'importe quoi au hasard, mais déjà un phénomène délimité et construit comme tel. Théorie condensée dans l'instrument de la mesure, ensuite ; soit dans sa construction propre (balance, télescope, RMN…), soit dans la construction du rapport entre l'instrument et le phénomène ou l'objet qu'il doit mesurer. Théorie relativement aux principes de validation des résultats de la mesure enfin : l'arpentage et la mesure des surfaces de formes circulaires par exemple ne donne pas les mêmes résultats selon que pi (= 3,14159…) « vaut » 3, 22/7, 355/113[1], ou le nombre transcendant que l'on a démontré (assez tardivement) qu'il était, mettant fin à tous les espoirs de quadrature du cercle. Tous ces traits relatifs aux composantes théoriques impliquées dans l'opération de mesure ont été si largement reconnus et analysés dans l'épistémologie contemporaine [9] qu'il n'est pas nécessaire d'y revenir.

(ii) Il en va un peu de même, grâce aux travaux de sociologie et d'histoire des sciences cette fois [10], à propos des prédéterminés qui gouvernent sans qu'on en ait parfois une claire conscience, les procédures et relevés de mesure. Ces préjugés qui renvoient souvent à une vision du monde plus globale, ou à un désir plus profond, de l'auteur des mesures peuvent avoir des conséquences positives ou négatives, selon que ces préjugés coïncident ou non avec des éléments de réalité objective (dans le cas positif on parle volontiers d'une intuition physique ou d'un sens physique développé ; dans le cas négatif on a plutôt tendance à parler de fantasmes).

Ainsi, du côté heureux, voit-on Galilée manipuler allègrement certains résultats effectifs de ses mesures de chute des corps ou de déplacements sur les plans inclinés pour les faire corroborer de façon plus convaincante sa propre conviction qu'il existe une loi mathématique et une seule de la chute des corps ; en principe, il a raison : dans le vide et sans frottement cette loi idéale est constitutive de la dynamique ; mais avec la résistance de l'air ou le frottement du plan incliné il en va bien autrement et les fluctuations, qui dépendent cette fois de la taille et de la forme des corps, peuvent être importantes. Guidé par sa représentation, il passe outre. D'une façon un peu semblable on peut évoquer la manipulation de ses résultats de mesure sur les petits pois par G. Mendel, convaincu de l'existence des lois statistiques de la génétique. Là encore l'auteur se révélera avoir eu raison, du fait que la non absolue pureté de ses lignées induit des fluctuations, renforcées par des phénomènes plus fins mais pas encore pertinents pour la génétique de ce temps.

[1] Toutes ces valeurs approximatives ont effectivement été utilisées, en un lieu ou en un autre, à un moment ou l'autre de l'histoire.

Mais sans même parler des fraudes [11], il y a des effets moins heureux de tels préjugés et le cas de Blondlot et de ses rayons N "français", concurrents des rayons X "allemands" de Roentgen (après la guerre et la défaite française de 1870 et avant la "revanche" de 1918) est trop connu pour qu'on y revienne.

(iii) De la même façon que les théories ont des rapports étroits à la pertinence et à la signification, relativement aux systèmes de représentation et aux ensembles conceptuels de l'époque et du lieu de leur production [12], les opérations de mesure entretiennent ces mêmes rapports avec la construction des objectivités scientifiques.

On sait par exemple que, du point de vue de l'*observation*, les taches du soleil, bien repérées et reconnues en Chine dès le treizième siècle [13] n'"existaient" pas, au même moment, en Occident (vraisemblablement parce que l'image du soleil évoquait encore fortement l'idée de perfection et que les taches auraient contredit cette perfection). Mais il n'est pas nécessaire de remonter au Moyen-Age pour trouver des exemples très nets de l'importance de la catégorie de pertinence par rapport aux cadres établis.

Ainsi, du point de vue proprement *expérimental* maintenant, la découverte très récente des quasi-cristaux et de l'existence dans la nature des symétries approchées d'ordre 5 (par exemple) fait-elle suite à la mise au rebut d'un grand nombre de résultats obtenus par diffraction de rayons X, sous prétexte que les symétries exactes d'ordre 5 sont exclues de notre univers par la théorie des groupes d'espace. Avec la reconnaissance de l'existence effective de tels matériaux, pourvus d'ordre à longue distance malgré le désordre à courte distance, s'est ouvert un domaine de recherche très actif et très profond, tant sur le plan expérimental que théorique (*cf*. pavages de Penrose, par exemple).

De façon très similaire, mais relativement au travail par *simulation* sur ordinateur cette fois, il faut signaler le cas des recherches menées par Lorenz sur des modèles météorologiques (versions simplifiées des équations hydrodynamiques de Navier-Stokes) [14,15]. Les résultats obtenus semblaient tellement bizarres et aberrants, irreproductibles et aléatoires que l'on recherchait des erreurs de programmation, là où l'on devait finalement découvrir les propriétés de sensibilité aux conditions initiales et de régimes chaotiques, propriétés intrinsèques (dans certains domaines d'existence) de ce système dynamique non linéaire. Là encore, la refonte des cadres conceptuels devait conduire au développement considérable de ce secteur de recherche que sont les systèmes dynamiques, les régimes chaotiques qu'ils peuvent comporter, les attracteurs étranges (mesures fractales) qu'ils peuvent présenter. En soulignant au passage qu'en fait certaines de ces propriétés étaient déjà bien connues des mathématiciens et des théoriciens de la mesure depuis la fin du XIXème et le début du XXème siècle, mais qu'il a fallu que ce soit la mesure par simulation sur ordinateur qui intervienne, pour qu'on soit conduit à les considérer comme des concepts pertinents, ayant des contreparties observables, dans les sciences de la nature jusques et y compris en biologie. Depuis, bien des résultats de mesure qui semblaient aberrants ont été repris dans cet esprit et font l'objet d'analyses nouvelles.

Ainsi, il n'est pas de domaine de la mesure (qu'il soit relativement découplé de son objet, avec l'observation, plus manipulatoire, avec l'expérimentation, voire complètement artificiel, avec la simulation) qui échappe à la question de la pertinence des résultats relativement aux cadres conceptuels et aux systèmes interprétatifs existants.

Les critères même de scientificité et de portée scientifique de la mesure peuvent s'en trouver modifiés : les systèmes dynamiques peuvent produire des résultats qui paraissent aléatoires (et peuvent être dépouillés comme tels) alors même que les dynamiques qui les gouvernent répondent à des lois strictement déterministes et parfaitement définies ; les régimes sensibles aux conditions initiales peuvent conduire à des résultats non reproductibles, y compris sur des ordinateurs, alors que seule la précision sur les conditions initiales est engagée, indépendamment de toute modification de la dynamique elle-même ou de tout effet de bruit ou de fluctuation ; simultanément, la prédictibilité des résultats de la mesure sur de tels systèmes est complètement remise en question sans que pour autant ils échappent le moins du monde aux nécessités de leurs déterminations. Nous y reviendrons au prochain chapitre.

3.2. Outre le fait qu'elles soient soumises à de profondes évolutions théoriques et historiques dans un cadre disciplinaire donné, les questions et pratiques de mesure sont fortement modulées par le domaine disciplinaire dans lesquels on les considère. Dans le domaine strictement individuel humain de la psychologie on peut même se demander si, en dehors des tests de la psychologie expérimentale (sujets pour leur part à bien des controverses, moins quant à leur technique, d'ailleurs, que quant à la nature de ce qu'ils sont censés mesurer - problématique de la constitution de l'objet -), le concept usuel de mesure conserve une pertinence. C'est que la caractérisation quantitative elle-même, préalable nécessaire à toute mesure au sens classique, tombe dans l'indétermination (nous reviendrons d'ailleurs sur cette question essentielle tout au long de la troisième partie de ce texte). Y compris pour la psychanalyse, malgré tous ses emprunts métaphoriques aux sciences physiques, depuis la thermodynamique jusqu'à la physique quantique et aux systèmes dynamiques [16], voire aux mathématiques (il est d'ailleurs symptomatique que le niveau de structure mathématique mobilisé dans les représentations théoriques "à la Lacan", soit en général parmi les plus faibles, à savoir le niveau topologique, très loin du niveau métrique).

Quant aux sciences sociales, parler dans leur cas de mesure en un sens opératoire revient presque exclusivement à utiliser les concepts et outils des statistiques et probabilités (du fait que les objets considérés et les grandeurs mesurées réfèrent en général à des collections d'individus) : enquêtes, sondages, etc.

A cette occasion, c'est-à-dire à propos de l'emploi des méthodes statistiques, il convient de faire trois remarques de nature épistémologique concernant l'attitude que l'on peut avoir par rapport à la mesure.

(i) Tout d'abord, l'approche statistique promeut essentiellement la démarche *inductive* dans la détermination des lois régissant le réel, par contraste à la démarche plutôt déductive qu'implique l'application mathématique rigoureuse d'une théorie *a priori* de la mesure qui vient corroborer ou réfuter un corpus théorique. Par exemple, d'un point de vue conceptuel strict, malgré les imprécisions et erreurs de mesure qui s'introduisent nécessairement dans l'investigation des théories *a priori*, l'égalité comme telle ne peut jamais être considérée comme une absence systématique d'inégalité ; l'égalité est considérée comme un concept intrinsèque. Du point de vue des statistiques, par contraste, l'égalité peut être considérée comme une telle absence attestée d'inégalité : le concept est relatif au corps d'épreuve et aux procédures de son analyse.

(ii) Deuxièmement, le statut ontologique des objets pris en compte peut n'être pas le même : l'*existence* des idéalités mathématiques est bien caractérisée, celle des objets physiques est, même si ce n'est que provisoirement, bien déterminée ; dans le cadre statistique, une moyenne, tout en correspondant à une définition mathématique sans ambiguïté, peut jouer un rôle très important sans pour autant trouver de contrepartie dans la réalité phénoménale (par exemple, l'espérance mathématique - la moyenne - des jets du jeu de dés est 3,5 mais chaque jet fournit nécessairement un nombre entier).

(iii) Troisièmement, dans l'interprétation des résultats de mesure statistique, bien plus encore que dans des résultats apportés par d'autres types de mesure, la question de la distinction entre la mise en évidence d'une *corrélation*, par rapport à la manifestation d'une réelle *causalité* est vraiment cruciale tant du point de vue épistémologique [17] que de celui des conclusions théoriques que l'on peut dériver.

Mais c'est plus spécialement à propos de la mesure en biologie que surgissent des problèmes originaux et importants.

En biologie en effet, la mesure soulève des difficultés spécifiques, en rapport avec les particularités épistémologiques de la discipline et de ses sous-disciplines. Elle peut certes revêtir des aspects très classiques, de nature physico-chimique, tels les dosages, par exemple, ou l'investigation de propriétés de transports ou d'excitations chimiques ou électriques, ou encore l'analyse des comportements réactionnels à diverses échelles (moléculaire, métabolique...). Mais en ce cas c'est

souvent la signification et l'interprétation des résultats de la mesure qui posent des questions qui seraient complètement non pertinentes pour la physique ou la chimie ; notamment lorsqu'il s'agit d'analyses biologiques tournées vers l'exercice de la médecine. Rappelons trois de ces spécificités parmi les plus importantes (nous reviendrons plus en détail sur certaines d'entre elles aux chapitres suivants, en particulier au chapitre VII, lorsque nous examinerons certains des rapports que l'on peut établir entre physique et biologie) :

(i) la tolérance aux variabilités individuelles et locales, c'est-à-dire en quelque sorte à une non universalité stricte des lois biologiques (dans le cadre évidemment d'une régularité fonctionnelle globale), ce qui est inconcevable pour la physique. Il en résulte la pertinence en biologie du couple de concepts *normal/pathologique* [19], qui ne revêt par ailleurs aucun sens en physique ou chimie. Les résultats de la mesure doivent alors être réinterprétés relativement à ces concepts, complémentairement aux interprétations physico-chimiques plus usuelles ;

(ii) le statut théorique particulier de l'existence d'une totalité intégrée relativement à ses parties. Les processus de régulation et d'intégration solidarisent les unes et les autres en sorte qu'il semble en résulter une *non séparabilité* biologique particulière des sous-objets les uns par rapport aux autres lorsqu'ils sont des parts d'un objet individué (la cellule et ses organites, l'organisme et ses organes, voire le système écologique et les espèces qui y participent). Il en résulte notamment la nécessité d'une scrupuleuse distinction entre les résultats et interprétations des mesures selon qu'elles sont effectuées "*in vivo*" ou "*in vitro*". Là non plus il ne semble pas exister de contrepartie dans l'analyse épistémologique de la mesure en physique ;

(iii) l'importance et le rôle de l'existence des *niveaux* d'organisation qui structurent le vivant et permettent à ces régulations et intégrations de fonctionner selon une finalisation apparente. Le fait que des mesures visent les propriétés d'un niveau donné ne signifie pas qu'elles laissent inchangées les propriétés d'autres niveaux, dont d'éventuelles modifications peuvent retentir sur le niveau examiné, soit pour amplifier, soit au contraire pour atténuer ses réponses. A l'inverse, une mesure qui vise une totalité peut n'enregistrer de réponse que sur un ou quelques niveaux d'organisation de cette totalité.

Ces traits particuliers s'articulent dans l'analyse des résultats de mesures en biologie (et plus nettement encore lorsqu'il s'agit de statistiques de mesures) pour renforcer l'ambiguïté possible, déjà relevée plus haut, à propos de la distinction à opérer entre corrélations et causalités. L'organisation en niveaux, l'intégration fonctionnelle, les processus de régulation, les variabilités individuelles et locales, les tolérances aux écarts concourent à la difficulté de caractériser précisément la nature de ce qui est effectivement mesuré et surtout la signification profonde du résultat obtenu.

Il est encore un autre aspect de la mesure qui, si l'on n'en est pas averti, peut parfois prêter à perplexité ou confusion et qui se rencontre assez fréquemment en biologie dans la mesure où cette discipline fait bien souvent appel à des procédures morphométriques [20]. Dans les cas habituels, en effet, on s'attend à ce que les changements d'échelle (par exemple sous microscope avec des grandissements variables) n'affectent en rien les résultats de mesures morphométriques ; tout au plus s'attend-on à une amélioration de la précision de la mesure. Or, on sait que les mesures d'objets fractals, qu'ils soient ou non vraiment self-similaires, conduisent à des résultats qui eux sont variables avec l'échelle de mesure. Comme bien des objets biologiques (en particulier ceux qui remplissent une fonction vitale [21*a*]-[21*b*], [22]) présentent ces propriétés fractales (en général pour des raisons d'optimalisation des fonctionnements qu'ils assurent), il faudra s'attendre à ce que leurs mesures présentent ce comportement à première vue surprenant. Il pourra en aller de même dans le cas où il s'agira de caractériser métriquement des attracteurs étranges de certaines dynamiques chaotiques que l'on a de plus en plus tendance à déceler dans les fonctionnements biologiques.

Avec l'irruption conceptuelle et pratique de ces nouveaux objets pertinents dans ces disciplines se trouvent remises sur le chantier la théorie et la pratique de leurs mesures. Et, à partir de l'expérience de ces domaines les plus concrets, nous sommes amenés à rejoindre les problématiques les plus abstraites de la mesure proprement mathématique que nous avons évoquée au début de ce chapitre.

4. CONCLUSION

A la suite de cette brève analyse, il apparaît nettement que les problèmes de la mesure se distribuent, suivant les disciplines et sous-disciplines que nous avons évoquées, selon des questions de nature plus ou moins *épistémique* ou plus ou moins *ontologique*.

Ainsi, en physique classique, où le statut de l'objet phénoménal paraît assez stable et assuré, en tout cas quasi-indépendant des opérations de mesure à quoi il est soumis, il semble bien que le problème de la mesure soit essentiellement épistémique. Les questions principales portent sur les performances de la mesure elle-même, sur les perturbations éventuelles qu'elle peut apporter, sur la délimitation précise de ce qu'elle atteint.

En physique quantique, comme nous l'avons vu, se superpose à cet aspect épistémique un problème réellement ontologique de la mesure en ce que cette dernière contribue à la constitution des propriétés de l'objet mesuré ; ce que l'on appelle le rôle de l'observateur.

Il en va un peu de même, mais pour d'autres raisons, toujours en physique, dans la mesure associée à l'étude des phénomènes critiques, en particulier des dynamiques chaotiques. Dans ce cas aussi se conjuguent un aspect plutôt épistémique (questions de prédictibilité, de reproductibilité, de catégorisation des résultats) et un aspect plutôt ontologique lié aux propriétés intrinsèques du système : sensibilité aux conditions initiales (et, de ce fait, dépendance des résultats obtenus par rapport aux perturbations que peut apporter la mesure de ces conditions initiales), question des limites physiques du déterminisme causal de ces systèmes en rapport avec leurs comportements aléatoires apparents, etc. [23].

La biologie présente, elle aussi, le même genre de distinction : aux aspects épistémiques classiques de la physico-chimie et à ceux qui résultent des variabilités tolérées, des pathologies possibles, de la distinction à faire entre les mesures effectuées *in vivo* et *in vitro*, s'articulent les aspects plus ontologiques associés à l'existence de niveaux objectifs d'organisation, aux phénomènes d'intégration et de régulation et à la non séparabilité concomitante de l'objet biologique.

Comme nous pouvions nous y attendre, s'agissant de disciplines scientifiques fortement liées aux procédures d'observation et d'expérience et très dépendantes de leurs méthodes et des résultats qu'elles obtiennent, l'analyse du concept et de l'opération de mesure soulève en fait des problèmes essentiels de théorie de la connaissance. La mesure ne se contente pas de fournir des données, elle ouvre à la discussion des causes et des raisons.

REFERENCES DU CHAPITRE V

[1] B. MANDELBROT, *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman, San Francisco, 1982.
[2] M. GUINOT, *Le paradoxe de Banach-Tarski*, Aleas, Lyon, 1990.
[3] COLLECTIF, *Le monde quantique, S. Deligeorges* Ed., Seuil, Paris, 1984.
[4] D. D'ESPAGNAT, *A la recherche du réel*, Gauthier-Villars, Paris, 1980.
[5] J. PETITOT, *Séminaire "Idéalités mathématiques et réalité objective"*, EHESS, Paris, 1987-1991.
[6] COLLECTIF, *La mathématique non standard*, Ed. H. Barreau et J. Harthong, CNRS, Paris, 1989.
[7] F. BAILLY, Théories physiques et cardinalités mathématiques, Colloque de Cerisy, in : *Le continu mathématique*, Ed. J-M. Salanskis et H. Sinaceur, Springer, 1990.
[8a] J-P. BATON, G. COHEN-TANNOUDJI, *L'horizon des particules*, Gallimard, Paris, 1989.
[8b] G. COHEN-TANNOUDJI, *Les concepts d'horizon de réalité et de référentiel en physique théorique*, Journée H.P.M.P. (organisée par J. Petitot) : Epistémologie et physique théorique, I.H.P. 7, Paris, Juin 1991.
[9] G-G. GRANGER, *Epistémologie*, Odile Jacob, Paris, 1989.
[10] A. KOHN, *Par hasard ou par erreur*, Eshel, Paris, 1990.
[11] M. DE PRACONTAL, *L'imposture scientifique*, L.D.P.4102, La découverte, Paris, 1986.
[12] T. KUHN, *La structure des révolutions scientifiques*, Flammarion, Paris, 1983.
[13] J. NEEDHAM, *La science chinoise et l'Occident*, Seuil, Paris, 1973.

[14] D. RUELLE, *Hasard et chaos*, Odile Jacob, Paris, 1991.
[15] J. GLEICK, *La théorie du chaos*, Albin Michel, Paris, 1989.
[16] S. FAURE-PRAGIER, G. PRAGIER, *Un siècle après l'Esquisse : nouvelles métaphores ?* Rapport au 50ème Congrès des Psychanalystes, Madrid, 1990.
[17] M. VEUILLE, Corrélation, in : *D'une science à l'autre*, I. Stengers Ed., Seuil, Paris, 1985.
[18] M. GUTSATZ, Loi et causalité, in : *D'une science à l'autre*, I. Stengers Ed., Seuil, Paris, 1985.
[19] G. CANGUILHEM, *La connaissance de la vie*, Vrin, Paris, 1980.
[20] J. SERRA, in : *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Acad. Press, Londres, 1982.
[21a] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Fonctions biologiques, niveaux d'organisation et dimensions fractales, *Rev. Int. Syst.*, 2, 1988.
[21b] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, La fractalité en biologie; ses relations avec les notions de fonction et d'organisation, in : *Biologie théorique*, Solignac 1987, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[22] Y. BOULIGAND, L'autosimilitude brisée, in : *Biologie théorique*, Solignac 1987, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[23] COLLECTIF, *Chaos et déterminisme*, Ed. A. Dahan Dalmedico, J-L. Chabert, K. Chemla, Seuil, Paris, 1992.

DEUXIEME PARTIE : L'ANNEAU DES DISCIPLINES

CHAPITRE VI

1. INTRODUCTION

Ce chapitre constitue le centre du travail que nous exposons ici. Il aurait pu être présenté comme une sorte de cadre général pour la discussion des questions que nous venons d'aborder; un cadre où l'on proposerait de situer, pour les classifier et les spécifier chaque domaine, chaque aspect des secteurs et démarches de connaissance scientifique, objets, méthodes, concepts, règles, problématiques en somme. Ce sur quoi pourraient prendre un appui commun les analyses qui confronteraient des caractéristiques spécifiques d'une discipline à une autre dans les technicités de leurs contenus, de leurs structures formelles, de leurs univers conceptuels. Soit. Mais ce n'est là qu'un aspect du rôle que nous voudrions faire jouer à ce chapitre, qui nous semble devoir préserver sa spécificité, son autonomie, en tant que contribution à une discussion moins dépendante de ces spécificités particulières (bien qu'elle y trouve sa substance et ses arguments) et relative aux *catégorisations* plus générales entre types de connaissances scientifiques et aux *circulations* conceptuelles entre elles. En effet, il ne s'agit pas de prendre d'emblée position dans le débat épistémologique contemporain où se confrontent diverses théories philosophiques, linguistiques, psychologiques ou structurales de la connaissance comme telle, voire des conditions de possibilité d'une connaissance scientifique[1]. Il s'agit plutôt de considérer l'état (dynamique) des connaissances acquises, des disciplines constituées et d'examiner comment fonctionnent leurs organisations conceptuelles, de les comparer, voire de les classer pour disposer d'un support stable et argumenté en vue de parvenir, mais dans un deuxième temps seulement, à aborder le fond de la question épistémologique.

Pour ce faire - et aussi dans le cadre d'un vaste projet pédagogique - Auguste Comte avait conçu une *hiérarchie des sciences* dont l'organisation était par elle-même signifiante et programmatique. Nous ne sommes évidemment pas en mesure - pour des raisons de manque de compétences dans la plupart des secteurs considérés et dans les rapports qu'ils entretiennent - de présenter une vision alternative aussi grandiose, aussi argumentée et aussi bien organisée autour d'un projet philosophique précis. Néanmoins nous nous sentons fondés à poser des questions relativement à ces édifices : la vision hiérarchique est-elle la seule possible au regard de la multiplicité des critères à prendre en compte ? Qu'est-ce qui précisément, en profondeur, opère dans les limites qui séparent une discipline d'une autre ? Quelle nature de transgression des frontières apparaît comme momentanément licite et pourquoi ? etc.

Ces questions ont été, de fait, abordées dans la première partie à l'occasion des discussions relatives aux cadres conceptuels de référence (chapitre II), aux constructions des objectivités (chapitre III), aux concepts gnoséologiques (chapitre IV) et aux opérations de mesure (chapitre V) en comparant entre elles diverses disciplines. Mais ces discussions très centrées, très locales pourrait-on dire, manquent à rendre compte des catégorisations constitutives des disciplines comme telles, même si elles les illustrent ou les explorent. Cette deuxième partie, au contraire, vise à les cerner en acceptant

[1] *Cf.* A. Badiou, R. Boudon, J. Bouveresse, G. Canguilhem, P. Feyerabend, F. Gil, G-G. Granger, J-B. Grize, E. Hempel, S. Haack, G. Holton, G. Hottois, A. Kojève, A. Koyré, T. Kuhn, I. Lakatos, J. Largeault, Ch.S. Peirce, J. Piaget, K. Popper, H. Putnam, WvO. Quine, M. Richir, B.Russell, J. Searle, J.D. Sneed, W. Stegmüller, P.F. Strawson, S. Toulmin, J. Ullmo, J. Vuillemin, L. Wittgenstein, Collectifs : *La philosophie des sciences aujourd'hui* (Gauthier-Villars), *Science et philosophie pour quoi faire?* (Colloque du Mans, Le Monde)]. Dans cette liste - comme dans les suivantes indiquées par le même superscript(°) - nous citons un certain nombre d'auteurs (en général parmi les plus récents) sans donner de références explicites en fin de chapitre; en effet, nous évoquons moins un aspect particulier de leur oeuvre que l'ensemble de celle-ci. Si cela ne soulève évidemment aucune difficulté pour des auteurs de grande notoriété, il n'en va pas forcément de même pour ceux dont l'oeuvre est moins connue ou encore en voie d'élaboration définitive. Nous pensons toutefois que les lecteurs intéressés n'auront aucun mal à s'y reporter.

de manquer, cette fois, la pertinence des modalisations "régionales" qui en font le contenu proprement dit.

A considérer les évolutions récentes des débats épistémologiques auxquels nous venons de faire allusion et de la place de plus en plus considérable qu'y trouve la réflexion sur le langage (tant du point de vue des approches herméneutiques que de celui de la philosophie analytique, voire de la logique et de la théorie des modèles), il apparaît peu à peu que la représentation hiérarchique doit laisser place à une représentation plus "encyclopédique" au sens étymologique que suggère le terme et qui connote l'idée d'une organisation en quelque sorte *circulaire* des disciplines. Ainsi la question des déterminations mutuelles se trouve placée sous l'éclairage d'une pluralité d'orientations et d'instances (ce qui dans A contribue à déterminer des composantes de B, de B à C et en retour de C à A et donc, indirectement au moins, de B à A) au lieu d'une unilatéralité ou encore d'une dernière instance comme la représentation pyramidale peut le laisser entendre.

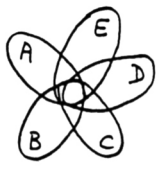
La circularité en question n'est pas seulement fondée dans la place quelque peu ubiquiste qu'y tient le langage comme tel (encore que, d'évidence, elle y contribue fortement) : après tout, un des mouvements de la scientifisation - de la norme disciplinaire - consiste notamment à s'écarter d'un langage usuel pour recourir à la technicité et à la précision des langages spécialisés élaborés dans le but de l'opérativité comme de la désambiguïsation (voir plus loin les discussions du chapitre IX). Cette circularité est fondée aussi d'une part dans l'unité postulée de la rationalité (détermination *a priori*) et d'autre part dans le processus d'auto-constitution de la science à travers mais par-delà ses variabilités régionales (détermination *a posteriori*). Pour autant, évidemment, que l'on accepte d'éliminer du jeu disciplinaire les problèmes de décision liés aux valeurs et aux normes, et la dimension corrélative des enjeux (sociaux, éthiques, politiques...).

Dès lors, et sous ces conditions, la figure qui vient le plus naturellement illustrer ce que l'on veut schématiser est celle de l'**anneau** : le passage d'une discipline à une voisine ne s'y pense pas en termes de subordination et le mouvement de ce passage conduit à refermer finalement le parcours, scellant en quelque sorte l'unidimensionalité cognitive, sa circularité, sa propension à l'unification ; et aussi la différence intrinsèque qui en résulte, justement, avec la pluridimensionalité normative des enjeux humains (dont la connaissance scientifique n'est qu'une dimension).

Suivant cette approche, c'est donc un *anneau des disciplines* que nous allons être amenés à considérer. Nous commencerons par le présenter en discutant les principes de sa constitution. Puis nous l'explorerons en y circulant selon des points de vue suffisamment différents pour pouvoir tirer un tableau un peu consistant de ses propriétés et des catégorisations qu'il induit. Nous terminerons en posant la question de son éventuelle unité ou de son irréductible diversité.

2. L'ANNEAU DES DISCIPLINES : PRESENTATION

En admettant, sous réserve de discussions ultérieures, les distinctions disciplinaires actuellement en vigueur, on propose la représentation schématisée par la figure suivante :



A : Mathématiques
B : Physique
C : Biologie
D : Sciences humaines et sociales
E : Philosophie

Quelques remarques avant d'en approfondir la structure :

(i) Les sciences humaines et sociales sont présentées en bloc ; leur subdivision en sociologie, pour l'aspect collectif, et psychologie, pour l'aspect plus individuel, sera abordé par ailleurs.

(ii) La philosophie est considérée ici comme une discipline particulière dans l'ensemble des démarches de connaissance. Elle ne se situe pas en surplomb pour "penser" les connaissances produites et traitées par d'autres secteurs mais bien dans sa conceptualisation propre (*cf.* [1] par exemple), qui peut évidemment mobiliser les résultats et démarches qui ne sont pas les siens ; il faudra donc spécifier ses objets, ses méthodes propres.

(iii) La figure est schématique et ne préjuge pas des zones de recouvrements ni de leurs topologies dans leurs rapports mutuels ; en particulier, malgré le postulat de l'unité de la rationalité cognitive, on laisse ouverte la question factuelle de savoir s'il existe ou non une zone de recouvrement général commune à toutes les disciplines dans le plan même de ces disciplines.

2.1. Avant de tenter de spécifier les objets et méthodes de chacun des secteurs de façon plus précise, commençons par essayer de caractériser abruptement, à partir d'analyses de pertinences régionales, les limites et frontières associées au passage d'un secteur à un autre :

(i) Des mathématiques à la physique s'introduit l'*interaction* et avec elle la *dimensionalisation* des grandeurs et des calculs sur les concepts (au sens de l'analyse dimensionnelle habituelle : le fait que l'on n'ait plus affaire seulement à des symboles ou à des nombres purs mais à des "mètres", des "secondes", des "Newton"...). D'où l'apparition d'une pertinence propre de la notion d'échelle dimensionnelle.

(ii) De la physique et chimie à la biologie s'introduit la *fonctionalisation* et l'organisation des objets et interactions dimensionnelles (structure intégrée, constitution de niveaux d'intégration, rapports régulés entre tout et parties, mise en place d'une polarité fonctionnelle).

(iii) De la biologie à la sociologie et à la psychologie s'introduit la *signification* des fonctions et des organisations. A travers l'importance du langage notamment. La référenciation joue désormais un rôle significatif essentiel et avec elle l'organisation symbolique du monde vient recouvrir et utiliser à ses propres fins l'organisation fonctionnelle du biologique.

(iv) Des sciences humaines et sociales à la philosophie s'introduit la *conceptualisation* des significations qui se transforment en objets d'études et en théorisations. Abstraction opératoire, contenus formels, constitution d'un espace logique contribuant à la mise en oeuvre de la réflexion au-delà de l'engagement immédiat.

(v) De la philosophie aux mathématiques s'introduisent la *construction* et la *calculabilité* à propos des concepts. La démonstration comme telle s'y retrouve de plain-pied avec le contenu. L'espace logique est algorithmiquement dynamisé et la rigueur y devient objectivement testable.

Toutes ces caractérisations se présentent séquentiellement, comme si nous avions fait circuler un curseur à deux places tout au long de l'anneau et que nous lui demandions de jouer le jeu des déterminations successives d'un secteur par rapport à l'autre au fur et à mesure qu'il franchit les bornes principales qui jalonnent le parcours. Le sens choisi pour ce parcours a donc une importance et nous considérerons aussi l'effet du choix d'un sens inverse. Celui que nous venons de considérer pourrait être qualifié de synthétique, intégrateur, en compréhension, du fait notamment que les objets d'étude d'un secteur antérieur semblent devenir des éléments ou des composants pour le secteur suivant auquel ils participent en apportant leurs spécificités. Rapport qui se compare assez bien avec celui qu'entretient une métalangue avec une langue-objet (bien qu'il ne s'agisse ici pas vraiment d'interprétation). Une telle description induirait aisément une représentation qui serait à la fois holistique, finaliste, tendant à valider le second réductionnisme pour l'explication si l'on couplait celle-ci à l'avancée du curseur (bien entendu il en va autrement si l'on assigne à l'"explication" une correspondance différente, comme on le verra en examinant le sens inverse).

Revenons à la question des frontières : il est clair qu'il ne suffit pas d'associer une seule transition à chacune d'entre elles ; il s'en offre une variété selon les ensembles conceptuels sur lesquels on décide de focaliser les analyses. Et d'ailleurs parfois pas seulement à propos de la nature formelle des traitements, mais aussi des thèmes abordés. Aussi quitterons nous momentanément les

caractérisations très abstraites reliées aux fondements formels des disciplines, pour prendre en compte des éléments de contenus, voire la constitution de sous-disciplines, revenant ainsi à une démarche plus classique et plus intuitive.

Ainsi de la philosophie aux mathématiques, si l'on considère volontiers la logique dans sa technicité (pointant d'un côté vers la philosophie analytique et de l'autre vers la logique mathématique) comme une des structures conceptuelles favorisant un passage licite - ou encore les modes de raisonnement, renvoyant ici à une épistémologie, là à une métamathématique -, du point de vue thématique, on trouvera aussi bien des problèmes communs se posant de façon récurrente sous des formes variées, selon l'histoire de leurs développements. Par exemple tout ce qui, depuis que l'Antiquité, a pu être résumé dans diverses dichotomies telles discret/continu, local/global, fini/infini, etc.[1].

Des mathématiques à la physique on soulignera, par-delà son usage en tant que "langage", le rôle proprement constitutif des premières pour la seconde et l'on rappellera la place et la portée croissante de la physique mathématique qui tout à la fois suscite des avancées mathématiques et théorise des phénoménalités physiques [2]. On mentionnera aussi, sur un terrain très moderne, l'importance que commencent à revêtir pour la détermination et la spécification d'objets physiques (voire biologiques) les développements autour des ensembles singuliers et des fractals, associés aux propriétés de systèmes dynamiques[2], de même que l'analyse non standard[3] en rapport avec la caractérisation des échelles physiques [3].

Nous développerons de façon beaucoup plus détaillée certains aspects du passage de la physique et chimie à la biologie dans le prochain chapitre. Contentons-nous d'évoquer ici, d'une part la biochimie et la chimie macromoléculaire, à petite échelle, et à plus grande échelle, la fonction structurante des processus dissipatifs ou encore, comme nous l'avons déjà signalé plus haut, la théorisation des situations minimalement stables associées à des dynamiques potentiellement chaotiques.

De la biologie aux sciences sociales et humaines on pourrait choisir l'étude des fonctionnements collectifs des sociétés animales comparés à des mécanismes collectifs humains automatiques et encore inconscients ou non maîtrisés, ou encore la très vaste question des rapports entre neurosciences et psychologie[4].

Des sciences sociales et humaines à la philosophie on considérerait la détermination conceptuelle et l'analyse des significations, des symboles et des normes à travers respectivement, l'analyse du langage (et notamment tous les courants de philosophie du langage)[5], l'ethnologie[6], l'exercice de la raison pratique[7]. Sans oublier, en rapport entre autres avec la logique, tout ce qui a trait à l'Intelligence Artificielle[8].

Examinons maintenant le parcours du curseur en sens inverse. Au lieu d'une intégration on tend à une différenciation et au réductionnisme formel répond un réductionnisme analytique, plus classique, relativement à l'explication (en conservant la convention qui veut que le sens de progression

---

[1] P.Collet, A.Douady, J-P.Eckmann, J.Falconer, M. Feigenbaum, H.Hacken, B.Mandelbrot, Y.Pomeau, D.Ruelle, H.G.Schuster, Collectifs: Chaos (World Scientific), *Le chaos* (Ed.CEA)].

[2] P. Collet, A. Douady, J-P. Eckmann, J. Falconer, M. Feigenbaum, H. Hacken, B. Mandelbrot, Y. Pomeau, D. Ruelle, H.G. Schuster, Collectifs : Chaos (World Scientific), *Le chaos* (Ed.CEA).

[3] P. Cartier, F. Diener, M. Diener, M. Goze, J. Harthong, C. Lobry, R. Lutz, G. Reeb, J-P. Réveillès, G. Wallet, Collectifs : *L'analyse non standard et la représentation du réel* (CNRS), *La mathématique non standard* (CNRS).

[4] H. Atlan, J-P. Changeux, Cl. Debru, J. Fodor, A. Prochiantz, H. Putnam, J. Searle, H. Verron, J-D. Vincent, Collecif : *Psychologie ordinaire et psychologie cognitive* (Hermès, CNRS)].

[5] J.L. Austin, E. Benveniste, E. Cassirer, A. Culioli, J-P. Desclés, O. Ducrot, N. Goodmann, A. Greimas, G. Guillaume, Z. Harris, L. Hjemslev, H. Hintikka, R. Jakobson, S. Kripke, L. Linsky, J. Proust, H. Putnam, WvO. Quine, B. Russell, J. Searle, D. Sperber, P.F. Strawson, A.N. Whitehead, D. Wilson, L. Wittgenstein.

[6] A. Deluz, F. Héritier-Augé, Cl. Lévi-Strauss, Cl. Meillassoux, D. Sperber, Collectif : *Systèmes symboliques, science et significations* (CNRS).

[7] Th. Adorno, K-O. Apel, J-P. Dupuy, J. Habermas, H. Horkheimer, Th. Ivainer, P. Livet, J. Rawls, R. Rorty.

[8] D. Andler, H.L. Dreyfus, J. Fodor, J-L. Laurière, J. von Neumann, A. Newell, S. Papert, H. Simon, P. Smolensky, G. Tiberghien, T. Winograd, Collectif : *Cahiers du CREA* n°s 7, 8, 9.

du curseur doive correspondre à la nature cherchée de l'explication). En reprenant les spécifications conceptuelles, ou lexicales, déjà utilisées pour le premier sens de parcours, on aboutit à un ensemble quelque peu dissymétrique par rapport à celui que nous avions mis en évidence. Nous reviendrons sur cette dissymétrie après avoir considéré, plus brièvement que ci-dessus, les transitions qui la constituent.

De la physique aux mathématiques nous assistons à l'algorithmisation mais aussi à la modélisation et à la formalisation abstraite ouverte, à la calculabilité, des grandeurs dimensionnelles assignées aux éléments de la réalité physique.

Des mathématiques à la philosophie, c'est à l'abstractisation conceptuelle interprétative des algorithmes et des êtres créés pour le calcul et le raisonnement mathématique, ainsi qu'à l'irruption d'une démarche herméneutique que nous assistons. Comme se perdait précédemment une forme d'ontologie physique réaliste (ne serait-ce que méthodologiquement parlant), se perd maintenant une forme d'ontologie des idéalités mathématiques.

De la philosophie aux sciences humaines et sociales, nous voyons apparaître une signification - relationnellement pertinente, c'est-à-dire rapportée aux communications et échanges humains - des concepts et systèmes conceptuels, qui semblent par ce biais soumis à quelque instrumentalisation, mais qui y gagnent en revanche de devenir opératoires, y compris institutionnellement.

Des sciences humaines et sociales à la biologie il y a fonctionalisation des significations. L'instrumentalisation semble s'accentuer et faire perdre un degré d'ontologie abstraite de plus à la nature des objets considérés (en même temps se perd évidemment une forme d'organisation - l'organisation symbolique - au profit d'une autre stipulée ici comme objective et factuelle).

De la biologie à la physique, s'instaurent la détermination dimensionnelle des fonctions et, avec elle, la caractérisation des éléments en termes d'interactions et de systèmes de constituants. Se perd-là l'individuation et la forme d'autonomie de l'organisme, au profit de l'ensemble formé par l'analyse de ses composants et de leurs interactions.

Ainsi se dégage cette fois une démarche analytique et réductrice au premier sens, adaptée à une vision constructiviste de l'explication et de l'interprétation. La composante causale finaliste le cède à la composante mécaniste de la causalité efficiente. La démarche devient efficace en extension alors qu'elle l'était en compréhension. Ce n'est pas que la nature des classes délimitées change en profondeur, mais c'est la manière de les caractériser, l'angle sous lequel on les prend en compte, qui se transforme dans la progression en ce sens. Ce qui se perd de densité ontologique, d'appréhension compréhensive et quelque peu holistique, se gagne désormais en puissance explicative et en efficacité de la procédure constructive. Cette constructibilité nouvellement acquise fait pendant à la perception intégrative antérieure. Curieusement, cette démarche qui autorise l'élaboration progressive par cumulations successives et changements de niveaux associés, se caractérise dans notre parcours par des effets de privation relativement aux propriétés abstraites elles-mêmes, privation où se retrouve l'affaiblissement de la richesse ontologique.

Ainsi, selon cette façon d'"épistémologie négative", pourrait-on considérer que les sciences naturelles sont les sciences du réel en tant que le réel est dépourvu de signification (par opposition avec les sciences humaines et sociales, donc). La physique et la chimie sont alors les sciences naturelles en tant que celles-ci sont dépourvues de fonctions vitales (par opposition avec la biologie). De même, si maintenant l'on prive le réel de la matière et de la "dimensionalisation" qui lui est attachée, on aboutit aux sciences du conceptuel, et selon que l'on aura une connaissance par concepts ou par construction de concepts, pour reprendre la célèbre caractérisation kantienne, on désignera la philosophie et les mathématiques respectivement. Ainsi, par rapport aux mathématiques, la philosophie apparaît comme dépourvue de construction et de calcul à proprement parler. Et, pour boucler la boucle, on verra alors dans les sciences sociales et humaines des sciences d'un réel non conceptuel (au sens que nous venons de retenir), bien que pourvu des symboliques associées aux significations.

2.2. Dans tout ce qui précède nous avons pris comme points de départ les disciplines elles-mêmes et nous nous sommes intéressés à la façon dont on pouvait caractériser les transitions de l'une à l'autre en suivant l'anneau. On peut aussi changer de perspective et de méthode : se donner les qualifications et tenter d'en repérer les traces, plus ou moins importantes, dans tel ou tel secteur pour rapprocher ou éloigner ces secteurs.

Ainsi le calcul, déterminant en mathématiques, restera très fortement présent en physique, alors que la démonstrabilité déductive, essentielle en mathématiques également, conservera une importance majeure en philosophie. La pertinence des questions d'échelles en physique conservera une grande place en biologie et la fonctionnalité de cette dernière jouera un rôle considérable pour l'intelligibilité descriptive et explicative dans les sciences sociales (même si le sens du terme "fonctionnalité" est un peu modifié). Les significations propres aux sciences humaines et sociales demeureront largement présentes en philosophie mais elles seront aussi à certains égards décelables en biologie, notamment dans des approches résolument finalistes. Quant aux abstractions conceptuelles de la philosophie, elles trouveront un répondant dans les mathématiques, comme elles en trouvent un dans la sociologie et la psychologie.

On pourrait bien sûr raffiner en précisant dans quel sens ces poids respectifs sont attribués : analogies, homologies, métaphores, similitudes, voire correspondances suffisamment précises et exactes pour opérer de façon comparable ; sans évidemment aller jusqu'à des isomorphismes qui remettraient en cause les frontières disciplinaires acceptées ici telles quelles (ce qui ne veut pas dire en sous-estimer l'importance : ce sont précisément les découvertes de tels isomorphismes qui contribuent à remettre en question certaines barrières, voire à les lever, dans le mouvement de développement, de transformation et d'unification des sciences). En tout état de cause, une telle approche, complémentaire de la première, permet d'analyser selon un prisme différent le sens des concepts et d'évaluer approximativement ce qui sépare leur utilisation dans tel secteur, de leur utilisation dans tel autre ; bref de caractériser plus précisément la nature, l'influence et le rôle du transfert conceptuel.

Jusqu'ici, relativement à chaque domaine, nous avons principalement examiné la nature des concepts qui y jouent un rôle dominant, référentiel ou régulateur, ainsi que les transitions qu'imposaient leurs frontières plus ou moins floues. Avant de passer aux exemples et commentaires, tentons de circonscrire sommairement la spécificité des objets eux-mêmes et des activités caractéristiques de chaque secteur. Pour les objets, c'est par l'adjectivation (afin d'éviter des hypostases "substantialistes") et, pour les activités, par des verbes (afin d'éviter, cette fois, la rigidification en classes attributives), que nous tenterons de procéder, brièvement mais systématiquement. Relativement aux activités, nous distinguerons, bien entendu, l'"activité" prêtée à l'objet (son mode d'intervention phénoménal tel qu'il est déterminé par la représentation théorique de la discipline), de l'activité épistémologique intersubjective relative aux attitudes par rapport à ces objets, à leurs modes d'action et à leurs rapports. Nous proposerons ainsi :

En physique, l'objet est <u>réifié</u> (adjectif) ; il <u>interagit</u> (activité prêtée à l'objet ; on <u>mesure</u> et on <u>ordonne</u> - en un sens théorique et mathématiquement formalisateur - (activité théorique et épistémologique).

Sur le même modèle on aura alors :
En biologie, l'objet est organique ; il vit ; on intègre et on organise.
En sciences humaines et sociales, l'objet est humain; il signifie ; on interprète et on structure.
En philosophie l'objet est abstrait ; il conceptualise; on pense et on interprète.
En mathématiques l'objet est formel ; il opère ; on calcule et on démontre.
Dans tous les cas, évidemment, on raisonne.

On peut remarquer que le même verbe (interpréter) est utilisé pour caractériser l'activité de l'acteur en philosophie et en sciences sociales et humaines, ce qui en soi n'a rien de surprenant, même si le sens conféré au terme varie un peu d'un contexte à l'autre (d'un côté il évoque notamment la démarche herméneutique et de l'autre il renvoie plutôt à une attitude opératoire). Ces spécifications sont trop sommaires et schématiques pour n'être pas prises avec précaution ; elles n'ont valeur

qu'indicative et demeurent soumises à discussions (en particulier il faudrait préciser, comme nous l'avons fait avec le verbe "ordonner", le champ d'application, l'acception précise des termes). Néanmoins elles permettent une première approche.

Si maintenant on cherche à retraduire, du point de vue du sujet épistémique, ces caractérisations dans les termes des transitions entre secteurs conformément aux parcours considérés précédemment, on aura alors, successivement, pour le premier sens de parcours (et sans repréciser les domaines disciplinaires, pour abréger) :

on intègre et organise ce qui a été mesuré et ordonné ;
on structure et on interprète ce qui a été organisé et intégré ;
on pense et on interprète ce qui a été structuré et interprété ;
on calcule et on démontre ce qui a été interprété et pensé ;
on mesure et on ordonne ce qui a été démontré et calculé.

Bien entendu, le parcours dans le sens inverse laisse entrevoir une démarche différente même si elle est tout aussi pertinente (*cf.* toujours les deux réductionnismes), mais pour échapper à une systématicité fastidieuse, on ne la détaillera pas ici.

3. EXEMPLES. DISCUSSIONS

A titre d'illustration de la démarche et en vue de la tester, essayons d'analyser comment quelques concepts peuvent se thématiser en des modalités différentes selon les secteurs. Nous examinerons d'abord des concepts théoriques (espace, temps, similitude) ; nous poursuivrons par des aspects de type méthodologique (places du théorique, du formel, de l'expérimental, de l'observationnel) et par l'analyse d'un concept de nature plus épistémologique (prédictibilité) ; enfin nous terminerons par une interrogation sur les transferts de modèles conceptuels en rapport avec les représentations culturellement dominantes (en privilégiant cette fois la référence aux disciplines juridiques).

3.1. "Espace" et "temps"

Commençons par le plus général et considérons ces conditions de possibilité de l'expérience que constituent, selon la philosophie kantienne, les formes de l'intuition sensible, à savoir l'*espace* et le *temps*, pris ici par conséquent dans leur acception philosophique "technique". Que correspondrait-il, en ce cas, de pertinent dans les mathématiques ?

Si nous prenons garde à ne pas nous laisser prendre aux effets d'homonymies qui évoquent, certes, des parentés conceptuelles, mais qui s'en tiennent à des assimilations superficielles, tirées d'ailleurs plus souvent de la physique que de la philosophie ("espaces" vectoriels, "espaces" topologiques, "espaces" fonctionnels...), c'est beaucoup plus à la structure formelle implicitement engagée dans les concepts et à ses propriétés, que nous devons nous en remettre. A cet égard la structure conceptuellement représentative de l'espace, intimement associée aux notions d'étendue, de position, de déplacement, se compare beaucoup plus volontiers aux structures mathématiques de groupes, d'une part (*cf.* entre autres le groupe des déplacements) de par leurs propriétés intrinsèques (identité, inverse, clôture opératoire) qui correspondent à des caractéristiques abstraites de l'espace et à celles des relations d'équivalence, d'autre part, dont les propriétés intrinsèques sont très parentes (réflexivité, symétrie, transitivité). De même, à la représentation unidimensionnelle et irréversible du temps, on ferait assez naturellement correspondre des structures mathématiques de semi-groupes (absence d'inverse par rapport aux groupes) et de relations d'ordre total (absence de symétrie par rapport aux relations d'équivalence). Dans ce dernier cas (celui du temps), manque évidemment la dimension de créativité que comporte le temps philosophique. Ce n'est que d'un point de vue complètement réifié que l'on peut partiellement la récupérer, en invoquant certaines propriétés de complexification associées à des dynamiques, propriétés que l'on rapporterait à l'illimitation de la suite des opérations du semi-groupe.

Comme on le voit par cet exemple, ce n'est qu'à un niveau fort abstrait des structures formelles, que la comparaison comporte une signification qui ne soit pas que nominale ou simplement évocatrice, mais qui puisse présenter des éléments relativement rigoureux et opératoires de correspondance.

Pour la physique il en ira de même. A côté des structures habituelles d'espace, de temps ou d'espace-temps, on trouvera, de façon moins déterminée mais tout aussi fondée, du côté de l'espace, l'existence de ce que l'on appelle un "système" physique et du côté du temps, la "dynamique" évolutive de tels systèmes. Sur le plan des principes régulateurs, on trouvera alors, du côté spatial, les principes de conservation (énergie, moment cinétique...) associés aux représentations interactives et du côté temporel, les critères d'évolution (extrémalisations...) et les représentations causales.

En biologie on aura les morphologies d'une part et les genèses de l'autre (espace-temps se dirait alors "morphogenèse") ; les structures et les fonctions ; voire, plus concrètement, les brisures de symétrie des formes et l'irréversibilité des évolutions ou des développements. D'un point de vue systémique : pour l'espace, l'autonomie et la clôture organisationnelle des systèmes biologiques et pour le temps, ce qu'on appelle les horloges biologiques internes (les âges fonctionnels).

Pour les sciences humaines et sociales enfin, nous aurions à considérer les problématiques du "territoire" (géographique mais aussi symbolique) et celle de l'"histoire" (collective ou individuelle, événementielle ou mythique). A articuler l'écrit (pluridimensionnel, stable, modifiable) avec la parole (unidimensionnelle, fugitive, irréversible) ; les représentations visuelles et les manifestations sonores. Espace-temps s'exprimerait ici doublement : poésie et aussi prophétie; ce en quoi la voix et la vision s'associent pour faire sens unifié, dans ou hors de la topique qui les suscite.

Nous pourrions continuer à présenter de brefs exemples, mais il nous semble bien plus important de définir maintenant, aussi explicitement que possible, la nature des opérations que nous effectuons pour dégager ces correspondances.

(i) Dans la référence à l'espace et au temps, le nombre et la variété des paires conceptuelles pertinentes, dans plusieurs secteurs disciplinaires, pourraient laisser penser qu'il s'agit moins de correspondants effectifs de ces formes fondamentales de l'intuition, que de certaines de leurs modalités (des intuitions formelles, cette fois, qui leur seraient associées et les "rempliraient"). Certes, il en va bien ainsi puisque l'objet d'étude de ces sciences n'est pas le concept lui-même, mais bien ce à quoi il renvoie, ce qu'il désigne et abstrait. Néanmoins il n'y a là aucune position de subordination. Il faut souligner, en effet, que du point de vue de ces sciences, le concept comme tel, précisément, ne revêt pas de caractère de réalité objective (il est "métaphysique" disent parfois les scientifiques) et donc ne présente aucune pertinence du point de vue de l'internalité et de la cohérence de ces disciplines, de leur démarche, de leur univers référentiel. Dès lors, de leur point de vue toujours, la comparaison tend à porter plutôt sur un ensemble de spécificités, partiellement isomorphes entre elles, à un niveau suffisamment élevé d'abstraction pour que ces comparaisons prennent un sens et deviennent utiles pour l'intelligibilité. La présence de ces isomorphismes et l'éventuel succès de ces comparaisons constituent en fait la trace et l'indice d'une unité de la rationalité (par contraste avec la multiplicité des technicités mises en oeuvre), mais la mise en évidence de sa réalité et de son action ne peut trouver à s'exprimer qu'à travers le travail propre à chacune des disciplines ; faute de quoi on aurait affaire à l'arbitraire le plus complet.

(ii) Nuançons pour souligner néanmoins la généralité. Avec "espace" et "temps" s'expriment pour la philosophie, avons-nous vu, des *conditions de possibilité* (de l'expérience sensible) et c'est à cette sorte de "méta-concept" que l'on est tenté de renvoyer, si l'on cherche un point de vue quelque peu unifié et dégagé des spécialisations concrètes excessives, à partir duquel la circulation d'une discipline à une autre devient plus aisée et plus éclairante. A ces conditions de possibilité, pour la philosophie, répondent alors les conditions d'existence (des êtres que nous créons) en mathématiques ; à quoi sont associées les preuves d'existence (ou de constructibilité si, à l'instar des intuitionnistes, on est plus exigeant sur les restrictions). En physique, on trouvera des conditions de *réalité matérielle*, rapportées aux cohérences internes et aux observations expérimentales, subsumées sous les postulats

d'universalité des lois, de causalité des événements, de principes constitutifs. En biologie, on aura les conditions *d'apparition et de maintien de la vie* et celles de l'individuation, de l'autonomie et de l'échange qui s'y rattache. Dans les sciences humaines et sociales, ce seront les conditions du sens, des possibilités langagières surtout, symboliques et sémiotiques plus généralement. Bref, ce qui en chaque secteur fait qu'une rationalité stable, opératoire et explicative peut s'établir et se développer en intelligibilité du monde, en accord avec la nature des objets circonscrits (ou des classes de phénomènes objectivement construites).

3.2. "Similitude"

Considérons maintenant, à titre d'exemple complémentaire et bien plus brièvement, un concept plus spécialisé et à extension plus restreinte, que nous choisirons cette fois dans la technicité mathématique (géométrique) : la *similitude*. Ce choix est guidé par le fait que, outre son utilisation spécialisée, ce terme détient un pouvoir évocateur fort, associé à son usage courant dans le langage habituel.

La similitude géométrique est parfaitement définie : elle caractérise un rapport ou un ensemble de transformations entre figures ou entités géométriques, selon des règles précises qui donnent un contenu bien délimité à la notion de ressemblance, par exemple, ou de proportionnalité.

En physique cette notion demeure (notamment avec la théorie des maquettes et modèles réduits) ; elle prend un aspect très opératoire notamment avec la prise en compte des *lois d'échelle* qui jouent un rôle si important, on l'a vu, dans tous les phénomènes de transitions critiques et les procédures de renormalisation.

En biologie, le caractère proprement dimensionnel s'estompe et l'on a affaire principalement aux concepts d'*homologie* d'une part, d'*allométrie* de l'autre, qui articulent les éléments métriques aux éléments topologiques dans une perspective fonctionnelle et structurale.

Dans les sciences humaines et sociales, le concept semble perdre de sa force opératoire et heuristique relativement à l'objectivité, bien que l'on ait aussi à traiter de "ressemblances" ou de "proportionnalités" mais en un sens quelque peu figuré (similarités de situations, effets sociaux de taille...). En revanche si l'on examine le domaine clé des significations comme telles, alors se présentent immédiatement les problèmes - directement liés à la compréhension et à la communication - des synonymies, des paraphrases, de la traductibilité.

Quant à la philosophie, il semble que l'on assiste à un éclatement de la référenciation du concept. La théologie produit la problématique de la "ressemblance" et de l'"imitation", à quoi répond pour le lien social celle, supposée, de la *"mimêsis"*; la logique traite explicitement de la ressemblance comme relation rigoureusement définie et la démarche interprétative de l'herméneutique fait fond sur la capacité d'établir des correspondances authentiques avec la pensée ou la vérité originaires. Ce n'est semble-t-il qu'avec l'esthétique que l'on peut assister à une sorte d'objectivation de la notion.

Ainsi le concept de similitude apparaît-il surtout fonctionner comme un méta-concept pour les disciplines organisées autour des significations et des pensées conceptuelles, alors qu'il se présente comme une notion adéquate et opératoire, une objectivité pertinente, dans le champ des disciplines plus formalisées.

3.3. A propos de méthodologies

Pour approfondir et élargir ces brèves études, il est utile de ne pas nous en tenir aux comparaisons entre aspects formels ou entre contenus disciplinaires et interdisciplinaires, mais d'aborder aussi des questions relatives aux *méthodologies* ou, du moins, pour être moins exigeants, aux attitudes gnoséologiques associées plus particulièrement (même si ce n'est pas exclusivement) à chacun des domaines. Pour ce faire (mais en restant sur un plan d'analyse très général et sans revenir sur le concept de *mesure* que nous avons abondamment traité dans le chapitre précédent), nous considérerons principalement la configuration formée par le couple "théorique/expérimental (ou

observationnel)" - ou encore, si cela se révèle plus adéquat, par le couple "formalisé/ empirique" - dans leurs divers avatars ou interprétations au long de l'anneau.

Même si l'on peut distinguer entre systèmes axiomatiques et modèles déterminés, entre structures abstraites et réalisations, on conçoit que l'on puisse soutenir qu'en mathématiques, la discrimination manque de pertinence et que le couple en question collapse en une pratique dans laquelle il n'est pas possible de déceler vraiment ce qui serait expérience par rapport à ce qui serait théorie. Une discrimination supplémentaire entre nature et agencement mutuel des êtres mathématiques d'une part, méthodes de calcul ou procédure de démonstration de l'autre, ne conduirait pour sa part qu'à des considérations de type métamathématique, sans rendre plus adéquate la séparation entre théorie et expérience en un sens qui ne soit pas que métaphorique. Seule, semble-t-il, l'irruption des méthodes et problèmes informatiques en mathématiques commence à modifier le paysage en la matière.

En revanche on sait qu'en physique et en chimie, cette distinction est fondamentale et contribue même à la constitution de ces disciplines ; au point que c'est pratiquement avec elles et les activités qui les caractérisent, qu'apparaît la valeur épistémologique et la force opératoire de ce couple conceptuel, y compris dans l'élaboration de la méthode scientifique elle-même. Il est inutile d'y revenir tant il y a eu d'études sur la question (mentionnons seulement une controverse parmi les plus récentes et les plus radicales, celle qui a éclaté entre R.Thom et A.Abragam [4], [5]). On soulignera néanmoins un trait intéressant en rapport avec la dimensionnalité des grandeurs physiques : si dans la mesure issue de l'expérience, il est exclu que l'on fasse l'économie de la spécification dimensionnelle des systèmes d'unités usuels et couramment manipulables, par contraste, dans les formulations théoriques, on prend assez aisément des libertés avec ces systèmes d'unités, en posant égales à 1 des grandeurs qui surchargeraient la notation des calculs si on les conservait sous leur forme littérale (par exemple la vitesse de la lumière, c, ou la constante de Planck h) et en cherchant, par ailleurs, au moyen de transformations formelles judicieuses, à travailler avec des variables sans dimensions. Bien évidemment les "équations aux dimensions" sont respectées et réapparaîtront dans les interprétations et usages pratiques, mais elles disparaissent dans le mouvement de formalisation et de calcul, devenant sous-jacentes aux formalismes et sans rapport avec eux (si ce n'est, implicitement, dans les méthodes et évaluations d'approximations).

En biologie, la disjonction entre le théorique et le formel devient importante : la formalisation semble perdre de sa capacité explicatrice, de sa valeur heuristique et même de sa pertinence au fur et à mesure que l'on s'éloigne du moléculaire pour passer au cellulaire, aux organes, à l'organisme. Tout au plus recourt-on à des modélisations à valeurs locales. Le théorique non formel opère néanmoins dans tous ces domaines et avec une importance d'autant plus grande qu'il ne se ramène pas à une mathématisation qui pourrait prendre en charge une partie de sa dynamique d'intelligibilité. L'explication voit majorée son aptitude à la réductibilité (aspect d'analyse avec renvoi au physico-chimique) comme son aptitude à l'intégrabilité (d'un niveau fonctionnel à un autre, d'une morphologie dérivée à sa genèse, à partir d'une morphologie source) ; bref sa capacité à mettre en oeuvre les deux réductionnismes, ou à produire un point de vue "auto-". On assiste donc à une sorte d'écartèlement des représentations et des méthodes d'approches théoriques, qui reflète le problème capital posé par le traitement de la singularité autonome et individuée d'un organisme. L'expérimental ou l'observationnel, pour leur part, semblent prendre une place d'autant plus grande que la formalisation stricte fait défaut, mais là encore s'opère une importante disjonction : rappelons, en effet, que la garantie n'est pas toujours très solide que ce qui est expérimenté et mesuré *in vitro* soit totalement représentatif, ou en tout cas absolument comparable, à ce qui est observé *in vivo*, dans les cas où l'on ne s'intéresse pas seulement à des classifications fossiles mais où l'on cherche aussi à rendre compte de fonctionnements effectifs. Là encore intervient, à sa façon, le poids de la singularité qui ne se reproduit réellement que dans le vivant lui-même et dont on suspecte toujours l'imitation modélisante de laisser de côté des traits essentiels. On conçoit dès lors que le fonctionnement effectif du couple conceptuel de référence se trouve ici très modifié sous l'effet de cette double disjonction qu'induit ou qu'illustre la singularité de l'individuation organique.

Dans le secteur des sciences humaines et sociales, le formel disparaît presque totalement de l'explication (à l'exception notable de l'analyse structurale) et le théorique prend un sens encore différent, bien plus proche de ce qu'était jadis un corps de doctrine ou un système d'explication, que d'un complexe théorique réfutable comme pour les sciences de la nature. C'est peut-être que dans ce cas, la "vérité cohérence" reste très lointaine de la "vérité adéquation" du fait même qu'il est difficile (pour satisfaire à l'exigence d'*adequatio rei et intellectus*) de définir et circonscrire la "chose" à quoi l'"intellect" se doit d'être adéquat (difficulté de caractérisation de l'objet et de la construction d'une objectivité). Quant à l'expérience, le "fait" lui aussi semble échapper à une saisie bien nette (voir [6] par exemple pour les disciplines juridiques) et par surcroît l'expérimentation comme telle est souvent impossible (notamment en sociologie, même si elle semble plus accessible en psychologie) ; elle doit laisser massivement la place à l'observation de situations, la plupart du temps incomplètement contrôlées. La manipulation au gré de l'observateur étant en général exclue pour des raisons éthiques doit, de son côté, laisser place à la prédiction à propos d'événements multiplement corrélés et pour lesquels on ne peut dégager facilement de causes indépendantes. Tout cela est bien connu et nous n'y revenons pas. Contentons-nous de souligner que là encore les couples théorie/expérience et formalisation/empiricité, désignent une réalité très différente que l'on pourrait presque réduire - ce qui était inconcevable jusqu'à ce point du parcours de l'anneau - à raison discursive/description empirique.

Enfin, pour la philosophie, il semble que l'on revienne au cas des mathématiques avec l'évidence d'une non pertinence de la distinction. En fait, derrière cette ressemblance superficielle, on a une situation presque inverse : ce n'est plus la possibilité d'une identification entre les deux termes de la dichotomie qui joue le rôle dominant, c'est au contraire le surgissement d'une difficulté de circulation entre le domaine conceptuel (qui tient lieu du théorique) et le domaine existentiel (qui tiendrait celui de l'expérience). Domaines très dissemblables et étrangers l'un à l'autre, bien que la conceptualisation philosophique soit précisément censée rendre compte et raison, notamment, des situations existentielles (ne serait-ce qu'à travers la critique de la raison pratique, par exemple). La pensée peut ne pas s'organiser en système, le vécu peut ne pas se transformer en rituel, mais lorsque se produit ce double mouvement, alors se trouvent réunies les conditions d'apparition d'une "idéologie" qui, en général, cherche à articuler "théorie" et "pratique" comme éléments instrumentaux d'une visée extérieure au caractère disciplinaire.

3.4. A propos du critère de prédictibilité

Le concept de prédictibilité ne prend sa pertinence que dans les situations où il s'agit de la comparaison entre une modélisation théorique abstraite et des phénomènes d'observation ou d'expérience qu'elle incite à déceler. C'est dire qu'un tel concept n'a pas de signification dans les disciplines purement conceptuelles, telles les mathématiques ou la philosophie, sauf à étendre son domaine d'interprétation à la démarche qui consiste, pour les mathématiques, à formuler des conjectures puis à essayer de les démontrer (on parlerait plus volontiers, dans ce cas, d'anticipations ou d'hypothèses, que de prédictibilité proprement dite). Ce qui indique déjà une limite dans l'utilisation de cette propriété comme un des critères de la scientificité. Néanmoins il semble que dans les sciences humaines et sociales, à l'image des sciences de la nature, on cherche à trouver un tel critère dans les capacités prédictives des théories et des modèles. C'est le cas, par exemple, pour les modèles économétriques, ou encore dans les modèles sociologiques (sondages et votes, prévisions de comportements etc.). Sans contester son importance (et sans revenir sur les débats épistémologiques à propos de la caractérisation générale de la scientificité) nous voudrions ici en relativiser la portée dans le domaine de la physique elle-même, domaine qui n'est pourtant pas suspect de manquer de scientificité. En fait nous voudrions montrer par quelques exemples que la prédictibilité n'est ni une condition suffisante, ni une condition nécessaire de la scientificité.

Elle n'est pas suffisante : en nous en tenant à l'étude des phénomènes naturels, il est clair que la représentation babylonienne (ou maya) des mouvements des corps célestes n'est pas vraiment scientifique ; néanmoins elle ne s'oppose pas à la capacité de prédire les éclipses (ou les phases de Vénus). Ce qui montre qu'une démarche de généralisation inductive à partir de répétitions observées peut constituer un support de prédictibilité pour les phénomènes tout en étant interprété par de mauvaises raisons du point de vue scientifique (il en va de même avec l'interprétation alchimique de

régularités chimiques). Bien évidemment cette remarque est encore plus vraie dans le domaine des phénomènes humains où des attitudes et des comportements peuvent être prédits avec exactitude tout en attribuant leurs causes à des facteurs totalement inexistants.

Elle n'est pas nécessaire : citons déjà toutes les situations parfaitement comprises, où interviennent intrinsèquement statistiques et probabilités (et dont le caractère scientifique n'est pas douteux). Ainsi, pour prendre un exemple hors de la physique, la théorie biologique de l'évolution présente un caractère scientifique indéniable et comporte dans sa formulation même (mécanismes de variation et de sélection) les éléments d'une imprédictibilité intrinsèque. Mais il y a bien plus, avec les processus totalement déterministes mais sensibles aux conditions initiales (en météo par exemple, et plus généralement dans les systèmes dynamiques pouvant présenter des régimes chaotiques) pour lesquels la capacité de prédire leur comportement s'estompe très vite et ce pour des raisons de principe et non pas d'ignorance contingente ou d'imprécision accidentelle.

Pourtant, il semblait, jusqu'à une époque encore très récente, que déterminisme et prédictibilité dussent demeurer indissociables, répondant à un idéal commun de connaissance scientifique [7]. A cet égard, l'ambiguïté de la position épistémologique de la prédictibilité provient du fait qu'elle semble intervenir à deux niveaux distincts qui se trouvaient fréquemment confondus : celui, opératoire, de la maîtrise phénoménale et celui, interprétatif et explicatif, de la maîtrise conceptuelle, dont on admettait plus ou moins implicitement que l'indice principal, le témoignage pour ainsi dire, se trouvait précisément dans la maîtrise des phénomènes. Relativement au déterminisme lui-même, on serait conduit à distinguer, avec J. Largeault [8], entre déterminisme ontologique (celui qui s'exprime dans les lois, par exemple) et déterminisme épistémique (celui qui se traduit dans nos capacités de connaissance et de maîtrise des phénomènes) ; de ce point de vue le système dynamique chaotique serait doté à la fois de déterminisme ontologique (les équations différentielles qui le gouvernent) et d'indéterminisme épistémique (de par son fonctionnement chaotique). Il apparaît alors que la prédictibilité dépend essentiellement de l'existence d'un déterminisme épistémique.

De ce point de vue on sera donc amené à formuler une exigence différente quant aux rapports de la prédictibilité et de la scientificité : un système dont les états et les évolutions pourraient ne pas être prédictibles serait néanmoins "scientifiquement" expliqué dès lors qu'il peut présenter à une autre échelle, voire à un autre niveau, que celui de ces états et évolutions, un comportement et des conséquences qu'il est possible de rechercher, atteindre et vérifier. C'est ce qui se produit, par exemple, dans certains systèmes dynamiques chaotiques, où l'on peut déterminer sans ambiguïté la façon dont le système devient imprédictible à long terme (calcul des exposants de Lyapunov), préciser des propriétés relatives aux attracteurs et à leur mesure (mathématique), voire dégager et formuler des lois d'universalité.

Ajoutons à ces aspects relativement techniques de l'analyse de la prédictibilité et de son rôle dans le domaine scientifique une réflexion d'ordre plus général. On utilise parfois l'existence d'indéterminations intrinsèques de systèmes physiques (phénomènes de nature statistique, ou chaotique, ou quantique) relativement à une prédictibilité complète comme argument de justification pour l'existence d'un libre arbitre humain qui serait associé à un indéterminisme physique sous-jacent. Nous pensons que de tels types d'argument sont irrecevables pour plusieurs raisons.

La plus importante est évidemment que l'on ne peut traiter des enjeux humains, et notamment de la liberté, en termes de pure connaissance scientifique (qui exclut pour sa part la pertinence, dans son projet et ses procédures de l'*engagement* des sujets comme tels) ; il s'agit non seulement d'une confusion complète de niveaux (au sens fort que nous avons utilisé précédemment) relativement à des objets d'étude, mais en plus d'une confusion de problématique (qui mélange par surcroît l'unidimensionnalité scientifique et la pluridimensionnalité des relations humaines).

Mais l'on peut présenter d'autres arguments que ces arguments de principe pour critiquer cette approche et notamment rappeler (en acceptant un instant le terrain de la comparaison) que, comme nous venons de le voir, l'imprévisible peut relever du plus strict déterminisme comme le prévisible peut relever de la statistique.

On peut remarquer aussi, à un autre niveau, qu'en matière humaine ce que l'on est capable de prévoir n'est pas nécessairement asservi, mais peut-être, simplement *raisonnable* ; qu'à l'inverse, ce qui est imprévisible n'est pas forcément libre, mais peut-être, simplement, aberrant. Et que liberté et nécessité ne se jouent pas entre prévisibilité et imprévisibilité, pas plus qu'elles ne se jouent entre déterminisme et aléatoire, car la détermination peut être subie ou active, le choix insensé ou expression de libre arbitre. C'est la connaissance et non l'ignorance qui nourrit l'émancipation, bien que la connaissance conduise à la rigueur contraignante des déterminations nécessaires et que l'ignorance maintienne l'indétermination floue du plus profond brouillard !

3.5. A propos des transferts de modèles conceptuels

Dans la haute Antiquité, la compréhension de la conduite des hommes servait de "modèle" à la compréhension de la nature et du cosmos (voir notamment Vernant [9]). Les mythes d'abord, le développement des analogies ensuite ont expliqué la structure du monde à partir des structures de relations entre dieux et entre hommes (tel l'engendrement comme paradigme du changement, du mouvement, du devenir en général).

La pensée mathématique grecque (étroitement associée à la naissance de la pensée philosophique) dégagea un secteur d'autonomie, spéculatif certes mais répondant néanmoins à des règles rigoureuses de rationalité et de raisonnement et portant sur des idéalités créées et pourtant indépendantes : la coupure sujet/objet commença à être thématisée et, en l'occurrence, l'objet mathématique s'émancipa des modèles anthropomorphiques liés au comportement des sujets, quand bien même l'intuition intersubjective demeurait déterminante dans la caractérisation et l'axiomatisation des idéalités mathématiques.

Cependant les sciences de la nature (physique, biologie) restaient encore sous une dépendance forte des modèles fournis ou proposés par les rapports humains. Et ce, jusqu'à une période fort avancée : il n'est que de se remémorer les modèles du type hiérogamique ou généalogique associés aux recherches et essais alchimiques par exemple (jusques et y compris Newton [10]), ou encore le lien étroit (y compris avec Kepler [11]) entre astronomie naissante et interprétation astrologique des événements humains. Pourtant dès Copernic et Galilée l'autonomie de la nature relativement aux représentations et significations humaines s'affirmait : les lois régissant les comportements des phénomènes naturels s'objectivaient et commençaient à répondre comme les mathématiques - et d'ailleurs dans bien des cas *via* la mathématisation - à leurs normes propres. La biologie elle-même commençait à conquérir une objectivité empirique.

Dès lors au fil des siècles, et déjà avec le mécanisme de Descartes, le mouvement s'inversa : la régularité et la légalité des phénomènes naturels commencèrent à servir de modèle de compréhension des organisations psychologiques et sociales des relations humaines (physicalisme, organicisme, éthologie...). Ce mouvement culmina avec la philosophie positiviste d'A. Comte [12] ; pourtant au XIXème siècle encore des théories de type social, économiques notamment (Galton, Malthus...) servirent de sources représentatives et conceptuelles pour des disciplines scientifiques en voie de formation comme la biologie darwinienne de l'évolution par exemple [13].

Existe-t-il encore des domaines où des sciences humaines continuent à proposer et fournir des modèles interprétatifs pour des phénomènes naturels ou des structures idéales ? Quant aux objets et contenus, vraisemblablement plus, mais quant aux méthodes d'approche, aux formes de raisonnement, aux structures d'intelligibilité, vraisemblablement toujours.

Par exemple, du point de vue formel et dans le secteur des idéalités, le développement des logiques non standard (telles les logiques modales, plurivalentes, déontiques, non monotones...) s'appuient sur les modes de raisonnement usuels en vue de les modéliser, certes (pour l'Intelligence Artificielle notamment [14]), mais aussi pour nourrir leur dynamique propre. Ce qui peut avoir des répercussions dans les domaines plus empiriques comme la physique ; on sait en effet que des tentatives ont été faites pour recourir à ces logiques non standard (plurivalentes en l'occurrence [15]) pour essayer de progresser dans l'intelligibilité de la mécanique quantique. De même, en biologie tout particulièrement, ce qu'on peut appeler le paradigme de l'auto-organisation (paradigme de mode de

compréhension et de programme de recherche plus que de théorie scientifique disposant d'objets propres) peut être interprété dans un sens comparable : il puise - de façon d'ailleurs parfois très consciente - à une représentation sociale de la coopération et de l'autonomie (par contraste avec une représentation plus classique, de type concurrentiel ou conflictuel, des rapports) [16].

Les sciences et pratiques juridiques, qui ont déjà fourni le concept et le terme de "lois" (pour caractériser la nature théorique des interactions auxquelles étaient soumis les objets et pour expliciter ce qu'on pourrait toujours appeler des "causes formelles" auxquelles répondraient les phénomènes), ont-elles pour leur part plus à proposer, aujourd'hui encore ? La légalité d'une part, la normativité de l'autre joueraient-elles encore un rôle structurant pour le traitement rationnel de l'objectivité (*cf.* Wittgenstein par exemple [17] pour qui la règle grammaticale *norme* - et ne *décrit* donc pas - la structure de la réalité ? Voir aussi sur ce point Bouveresse [18]).

Sous un point de vue d'épistémologie des disciplines cela semble évident : que ce soit pour la régulation fonctionnelle des phénomènes biologiques (*cf.* par exemple les débats sur la finalité et le finalisme en tant que catégories descriptives mais aussi en tant que principes explicatifs) ou pour le caractère normatif de principes physiques (principes de symétries par exemple) qui jouent un rôle quasi constituant relativement à la recherche et à l'expression des lois physiques proprement dites. Même l'idée d'écart à la norme, de transgression peut se trouver métaphoriquement accréditée (par exemple la violation de la parité en physique, ou encore la pathologie par rapport au normal [19] en biologie). Ces traits épistémologiques, relativement au caractère normatif et prescriptif des démarches visant à constituer l'objet scientifique (à partir des données phénoménales), sont particulièrement bien représentés dans le rationalisme transcendantal, pour qui la différence ontologique entre phénomène et objet revêt un aspect proprement "juridique" qui correspond à une sorte d'ordre prescriptif d'une "légalité" objective pour la constitution de l'objet de l'expérience. C'est d'une certaine façon en "qualifiant" une classe de phénomènes comme objet scientifique que s'effectue la première transition pratique vers la saisie rationnelle et la théorisation scientifique.

Peut-on aller à cet égard jusqu'à tracer un parallèle avec la dichotomie organisatrice de l'exercice juridique entre "faits" et "valeurs", dichotomie où vient s'insérer en tiers l'acte de *qualification* juridique des faits [6] ? Il semble qu'on atteigne là une limite : dans les sciences naturelles on distingue bien entre phénomènes (ou classes de phénomènes) - tout construits qu'ils puissent être - et interprétation [20], mais c'est le mouvement de théorisation qui se substitue à celui de la qualification. Cette théorisation fait appel à un formalisme autonome, le plus souvent mathématique, dont le déroulement s'absente à la fois des phénomènes comme tels et de l'interprétation qui a guidé leur compréhension, tandis qu'il semble que la qualification juridique continue - et doive continuer pour jouer son rôle - à être co-présente aux faits d'une part, aux valeurs de l'autre. Ce qui peut contribuer à expliquer, d'ailleurs, que des théorisations scientifiques puissent conduire à subvertir des interprétations et à réorganiser entre eux des phénomènes, alors que l'on ne s'attend pas vraiment à ce que des qualifications réorganisent des faits ou transforment des systèmes référentiels de valeurs. Il y faut l'acte d'une révolution (politique, sociale) qui transcende l'organisation sociale actuelle de par l'intervention délibérée des acteurs qui agissent sur leur propre condition ; en sciences, la refonte théorique, si profonde soit-elle, demeure immanente à la construction des phénomènes et à leur interprétation.

C'est aussi que, souligne Ivainer, l'interprétation juridique porte autant sur les faits que sur la loi et que l'administration de la justice ne saurait se réduire à la gestion technique de rapports sociaux strictement objectifs. De fait, s'il faut en croire Ivainer, il y a parfois peu de rapports entre la manière de juger et les attendus qui justifient le jugement. Les attendus payent tribut à une attitude réductionniste objectivante, nécessaire mais relevant d'une représentation fictive relativement à l'objectivité juridique. On peut noter qu'une telle situation n'est pas réservée au domaine juridique : le postulat de causalité en physique est méthodologiquement et heuristiquement absolument indispensable mais les philosophes sont fondés à débattre de ce qu'il peut recouvrir en réalité (*cf.* le débat Hume/Kant [21], [22]) ; catégorie de l'entendement, il joue pleinement le rôle de principe régulateur, mais son rôle constitutif demeure problématique.

C'est donc bien essentiellement au niveau des grandes structures de modes de raisonnement - et non à celui des contenus spécifiés, ni même des formalisations légales - que s'établit une circulation qui peut être fondée et féconde entre disciplines de sciences humaines et de sciences naturelles ; pour nourrir les représentations, stimuler l'imagination, voire susciter des structurations formelles parentes. Ainsi ne peut-on que souscrire à la suggestion proposée par l'auteur au paragraphe 443 de son ouvrage [6], à propos de la caractérisation du concept de "fonction", d'introduire en tiers, à côté d'un sens fort (intégrateur de parties dans un tout) et d'un sens faible (relationnel d'un intérieur avec un extérieur), des considérations relatives à la prise en compte de situations de type conflictuel, fortement marquées par la dimension de la temporalité. La phénoménalisation ainsi introduite demeure formelle ; elle se rattache aux processus dont ne peut manquer d'être le siège une totalité physique ou biologique qui tend à la stabilité ou à l'homéostasie et dont l'organisation dépend précisément de cette tendance. Plus, la sensibilité du juriste qui met le doigt sur l'*histoire* et la considère en l'occurrence comme participant du concept étudié, suscite l'interrogation tout à la fois sur le thème de la finalité ou de la téléonomie en biologie et sur celui de l'irréversibilité générale des processus naturels. Nous voici sommés de prendre en compte (non plus seulement phénoménologiquement ou théoriquement, ce qui est déjà le cas évidemment dans le corpus disciplinaire considéré, mais aussi formellement) ce qui spontanément semblait devoir échapper à une caractérisation strictement logique qui tend à éliminer de sa formulation la thématique de la durée et la temporalité de la production - par exemple la problématique de la dégradation ou, plus largement, celle de la transformation du système en voie de formalisation. Au sens fort comme au sens faible, une fonction se définit aussi, et momentanément, selon les conditions et contraintes qui lui sont imposées, avec elles (thématiques de l'auto-organisation) et contre elles (paradigme de l'action et de la réaction pour une optimalisation).

3.6. Remarques à propos du statut des sciences cognitives

Il ne nous est pas possible de clore cette analyse descriptive de ces quelques rapports entre disciplines sans prendre en compte l'existence d'un domaine actuellement en plein développement mais dont il est encore difficile de dire si, à l'instar de tous ceux que nous venons d'examiner, il doit être considéré comme une discipline spécifique en voie de constitution, ou plutôt comme une recherche interdisciplinaire visant à coordonner et organiser entre elles des approches propres à plusieurs disciplines, ou encore comme une attitude nouvelle quant à la connaissance en général (analyse nouvelle que l'on peut en faire, applicabilité opératoire éventuelle de cette analyse). Nous voulons parler du domaine des sciences cognitives, dont l'évocation mobilise des secteurs appartenant à la fois à la logique (ex. : développement de logiques variées, en particulier modales et non standard), aux mathématiques (ex. : systèmes dynamiques, réseaux de neurones formels), à la physique (ex. : mécanique statistique, analyse du signal), à l'informatique (ex. : intelligence artificielle, systèmes experts), à la biologie (ex. : neuro-sciences, théories de l'auto-organisation), à la psychologie (ex : théories de la perception, psychologie cognitive), à la linguistique (ex. : grammaires génératives, statut de la pragmatique, grammaires cognitives), voire à la philosophie (ex. : analyses phénoménologiques, philosophie analytique, statut des *"data"*) (voir notamment [23].

Cette accumulation de secteurs disciplinaires participant à, ou concernés par, un développement des sciences cognitives pose en soi un problème quant à la caractérisation de ce domaine de recherche comme discipline proprement dite (construisant ses objets propres et utilisant ses méthodes spécifiques). En fait, au stade actuel, il apparaît plutôt qu'il s'agit d'une recherche effectivement interdisciplinaire et très particulière en ce qu'elle se révèle apte à articuler des technicités disciplinaires extrêmement variées et des approches conceptuelles plus abstraites, portant sur la connaissance en général comme processus mentalo-cérébral (perception, intellection, compréhension). Nous reviendrons sur ces traits particuliers au chapitre VIII, lorsque nous aborderons la question de la constitution de l'"objet-scientifique" selon les diverses disciplines.

4. UNIFICATION ET DIVERSIFICATION

4.1. Par delà la présentation de l'anneau et des parcours auxquels il se prête, se pose une question d'importance pour la place qu'on peut lui faire tenir dans l'interprétation épistémologique : se contente-t-il de présenter de façon coordonnée des secteurs qui, malgré des recouvrements mutuels, demeurent

fondamentalement indépendants les uns des autres (diversité des disciplines et des ontologies régionales qu'elles construisent), ou bien peut-on déceler une réelle unité à l'ensemble disciplinaire qu'il forme, correspondant à une unité de la science en tant que telle ? Plus exactement, est-il possible de repérer un réel jeu entre unité et multiplicité qui régulerait plus ou moins implicitement la structure de l'anneau et que ce dernier pourrait manifester au niveau des connaissances scientifiques elles-mêmes, au niveau opératoire de l'anneau, et sans en appeler, à ce stade, à l'hyperbolique unité de la rationalité qui autoriserait à articuler, bien au-delà encore, science et sagesse ?

Examinons l'hypothèse selon laquelle cette unité se trouve en effet à travers la formalisation, la mathématisation des disciplines. Non pas dans le cadre de la discipline mathématique elle-même qui constitue un secteur comme tel, distinct des autres, mais dans le mouvement qu'elle permet d'amorcer pour la construction générale des objectivités. Pourquoi ce recours à la mathématisation ? C'est que les mathématiques, en tant que discipline, présentent elles-mêmes une réalisation exemplaire d'un tel rapport dynamique et fécond entre unité et multiplicité. Leurs contenus théoriques présentent une variété d'une extrême richesse dont, au prime abord, on peut penser que les composantes sont mutuellement irréductibles tant les démarches, procédures, constructions qui les produisent et les organisent sont différentes. Mais il apparaît rapidement que, sans changer de niveau d'abstraction et dans le cadre des mathématiques elles-mêmes, d'autres démarches, procédures, constructions, permettent une unification non seulement conceptuelle mais aussi opératoire (pour les mathématiques). Les mathématiques ne se réduisent pas pour autant à une gigantesque tautologie qui ne cesserait de se paraphraser elle-même. Leur travail d'unification n'est ni statique, ni stérile : il ouvre les voies à d'autres créations variées et multiples qui en appelleront elles-mêmes à leur tour à une unification. Ainsi se manifeste le rythme d'une "dialectique" de la mathématique qui en assure tout à la fois le développement et la cohésion. On conçoit dès lors, puisque leur être et leur devenir en représentent la thématisation même, que les mathématiques et la mathématisation constituent l'expression et la méthode privilégiées pour le traitement du rapport entre l'un (conceptuel ou objectal) et le multiple (phénoménal ou interprétatif) dans d'autres disciplines. Il est vrai que dans ce cas, il faut alors rendre compte du fait que, bien que traitant d'une empiricité matérielle (et non pas d'idéalités), d'autres disciplines non seulement se prêtent à une telle mathématisation, mais encore y puisent comme à la source d'une intelligibilité. Nous y reviendrons, en particulier dans le prochain chapitre pour la biologie. Nous nous contenterons ici de nous appuyer sur le caractère exemplaire de la physique à cet égard pour amorcer une discussion un peu générale.

Auparavant, et puisque nous voulons attribuer une telle importance à la mathématisation des disciplines, il nous paraît indispensable de faire quelques remarques pour distinguer clairement entre modélisation (par rapport à quoi les mathématiques jouent un rôle principalement instrumental) et mathématisation proprement dite (où ce rôle peut devenir constitutif des objets de la discipline). Il faut souligner, en effet, que la construction de modèles mathématiques dans les sciences de la nature peut certes permettre de dégager des principes fondamentaux, mais qu'elle peut aussi les masquer en y substituant leur propre cohérence calculatoire. Pour que ces modèles n'obscurcissent pas notre compréhension, il faut qu'ils nous contraignent, par leur force heuristique, leur capacité de généralisation, leur maîtrise de la variabilité empirique, à les considérer (et en étant capables de dire en quoi) comme des expressions - si approchées soient-elles - de principes régulateurs au moins, de la région d'étude, ainsi qu'il en a été pour la physique au début de son élaboration. On ne demandera donc pas seulement aux modèles de traduire un donné abstrait, mais aussi de montrer que leur générativité propre est pertinente relativement aux phénomènes formalisés et permet de parvenir à l'établissement de résultats nouveaux ou à une réorganisation et une réinterprétation fécondes de résultats acquis. Cette démarche et cette attente postulent (même si cela demeure implicite) que l'essence de l'objet scientifique qu'on modélise ainsi est de nature mathématique. Ce n'est pas seulement la description de l'objet qui s'y trouve engagée, mais surtout sa cohérence et le processus de son identification dont on espère retracer linéaments, morphologies, dynamiques à travers la déductibilité propre au modèle. Pourtant, même s'il parvient à ce stade, un modèle mathématique de phénomènes naturels ne permet pas par soi-même d'assurer la relève de principes régulateurs par des principes constitutifs. Il faut, pour y parvenir, pouvoir rapporter la modélisation des phénomènes à la fécondité d'une *structure* mathématique, et en faire dépendre finalement la constitution de l'objectivité elle-même. En effet seule

une telle construction au moyen de structures mathématiques fait accéder à l'autonomie et à l'architecture d'une organisation intrinsèque ; seule elle offre l'accès à un méta-niveau à partir duquel l'objectivité peut se déployer et l'intelligibilité se développer.

C'est un tel programme qui a pu largement aboutir en physique et conférer à cette discipline ses aspects très particuliers. En biologie où se fait encore sentir tout le poids de l'empiricité, on en est encore loin (nous en discuterons de façon plus détaillée au chapitre VII). Notons cependant que dans l'éventualité où une telle démarche se révélerait opératoire pour d'autres disciplines, elle conforterait le caractère "unidimensionnel" de la scientificité (l'anneau se suffisant désormais à lui-même comme tableau unifié de présentation pour le secteur des connaissances scientifiques). En même temps elle offrirait à l'interdisciplinarité les éléments d'une opérativité rigoureuse, à un niveau qui ne serait ni celui des contenus empiriques ni celui des interprétations, mais dans les rapports entre systèmes formels représentés ici par les mathématiques.

4.2. Pour en revenir à la physique et sans entrer dans de grands détails, tant sont nombreuses les analyses qui ont été présentées sur les rapports entre mathématique et physique [24]-[26], nous prendrons appui sur ses acquis, pour essayer de les élargir à d'autres disciplines.

En physique on peut aller jusqu'à soutenir que c'est l'essence même de l'objet théorique qui est de nature mathématique. En témoignent la puissance et le caractère fondamental du théorème de Noether, par exemple, relativement aux rapports entre symétries et groupes d'invariance d'une part, principes de relativité et propriétés de conservation de l'autre. Ou encore l'aspect déterminant des symétries dans les théories de jauge qui conduisent à faire dériver des interactions physiques à partir, là encore, de propriétés d'invariances géométriques. Voire l'équivalence que révèle la relativité générale entre géométrie de l'espace-temps et distribution de l'énergie-impulsion.

De l'hypothèse d'une nature mathématique de l'essence de l'objet physique, découlent des conséquences importantes [27] tant pour son statut ontologique que pour l'analyse des modes de causalité auxquels il répond. Ainsi, au lieu de considérer que des contraintes formelles de symétrie ou d'invariance s'exercent secondairement sur une substance qui serait première, ce sont en fait ces structures mathématiques (si provisoirement approchées qu'elles puissent être) qui apparaissent premières et constitutives de l'objet. La réalité de l'objet physique serait alors à trouver non plus d'abord dans la substance ou une quelconque matérialité physique, mais dans l'objectivité de sa structure mathématique. Apparaît de ce fait une sorte de prévalence de la causalité formelle sur les autres modes classiques de causalité : matérielle (manifestations phénoménales), efficiente (nature des interactions) et finale (par exemple, lois d'extrémalisation).

En poussant maintenant l'interrogation au delà de la discipline hautement mathématisée qu'est la physique, ne serait-ce pas l'essence de l'objet de la science comme telle qui, de ce point de vue, serait de nature mathématique ? Si tel est le cas, qu'en est-il alors des disciplines scientifiques non ou incomplètement mathématisées (biologie, sciences sociales, linguistique...) ?

Si l'on considère l'hypothèse comme un axiome qui contribue à tracer un cadre pour un mode donné de connaissance, on peut alors défendre le point de vue selon lequel ces disciplines scientifiques, bien que travaillant déjà sur des phénomènes bien délimités et dont elles cherchent à construire l'objectivité, ne comportent pas encore ou pas encore complètement - dans la pertinence de leur démarche, dans leur corpus théorique, dans la caractérisation de leur visée - d'objets qui leur soient propres. C'est-à-dire qu'elles n'ont pas encore opéré ou simplement achevé les découpages, classifications, formalisations des phénomènes qui autorisent la constitution théorique de ces objets. On peut d'ailleurs trouver là la source des difficultés et débats sur la "scientificité" de ces disciplines, selon qu'on évoque implicitement l'objectivité des phénomènes traités ou l'essence problématique des objets à quoi ils pourraient se rapporter, leurs référents (à la limite on trouve la situation de la philosophie dont d'ailleurs G-G.Granger [1] peut dire qu'elle n'a pas d'objet).

Précisons, après ce vigoureux mouvement visant à l'unification formelle, qu'il n'est évidemment pas question de nier, à sa faveur, ni de contester si peu que ce soit, la spécificité des objets, méthodes, explications de chaque discipline dans son autonomie ; en face de l'unité

(asymptotique), le jeu de la diversité demeure essentiel, et pas seulement pour donner sens à ce qui s'unifie : il s'impose de par les exigences de la scientifisation elle-même. C'est en effet dans la séparation et la distinction réglées, que la démarche scientifique a pu s'élaborer à partir des confusions véhiculées par des représentations spontanées. Ces efforts de séparation et de mise à distance demeurent constitutifs de l'activité scientifique ; l'extraordinaire à nos yeux est qu'ils soient devenus compatibles avec une autre forme d'unité (les mathématiques en tant qu'elles ne sont plus seulement un langage, mais un autre facteur de constitution) qui les situe dans une perspective beaucoup plus féconde que celle à quoi les réduit le positivisme par exemple.

Si nous cherchons à argumenter ou à critiquer, voire à problématiser effectivement ces points de vue, il est clair que la biologie constitue, par la position particulière qu'elle occupe, un cas exemplaire (c'est une science de la nature, encore peu formalisée, distinguant différents niveaux, disposant d'un corpus théorique solide et varié, de concepts et de méthodes qui lui sont propres, etc.). C'est une des raisons pour lesquelles nous allons chercher à élucider certains des rapports qu'elle peut entretenir avec la physique (chapitre VII), tant du point de vue conceptuel que formel. Nous reviendrons ensuite aux contenus disciplinaires et à leurs expressions propres en poursuivant (chapitre VIII) par une réflexion sur la caractérisation de l'objet scientifique et la coupure sujet/objet, puis (chapitre IX) sur le rôle des langages disciplinaires plus ou moins spécialisés dans la constitution des domaines scientifiques et leurs relations mutuelles ; nous irons jusqu'à sortir de ce cadre disciplinaire que trace la connaissance scientifique pour aborder la question des langages relatifs à la sagesse, aux savoirs existentiels, aux enjeux qui leur sont associés. Nous poursuivrons par la question des rapports entre science et sens, pour déboucher sur les inévitables interrogations (chapitre X) : la science est-elle porteuse de sens ? La science pense-t-elle ? La science a-t-elle à voir avec éthique et politique ? Et nous terminerons cette partie en abordant la question centrale de la rationalité elle-même, question qui sous-tend évidemment toutes les interrogations disciplinaires mais dont la portée est bien plus grande puisqu'elle touche aussi crucialement à l'analyse des conduites humaines et de leurs enjeux (chapitre XI).

REFERENCES DU CHAPITRE VI

[1] G.G. GRANGER, *Pour la connaissance philosophique*, Odile Jacob, Paris, 1988.
[2] A. CONNES, *Géométrie non commutative*, Interéditions, Paris, 1990.
[3] M. LE BELLAC, Invariance d'échelle, universalité et limite statistique continue en physique, in : *Le continu mathématique*, Colloque de Cerisy, 1990.
[4] R. THOM, La méthode expérimentale: un mythe des épistémologues (et des savants?), in : *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Gauthier-Villars, Paris, 1986.
[5] A.ABRAGAM, Théorie ou expérience: un débat archaïque, in : *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Gauthier-Villars, Paris, 1986.
[6] Th. IVAINER, *L'interprétation des faits en droit*, L.G.D.J., Paris, 1988.
[7] M.A. STONE, Chaos, Prediction and Laplacean Determinism, *Am. Phil. Quart.*, 26, n°2, p. 123, Univ. of Illinois, 1989.
[8] J. LARGEAULT, *Principes de philosophie réaliste*, Klincksieck, Paris, 1985.
[9] J.P. VERNANT, *Les origines de la pensée grecque*, PUF, Paris, 1962.
[10] B.J.T. DOBBS, *Les fondements de l'alchimie de Newton*, Edit.de la Maisnie, Paris, 1981.
[11] G. SIMON, *Kepler astronome astrologue*, Gallimard, Paris, 1979.
[12] A. COMTE, *Discours sur l'esprit positif*, Vrin, Paris, 1987.
[13] M. HERLAND, M. GUTSATZ, Sélection/Concurrence, in : *D'une science à l'autre*, I. Stengers Ed., Seuil, Paris, 1987.
[14] R. TURNER, *Logiques pour l'intelligence artificielle*, Masson, Paris, 1986.
[15] Yu.I. MANIN, *A Course in Mathematical Logic*, Springer Berlin, 1984
[16] F. VARELA, L'auto-organisation : de l'apparence au mécanisme, in : L'auto-organisation, Colloque de Cerisy, Seuil, Paris, 1983.
[17] L. WITTGENSTEIN, *Investigations philosophiques*, Gallimard, Paris, 1961.
[18] J. BOUVERESSE, *La force de la règle*, Minuit, Paris, 1987.
[19] G. CANGUILHEM, *Le normal et le pathologique*, PUF, Paris, 1966.

[20] F.BAILLY, *Physique et interprétation*, Cahiers Confrontations n°17, Aubier, Paris, 1987.
[21] D. HUME, *Enquête sur l'entendement humain*, Flammarion, Paris, 1983.
[22] E. KANT, *Critique de la raison pure*, PUF, Paris, 1986.
[23] D. ANDLER, *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard, Paris, 1992.
[24] A. BOUTOT, *Le pouvoir créateur des mathématiques*, La Recherche, 20, n°215, p.1340, 1989
[25a] J. PETITOT, Refaire le Timée, *Rev. Hist. Sc*., XL, 1, p.79, Paris, 1987.
[25b] J. PETITOT, Logique transcendantale, synthétique *a priori* et herméneutique mathématique des objectivités, *Fund. Scien*. 1990.
[26] J. ULLMO, *La pensée scientifique moderne*, Flammarion, Paris, 1969.
[27] F. BAILLY, Le transcendantalisme dans les sciences de la nature ; de sa résurgence en physique à son apparition en biologie, in : *Le destin de la philosophie transcendantale*, Colloque de Cerisy, 1990.

CHAPITRE VII

ENTRE PHYSIQUE ET BIOLOGIE

Ce chapitre sera donc consacré principalement à l'exploration, forcément partielle et fragmentaire, d'un confin précis, entre physique et biologie. Pour commencer nous nous contenterons d'examiner le fonctionnement d'une seule et même catégorie d'intelligibilité, celle de *causalité*, selon qu'on se situe dans un secteur de scientificité ou dans l'autre. Après quoi nous tenterons d'empiéter sur le domaine de la détermination, plus conceptuelle que proprement théorique, des *objectivités* à travers leurs caractéristiques disciplinaires. Nous terminerons avec l'analyse des comparaisons possibles entre des *structures formelles* que nous tenterons de dégager, non pas de façon absolue, pour chacune d'entre elles prise séparément, mais dans les rapports conceptuels qu'elles peuvent mutuellement entretenir.

1. CAUSALITES

Nous ne chercherons pas à dresser un tableau systématique et exhaustif des questions relatives à la causalité. Cela nous serait impossible. Nous nous contenterons de présenter d'abord quelques remarques générales comparant la situation à cet égard dans diverses disciplines et surtout, nous tenterons d'approfondir ces comparaisons dans le cas de la confrontation entre physique et biologie.

1.1. Généralités

En mathématiques on ne saurait concevoir de "causalité" au sens habituel du terme : il n'y a que des enchaînements logiques, une déductibilité pure, à l'oeuvre selon un dispositif strictement inférentiel (il s'agit évidemment des mathématiques une fois qu'on les a constituées et non pas en tant qu'on les produit). Même si les structures théoriques réagissent les unes sur les autres et même si parfois une sorte de causalité formelle peut sembler opérer, il serait abusif d'utiliser le terme alors que la création mathématique est libre et que les règles qui en régissent la mise en forme sont des contraintes de raisonnement et de procédure. La réalité objective des idéalités mathématiques n'est pas causale, ni causalement déterminée (ou guidée) au niveau de leur existence et de leurs propriétés.

En physique, au contraire, la causalité constitue un postulat (méthodologique au moins) sans lequel cette discipline ne pourrait élaborer ses concepts, ses méthodes, ses réalisations. Cette causalité est totale (rien de physique ne saurait s'y soustraire), externe aux objets (elle régit les interactions entre éléments supposés donnés et stables dans le domaine de leur étude), immédiate (l'effet comme tel se déduit de la cause sans aucune médiation, même si cet effet en tant que phénomène se traduit par une cinétique ou une propagation).

En biologie, la catégorie continue d'opérer à plein, mais elle présente des caractères de réalisation assez différents qui dépendent éminemment des niveaux d'organisation considérés. Comparable à celle de la physique et de la chimie dans le cas de la biologie moléculaire, de la biochimie ou des propriétés physiques des constituants (masses, forces, flux...), elle en diffère notablement au niveau physiologique, fonctionnel. A ce niveau, la causalité est partielle (tout constituant biologique ne suit pas nécessairement la règle fonctionnelle, même si la grande majorité le fait, assurant ainsi la fonction : il y a des déviances, des pathologies...) ; elle peut être interne aux objets de l'analyse et de l'expérience (par exemple sous l'effet d'un programme qui les conditionne dans leur développement ou leur fonctionnement) ; elle peut être différée dans le temps (bien que toute l'information soit contenue dans le programme, celui-ci se déroule à son rythme et à condition que les médiations adéquates s'exercent - environnement, développements concomitants -). Ces traits se prêtent bien, avons-nous vu, à une interprétation en termes de finalité en travail, mode de causalité qui serait, comme nous l'avons déjà discuté, particulièrement pertinent pour la biologie (ce qui ne s'oppose nullement, rappelons-le, à l'effet d'une causalité plus classique, physico-chimique, à un autre niveau d'organisation).

Dans les sciences sociales et humaines, ces particularités et distinctions s'accentuent au point que la causalité semble se scinder en deux branches qui divergent : l'une où l'on étudie des interactions et où l'on relève des corrélations (bien plus que des séquences causales à proprement parler) entre "faits" et phénomènes et l'autre où l'on perçoit une intention, une orientation, qui cherche à "faire" et met en oeuvre la volonté. C'est de la première branche que s'occupent essentiellement les disciplines des sciences sociales et humaines et leur épistémologie.

Si l'on veut développer un point de vue plus formel, applicable de façon un peu analogique à partir de caractérisations applicables dans les secteurs mathématisés des disciplines, on peut adopter une représentation sommaire, fondée sur une détermination mathématiquement fonctionnelle des phénomènes. Par exemple, dans le cas où les rapports entre phénomènes sont modélisés par une fonction suffisamment régulière pour avoir un développement de Taylor, on pourra convenir de définir comme cause de rang *j* pour une dépendance du phénomène E, représentée par la fonction f (E = f (x)), un autre phénomène participant à E dont la suppression (l'annulation de participation) entraîne l'annulation de toutes les dérivées de f à partir de l'ordre j. La "force" causale d'un phénomène pour un autre est alors d'autant plus grande que j est plus faible et l'on pourra appeler "condition d'existence pour E" tout phénomène participant à E dont la suppression annule f.

Dans le cas d'une situation singulière pour laquelle le développement de Taylor ne vaut plus (associée par exemple à des phénomènes critiques), il en résulte que la cause d'un phénomène caractérisé par une telle transition critique doit toujours être représentée par un phénomène qui joue un rôle causal de rang 0, c'est-à-dire ayant rang de condition d'existence ; tout autre phénomène dont la suppression ne conduirait pas à la suppression concomitante de la transition critique qui constitue le phénomène observé E ne peut alors être considéré comme jouant un rôle causal dans ce phénomène.

1.2. Causalité physique et causalité biologique

Revenons sur la comparaison entre physique et biologie pour essayer d'en approfondir analogies et dissemblances. Commençons par les différences principales, que nous avons déjà relevées.

La causalité physique est externe (aux éléments), avons-nous vu, en ce que les lois qui régissent les éléments d'un système physique sont radicalement hétérogènes à ces éléments pour lesquels elles sont valides universellement et indépendamment de leurs configurations plus ou moins particulières. Une image (grossière) que l'on pourrait en donner, est celle d'éléments discrets, bien délimités et individués, quoique plus ou moins interchangeables, dont les lois d'interactions expriment des effets délocalisés sous forme de champs extérieurs à ces éléments.

Dans la situation biologique, au contraire, les processus opèrent autant dans les éléments qu'entre eux et de plus, les règles générales que l'on peut dégager sont plutôt des tendances qui s'imposent globalement, mais pas universellement : nous l'avons noté, il peut y avoir des déviances viables, des situations ou éléments pathologiques ou simplement différents, bien que concourant à une même fonction. Le caractère interne est d'autant plus manifeste qu'il se traduit souvent en termes de déroulement et expression d'un programme dont l'existence est en quelque sorte préalable à celle des phénomènes considérés, programme qui régule tout à la fois les rapports entre constituants et la genèse même de ces constituants (comme dans le cas de la différenciation cellulaire, par exemple).

Ces questions ont été abordées dans le chapitre II, où nous en avons fait état pour discriminer entre différents types d'ordres et parvenir à les énoncer formellement. Nous n'y reviendrons donc pas ici. En revanche, ce que nous avons dit du caractère d'immédiateté de l'effet en physique et de la latence en biologie est un critère de distinction que nous n'avons pas encore discuté.

L'aspect immédiat de la causalité physique tient fondamentalement au fait que définition de l'objet et lois d'interaction doivent finalement se présenter dans un seul et même mouvement de délimitation du réel, ne plus pouvoir se séparer (même si l'objet est encore hypothétique ou si les lois sont encore à découvrir). Penser un objet physique sans ses interactions doit devenir impossible, contradictoire. L'attitude mentale et opératoire de l'anticipation du physicien, dans le calcul,

l'observation, la mesure ne peut éviter de faire fond sur cette co-occurrence nécessaire : se donner des objets, c'est se donner en même temps leurs systèmes de déterminations (même virtuels) ; considérer un système causal physique, c'est sous-entendre des objets physiques qui y répondent et sur lesquels on pourra effectuer des mesures. C'est aussi ce qui se traduit et s'exprime dans la formalisation mathématique des lois qui gouvernent ces objets.

La situation est tout autre pour la biologie, qui n'entretient d'ailleurs pas le même genre de rapport avec la mathématisation. Comme on l'a déjà souligné, les conditions grâce auxquelles une causalité pourtant préprogrammée peut se déclencher effectivement, jouent un rôle qui peut être déterminant. Les effets de cette causalité peuvent même ne pas se déployer, sans que pour autant le système disparaisse, si ces conditions sont absentes ou affaiblies (sous-développement local, non actualisation de facultés...). Cette particularité se conjugue avec celle qui autorise des éléments équivalents d'un même système à ne pas tous répondre de la même façon à une même sollicitation et contribue ainsi à substituer ce qu'on peut appeler une causalité locale faible à la causalité locale forte de la physique. En revanche devient dominante une causalité globale : les fonctionnements d'ensemble sont assurés malgré la tolérance aux écarts, les fonctions de l'organisme sont remplies (pas seulement en moyenne mais précisément). En cela semble se révéler un caractère téléologique de cette causalité.

Poussons donc le contraste en nous intéressant brièvement au registre épistémologique lui-même comme cette remarque nous le suggère.

Si en physique ce qui explique et ce qui cause sont étroitement apparentés (par exemple ce qui "explique" l'existence de la molécule d'eau, à savoir l'état plus stable de H_2O que celui de $H_2 + ½ O_2$, une fois franchie la barrière d'énergie d'activation, correspond à ce qui "cause" la formation de la molécule - il en va de même avec des lois de type variationnel -), en revanche en biologie une distinction fondamentale entre ces deux approches (explication et cause) semble devoir s'imposer - ou au moins conserver une signification heuristique et opératoire.

Ainsi on peut sans doute cantonner "la cause de" dans le registre de l'efficience et la faire correspondre assez bien à une vue réductionniste (physicaliste ou morphologique selon la dominance) ; il s'ensuit que c'est ce qui "explique" (que telle série de causes ait été retenue plutôt que telle autre) qui relève plutôt d'une représentation finaliste (par exemple quand on invoque des avantages adaptatifs dans le cas d'une théorie de l'évolution). D'une certaine façon on pourrait dire qu'une biologie de l'évolution se situerait plutôt du côté de l'explication (par la prise en compte de l'ensemble de ses effets sélectifs), alors qu'une biologie du fonctionnement serait plutôt du côté d'une causalité analytique. Par exemple, la cause des échanges gazeux entre gaz carbonique et oxygène dans la respiration pulmonaire, est indubitablement à situer dans les diverses propriétés de membranes, les différences de pressions partielles, les dynamiques des fluides ; mais l'explication de ces échanges en tant que processus essentiels à la survie, à un niveau supérieur d'intégration, est non moins sûrement à situer dans la fonction qu'ils remplissent relativement à l'organisme qui en dépend (n'eussent-ils pas été efficacement adaptés, ils n'auraient pu durer - l'organisme n'aurait pu se maintenir - quand bien même les causes physiques qui les régissent n'auraient en rien été modifiées).

Ces considérations rejoignent à certains égards les distinctions conceptuelles introduites par Peirce [1] en toute généralité, entre ce qu'il appelle le "dyadique" et le "triadique". Considérant trois événements A, B, C, qui se produisent successivement, il pose que si la production de C par B est indépendante (très abstraitement parlant) de celle de B par A, il y a alors action dyadique, tandis que si A produit C <u>au moyen</u> de B (souligné par Peirce et là encore à prendre en un sens abstrait, il s'agit de la médiation et non de l'instrumentalisation), alors il y a action triadique. De ce point de vue la causalité physique jouerait essentiellement dans le registre du dyadique, alors que c'est l'aspect triadique qui l'emporterait en biologie (contribuant à renforcer une perspective finaliste). Cet aspect triadique pourrait en effet renvoyer à la caractérisation fonctionnelle mettant en jeu les niveaux d'organisation correspondants (rapports organes et organisme *via* les conditions fonctionnelles).

Les contrastes entre physique et biologie étant soulignés, il convient cependant d'apporter un correctif à l'aspect péremptoire des considérations concernant la causalité physique. Ce faisant nous

serons amenés à dégager des analogies tout à fait inattendues entre des schèmes conceptuels relatifs à certains secteurs de la physique (la physique quantique) et à certains secteurs de la biologie (la biologie des fonctionnements).

On sait que la question de la causalité physique fait problème dès lors que l'on examine et discute les fondements interprétatifs de la mécanique quantique : non seulement le caractère d'immédiateté semble faire défaut (effet des corrélations probabilistes, problème spécifique de la mesure et de la définition de l'état du système entre deux mesures...) mais en outre l'universalité semble elle aussi ébranlée, par exemple dans un phénomène tel que celui de la désintégration spontanée : quels atomes se désintègrent parmi beaucoup, pour assurer une demi-vie bien définie et propre à l'atome lui-même ? Si l'on argumente sur ce point en soutenant que la loi physique ne porte pas en réalité sur le comportement individuel des atomes qui, au cours d'une même durée, se désintègrent ou non, mais sur la totalité qu'ils constituent, alors c'est le caractère d'externalité de la loi par rapport aux constituants qui est remis en cause.

Ce n'est pas la première fois que nous sommes conduits à mettre en évidence en physique quantique des traits formels, qui en rapprochent la structure conceptuelle, logiquement parlant, de celle de la biologie : nous avons fait des remarques similaires à partir des mêmes exemples quand nous avons discuté la question des "ordres", au chapitre II. Il y là un aspect quelque peu surprenant, mais fort intéressant, de parentés conceptuelles possibles entre éléments d'objectivité de disciplines très différentes et c'est ce que nous examinerons au prochain paragraphe. Dans le même mouvement, nous discuterons de certains aspects de la construction des objectivités en biologie, en abordant la question d'éventuels facteurs de détermination *a priori* de ses objets (relativement à l'espace, au temps, à l'organisation) et de la nature des contraintes qui leur sont associées.

2. OBJECTIVITES

2.1. Individuation biologique et non séparabilité quantique

Il peut sembler incongru de rapprocher la structure de compréhension et d'objectivation de la mécanique quantique (avec son ultra-formalisation mathématique) de celle de la biologie (assez rétive à une telle mathématisation). Mais en fait, c'est moins la spécificité des disciplines qui, chacune, exercent leur opérativité propre selon leurs modes et leurs objets propres, qui se trouve en jeu ici, que le niveau d'abstraction plus élevé qu'engagent leurs systèmes conceptuels interprétatifs et les catégories d'intelligibilité qui peuvent leur être associées. En effet si parenté formelle il y a, celle-ci ne doit pas non plus trop nous inquiéter : il existe de nombreux systèmes logiques et axiomatiques dont les "réalisations" peuvent n'avoir aucun rapport phénoménal entre elles. Ainsi la structure de groupe se retrouve-t-elle, au delà des modèles mathématiques eux-mêmes, dans de nombreuses théories physiques sans rapports entre elles quant à leurs objets, et jusqu'en psychologie (groupe INRC de Piaget [2] par exemple), au point que Ullmo [3] considère cette structure comme cognitivement fondamentale pour la démarche scientifique elle-même.

Restons pour commencer dans le domaine de l'analogie et considérons la question du rapport entre un tout constitué et ses parties : l'essentiel tient dans cette remarque que dans les domaines quantiques ou biologiques, *ce qui s'additionne n'est pas ce qui se mesure*.

En physique quantique il s'agit essentiellement de la différence fondamentale entre amplitudes de probabilité (qui s'additionnent) et intensités (qui se mesurent). D'où, par exemple, les phénomènes d'interférence ; d'où aussi la notion d'une totalité du système non réductible à la superposition de chacun de ses éléments supposés (le carré de la somme est différent de la somme des carrés).

En biologie, quelque chose d'analogue apparaît dans le fait que (*via* les métabolismes, homéostasies, échanges internes et avec le milieu extérieur) le tout est plus que la somme de ses parties, c'est-à-dire que l'organisme vivant et les phénomènes associés qui se mesurent ou s'observent ne sont pas simplement réductibles à une somme portant sur leurs composants (ce qui s'additionne). Il est intéressant (sans être surprenant) de constater que l'on parvient à rendre compte d'une telle situation

par l'introduction de dynamiques non linéaires régissant la composition des éléments participant au système. On peut trouver là le pendant du rapport entre intensités quantiques et amplitudes : c'est la *non-linéarité* des compositions générant les observables pertinentes qui semble constituer l'élément clé de la comparaison.

Essayons d'approfondir un peu plus la démarche, en considérant la question de la non séparabilité. Nous avons discuté certains aspects de l'individuation biologique dans les chapitres de la première partie, en soulignant notamment l'importance fonctionnelle qu'y jouent les géométries fractales, pour les changements de niveaux d'organisation, et les attracteurs étranges des dynamiques, pour les fonctionnements biologiques, dans l'articulation entre structures et fonctions ; nous pouvons tenter de rapprocher la non séparabilité quantique de cette individuation totalisante.

Pour ce faire nous prendrons appui sur un article récent de Lévy-Leblond [4] où l'auteur s'interroge sur la nature de l'approximation qui autorise un physicien à considérer une séparabilité de ses objets d'étude. Posée de cette manière, la problématique séparabilité/inséparabilité, telle qu'elle est usuellement conçue, est complètement renversée (habituellement, en effet, on fait de la séparabilité le cas général et la difficulté réside alors dans la non séparabilité qu'il faut expliquer). Nous suivrons cette démarche pour envisager une séquence de conjectures à ce sujet, à rapprocher de la situation de la biologie :

(i) L'approximation qui autorise la séparabilité des objets physiques est la même que celle qui rend licite (valide pour le problème considéré) la distinction entre champ et particule pour un quanton.

(ii) L'approximation qui autorise la distinction entre concept de champ et concept de particule est la même que celle qui autorise la distinction entre régularité et singularité[1] Le champ appelle une description en termes de fonctions régulières, en général, alors qu'en général aussi, la représentation de la particule exclut cette régularité (à la limite, la densité particulaire n'est plus représentée à proprement parler par une fonction mais par une distribution).

(iii) La distinction opératoire entre régularité et singularité s'abolit dans le cas de certains objets fractals. Il en résulte que la limite de l'approximation considérée plus haut peut avoir rapport avec la limite entre objet usuel et objets fractals (définis dans l'espace convenable : une trajectoire de l'espace des phases, une forme géométrique dans un espace topologique, un diagramme de Feynman pour des ensembles d'interactions).

Le tableau suivant résumera alors les correspondances envisagées :

	Concepts physiques	Concepts mathématiques	Concepts biologiques
Non-Séparabilité	Quanton	Fractal	Organisme
Séparabilité	Champ → Particule	Régularité → Singularité	Fonction → Organe

Nous ne prétendons évidemment pas que ce tableau ait valeur démonstrative, mais il offre l'avantage de rendre patente la parenté de certaines structures conceptuelles entre les domaines considérés, malgré leur différence radicale de contenu. Bien entendu, une investigation plus approfondie et qui voudrait s'engager sur la voie d'une réelle théorisation, devrait examiner soigneusement les formalismes mathématiques qui, en physique quantique, traitent et expriment la non séparabilité, pour tenter d'en interpréter les données, les opérations, les résultats, dans des termes qui

[1] Le sens auquel nous prenons ici les termes de régularité et de singularité est le sens mathématique tel qu'on l'utilise à propos des fonctions ; autrement dit, et pour simplifier, en rapport avec l'existence ou non d'ensembles de divergences - pôles, points singuliers... - pour des fonctions ou leurs dérivées à différents ordres.

pourraient avoir un sens pour l'intégration biologique (en considérant notamment les rapports entre systèmes et sous-systèmes quantiques comparés aux rapports entre organismes et organes biologiques). Si cela se révélait possible (et sans remettre en cause la spécificité biologique), on aurait alors réussi à transformer l'analogie entre les schèmes concernés en morphisme et construit, l'élément d'une nouvelle objectivité biologique (en même temps qu'on aurait peut-être apporté un éclairage particulier à la représentation physique, non pas évidemment dans sa théorisation, mais pour son intelligibilité).

2.2. Détermination a priori et contraintes objectives en biologie

Malgré les parentés que nous venons de relever à propos de la non séparabilité, il faut pourtant souligner qu'en général les grandes dichotomies qui sous-tendent les conditions d'intelligibilité en biologie, sont quelque peu différentes de celles qui prévalent en physique. Il faut traiter des rapports tout/parties (au lieu du rapport système/éléments), structure/fonction (au lieu de ordre/interactions). Il faut considérer l'opératoire de règles globales à grande variabilité locale (par contraste avec les effets de lois absolument universelles), mettre en jeu dans l'explication causale des téléonomies, *via* des programmes génétiques par exemple, (au lieu des effets directs associés aux interactions), retracer l'histoire d'une évolution biologique qui, par le jeu des variations/sélections, semble complètement aléatoire (au lieu d'un processus cosmogonique censé être principalement déterminé). Alors que la mathématisation en physique semble toucher à la nature des choses mêmes, c'est-à-dire semble être dotée d'une portée quasiment ontologique, en biologie on en est encore au point où les tentatives de mathématisation - quand elles paraissent pertinentes - comportent surtout une valeur épistémique.

Néanmoins, on peut se demander si, à l'instar de ce qui se passe en physique, il existe en biologie aussi de grands principes théoriques et pas seulement heuristiques, qui peuvent jouer un rôle déterminant et révéler des structures mathématiques d'où l'on pourrait finalement dériver ces principes. Notamment existe-t-il des invariances biologiques, des lois de conservation ou d'optimalisation, des symétries essentielles, etc. ?

En ce qui concerne les invariances propres au vivant, on pourrait citer par exemple l'existence du code génétique, ainsi que celle de programmes d'expression génétique (la reproduction, sexuée ou non, des organismes, en est une manifestation globale évidente, dont le pendant local est à rechercher dans les structures macromoléculaires des ADN). Ou encore l'existence d'un métabolisme (échanges matériels et énergétiques entre un système et son extérieur, en vue d'élaborer et de conserver l'organisation du système).

Dans le registre des symétries on trouverait par exemple l'existence de grands plans d'organisation des organismes (polarités antéro-postérieures, symétries bilatérales, répétitions segmentaires, etc.).

Mais nous n'avons pas l'intention de procéder ici à un recensement ni, *a fortiori*, à une formalisation de ces principes fondamentaux et de leur correspondances avec des structures mathématiques (ce domaine se développe grâce aux investigations de plus en plus abondantes menées par des spécialistes de biologie théorique [5], [9]). Nous chercherons plutôt à dégager la nature de certaines contraintes fondamentales relatives à l'espace et au temps, d'une part, à la dynamique et à l'organisation, d'autre part, qui s'imposent à la constitution même des organismes vivants; conditions de possibilité à travers lesquelles on pourra deviner le jeu de principes de détermination de l'objectivité biologique.

(i) <u>Sur les contraintes d'espace</u>

Pourrait-on concevoir une biologie qui ne se constituerait pas dans un espace de configuration à trois dimensions (comme on peut avoir des physiques uni- ou bi-dimensionnelles par exemple) ? La question n'est pas artificielle ; elle renvoie aux discussions sur l'organisation et sur la nécessité d'articuler le local et le global, le tout et les parties, etc. En effet, il est techniquement nécessaire de coupler, de façon non seulement compatible, mais aussi coopérative, une homogénéité globale (individuante) et des distinctions locales (fonctionnelles), et dans ce but, d'assurer des connexités

élevées tout en évitant les confusions et mélanges. Ce qui peut conduire au raisonnement (*a posteriori*) suivant :

Si la dimension de l'espace (d) est plus petite que trois ($d < 3$), on manque d'homogénéité et de connexité, car d'une part les voisinages entre éléments sont trop peu nombreux (4 plus proches voisins seulement dans un réseau carré par exemple) et de plus les voies de communication indépendantes doivent être trop restreintes ou trop compliquées, pour ne pas risquer de se couper et de se mélanger (deux lignes non limitées plongées dans un espace à 2 dimensions se coupent presque toujours en un point). La situation peut être considérée comme non fonctionnelle, par excès de différenciation et par la nécessité d'une trop grande complexité structurelle.

Si au contraire $d > 3$ on se trouve dans une situation inverse : connexité et homogénéité sont trop importantes pour préserver une différenciation locale suffisante, faisant appel à des structures élaborées gouvernant les transports et les échanges, assurant les fonctions globales et régulant les situations locales ; par exemple en physique, les théories de champ moyen sont exactes à partir de $d = 4$, ce qui peut s'interpréter en disant qu'il n'apparaît aucune nécessité de distinctions et de discriminations entre structures, pour assurer une globalité à partir d'interactions locales. La situation est cette fois non fonctionnelle par excès d'homogénéité et manque de différenciation structurelle.

Si $d = 3$ on peut espérer allier une connexité globale (à peine) suffisante pour coordonner une hétérogénéité (énormément) différenciante, quitte à recourir, pour l'articulation entre structures et fonctions, à des géométries un peu particulières, quoique biologiquement réalisables, qui favorisent les échanges et les transports malgré les contraintes antagoniques d'espaces restreints et de connexités maximales. Nous faisons ici allusion aux géométries fractales déjà mentionnées plus haut : réseaux arborescents plus ou moins linéaires occupant tout un volume, interfaces de dimensions métriques supérieures à 2, tout en restant des surfaces topologiques. Nous avons vu que par le biais de ces structures, on pouvait concevoir un jeu efficace de rapports entre tout et parties biologiques, entre différenciation adaptative et homogénéisation individuante [10]-[13].

(ii) Sur les contraintes de temporalité

Rappelons une remarque fondamentale dont nous avons déjà souligné l'importance : le temps n'est pas toujours pour la biologie une dimension constitutive au même titre qu'elle peut l'être pour la physique. En effet, du point de vue interne, la temporalité biologique, lorsqu'elle se manifeste par des processus périodiques autonomes, ne fait pas vraiment appel à une dimensionalité proprement physique (c'est-à-dire nécessairement exprimée dans des unités de mesure bien définies et spécifiques : secondes, heures...) ; les rythmes biologiquement pertinents, gouvernés par diverses horloges biologiques, se manifestent essentiellement comme des nombres sans dimension : le nombre de cycles respiratoires d'une vie de mammifère, par exemple, ou le nombre correspondant de battements de coeur. Il en résulte que la temporalité physique (que mesurent en l'occurrence les fréquences) peut bien varier d'une espèce à l'autre, néanmoins le fond biologique demeure invariant : il y a (approximativement) le même nombre absolu de cycles d'une espèce de mammifère à une autre (de la souris à l'éléphant) [14].

Comme, par ailleurs, il est bien connu que les durées biologiques, comme bien d'autres caractéristiques, entretiennent des rapports d'échelle (allométries, *scalings*) avec les masses des organismes considérés et ces rapports d'échelle sont particulièrement bien vérifiés et stables pour les durées de vie des espèces [15*a*], [15*b*], on peut aller jusqu'à dire que sous le rapport de ce genre de temps physiologiques propres, tous les mammifères sont représentés par un seul et même organisme vivant abstrait, caractérisé par les nombres purs correspondants. La diversification interspécifique provenant alors exclusivement du paramètre (plus ou moins "accidentel") que constitue la masse moyenne de l'espèce considérée.

Mais, deuxième remarque, il faut raffiner, car un organisme biologique n'est pas seulement un être individué relativement à ses cycles internes (qui correspondent aux fonctions physiologiques par exemple), il est aussi en relation très étroite avec un environnement extérieur dont la temporalité

(physique cette fois, le plus souvent) est radicalement distincte et fortement indépendante de la sienne (bien qu'il ait eu à s'y adapter pour survivre) et à laquelle il doit répondre en fonction des stimuli effectivement perçus.

On tendra donc à distinguer deux types de temporalité très différents. Le premier, interne, est lié aux fonctions vitales qui constituent l'individu comme tel ; par rapport au temps physique, il se présente essentiellement comme périodique, mais son trait dominant est précisément d'échapper aux caractérisations usuelles (dimensionnelles) du temps physique pour répondre à d'autres types de règles (importance des nombres sans dimension) propres aux descriptions biologiques. Le second, plus classique, intervient dans les relations de l'organisme avec un extérieur (c'est celui des fonctions de relations) ; ce temps apparaît comme essentiellement apériodique, constitué principalement de modes d'excitation et de relaxation. C'est l'organisme lui-même, pris comme individu dans son environnement, qui assure la compatibilité et la coordination de ces deux temporalités.

A côté de ces contraintes d'espace et de temps associées aux organismes biologiques et qui régissent leurs conditions d'apparition et de survie, on a aussi affaire à des contraintes moins formelles, quoique toujours abstraites, qui portent plus directement sur les conditions de fonctionnement de ces organismes. Nous nous limiterons à évoquer ici deux d'entre elles, qui jouent un rôle important pour la mise en évidence de principes d'intelligibilité régissant le vivant, à savoir les contraintes de nature dynamique et les contraintes d'organisation en niveaux.

(iii) Sur les contraintes dynamiques

Pour autant que les processus biologiques spontanés se développent vraiment sous le contrôle de dynamiques déterminées (au cours de l'embryogenèse, par exemple, mais aussi dans les processus de réparations ou de fonctionnements automatiques), celles-ci ne peuvent être quelconques et doivent correspondre, tant du point de vue de la modélisation que de celui de la nature de leurs produits, à des spécifications relativement précises et contraignantes (exprimées par les programme génétiques qui les ont encodées). Par exemple, il faudra nécessairement délimiter et préserver une individuation, autoriser la complexification, trouver dans les acquis les conditions d'un développement ultérieur. Pour répondre à ces exigences on aura respectivement recours à [11] :

- des endomorphismes (qui conservent le domaine de définition),
- non linéaires (qui permettent la complexification et les changements de régime dynamique selon les valeurs de paramètres, sans changer pour autant la loi régissant la dynamique),
- récursifs (prenant comme conditions initiales d'une même dynamique ses états finaux antérieurs).

Ces aspects formels ne constituent évidemment pas des *a priori* pour des modélisations empiriques de fonctionnements particuliers, mais on peut s'attendre à les voir apparaître systématiquement dans les représentations théoriques des dynamiques intrinsèques des entités biologiques.

(iv) Sur les contraintes d'organisation en niveaux

Ce sont celles qui se trouvent associées, comme on l'a longuement discuté plus haut, avec la nécessaire articulation entre aspect structurel et aspect fonctionnel du fonctionnement biologique, qui jouissent d'une forme d'autonomie tout en concourant à une ontologie unique, celle du vivant qui les présente. En l'absence d'une telle structuration en niveaux hiérarchiques, intégrés et régulés, il est clair qu'on ne saurait parler d'une organisation descriptible en termes de tout et de parties, de structures et de fonctions. Pour assurer cette articulation, le changement de niveau se révèle indispensable [16*a*], [16*b*]. Il s'accompagne, avons-nous vu, à la fois des effets de passage à la limite infinie de grandeurs intensives et des effets de changement d'objet pertinent pour l'analyse théorique et la description empirique. Rappelons que ce changement se manifeste le plus souvent par la présence ou la genèse de géométries fractales qui lui permettent de s'accomplir dans les structures elles-mêmes tout en contribuant à la mise en oeuvre effective des fonctions à remplir (échanges, transports...).

2.3. Des systèmes physico-chimiques aux organisations biologiques ; les concepts d'orgons et de biolons et la dualité temps/énergie en biologie

La question du passage théorique et conceptuel du physico-chimique au biologique est certainement une des plus difficiles qui se pose, non seulement dans le domaine de la biologie - pour autant qu'on ait pu délimiter ce domaine, ce qui fait déjà problème -, mais aussi dans le cadre de l'analyse épistémologique des différentes disciplines relevant des sciences de la nature. Certes, les spectaculaires avancées de la biologie moléculaire ouvrent sur ce point, en ce qui concerne l'aspect historico-évolutif du moins, des perspectives fondamentales et vraisemblablement fondatrices [17], [18, [19], mais il n'en demeure pas moins qu'à d'autres niveaux de l'organisation biologique (cellules, organes, organismes), ce sentiment de familiarité et de compréhension des rapports entre physico-chimique et biologique semblent s'estomper au profit d'une situation de confusion et d'ambiguïté. Ou bien la spécificité du biologique paraît irréductible, auquel cas se pose la question de ses bases matérielles dans l'inanimé et du surgissement du vivant, ou bien le réductionnisme se fait radical mais se révèle le plus souvent incapable d'indiquer le processus d'apparition et de composition du vivant à partir des éléments réduits. En fait, à ces niveaux d'organisation bien plus élevés que le niveau moléculaire, c'est la pertinence même de la question qui devient problématique. Et pourtant il faut, à ces niveaux aussi, analyser, mesurer, expliquer, dans des termes qui ne soient pas radicalement étrangers à ce que l'on entend par analyse, mesure, explication en physique ou en chimie.

C'est dans cet esprit que nous avons proposé récemment [20] de considérer une problématique assez différente, en abordant sous un angle nouveau la question des rapports entre physico-chimique et biologique ; en nous situant moins d'un point de vue "généalogique" (origines biomoléculaires du vivant) que dans une analyse beaucoup plus "synchronique", en nous plaçant à des niveaux d'organisation fort différents les uns des autres mais coexistant et coopérant entre eux.

Pour tenter de remplir le programme que nous nous étions fixé, nous avons été amenés à introduire deux concepts de base qui jouent des rôles organisateurs et explicatifs fondamentaux, les concepts de **biolons** et d'**orgons**. Sans revenir sur les façons précises et détaillées de définir (théoriquement et formellement) la nature des objets biologiques ainsi construits, il est possible d'en proposer une description intuitive :

La représentation sur laquelle nous nous appuyons pour caractériser le vivant est celle d'une hiérarchie de niveaux, organisée en une alternance de deux types de niveaux : d'une part des niveaux où l'on peut distinguer une unité individuée et biologiquement autonome (par exemple la cellule ou l'organisme) - les niveaux *bioloniques*, l'unité en question constituant un biolon -, et d'autre part des niveaux intermédiaires entre niveaux bioloniques, où l'on distingue des constituants qui ne possédent pas cette autonomie individuelle, mais qui se maintiennent du fait qu'ils sont composés de biolons du niveau inférieur et surtout, du fait qu'ils sont intégrés dans un niveau biolonique supérieur (par exemple des organites dans la cellule, des organes dans l'organisme) ; ce type de niveau est appelé niveau orgonique et ses éléments sont des orgons. Ainsi, une entité vivante sera-t-elle considérée comme une structure hiérarchisée de tels niveaux en alternance, le niveau supérieur étant nécessairement de nature biolonique et le niveau minimal étant constitué par un invariant qui présente des caractères simultanément bioloniques et orgoniques (en l'occurrence, des macromolécules pourvues de sites biologiquement actifs).

Un niveau ne peut être orgonique que s'il est "encadré" (supérieurement et inférieurement) par des niveaux bioloniques dont l'un (l'inférieur) concourt à sa composition et dont l'autre (le supérieur) l'intègre ; tandis qu'un niveau biolonique n'a besoin pour exister que de la présence d'un niveau orgonique inférieur qui contribue à le constituer (la question de la nature du niveau invariant minimum évoqué plus haut reviendra, évidemment, à ce propos).

Si nous prenons comme exemple une société d'insectes, nous aurons alors la structure suivante : le biolon supérieur sera cette société elle-même (ruche, fourmilière) ; au-dessous, et intégré par ce niveau supérieur, on trouvera le niveau orgonique des groupes spécialisés (ouvrières, guerrières...) ; lui-même sera composé d'un niveau biolonique dont les éléments sont les organismes

individués ; l'individu sera un biolon constitué d'orgons représentés par ses organes ; ces orgons seront composés des biolons que sont leurs cellules ; ces dernières intégrant les organites, au niveau orgonique ; ces organites étant eux-mêmes composés et constitués des macromolécules biologiques évoquées plus haut.

Du point de vue fonctionnel, dans leur participation au fonctionnement biologique global, orgons et biolons semblent plus ou moins spécialisés dans des rôles distincts :

1) Les biolons sont principalement les supports et les convertisseurs de **l'information**. Cette information biolonique est essentiellement intrinsèque. Sa source principale est *interne* (elle est contenue déjà tout entière dans l'oeuf fécondé) et elle dérive d'une source fondamentale définie en un niveau de base par les aspects bioloniques des macromolécules porteuses du programme génétique. L'information biologiquement pertinente d'origine externe (environnement) jouant alors un rôle principalement épigénétique. Les biolons échangent entre eux de l'information, ou en transmettent, selon les niveaux considérés. En principe il n'y a pas d'obstacle interne à la transmission d'information et sa quantité globale est invariante (pour des organismes, c'est une caractéristique de l'espèce). Il y a seulement une évolution dans le temps de la *structure* de cette information ; au fur et à mesure que les biolons jouent leur rôle de transmission et de conversion, les rapports entre "information disponible", "information exprimée" et entropie sont modifiés (l'entropie augmente de façon monotone, l'information disponible décroît de façon monotone, l'information exprimée croît puis décroît).

2) Les orgons, pour leur part, sont les supports et les convertisseurs de la **matière** et de l'**énergie**. Contrairement à l'information dont la source principale est interne, les sources principales de matière et d'énergie sont externes, situées dans l'environnement[1]. Matière et énergie sont transformées et transportées par les orgons (en respectant, bien évidemment, les lois de conservation classiques de la physique et de la chimie) ; ces transformations sont régulées par les biolons intégrants correspondants.

Dans un modèle de ce genre, les rapports entre physico-chimique et biologique prennent donc une coloration particulière : ils se manifestent en permanence à tous les niveaux d'organisation tout en se différenciant (aspect plutôt énergétique, aspect plutôt informationnel) selon qu'il s'agit d'un niveau orgonique ou biolonique. Par ailleurs, mais dans le même esprit, il est important de souligner le fait que dans le cadre d'une telle représentation, les dynamiques modèles prises en considération pour simuler de façon plus ou moins nette des phénomènes biologiques semblent s'appliquer préférentiellement aux niveaux bioloniques, alors que les morphologies fractales, dont nous avons souligné l'importance dans le rapport entre structure et fonction et pour le fonctionnement biologique lui-même, affectent essentiellement les niveaux orgoniques.

Un autre aspect de cette recatégorisation que nous offre l'introduction des concepts d'orgon et de biolon (et des rôles qui peuvent leur être assignés), concerne les propriétés des modèles mathématiques que l'on peut leur associer du point de vue du développement temporel des ensembles respectifs qu'ils constituent, tout particulièrement dans le processus d'embryogenèse. Les équations cinétiques auxquelles semblent répondre ces ensembles permettent des rapprochements analogiques qui redoublent d'une certaine façon les rapprochements comparatifs que nous avons déjà évoqués avec certains aspects des systèmes quantiques [21]. Mais du point de vue des statistiques quantiques cette fois, c'est-à-dire du comportement collectif des ensembles de quantons. En effet, les expressions des développements temporels des ensembles de biolons sont semblables aux expressions de distributions énergétiques des particules quantiques que sont les bosons, et il en va de même pour l'établissement d'une ressemblance de ces comportements respectifs entre orgons et fermions.

Sans tenter de procéder à quelque démarche de réduction physicaliste que ce soit, nous soulignerons la cohérence de la correspondance qui met en rapport d'une part, des entités (biologiques) relatives au traitement et aux échanges d'*information*, les biolons, avec les particules (quantiques) des

[1] Ce n'est qu'au niveau fondamental que l'on peut considérer qu'il existe une source d'énergie interne primaire, associée aux forces électro-magnétiques des liaisons interatomiques et intermoléculaires des orgons macromoléculaires de base et aux propriétés autocatalytiques et enzymatiques qui peuvent en résulter.

champs d'*interactions*, et, d'autre part des entités relatives aux variations et aux échanges *matériels*, les orgons, avec les particules quantiques constitutives de la *matière*.

Nous soulignerons ensuite le prolongement de la correspondance sur le plan des propriétés de chaque type d'entité : les biolons, à l'instar des bosons, sont "superposables" dans un même état caractéristique. En effet, l'information dont ils sont porteurs reste invariante en ce sens qu'il y a la même quantité d'information intrinsèque, pour l'organisme, du stade de l'œuf fécondé à celui de l'ensemble des cellules (qui, en outre, comportent chacune le même patrimoine génétique, quand bien même il serait exprimé de façon différenciée). La condensation de Bose (à température nulle) correspondra alors au "gel" de cette information dans l'oeuf fécondé à temps caractéristique nul. De même, le principe d'exclusion de Pauli pour les fermions trouve sa correspondance dans le fait de l'inéluctabilité du développement temporel pour les orgons. En effet, on peut dire que le nécessaire changement de la référence temporelle lorsque se réalise le programme qui produit les orgons exprime l'impossibilité de "superposer" deux éléments orgoniques en un même instant.

Propriétés qui, sur un mode plus imagé, tendent à fonder à nos yeux la pertinence de l'aphorisme que nous avons proposé, selon lequel *les entités biologiques peuplent leurs instants comme les entités quantiques peuplent leurs niveaux d'énergie.*

Nous pouvons même pousser plus loin la discussion sur ces rapprochements conceptuels. On sait qu'en théorie quantique le temps et l'énergie sont, comme le sont positions et impulsions, des *variables conjuguées* ; c'est-à-dire qu'elles entretiennent entre elles des rapports très particuliers que manifestent les inégalités de Heisenberg. Notamment la quatrième inégalité, celle qui nous intéresse ici : $d\,E\;d\,t > h'$, où $d\,E$ et $d\,t$ représentent ici l'indétermination sur les valeurs de l'énergie et du temps respectivement et h' la constante de Planck réduite. Toutefois, contrairement au cas des autres variables conjuguées, ces deux-là (l'énergie et le temps) ne tiennent pas un rôle symétrique entre elles : en effet, l'énergie est une *observable* physique (représentable par un certain type d'opérateur) alors que le temps n'est pas une telle observable, mais seulement un paramètre externe. A l'inverse, en biologie, on peut soutenir que c'est le temps qui jouerait le rôle équivalent à celui d'une observable propre, tandis que l'énergie (ou la masse) ne serait qu'un paramètre. C'est ce qui apparaît clairement si nous nous reportons aux caractéristiques propres de la temporalité biologique comme nous avons essayé de la caractériser au paragraphe précédent en l'analysant sous l'angle des contraintes *a priori* qu'elle introduit, en particulier en mettant en évidence l'existence d'un temps propre interne sans dimensionalité physique.

C'est ce temps interne, d'autonomie, qui intervient principalement dans les processus gouvernés par l'expression du programme génétique, notamment le développement et le fonctionnement de l'organisme. A ce titre, c'est aussi ce temps propre qui apparaît dans les expressions gouvernant les comportements bioloniques et orgoniques. Dès lors, il devient légitime de considérer qu'en effet c'est ce temps biologique intrinsèque qui joue le rôle de l'observable fondamentale dans le développement et le fonctionnement biologiques et que les grandeurs du type masse ou énergie ne jouent qu'un rôle paramétrique, fixant les facteurs d'échelle sans affecter vraiment la nature fondamentale des processus concernés.

Si l'on adopte ce point de vue on est alors tenté de considérer que, relativement à la conjugaison énergie/temps, la biologie se présente en quelque sorte comme une espèce de modèle dual de celui de la physique quantique, au sens où, d'une part, l'observable de l'une devient le paramètre de l'autre (et réciproquement) et où, d'autre part, les équations fondamentales gouvernant les fonctions de distributions sont formellement identiques, moyennant les transformations correspondantes des variables et paramètres.

Ainsi, avec cette distinction entre orgons et biolons, l'analyse de leurs rapports, leur hiérarchisation en niveaux d'organisation, disposons-nous d'un cadre de référence nouveau qui nous permet de procéder à une sorte de reconceptualisation d'une partie du champ de la biologie théorique, reconceptualisation qui peut se révéler particulièrement heuristique pour la construction des objectivités biologiques comme pour leur interprétation.

2.4. Approches méta-théoriques en biologie

En rapport avec l'ensemble de ce paysage conceptuel (objectivités, contraintes, conditions de possibilités, propriétés particulières, etc.) et au niveau des principes qui semblent en régir les contenus, se développent différentes approches théoriques et métathéoriques qui peuvent contribuer aux fondements d'une biologie théorique plus ou moins en voie d'unification (à l'image d'une physique théorique exemple d'une dynamique unificatrice).

Une première approche est celle proposée par la théorie des catastrophes [22*a*], [22*b*] grâce à quoi on peut espérer, d'une part, catégoriser des formes sources (et exprimer les règles de leurs transformations) et d'autre part, voir se déployer et se complexifier à partir d'elles, des formes dérivées (*cf*. le réductionnisme morphologique). On dispose ainsi de mathématiques qualitatives qui permettent d'aborder la problématique de la morphologie et de la morphogenèse en restant au niveau **topologique**, presque indépendamment des contraintes métriques qui sont en général associées aux conditions du fonctionnement biologique proprement dit.

Une deuxième approche, parente de la première, mais qui accorde une importance bien plus grande aux contraintes **métriques** et au fonctionnement, fait intervenir de façon plus constitutive la dimension de la production temporelle, c'est-à-dire le processus lui-même en regard de ses résultats. Il s'agit de celle que propose, sous ses différentes versions, la théorie des systèmes dynamiques non linéaires ; une morphodynamique dans le déroulement de laquelle on peut trouver des sources de complexification et d'organisation, des conditions de structurations et de fonctionnements biologiques [23]. Ainsi les phénomènes d'apparition de structures spatiales (ne serait-ce qu'au simple stade d'une métamérisation), d'établissement des rythmes temporels (horloges biologiques), voire de production de géométries particulières (structures fractales) peuvent-ils trouver des éléments essentiels d'explication dans la prise en considération de ces dynamiques, que celles-ci apparaissent sous l'aspect de règles opératoires récursives discrètes, d'équations différentielles non linéaires régissant des processus de réaction-diffusion, ou de flots plus généraux.

Une troisième approche, enfin, plus conceptuelle, moins directement mathématique ou physico-chimique, se situe pour ainsi dire à un niveau **logique**. Elle est représentée par les considérations d'autopoïèse, les analyses des processus d'auto-organisation déjà considérés plus haut [24]. S'appuyant sur les acquis des systèmes dynamiques en ce qui concerne les conditions effectives de production des phénomènes biologiques, cette approche s'interroge sur les sources d'individuation et d'autonomie des organismes, sur la constitution du soi. Elle trouve dans les circularités de l'autoréférence, dans le développement de hiérarchies enchevêtrées, des éléments d'explication à d'apparents paradoxes biologiques, tels ceux du code génétique ou de la production par le soi des éléments nécessaires à la constitution même du soi (le paradoxe paradigmatique de l'oeuf et de la poule). Ces approches, que l'on peut qualifier de systémiciennes, s'appliquent par exemple à l'analyse de la genèse et du fonctionnement du système nerveux ou du système immunitaire.

C'est aussi dans ce cadre que nous rangerions volontiers les recherches visant directement à dégager ce qu'on peut en effet appeler une *logique du vivant* [25], qu'on l'aborde sous l'angle des processus évolutifs (y compris l'élucidation des passages de l'inerte au vivant) ou sous des angles plus synchroniques, à dominantes structurelles ou fonctionnelles, voire conceptuelles, ainsi que nous avons nous-mêmes tenté de le faire au paragraphe précédent.

Ces diverses approches, bien que distinctes, ne se concurrencent pas toujours, d'autant qu'elles ne s'appliquent pas systématiquement et simultanément à tous les domaines abordés par la biologie ; néanmoins elles diffèrent parfois profondément entre elles par les présupposés qu'elles mobilisent, ou les *a priori* de principe qui les sous-tendent.

3. STRUCTURES FORMELLES

Pour finir, revenons plus précisément aux rapports entre physique et biologie, en nous situant d'un point de vue totalement formel et complètement extérieur à leurs contenus théoriques ou

conceptuels respectifs. Essayons en somme de nous placer à un niveau, à partir duquel on chercherait à positionner mutuellement physique et biologie en concevant maintenant chacune de ces disciplines comme un modèle (au sens de la théorie logique des modèles) de science de la nature.

Pour ce faire, supposons que nous disposions d'un cadre général de type axiomatique pour caractériser dans sa généralité la rationalité scientifique et ses (méta)exigences formelles et méthodologiques (même si ces exigences se thématisent différemment selon les disciplines et sous-disciplines). Admettons alors que physique et biologie constituent des modèles de réalisation (au sens de la théorie des modèles) de cette (méta)axiomatique et tentons de spécifier de ce point de vue leurs rapports, en considérant qu'à travers un de leur concept problématique central, celui de **matière**, elles se rencontrent, partiellement au moins, dans un même domaine sémantique.

En quel sens pourrons-nous dire que la physique constitue un modèle standard de cette axiomatique tandis que la biologie en présente un modèle non standard ?

Du point de vue sémantique, on peut considérer la biologie comme un "élargissement" (au sens technique de Robinson [26]) du modèle de la physique, élargissement qui permet de distinguer le concept de **vivant** au sein de la matière (concept et réalité que ne "voit" ni ne sait "nommer" la physique).

Syntaxiquement (*cf*. l'approche IST de Nelson [27]), on peut considérer que l'introduction d'un nouveau prédicat ("*non vivant*") permet de distinguer formellement les situations purement physiques des situations biologiques.

Ainsi, une comparaison formelle avec la théorie des modèles nous conduira à établir les correspondances suivantes (en prenant l'arithmétique comme théorie de base) :

(i) A l'axiome d'Idéalisation[1], on peut associer l'énoncé selon lequel *"quelle que soit la loi physique considérée on peut trouver des objets biologiques qui y répondent"*. On pourra interpréter cet énoncé comme un axiome d'existence d'objets vivants.

(ii) A l'axiome de Standardisation[2], on associera l'énoncé selon lequel *"il existe toujours un système physique qui contient exactement les mêmes éléments physiques qu'un objet biologique considéré"*. Cet axiome (qui dans la théorie fonctionne comme un schéma de remplacement pour les relations non internes) pourra être interprété comme une sorte de postulat de l'existence d'une base physicaliste du biologique.

(iii) Enfin, à l'axiome de Transfert[3], on associera l'énoncé selon lequel *"toute loi physique vaut en biologie"* (c'est-à-dire que "*toute propriété vraie en physique conserve sa validité en biologie"*). On peut l'interpréter en soulignant le fait que la légalité biologique ne peut contrevenir à la légalité physique du fait qu'il s'agit dans les deux cas d'une seule et même "matière" qui se trouve engagée (monisme matérialiste de la connaissance scientifique dans les sciences de la nature).

D'un point de vue épistémologique, voire philosophique, une telle approche nous permet de choisir entre les termes d'une alternative :

- ou bien, comme on l'admet souvent, les présupposés axiomatiques (virtuels) qui gouvernent la constitution et le développement de la physique et de la biologie sont fondamentalement différents, et ces disciplines développent des modèles non équivalents de ce point de vue ; on aurait alors affaire à un dualisme sous-jacent, dans lequel le concept de "vie" non seulement joue un rôle discriminant, mais

[1] Cet axiome s'énonce formellement comme suit :

$$\exists\, x\, \forall\, {}^{st}y\, B\,(x, y) \leftrightarrow \forall\, {}^{st\ fini}z\, \exists\, x\, \forall\, y \in z\, B\,(x, y)$$

[2] Formellement on a :

$$\forall\, {}^{st}x\, \exists^{st}\, y\, \forall\, {}^{st}z\, [\, z\, \exists\, y \leftrightarrow (z \in x \ \text{ et } C\,(z\,))]$$

[3] Formellement :

$$\forall\, {}^{st}x\, A\,(x) \rightarrow \forall\, x\, A\,(x)$$

en plus correspond à une irréductibilité axiomatique (à la limite on trouvera, théoriquement, le finalisme biologique, voire le vitalisme et, philosophiquement, le bergsonisme) ;

- ou bien, selon la proposition que nous venons de présenter, on considérera une seule et même axiomatique pour les deux disciplines, qui renvoie à une sorte de monisme matérialiste formel, mais qui peut conduire à la réalisation de modèles sémantiquement distincts (physique et biologie se distribuant respectivement entre standard et non standard) ; l'analyse syntaxique rétablit une dualité dans ce monisme, mais l'irréductibilité n'est plus d'axiomatique, elle est renvoyée à la distinction entre ensembles internes et ensembles externes.

REFERENCES DU CHAPITRE VII

[1] Ch.S. PEIRCE, *Ecrits sur le signe*, Seuil, Paris, 1978.
[2] J. PIAGET, *Six études de psychologie*, Denoël, Paris, 1964.
[3] J. ULLMO, *La pensée scientifique moderne*, Flammarion, Paris, 1969.
[4] J.M. LEVY-LEBLOND, *Théorie quantique: un débat toujours actuel*, La Recherche n°175, p. 394, Mars 1986.
[5] Y. BOULIGAND, *La morphogenèse : de la biologie aux mathématiques*, Maloine, Paris, 1980.
[6] C.P. BRUTER, *Les architectures du feu*, Flammarion, Paris, 1982.
[7] A. HUNDING, S. KAUFFMAN, B. GOODWIN, *Dynamically Nested Fields as Robust Generators of the Development Hierarchy*, Solignac, Ed. Polytechnica, 1989.
[8] P. DELATTRE, M. THELLIER, *Elaboration et justification des modèles*, Maloine, Paris, 1980.
[9] G. WEISBUCH, Networks of Automata and Biological Organization, *J. Theo. Bio.*, 121, p.255, 1986.
[10] B. MANDELBROT, *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman, San Francisco, 1982.
[11] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Fonctions biologiques, niveaux d'organisation et structures fractales, *Rev. Int. Syst.*, 2, n°3, p.295, 1988.
[12] Y. BOULIGAND, L'autosimilitude brisée, in : *Biologie théorique*, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[13] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, A dynamical system for biological development: the case of *Caenorhabditis elegans*, *Acta Bioth.*, Springer Netherland.
[14] K. SCHMIDT-NIELSEN, *Scaling*, Camb. Univ. Press, 1984.
[15a] R. H. PETERS, *The Ecological Implications of Body Size*, CUP, 1983.
[15b] K. SCHMIDT-NIELSEN, Scaling, CUP 1984.
[16a] F. BAILLY, Niveaux/Changements de niveaux, in : *Actes du 1er Congrès européen de systémique*, Lausanne, AFCET, 1989.
[16b] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Hiérarchie de niveaux d'organisation biologique, processus de complexification et géométries fractales, *Rev. Int. Syst.* 5 n°1, p.53, 1991.
[17] A.G. CAIRNS-SMITH, *L'énigme de la vie*, Odile Jacob, Paris, 1990.
[18] A. DANCHIN, *Une aurore de pierre*, Seuil, Paris, 1990.
[19] J. NINIO, *La biologie buissonnière*, Seuil, Paris, 1991.
[20] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Développement, organisation et fonctionnement biologiques : orgons et biolons, Solignac, *Acta Biotheor.*, Springer Netherland, 1991.
[21] F. BAILLY, Biolons et orgons : biologie théorique et analogies quantiques, Solignac 1991, *Acta Biotheor.*, Springer Netherland.
[22a] R. THOM, *Stabilité structurelle et morphogénèse*, InterEd., Paris, 1977.
[22b] R. THOM, *Modèles mathématiques de la morphogenèse*, Christian Bourgois, Paris, 1980.
[23] G. NICOLIS, Dissipative systems, *Rev. Prog. Phys.*, 49, p.873, Ed. du CNRS, Paris, 1986.
[24] F. VARELA, *Autonomie et connaissance*, Seuil, Paris, 1989.
[25] F. JACOB, *La logique du vivant*, Gallimard, Paris, 1970.
[26] A. ROBINSON, *Non Standard Analysis*, North-Holland, 1980.
[27] E. NELSON, Internal set theory, *Bull. Am. Math. Soc.*, 83, 6, p.1165, 1977.

CHAPITRE VIII[1]

A PROPOS DE L'"OBJET SCIENTIFIQUE" ET DE LA COUPURE SUJET/OBJET

Les discussions des chapitres précédents montrent que la caractérisation de ce que l'on appelle "l'objet scientifique" est effectivement un problème de constitution, à travers lequel se développe la démarche scientifique elle-même. C'est la raison pour laquelle nous nous proposons, dans ce chapitre, d'aborder cette question sous deux angles très différents.

Selon le premier, nous nous situerons d'un point de vue interne à la scientificité et nous nous attacherons à montrer comment la construction scientifique conduit à relativiser la notion courante d'objet telle qu'elle s'est trouvée plus ou moins spontanément catégorisée par la démarche de connaissance, jusques et y compris dans le cadre de la physique classique. En particulier, après avoir proposé une caractérisation structurelle de l'"objet-scientifique", nous tenterons de mettre en évidence le fait que la construction de l'objectivité scientifique déplace sans cesse les limites entre les notions d'objet, d'interactions et d'univers de repérage.

Selon le second point de vue nous nous situerons de façon beaucoup plus extérieure et nous nous interrogerons sur le rôle, essentiel pour les fondements culturels et les représentations du monde qui y sont associés, que joue la coupure sujet/objet telle qu'elle est apparue et s'est développée en Occident (avec la naissance de la philosophie et de la science proprement dites), par contraste avec d'autres coupures fondatrices ("réel/illusoire" en Extrême Orient, par exemple).

1. OBJETS, INTERACTIONS, REPERAGES : STABILITES ET INSTABILITES RELATIVES DES CATEGORISATIONS CONCEPTUELLES (SUR LE STATUT CONTEMPORAIN DU CONCEPT D'"OBJET-SCIENTIFIQUE")

1.1. Présentation

Nous nous proposons donc de caractériser et de discuter brièvement le concept d'"objet-scientifique" (expression considérée ici comme une locution élémentaire) et de montrer en quoi ce dernier diffère non seulement des objets usuels tels que l'expérience de la vie courante nous les fait appréhender empiriquement ou intuitivement, mais aussi de bien des objets semi-théoriques que considèrent des disciplines dont l'objectivité n'a pas encore été formellement (mathématiquement) construite ou complétée. Cette caractérisation n'aura pas pour seul but de souligner les dissemblances et ressemblances entre ce concept et ces saisies ; elle tentera aussi de dégager les règles selon lesquelles ce concept est employé et évolue au fil de la recherche et des théories qui contribuent à l'élaborer et le construire. Pour ce faire nous nous appuierons dans un premier temps sur les démarches propres à la physique pour élargir ensuite le champ d'investigation aux autres domaines disciplinaires.

Dans la partie suivante nous nous emploierons à contester ce que la caractérisation proposée comporte de trop rigide et statique en essayant de montrer que les catégorisations premières, plus ou moins intuitives ou empiriques, que nous aurons dégagées sont constamment remises en cause et rendues instables par le travail de recherche lui-même, au profit d'une détermination de plus en plus formelle (mathématique) de l'objet-scientifique. Là encore nous commencerons par nous appuyer sur l'exemple de la physique pour tenter d'étendre ses traits fondamentaux à d'autres domaines disciplinaires.

1.2. L'"objet-scientifique" comme structure : < Classes d'éléments, classes de relations, univers de repérage > ; le paradigme de la physique classique et son extension

1.2.1. Caractériser un objet en tant qu'il est scientifique nécessite le recours à bien des procédures et bien des opérations de catégorisation (voir tous les travaux épistémologiques sur cette question). Mais parmi ces procédures et catégorisations conceptuelles il en est une, qui, toute triviale qu'elle

[1] Ce chapitre est entièrement nouveau par rapport au contenu de la publication de 1991 (R.I.S.).

apparaisse, nécessite d'être rappelée et approfondie du fait qu'elle se présente en quelque sorte comme une condition de possibilité pour toutes les autres (*cf*. [1]).

Elle consiste à considérer que l'"objet" dont il est question n'en est pas vraiment un (matériel concret, pour la physique ou la biologie, ou idéalité formelle ou conceptuelle, pour les mathématiques ou la philosophie), en ce que l'"objet-scientifique" représente effectivement non pas la singularité d'une chose, d'un fait, voire d'un phénomène, mais une classe, abstraitement construite, de tels choses, faits, ou phénomènes : ce n'est pas tel électron particulier qui nous intéresse par son comportement et que l'on observe et formalise, mais bien la classe générique "électron" que l'on décrit et théorise ; ce n'est pas de tel corps pesant particulier qu'on énonce la loi de chute, mais bien celle de la classe générale de tels corps, etc. Et bien entendu il en va ainsi tout autant des interactions entre ces objets : pour la démarche scientifique, elles aussi forment des classes d'interactions (à effets causaux) et non pas des séquences de rapports particuliers, comme l'empiricisme radical à la Hume tendrait à le faire penser.

En cela, l'objet-scientifique est toujours un universal générique abstrait qui ne coïncide qu'empiriquement et "accidentellement" avec un corps singulier concret en rapport particulier avec d'autres : l'objet-scientifique est censé pouvoir correspondre à n'importe lequel de ces corps singuliers appartenant à la même classe et entretenir n'importe quel rapport spécifique relevant de la classe pertinente de rapports possibles.

Cette situation, du côté de l'objet, rappelle et vient compléter celle qui règne du côté des scientifiques eux-mêmes : bien que le consensus scientifique fasse appel crucialement au tissu d'intersubjectivité des expérimentateurs et théoriciens, ce n'est jamais tel sujet singulier qui se révèle pertinent dans une observation ou un résultat scientifique ; les termes d'observateur ou de théoricien renvoient toujours, eux aussi, à la classe de tous ceux qui se mettent en position d'observer et de théoriser selon les normes scientifiques. Même si telle personne fait effectivement tel travail et se révèle auteur concret d'une observation ou d'un résultat, ceux-ci ne sont homologués comme scientifiques que lorsque la classe correspondante, où se fondent les sujets singuliers, se les est appropriés.

Ce qui d'ailleurs conduit à distinguer essentiellement, en matière de sciences de la vie, par exemple, la pratique du biologiste de celle du vétérinaire ou du médecin. Bien que les uns comme les autres aient affaire aux mêmes "choses", et à des jeux de causalité semblables, c'est sous un angle bien différent : dans le registre du traitement de la classe universelle abstraite pour le biologiste, dans celui de la singularité exceptionnelle concrète pour le thérapeute ; d'où il résulte d'ailleurs que la responsabilité individuelle des premiers n'est pas un thème pertinent opératoire (sur le plan spécialisé de la connaissance scientifique s'entend, et non, bien évidemment, dans le cadre d'une éthique sociale où cette responsabilité civique, et non plus proprement scientifique, est totale), alors que celle des seconds peut se trouver engagée (y compris sur le plan tout aussi spécialisé de l'acte thérapeutique), comme en témoignent bien des procès.

1.2.2. Une fois cette caractérisation par classes bien établie, il apparaît qu'en fait, la détermination de l'objet-scientifique fait appel à la composition coopérative entre trois classes principales dont chacune se révèle nécessaire dans la démarche scientifique, même si parfois certaines peuvent demeurer implicites.

Pour illustrer ce point, nous ferons appel aux schèmes cognitifs développés par la physique classique quand il s'est agi pour elle de caractériser opératoirement et conceptuellement ses objets d'étude.

Ces schèmes qui, dans ce cas particulier (et contrairement à bien d'autres cas), épousent ceux d'une intuition spontanée, séparent sans ambiguïté les concepts de classes d'objets, que l'on spécifie, étudie et caractérise, de classes d'interactions ou de processus dont il est le siège ou auxquels il participe (*cf*. par exemple la physique newtonienne où les "corps" sont déterminés une fois pour toutes et exercent entre eux des "forces" qui influent non sur ce qu'ils sont mais sur leurs trajectoires) et, explicitement ou non, d'univers de repérage par rapport auquel sont situés et décrits ces phénomènes

(l'espace et le temps classique, par exemple, ou l'espace de phases pour des dynamiques, etc.). Ainsi l'objet-élément est-il classiquement postulé comme ontologiquement stable, invariant, bien défini, au cours des interactions qu'il engendre ou subit et dans un univers où il se situe sans aucune interaction physiquement pertinente avec lui ; les processus, eux, tout en étant bien caractérisés et spécifiés, expriment les changements qui affectent non pas l'invariance ontologique de l'objet-élément mais certaines de ses propriétés (*cf.* la vieille distinction entre qualités premières et qualités secondes) ; quant à l'univers de repérage lui-même, il est considéré comme "neutre", simple réceptacle, pour ainsi dire, des phénomènes qui s'y manifestent (même si, comme dans le cas de l'espace des phases, sa dimension peut dépendre du nombre d'objets pris en considération).

Ainsi les phénomènes sont-ils conçus comme des événements (ou des suites d'événements) à quoi contribuent séparément, quoique de façon concourante, des objets proprement dits et les interactions qui les concernent, le tout prenant place dans un cadre indépendant. Ou, si l'on examine la démarche sous un autre angle, à partir de la complexité phénoménale cette fois, on peut dire que, dans la perspective classique, les phénomènes sont analysés essentiellement en termes d'objets-éléments invariants, plongés dans un univers donné, soumis à des interactions et des processus qui en modifient les états, mais non la nature, et qu'il revient justement à la démarche scientifique de parvenir à opérer ces distinctions pour construire une intelligibilité scientifique de ces phénomènes et en fournir ainsi une explication.

En généralisant et fixant cette démarche, nous sommes donc conduits tout naturellement à caractériser l'"objet-scientifique" (l'objet d'étude en un sens large) en physique comme une structure comportant trois composantes principales :

(i) les classes d'éléments, ou d'objets proprement dits (qu'il soient "naïfs", intuitifs ou déjà hautement formalisés ; par exemple en physique : les corps pesants, les charges électriques, les protons, les photons, etc.),

(ii) les classes de relations entre ces éléments (par exemple en physique : les chocs, les interactions, les champs, etc.), et enfin

(iii) les univers de repérage relativement auxquels ces classes d'éléments et de relations sont définies ou dans lesquels elles prennent place (par exemple en physique : l'espace-temps, des espaces de phase, des espaces mathématiques abstraits, etc.).

C'est cette structure paradigmatique apparue et développée en physique qui a semblé s'étendre naturellement au concept d'objet-scientifique en général, c'est-à-dire pour les différentes disciplines qui se réclament d'une scientificité. Ainsi, en biologie voit-on se constituer dans un premier temps la triade intuitive : structure (biologique), fonction, milieu (intérieur ou d'environnement), ou en sciences sociales et humaines : faits, corrélations, significations (ou interprétations) ; et il n'est pas dit qu'en matière cognitive et langagière, la tripartition : syntaxe, sémantique, pragmatique ne réponde pas à la prégnance d'un tel schème sous-jacent.

En fait, si nous désirions voir fonctionner ce schéma de façon un peu complète et interdisciplinaire, nous serions conduits à approfondir ces déterminations intuitives, le cas échéant à les remettre en cause au profit de caractérisations plus objectives et plus opératoires. C'est ce que nous proposons en construisant le tableau 1, qui tente de répondre à la mise en oeuvre distribuée de cette structure pour des secteurs disciplinaires variés et qui traduit sans doute l'état de la catégorisation conceptuelle du savoir scientifique à un certain stade de développement de la scientificité.

TABLEAU MANQUANT

Les trois dernières colonnes de ce tableau explicitent, pour la discipline considérée (première colonne), les contenus abstraits possibles de la structure d'objet-scientifique correspondante, telle que nous venons de la définir. Quant à la deuxième colonne, elle essaie de résumer les conditions de possibilité dominantes de l'existence des parties de cette structure, et en cela, elle renvoie pour une part à la caractérisation de l'intersubjectivité constituante de l'objet-scientifique.

En guise de commentaire succinct de ce tableau, nous nous contenterons de conserver l'exemple de la physique, mais sans revenir sur tout ce que nous en avons déjà analysé, et d'examiner brièvement la situation (déjà controversée depuis longtemps) pour les mathématiques. Les autres secteurs disciplinaires seront abordés de façon plus précise à l'occasion de la discussion que nous proposons dans la partie suivante.

Pour la physique, donc, il est clair qu'aux classes d'éléments on peut associer les observables physiques (quelle que soit leur nature), c'est-à-dire sous un angle ou un autre, des quantités conservées, qu'aux classes de relations correspondent tous les types d'interactions physiques (champs, forces, chocs...) entre éléments et qu'aux univers de repérage correspondent les espaces pertinents (externes ou internes, espace-temps, espace de phase...). Quant aux conditions de possibilité de l'existence de telles classes, elles comportent deux composantes principales, indissociables l'une de l'autre dès lors qu'il s'agit de physique : celle, très formelle et de nature mathématique, de la détermination interne, liée aux exigences de cohérence mathématique et trouvant son expression la plus abstraite dans les contraintes de symétrie (invariances, principes de relativité) et celle très matérielle de la confrontation avec l'observation ou l'expérience.

Quant au cas des mathématiques, il est un peu particulier dans la mesure où le contenu de la catégorisation se révèle dépendre de la nature de l'approche que l'on peut avoir de l'activité mathématique elle-même. En effet, pour les mathématiques considérées sous leur angle le plus habituel (disons, par raccourci, sous l'angle formaliste), la classes des éléments correspond aux idéalités mathématiques effectivement "manipulées" ; la classe des relations est constituée non seulement des liens conceptuels qu'entretiennent ces idéalités, sur le plan formel, mais aussi des preuves et démonstrations qui conduisent des propriétés des unes à celles des autres ; les univers de repérage correspondent aux systèmes axiomatiques régissant ces structures. Enfin, les conditions de possibilité sont rapportées aux seules conditions d'existence formelle (principe de non-contradiction).

Malgré le caractère d'évidence relative que semblent comporter ces déterminations, il faut noter cependant que ce schéma ne trouve plus exactement les mêmes correspondances si l'on adopte un point de vue plus constructif et intuitionniste des mathématiques, considérées alors comme activité d'un sujet épistémique. Dans cette dernière perspective, en effet, les conditions de possibilité sont à trouver dans les capacités de construction (ce qui implique en même temps certains aspects de finitisme des procédures) : les classes d'éléments correspondent toujours aux idéalités mathématiques, mais sous réserve, cette fois, qu'elles aient pu être effectivement construites, les univers de repérage étant pour leur part à trouver dans les constructions effectives elles-mêmes ; quant aux classes de relations elles continuent certes à correspondre aux rapports entre ces entités et aux preuves qui relient leurs propriétés (mais ces preuves devenant nécessairement constructives tendent à changer le statut de ces relations).

Mais ce tableau une fois établi et argumenté sur la base d'une analyse des démarches de la scientificité dans différents domaines, nous n'aurons de cesse d'en contester le bien-fondé. Moins d'ailleurs en ce qui concerne le principe des catégorisations proposées, dont il se révèlera qu'elles conservent leur heuristique pour la réflexion et l'explication du mouvement de la recherche, que sur la question de l'étanchéité supposée des frontières qui les délimitent [2].

1.3. Contestation de cette caractérisation : stabilités et instabilités relatives des frontières internes et des catégorisations conceptuelles

1.3.1. En effet, à un examen un peu plus approfondi il apparaît que le schème caractéristique de la physique classique, schème que nous avons cherché à reconnaître dans d'autres secteurs disciplinaires, se révèle finalement déjà tout à fait insuffisant pour rendre compte, sans autre amendement, de la réalité objective de la physique moderne dans ses développements les plus contemporains : relativité, phénomènes critiques, physique quantique. Précisons cette remise en question en examinant la situation propre à chacun de ces domaines.

(i) Dans le cas des phénomènes critiques, on sait que la prise en considération, au niveau le plus fondamental, des objets "simples" que sont par exemple les électrons d'une part, de leurs interactions

pures d'autre part (interactions coulombiennes), peut conduire à des difficultés théoriques et conceptuelles dans l'analyse et la description des phénomènes collectifs, notamment en faisant apparaître des quantités infinies dans les développements en série de perturbations classiques. Pour surmonter ces difficultés il faut recourir à ce que l'on appelle des procédures de renormalisation, qui font disparaître ces quantités infinies, procédures à la lumière desquelles il apparaît que les objets pertinents qu'il convient de considérer pour pouvoir théoriser correctement les phénomènes et retrouver les résultats expérimentaux sont constitués d'un "mixte" de ce que pouvaient être les objets simples de départ et de certaines classes d'interactions entre eux. On passe, dit-on, d'un objet "nu" (dans le cas considéré c'est l'électron de départ, dont la définition ne comporte pas d'interactions entre objets) à un objet "habillé" (ainsi nommé en ce qu'il comporte, dans sa définition constructive, la prise en compte de certaines de ces interactions). On ne passe pas encore complètement d'un type d'objet à un autre, que l'on pourrait appeler un "méta-objet" (que nous serons amenés à évoquer dans la suite), car tout "habillé" qu'il soit l'électron considéré au départ ne perd pas totalement son identité ni sa pertinence initiales, mais déjà, dans ce cas, le processus d'un tel passage se trouve partiellement engagé.

(ii) Dans les situations relativistes, il faut ajouter à la caractérisation de l'objectivité au moyen des objets et de leurs interactions, la prise en considération explicite de l'univers de repérage dans lequel ils sont censés évoluer et qu'ils contribuent à constituer. On sait, en effet, qu'on ne peut séparer théoriquement les objets et les forces qui expriment leurs interactions d'une part et les structures de l'espace-temps lui-même d'autre part : un changement dans la géométrie de l'espace-temps (intrinsèquement associé à une distribution de matière-énergie) conduit à l'apparition ou à la disparition de certaines forces, ce qui leur confère un statut très relatif (au cadre référentiel). Il y a ainsi équivalence possible entre géométrie de l'univers de référence et caractérisation de forces (ce qui s'exprime dans les propriétés d'invariance du système sous l'effet de certains groupes de transformations, les difféomorphismes de l'espace-temps, en l'occurrence, c'est-à-dire, en fait, dans les propriétés de symétries de l'univers phénoménal considéré). On a là un exemple très illustratif de ce que l'objectivité ainsi construite ne fait plus vraiment appel à ce que nous considérons usuellement comme trois classes de partenaires distinctes et séparées : les objets "naïfs", les interactions entre eux, la structure géométrique de l'espace-temps dans lequel ils sont censés évoluer, mais bien à une structure théorique mathématique qui ne permet pas toujours de les identifier séparément comme telles et qui les détermine (au sens fort du terme) dans leur "existence" même et leurs rapports.

(iii) Il en va de même, en théorie quantique, avec les théories de jauge, qui selon les repères que l'on choisit en fonction des symétries sous-jacentes (opérant cette fois principalement non plus dans des espace-temps externes mais dans des espaces dits "internes"), font ou non apparaître certaines classes d'interactions (ce qui permet de comprendre qu'en se repérant par rapport à des groupes de symétrie suffisamment vastes, compatibles avec des classes d'interactions partielles, on parvienne à procéder à des unifications théoriques de ces classes d'interactions, comme cela a été le cas avec l'unification électro-faible, par exemple).

Mais dans le cas quantique une complication supplémentaire (et très déstabilisante pour la représentation intuitive, et même pour la conceptualisation théorique classique) apparaît du fait de l'existence de corrélations intrinsèques entre objets physiques, corrélations associées aux relations d'indétermination. Il s'agit de l'apparition d'une propriété nouvelle, dite de non-séparabilité, qui se manifeste entre objets quantiques (quantons) ayant interagi. En effet, il n'est plus possible de se représenter deux objets qui étaient indépendants avant leur interaction comme toujours indépendants l'un de l'autre après cette interaction : ils constituent un nouvel objet théorique, dans lequel on ne peut plus attribuer d'individualité séparée à des parties qui correspondraient aux entités de départ. Il y a comme un changement de nature ontologique des entités considérées, au fil de leurs rapports, au profit d'une perte systématique d'individualité et de la formation d'une totalité (rigoureusement et exactement réglée) dans laquelle elles sont devenues théoriquement et conceptuellement inséparables.

Pour conclure brièvement sur la physique, il semble donc bien à partir de ces exemples qu'en fait, le mouvement classique de la compréhension physique, qui consiste à analyser un phénomène en éléments plus simples (classes d'objets constitutifs, classes de leurs interactions, univers où ils se

déploient et où se produisent les événements correspondants) puis à procéder ensuite à une recomposition constructive pour rendre compte de ce phénomène, il semble bien que ce mouvement, donc, même s'il demeure essentiel dans la démarche d'explication, doive désormais s'accompagner d'un mouvement complémentaire que l'on pourrait peut-être qualifier de plus holistique. Celui-ci relativise le caractère complètement disjoint de ces éléments premiers d'analyse et tend à aborder la caractérisation d'une situation donnée plutôt en termes de rapports d'un tout avec ses parties en redéfinissant à chaque fois ce qui est classe d'objets, ce qui est classe d'interactions, le tout relativement à l'univers de repérage adopté.

Etant bien entendu qu'il s'agit ici essentiellement de discuter du mouvement habituel d'interprétation qui accompagne et tente de transposer dans la langue naturelle de l'intuition usuelle le mouvement de formalisation mathématique qui constitue en fait les objectivités scientifiques proprement dites et qui, comme tel, échappe aux difficultés et paradoxes apparents que nous avons retracés.

Il en résulte, pour nous placer un instant sur le plan des principes gnoséologiques, qu'on ne peut manquer de souligner, à ce stade, que là encore, le statut régulateur de la classique causalité efficiente (intimement liée à la corrélation entre les concepts d'objets ontologiquement stables et bien définis, de forces interactives non moins bien caractérisées et d'univers indépendant dans lequel se manifestent les phénomènes) tend à se trouver lui-même très déstabilisé et relativisé. Au profit d'une réévaluation considérable de ce que pourrait être une nouvelle causalité formelle directement associée aux relations intrinsèques entre structures mathématiques pertinentes pour la théorisation des phénomènes et, plus profondément encore, au processus de mathématisation lui-même. Notons que si un tel mouvement tend à "désubstantialiser" fortement le domaine de la physique contemporaine, elle ne le dématérialise pas pour autant ; mais la matérialité en question se trouve elle-même subordonnée, au moins dans la phénoménalité qui la manifeste et dans l'approche qu'il convient désormais d'en avoir, à la vie propre de la formalisation mathématique à laquelle elle se prête.

1.3.2. Ce genre de situation conceptuelle, où l'on est conduit à s'interroger sur la nature de l'objet théorique et descriptif pertinent pour l'explication, sur la nature et le rôle des interactions dans lesquelles il est engagé, sur leur relativisation à un univers référentiel, est bien plus net, encore, dans le cas des disciplines biologiques. Reprenons dans ce domaine les catégorisations que nous avons proposées en revenant au tableau 1.

Pour la biologie, l'analyse indique que la classes des éléments est composée des structures biologiques en tant que celles-ci sont considérées comme des composantes contribuant aux échanges énergétiques et de matière d'une part (ce que nous avons désigné par ailleurs sous le terme d'orgons [3]), d'information d'autre part (les biolons [3]). La classe des relations s'organise ici autour du concept de fonction biologique (physiologie, métabolisme, rapports écologiques, etc.), qui renvoie aux rapports des parties dans un tout (alors qu'en physique, les interactions renvoient essentiellement aux rapports des éléments dans un système). Quant aux univers de repérage, outre la référenciation externe à l'univers physique, que nous réexaminerons plus bas, c'est dans l'objectivité des niveaux d'organisation (relativement auxquels sont définis les éléments et les relations) qu'il convient sans doute de les trouver, en ce qui concerne les repérages internes.

Mais là encore, les frontières ainsi établies vont se révéler très fragiles et instables. Et justement du fait que, ainsi que nous l'avons déjà abondamment souligné, en biologie la question des niveaux d'organisation est essentielle : un objet pertinent pour la description et la théorisation à un niveau donné change, à cet égard, de caractérisation individuelle et de spécification fonctionnelle de par son engagement dans une fonction physiologique, par exemple, pour devoir être considéré en quelque sorte comme un méta-objet à un niveau d'intégration supérieur. Ainsi, un organisme, par exemple, tout en étant spécifié individuellement comme objet biologique au niveau qu'il contribue à définir, peut-il être considéré comme un méta-objet de niveau supérieur, relativement à l'intégration et à la régulation de ces objets biologiques que sont, à leur niveau propre, les organes qui le composent, comme relativement aux rapports interactifs (fonctionnels) qu'ils entretiennent pour assurer la

complémentarité et la convergence intégratrice de leurs fonctions dans cet organisme qui, en retour, assure leur adéquation mutuelle et leur régulation.

On peut aller jusqu'à considérer que des organes d'une part, des processus physico-chimiques dont ils sont le siège ou qu'ils contribuent à produire, d'autre part, peuvent être traités sans distinction marquée comme appartenant à une même classe d'objets (celle qui caractérise, de façon globale, les conditions de fonctionnement biologique), s'ils sont vus à partir du niveau d'intégration supérieur (comme c'est souvent le cas dans la pratique médicale, par exemple, qui subordonne ses jugements et ses actions au critère de bon fonctionnement de la totalité que représente l'organisme), alors même qu'ils apparaissent comme essentiellement distincts (séparation entre structure et fonction) si on les analyse à leur niveau commun. En fait, c'est bien cette nécessaire dualité de point de vue que permet d'unifier le concept (teinté de finalité) de fonction biologique, en particulier sous l'angle de la physiologie. Le point de vue de la totalité complexe est ici nécessairement équivalent pour la compréhension du fonctionnement biologique à celui de l'analyse réductionniste et c'est, rappelons-le, ce poids du global, dont la formation est médiée et autorisée par l'existence des niveaux d'organisation, qui fonde le raisonnement en termes de finalité biologique.

Ainsi, tenter de caractériser un objet biologique sans avoir précisé le niveau auquel il est censé appartenir et le niveau à partir duquel on le considère dans l'organisation dont il fait partie, peut conduire à des paradoxes et à des malentendus importants tels que ceux que nous avons déjà tenté d'analyser (*cf.* par exemple, les conflits entre approches en termes réductionnistes, de biologie moléculaire, et approches en termes fonctionnels, de physiologie globale, lorsqu'il s'agit de comprendre le fonctionnement d'un organisme). Ce qui montre bien, comme dans les cas de l'objet physique, le caractère éminemment relatif de la constitution de l'objet biologique, alors même que la démarche scientifique exige qu'il soit minutieusement et rigoureusement procédé à cette constitution.

De plus rappelons que si les niveaux d'organisation jouent un rôle comparable à celui que jouent des univers de repérage internes dans le cas de la physique, ils ne prennent la relève de cette problématique de référentiel que de façon partielle, du fait qu'il s'agit seulement de la prise en compte d'espaces internes particuliers. En effet, il existe par ailleurs une vraie pertinence de la relativisation aux univers de repérage directement en termes d'espace et de temps dans le cas de la biologie, mais d'une façon qui lui est très spécifique.

Sans revenir sur tout ce que nous avons discuté relativement au traitement biologique de la temporalité (voir aussi [4]), rappelons seulement qu'elle se distingue profondément de la temporalité physique usuelle (qui, le plus souvent, ne considère le temps que comme un paramètre externe) : à côté de la prise en compte par l'organisme du temps physique, prise en compte rendue nécessaire par les rapports entre l'organisme et ses environnements variés, les différentes horloges biologiques permettent à l'organisme de disposer de son temps propre, celui de ses diverses fonctions et des divers cycles qui lui sont intrinsèques. Cette temporalité biologique relativise essentiellement les rythmes des différents processus qui concourent au développement et à la vie de l'organisme en ce qu'elle substitue, pour des catégories entières d'organismes, à la pertinence du temps dimensionnel classique (mesuré en secondes, heures, etc.) la pertinence d'une temporalisation itérative strictement numérique, c'est-à-dire dépourvue de dimensionnalité physique. Ainsi tous les mammifères "disposent"-ils, en moyenne (et sauf accident, évidemment) du même nombre de battements de coeur pour leur vie, ou du même nombre de cycles respiratoires. C'est ce nombre qui constitue l'invariant objectif à prendre en considération principalement, les rythmes et fréquences correspondants ne dépendant, dans chaque cas particulier d'espèces données, que de facteurs plus "accidentels", plus spécifiques, tel le poids moyen (ou la taille moyenne) des organismes adultes examinés.

Il en va de même du rapport à l'espace [4], s'agissant de l'articulation entre le plan génétiquement programmé d'une catégorie d'organismes d'une part, et l'univers spatial physique dans lequel ils doivent évoluer et auquel ils doivent s'adapter. Y compris relativement à cet espace abstrait que constituent les fonctions biologiques elles-mêmes, puisque dans un organisme un même organe est susceptible de remplir plusieurs fonctions selon les conditions qui lui sont imposées et que d'une classe

de catégorisation à l'autre (espèce, genre, classe proprement dite, etc.) on peut dégager des homologies entre parties morphologiquement très différentes d'organismes distincts.

Bref, là encore plus que précédemment, la question de la relativité de l'ontologie scientifique par rapport à des systèmes de repérage se fait fortement sentir et impose une démarche de construction d'objectivité qui se démarque de l'intuition première et en appelle de plus en plus à la formalisation mathématique. Et ce, d'autant plus fortement que font encore défaut, dans ce secteur disciplinaire, l'équivalent des principes constitutifs qui manifestent la consistance et la fécondité de la physique (à savoir, et sous divers avatars, ce que sont les principes de symétrie, d'invariance, de relativité, de conservation). Tout au mieux dispose-t-on de principes régulateurs concourant à une intelligibilité semi-théorique, telles les notions conjointes de régulation et d'intégration, ou encore, à un niveau d'abstraction plus élevé, celle de finalité. Mais il manque encore les formes de principes aptes à prescrire, et non plus seulement à décrire, la phénoménalité biologique.

1.3.3. Néanmoins, avec la biologie, nous sommes encore, en compagnie de la physique, dans le domaine des sciences naturelles. En dehors de ce domaine, qu'advient-il de ces représentations (et de leurs éventuelles conceptualisations) du rapport entre "classes d'éléments", "classes de relations", "univers de repérage" pour d'autres domaines disciplinaires ? Y a-t-il une pertinence à conserver une problématique relative à ces catégorisations ou doit-on, et comment, changer complètement de point de vue ? Le développement récent et considérable des sciences cognitives (débats sur les états mentaux, sur les langages, sur les contextualisations, etc.) conduit à revenir à de telles questions sous un angle très renouvelé par rapport aux études et analyses antérieures, en particulier dans le domaine de la psychologie et même des sciences sociales (*voir*, en particulier, [5]). Mais pour l'instant demeurons dans le cadre des problématiques disciplinaires habituelles et contentons-nous d'évoquer très partiellement et rapidement certains de leurs aspects.

(i) Revenons d'abord au cas le moins naturel qui soit, celui des mathématiques, dont nous avons déjà en partie traité dans la première partie, en commentaire au tableau 1. Malgré l'absence de phénoménalité "externe" et de temporalité propres à ce domaine, une démarche semblable quant à la relativisation ou à la stabilité des frontières entre catégories peut être repérée pourvu que l'on accepte de se placer dans le cadre de la "vie" des théories elles-mêmes : l'évolution disciplinaire conduit ainsi tel objet mathématique (telle idéalité) construit à un moment donné à ne plus apparaître que comme une aspect particulier d'une structure mathématique plus vaste et plus profonde qu'il contribue historiquement à constituer et dans laquelle, pour ainsi dire, il se "dissout ontologiquement" jusqu'à perdre sa qualité d'objet spécifique. Ainsi de l'intégrale de Riemann, par exemple, dans le cadre de la théorie générale de la mesure, ou de telle propriété de symétrie dans le cadre de la théorie des groupes, ou encore de telle théorie mathématique elle-même (par exemple l'arithmétique de Peano) dans le cadre de la théorie axiomatique des modèles. Dans tous ces cas on ne peut certes pas repérer à proprement parler des "interactions" entre "objets" au sens de la physique, mais néanmoins on peut déceler les effets sur la conceptualisation d'un objet mathématique donné, du développement théorique concernant d'autres objets théoriques qui peuvent se révéler lui être apparentés et en modifier les conditions d'"existence" (mathématique) et de construction.

Un des exemples les plus célèbres que l'on peut encore utiliser est celui du concept d'"infini mathématique" dont il est apparu successivement, et à partir d'une conceptualisation philosophique antérieure, qu'il ne pouvait être conçu d'abord que comme limite (*cf.* l'"infini en puissance"), puis, avec Cantor (et malgré les objections des courants conventionnalistes - Poincaré, par exemple - et intuitionnistes - Brouwer, par exemple -, qui argumentaient qu'une preuve constructive faisait défaut) comme idéalité "existante" (*cf.* un "infini en acte") ; mais, de façon que l'on peut considérer comme symptomatique, on modifia la terminologie et ce fut la théorie du "transfini" (ce que Hilbert appelait "le paradis de Cantor"). Or, il apparaît aujourd'hui, avec la mathématique non standard, issue notamment de la théorie des modèles, qu'il convient de scinder le concept d'infini selon qu'on l'aborde sous l'angle de la formalisation abstraite ou sous celui de la calculabilité (un ensemble calculablement infini peut être formellement fini). On a là une illustration spectaculaire de la stabilité/instabilité d'un objet mathématique en fonction du développement des théories dans lequel il est conduit à s'insérer et de l'évolution des rapports entre les structures mathématiques elles-mêmes.

(ii) Venons-en maintenant au secteur disciplinaire des sciences sociales et humaines. Nous avons déjà souligné précédemment les difficultés de constitution d'un objet-scientifique proprement dit dans ces domaines ; *a fortiori* aura-t-on des difficultés à opérer la distinction entre classes d'éléments, de relations et univers de repérage. Mais bien que cette distinction soit destinée à être remise en cause dès qu'établie, il nous semble utile de la tenter pour faciliter les raisonnements ultérieurs. Ainsi, suivant le tableau, verra-t-on dans les faits, psychologiques ou sociaux, ce qui correspond sans doute le mieux aux éléments des sciences de la nature, ainsi que le voulait par exemple Durkheim [6] ; les significations, exprimées et transformées par des discours ou des conduites, échangées dans le cadre des communications, représenteront assez naturellement la classe des relations ; et les systèmes culturels ou interprétatifs qui jouent en fait un rôle prescriptif, voire normatif, pour ces faits et ces échanges de significations, constitueront les univers de repérage. Quant aux conditions de possibilité les plus abstraites et les plus formelles à partir desquelles les différentes parties de cette démarche d'objectivation s'articulent pour contribuer à déterminer un objet-scientifique, si empirique et fragile soit-il, c'est sans doute dans la prégnance des structures de l'approche structuraliste (qui tendent à manifester et à organiser les catégories) qu'on peut au mieux les déceler (encore que, en deçà même de telles structures, il n'est pas exclu que certaines conditions d'élaboration d'intelligibilité et de construction d'objectivité pour les phénomènes humains ne soient pas à rechercher dans les structures formelles de la théorie des ensembles et du paradigme du transfini qui lui est associé, *cf.* Troisième Partie de cet ouvrage).

On pourra relever, au passage, la parenté que présentent ici les contenus de nos catégories (faits, règles de communication, systèmes culturel) avec la tripartition classique de l'analyse du langage (analyse dont le statisme est lui aussi controversé), en termes respectivement d'approches sémantiques (*cf.* les faits comme "contenus" significatifs et interprétés, jouant le rôle de référents), syntaxiques (*cf.* les règles et le fonctionnement des significations et de leur communication) et pragmatiques (*cf.* la contextualité implicite qu'introduisent les systèmes culturels d'interprétation). Cette parenté n'est en fait guère surprenante dans la mesure même où l'explication des phénomènes humains reste encore largement cantonnée dans l'usage et le système de la langue naturelle, par défaut d'une formalisation qui lui permettrait de s'en dégager (ce qui ne signifie pas une absence de technicité propre à ces domaines disciplinaires, mais plutôt un manque d'autonomie théorique).

Mais, comme nous l'avions déjà noté plus haut (et comme cela apparaît aussi de plus en plus en linguistique, pour l'analyse du langage), l'insuffisance de ce genre d'assignation par catégories au contenu trop délimité apparaît de façon encore plus évidente dans ce domaine que dans les autres. C'est que le "fait" (psychologique, social) est intrinsèquement pris dans et rapporté au réseau de relations qui le déterminent et le constituent et que ce réseau lui-même n'est autre que le processus de production de tels faits. L'objectivité dans ce domaine est intimement associée aux systèmes de significations, et par conséquent aux systèmes d'interprétation qui donnent corps aux faits et les qualifient. Un "même" comportement (défini en extension par la liste de ses attributs) ne signifie pas de la même façon, ni la même chose, dans une société ou dans une autre, pour un individu ou pour un autre.

L'objet social ou psychologique que peut construire une démarche scientifique qui ne se réduirait pas à un simple mécanisme ou un simple biologisme, est donc éminemment relatif aux systèmes de références de l'environnement dans lequel il est considéré et aux systèmes de références de l'observateur qui le spécifie (et qui est susceptible d'en participer). Son objectivité est relative aux réseaux de significations dans lesquels il est produit et pris en compte à un niveau bien plus immédiat que ce peut être le cas pour l'objet physique, par exemple, qui, s'il demeure relatif aux représentations et systèmes théoriques qui le conceptualisent et le thématisent, n'est, en principe, plus pris dans les déterminations de la langue naturelle, mais ressortit essentiellement à sa mathématisation. Ce qui ne dénie en rien le fait que l'on puisse construire une réelle objectivité scientifique dans ces secteurs disciplinaires, mais qui souligne que cette objectivité n'est pas complètement équivalente à l'objectivité formalisée, ou en voie de l'être, des disciplines physiques ou biologiques. Ce n'est que dans la perspective d'une telle formalisation (que l'approche structuraliste parmi d'autres a justement tenté de mettre en place) que l'objectivité ici construite pourrait s'affranchir plus complètement des conditions

singulières de sa production pour acquérir une généralité et une robustesse qui lui confèreraient une stabilité structurelle comparable à celle que l'on rencontre dans les disciplines de sciences de la nature. Il n'en demeurerait pas moins qu'outre d'une explication en termes d'objectivité phénoménale, les phénomènes humains resteraient aussi redevables d'une interprétation en termes d'engagement de subjectivité ; et que si celle-ci se prête à son tour à quelque analyse objectivante, elle conserve la trace d'une liberté engagée qui fait la spécificité de l'humain comme tel (dans sa dimension éthique, qui ne se satisfait pas d'une détermination en termes de vrai et de faux, mais qui exige aussi l'appréciation en termes de juste et d'injuste), tout pris qu'il soit dans sa propre phénoménalité.

(iii) Pour finir avec l'analyse du tableau proposé, les arguments pour son établissement et la critique que l'on est ensuite conduit à en formuler, considérons le caractère proprement disciplinaire de la philosophie. Analysant la connaissance philosophique, Granger [7] conclut que cette discipline, en tant que telle, se développe comme une connaissance sans objets. Cette caractérisation semble donc, en un premier temps, aller contre la recherche de "l'objet-scientifique" dont traiterait la discipline philosophique en tant qu'elle serait aussi quasi-scientifiquement rigoureuse (sans pourtant être démonstrative à l'instar des mathématiques, par exemple). Mais prenant le raisonnement à l'inverse, nous soutiendrons plutôt que c'est au contraire justement ce qui permet de distinguer exemplairement entre les objets qu'une semi-théorisation spontanée encore très empreinte d'empirisme repère et prélève dans le réel pour la pensée et les objets-scientifiques proprement dits, dont la constitution renvoie à l'exercice d'une rigueur dont les formalisations mathématiques ou logiques représentent un accomplissement (mais non un achèvement, puisque le travail d'approfondissement ou de critique se poursuit sans cesse).

De ce point de vue, la structure d'objet-scientifique acquiert une pertinence dans le secteur philosophique, pourvu que l'on accepte de trouver dans les concepts ce qui vient remplir la classe des éléments, dans les raisonnements et les liaisons entre concepts, ce qui correspond à la classe des relations, dans les catégorisations générales, voire les systèmes philosophiques, enfin, ce qui correspond aux univers de repérage (voir les tentatives de caractérisation logique, pour les théories en général, de Stegmüller [8], [9] et Sneed [10], commentées par Kuhn [11], d'une part, de Parrocchia [12] plus spécifiquement pour la philosophie, d'autre part). Quant aux conditions de possibilité qui régissent la formation d'une telle structure d'objet-scientifique (qui soulignons-le, une fois de plus, mais plus fortement encore dans le cas de la philosophie, ne se ramène à aucune caractérisation comme "chose", ni même comme "objet" qui serait relatif à une extériorité définie de façon par trop immédiate par une intuition spontanée - si éduquée soit-elle - associée à l'usage de la langue naturelle - si élaboré qu'à l'image de la scolastique, il puisse être -), c'est sans doute dans les conditions de formation de toute pensée comme intelligibilité discursive, c'est-à-dire dans les conditions de la rationalité cognitive elle-même qu'on peut les trouver.

Mais là encore, et malgré l'effort qui a consisté à délimiter une structure pertinente pour ce qui serait un objet-scientifique pour la philosophie, les frontières entre spécifications se révèlent fort fragiles, à l'usage et à l'approfondissement théorique. Comment des concepts se définiraient-ils et se stabiliseraient-ils sans les discours qui les relient (hors langage qui les thématiseraient ou qui les déduiraient) ? Comment ces derniers pourraient-ils se tenir sans la détermination représentative des systèmes conceptuels dans lesquels ils s'inscrivent, tout en contribuant, d'ailleurs, à constituer ces systèmes eux-mêmes ? Changeons d'univers de repérage (des formalistes aux intuitionnistes, par exemple) et voilà que le concept de "preuve" change de signification et de contenu opératoire, avons-nous vu pour les mathématiques ; mais, en philosophie, changeons de système conceptuel (d'un point de vue empiriste à un point de vue rationaliste, par exemple), et c'est le concept de "réalité" qui se trouve transformé, ou encore, celui de "cause". Et que dire du traitement du concept de "liberté" ? Mais, par rapport aux mathématiques, la difficulté ici vient en plus de ce que la constitution d'objectivité (au sens de l'objet-scientifique tel que nous l'avons délimité) manque d'un formalisme qui la soutienne, la guide et finalement lui confère ce trait indispensable d'autonomie qui, d'une certaine façon, puisse la détacher de ses conditions de production ; et ce, bien que le développement d'une précision, d'une rigueur, d'une technicité et surtout d'une rationalité philosophiques lui aient pourtant donné l'occasion de se dessiner et de se poser.

Mais sans doute n'est-ce pas rendre raison à l'ensemble de l'activité philosophique que de la cantonner dans l'examen de l'"objet-scientifique" qu'elle serait en mesure d'élaborer; aussi bien, n'est-ce, rappelons-le, que le caractère proprement disciplinaire de cette activité que nous prenons en compte ici.

(iv) Finalement, si nous évoquons la situation des sciences cognitives dont nous avons déjà présenté quelques aspects généraux au chapitre VI, il semble patent, compte tenu de toutes les remarques antérieures, qu'il n'est pas possible de caractériser simplement, au stade actuel de leur développement, la structure d'"objet-scientifique" qui correspondrait à une hypothétique discipline intitulée "sciences cognitives".

En effet, si nous cherchons à éclairer par un exemple les difficultés que nous pourrions rencontrer dans une première catégorisation sommaire, nous pourrions dire qu'en nous situant dans l'univers de repérage constitué par la mathématique et la physique des systèmes dynamiques, nous pourrions concevoir des classes d'éléments représentés par des dynamiques et des attracteurs de natures variées, ainsi que des classes de relations comportant les passages, sous influences externes (bruit, perturbations, changements externes de valeurs de paramètres de contrôle) ou internes (déroulements de programmes, couplages entre sous-systèmes), entre des régimes d'attraction, voire entre dynamiques distinctes (*cf.* le programme morphodynamique de J. Petitot [13]). Mais il est clair qu'en opérant ainsi nous contribuerions au mieux à définir une sorte d'élément (sous-objet-scientifique en quelque sorte) plausible pour une science cognitive conçue sous un tel angle morphodynamique.

En fait, il semble évident qu'il conviendrait d'opérer un effort supplémentaire d'abstraction, visant à surplomber les apports de chaque sous-discipline contribuant à la démarche de recherche et de placer dans la classe des éléments les processus cognitifs en général (en ce qu'il porte sur des "contenus" de quelque nature qu'ils soient), dans celle des relations les liaisons (cognitives, toujours) entre processus cognitifs (rapports entre flèches intentionnelles) et dans celle des univers de repérage les présupposés structurants quant à la "perception cognitive" (si l'on ose un tel rapprochement), et en tout cas les théories de la cognition retenues au départ de la recherche.

Pour remplir l'exigence maximale que comporterait une revendication à la constitution d'un objet-scientifique, corrélat d'une discipline spécifique portant sur la cognition en général, il apparaît donc qu'il faut changer de niveau de conceptualisation et que c'est l'ensemble de chaque (sous-) structure susceptible d'être délimitée à l'image de l'exemple que nous venons de présenter à partir de déterminations mathématiques qu'il conviendrait de placer comme un élément parmi d'autres (commandés par d'autres univers locaux de repérage, comme la logique, par exemple, ou un système biologique particulier, neuronal ou immunitaire - *cf.* [14*a*], [14*b*]) dans une classe d'éléments d'une discipline "sciences cognitives" proprement dite. Dès lors, la classe des relations devrait se peupler des rapports - encore à élucider - entre de tels éléments complexes (référés à des disciplines distinctes et à l'objectivité régionale déjà constituée), et les univers de repérage correspondants en appelleraient moins à des secteurs disciplinaires précis qu'à l'existence de conditions de possibilité pour de telles approches de la cognition (coupure sujet/objet, hypothèses sur la rationalité, statut de la formalisation, etc.).

Manifestement, le cadre conceptuel dans lequel une telle approche se trouverait le plus à l'aise est proche de celui qu'offre la phénoménologie transcendantale husserlienne dans sa recherche du traitement de ce qu'elle désigne sous le terme d'intentionnalité [15] (*cf.* aussi sur ce point, en liaison avec l'I.A. [16], [17*a*], [17*b*], [18]). Mais il convient sans doute d'ajouter, parmi les conditions de possibilité d'une telle démarche, la nécessaire objectivation du tissu d'intersubjectivité qui régit l'élaboration et la communication de toute connaissance scientifique ; cette objectivation (qui ne se réduirait ni à un regard historique, ni à des caractérisations psychologiques ou sociologiques) est sans doute une des entreprises les plus difficiles qui soient à l'heure actuelle, puisque toute la démarche scientifique évolue dans l'univers où cette possibilité de constitution d'intersubjectivité cognitive est conçue comme donnée et non elle-même comme problématique (en raccourci, on pourrait dire que la

phénoménologie transcendantale a su rendre problématique l'"égologie", mais qu'il s'agit ici de parvenir à problématiser l'"interégologie"[1]).

Les difficultés d'un tel programme paraissent actuellement telles, qu'il semble prématuré pour l'instant de parler d'un objet-scientifique constitué pour les sciences cognitives. Il semble que nous en soyons encore au stade de la difficile mise en rapport entre éléments putatifs (sous-objets régionaux), dont la compatibilité ne semble pas vraiment assurée.

1.4. Conclusion

En conclusion à cette partie, il convient sans doute de souligner une fois de plus la distance qui existe entre les catégorisations spontanées induites par l'usage de la langue naturelle relativement à la catégorisation des objets-scientifiques - classes d'éléments, de relations, univers dans lequel ils sont perçus et repérés - d'une part, et d'autre part les caractérisations formelles induites par la construction des objectivités scientifiques. Ces dernières répondent à une approche critique et constructive qui déstabilise les frontières établies spontanément entre ces diverses notions au profit d'une recomposition conceptuelle dépendant principalement des formalismes utilisés dans le mouvement de construction de cette objectivité et plus spécialement, comme c'est le cas pour la physique, des structures mathématiques que la formalisation mobilise.

Ce sont des démarches de ce type qui, au dix-septième siècle, avec l'introduction de la relativité galiléenne, ont subverti les représentations spontanées relatives aux idées de "mouvement" ; il est instructif de remarquer que ce sont désormais les frontières entre des concepts aussi immédiats que ceux d'éléments, d'interactions, de système de repérage qui se trouvent remises en cause par les développements des sciences contemporaines.

C'est en ce sens que l'on peut conclure que l'objet-scientifique se révèle comme étant essentiellement de nature formelle. Conclusion qui - pour en venir à un point de vue plus philosophique - tend à confirmer que la caractérisation de cet objet-scientifique est effectivement un problème de constitution (au sens de la phénoménologie transcendantale husserlienne) au travers duquel se développe en fait la démarche scientifique elle-même.

2. LA COUPURE SUJET/OBJET : COUPURE UNIVERSELLE OU COUPURE DECISIVE ?

2.1. Introduction

Par contraste avec ce qui précède, nous chercherons maintenant à nous situer non pas dans le cadre des formes de développement scientifique lui-même, mais dans celui des représentations culturelles qui peuvent ou non donner naissance et structuration à ce cadre.

En effet, caractériser un objet en tant qu'il est scientifique nécessite, nous l'avons déjà évoqué, le recours à bien des procédures et bien des opérations de catégorisation. Mais parmi ces procédures et catégorisations conceptuelles il en est une qui se situe à un niveau très différent de généralité et d'"axiomatique" conceptuelle et qui se révèle tout à fait préalable et essentielle du fait qu'elle se présente en quelque sorte comme condition de possibilité pour toutes les autres.

En effet, avant même que puisse être construit l'objet-scientifique/structure dont nous venons de parler, il faut que la catégorie d'**objet** ait elle-même pu être dégagée et fixée, et ce dans le cadre structurant de la distinction entre sujet et objet. Or, une telle opération, même si on en décèle partout des traces empiriques (y compris dans les activités, et parfois les représentations, magiques ou chamaniques), ne trouve pas partout, ni dans toutes les mentalités, de répondant conceptuel. On peut agir dans la vie courante comme si sujet et objet étaient effectivement séparés (au moins dans l'interprétation que les scientifiques peuvent donner des comportements, interprétations qui ne coïncident souvent pas avec celles des acteurs) et défendre en même temps une théorie de l'univers ou

[1] Bien sûr, dans son égologie, Husserl ne méconnaît pas la dimension d'intersubjectivité, mais il la thématise relativement à l'égologie proprement dite, sans complètement la problématiser pour elle-même.

une représentation du monde dans lesquelles cette séparation n'ait aucune pertinence et ne soit même pas envisagée ; y compris dans le cadre de vastes civilisations, socialement très élaborées et culturellement très riches. Or de la pertinence conceptuelle de la notion d'objet, en rapport avec la notion de sujet, dépend la possibilité de développer des sciences (ainsi d'ailleurs que des philosophies, nous y reviendrons), au sens où l'on considère habituellement ces activités cognitives et théoriques, puisque ces dernières ont précisément pour tâche de constituer et de traiter (définir, expliquer, maîtriser) ces objets spéciaux que sont les objets-scientifiques et les concepts qui leurs sont attachés.

Pourtant, comme l'on ne saurait nier qu'il y ait connaissances, savoirs, maîtrises, de types variés (techniques, psychologiques, sociaux) dans des civilisations qui n'ont pas développé ces catégorisations, il nous semble légitime de chercher à enquêter sur le statut de ces savoirs en rapport avec ceux que produisent les cultures scientifiques (*cf*. aussi [19])

Le paragraphe **2** présentera et essayera de délimiter la problématique, relativement à certains traits de l'objectivité scientifique et de la connaissance philosophique; dans le paragraphe **3** nous tenterons une mise en perspective comparative, très générale, de la formation et de la fixation de la coupure sujet/objet par rapport à d'autres coupures fondatrices de représentations du monde pour des traditions culturelles différentes ; compte tenu de ces remarques, nous poursuivrons (paragraphe **4**) par un retour sur le rôle de cette coupure relativement à la constitution et au développement de la science et de la philosophie et nous terminerons (paragraphe **5**) par une discussion sur les rapports que peuvent entretenir, particulièrement dans la civilisation occidentale, la distinction (régulatrice) entre science et sagesse et la coupure (constitutive) entre sujet et objet.

2.2. Présentation. Caractérisation

La coupure sujet/objet, comme prise de conscience et comme centre organisateur d'activités humaines (spéculatives, théoriques, techniques) fait partie des fondements de la pensée et de la civilisation occidentales. Elle apparaît notamment comme condition préalable à la constitution de la science et de la philosophie telles qu'elles ont pu s'élaborer dans l'histoire, en Grèce pour commencer, et telles qu'elles se présentent encore aujourd'hui.

Pourtant, du sein même de certaines disciplines scientifiques, monte actuellement une interrogation sur la pertinence et les effets de cette coupure : à partir des sciences sociales et humaines, bien entendu, puisque dans ces disciplines celui-là même qui fait la science peut se reconnaître dans, voire faire partie de, son propre objet d'étude, mais aussi, ce qui peut paraître plus surprenant à première vue, à partir de la physique moderne dans laquelle se posent (en particulier à propos de la théorie de la mesure en physique quantique) des questions sur la définition précise de l'objet et sur le rôle de ce sujet paradigmatique qu'est l'*observateur*. Citons seulement, dans ce dernier domaine, et à titre d'illustration particulièrement frappante, y compris dans les termes employés, un passage de M. Paty [20] où cet auteur discute de la dualité onde/corpuscule :

"... Aussi si tel est le cas, ce que l'observateur observe n'est-il jamais indépendant de lui : la connaissance quantique porterait sur le couple inséparable observateur/observé. L'observateur est alors partie prenante de la définition de l'observé ; il n'y a plus véritablement d'objet, et le seul problème qui demeure, celui de la mesure, est automatiquement résolu par une simple proposition comme on le verra plus loin".

Néanmoins, malgré ce genre de difficultés (pour les représentations, mais non pour les théories), il paraîtrait fondamentalement non pertinent de traiter ces domaines scientifiques sans recourir à ce que l'on peut appeler des processus intersubjectifs de construction d'objectivité, tels qu'ils caractérisent classiquement les démarches scientifiques et tels qu'ils contribuent à les constituer. Car ce n'est pas l'opération constituante de la coupure comme telle qui se trouve en fait mise ici en question (puisque aussi bien c'est cette coupure même qui offre la source, l'occasion et le cadre de la problématisation), mais bien plutôt d'une part les limites *opératoires* (relatives, essentiellement, aux opérations de mesure) de ses effets et d'autre part les systèmes *interprétatifs* dans lesquels les résultats obtenus doivent trouver place. De fait c'est, très classiquement encore, la formalisation (mathématique le plus souvent) qui se trouve ici garante de l'objectivité, cette dernière demeurant située au coeur de la

problématique comme une de ses assises les plus fondamentales et les plus stables ; et ce sont, aux deux pôles extrêmes de ce champ d'objectivité, les choix dans les procédures d'obtention des résultats empiriques d'une part, leurs interprétations dans les cadres représentatifs usuels (dans la langue naturelle, le plus souvent, mais pas nécessairement, cela dépend du niveau de formalisation mathématique) d'autre part, qui se trouvent sinon subvertis, du moins questionnés.

Mais par ailleurs, et si nous nous situons sur un autre terrain que celui de la scientificité ou de la recherche philosophique, conçues toutes deux en un sens strict, il semble non moins évident que bien des connaissances, des savoirs, des cultures, des sagesses ne s'organisent pas, de fait, autour des effets de sens (et des investigations qu'ils suscitent) que contribue à construire cette coupure sujet/objet (et les effets qu'elle engendre), tout en se révélant cependant tout aussi opératoires dans l'organisation et le fonctionnement des sociétés qui ont choisi d'y puiser leurs significations structurantes (et même si l'on doit alors en écarter bien des théories et des techniques de nature scientifique). C'est une telle situation que nous voulons évoquer dans la suite pour tenter de l'analyser sommairement en tentant de cerner ce que peut signifier connaissance dans ce cas, relativement à ce que l'on s'accorde pour entendre par là dans les sciences ou la philosophie (en retenant ici le sens que G-G. Granger donne à l'expression "connaissance philosophique" [7], alors même qu'il précise que cette connaissance *"n'a pas d'objet"*). Tout en soulignant en outre le fait que ces attitudes ne se révèlent pas nécessairement mutuellement exclusives, non seulement au sein d'une même civilisation, mais aussi entre cultures à fondements différents : il existe manifestement des possibilités d'intertraductibilité (non principalement linguistique, d'ailleurs) qui permettent de se comprendre, sinon de s'accorder d'emblée, et d'argumenter.

Notre objectif est donc tout à la fois de marquer les contrastes en vue de dégager certains critères de scientificité, assez stricts pour être discriminants tout en demeurant associés aux structures fondamentales de représentation - à côté et en plus, donc, de tous ceux, plus ou moins épistémologiques ou opératoires, qui ont déjà été caractérisés par bien des épistémologues -, et en même temps de montrer que les structures de représentations sociales et culturelles qui fondent des civilisations différentes ne sont pourtant ni monolithiques, ni absolument exclusives, malgré leur caractère dominant, au sein de chacune de ces civilisations (voir par exemple ce que disent J-P. Vernant [23*a*]-[23*c*] et P. Vidal-Naquet [23*c*] d'une part, P. Veyne [24], d'autre part, des rapports des Grecs à leurs mythes). Cette précision afin, tout à la fois, d'éviter des confusions égarantes entre modes de pensées et représentations de base, mais aussi des réductions abusives dans les caractérisations des cultures, réductions qui, si elles étaient poussées à l'extrême, risqueraient de faire conclure à leur radicale "incommensurabilité" et, par là, de masquer l'unité profonde de la rationalité humaine qui ne se déploie pas seulement sur le terrain scientifique ou philosophique.

2.3. Mises en perspective

Peut-on, compte tenu de ces premiers éléments d'analyse, se situer dans le cadre d'une mise en perspective plus générale et d'une catégorisation qui permettrait de distinguer et de caractériser des attitudes fondatrices relativement à divers modes de connaissances en fonction des civilisations qui les ont adoptés, et de quelle façon ?

Notre postulat de départ consiste, de fait, à considérer que toute civilisation, toute culture qui a atteint le stade où l'écriture dépasse son rôle "simplement" fonctionnel (comptes, contrats, codes de justice) pour devenir le medium qui fixe le mythe, les significations, le poème, tend à s'organiser de fait autour d'une coupure fondatrice que fixent et commentent ces écrits, que ce soit pour la thématiser ou pour tenter de la réduire. Non que ce soit à l'occasion de l'écrit que se *constitue* une telle coupure : les traditions orales la présentent et la méditent depuis bien longtemps (et même, on peut soutenir que c'est à partir de cette coupure et sur les fondements conceptuels qu'elle génère que se déploient ces traditions), mais c'est à cette occasion que, par la nature même de mise à distance, de transmissibilité anonyme, de figement de la représentation, etc., le rôle constituant est définitivement reconnu et stabilisé.

A ce stade de généralité, on peut alors distinguer trois grands courants, correspondant chacun à des natures ou des modes de traitement distincts de telles coupures, et qui trouvent tous trois leurs formes théoriques d'expression écrite à peu près à la même époque (vers le VIème siècle avant J-C)[1].

(i) le courant que l'on appellera *occidental* (bien que comme chacun des autres il ne recouvre pas seulement une caractérisation géographique) pour qui la coupure constitutive (qui apparaît en Grèce, donc) est la coupure *sujet/objet*, dont la thématisation et le développement donneront naissance principalement aux démarches proprement philosophiques et scientifiques ;

(ii) le courant que l'on qualifiera d'*extrême-oriental* (dont on trouve la source et l'épanouissement aux Indes et en Chine avec le brahmanisme puis le bouddhisme) pour qui la coupure constitutive est la coupure *réel/illusoire* ;

(iii) enfin le courant que l'on peut appeler *moyen-oriental* qui s'organise plutôt autour du traitement de la coupure comme telle (c'est-à-dire sans spécification particulière, mais en privilégiant cependant les rapports *un/multiple*) et qui se manifeste selon des modalités opposées : celle qui conçoit la coupure comme conflit essentiellement irréductible du fait d'un dualisme ontologique (conception qui alimentera la vision manichéenne du monde, en Perse essentiellement) et celle qui, à l'inverse, met essentiellement en valeur la thématique de l'*alliance* (chez les Hébreux, puis les Judéens).

Il n'entre évidemment pas dans notre propos (et nous n'en aurions pas la compétence) de procéder à une analyse détaillée des présupposés représentationnels et des structures mentales qu'engagent à titre fondationnel, plus ou moins consciemment, ces différents courants. Nous nous contenterons de les mentionner et d'en évoquer ce qui nous apparaît le plus pertinent pour notre réflexion. On notera toutefois que sans forcer excessivement les corrélations (et *a fortiori* sans chercher d'abusifs liens de "causalité"), on peut mettre en rapport avec ces catégorisations très abstraites des formes assez différentes d'organisations sociales, de comportements et surtout de représentations des fonctions et visées institutionnelles des sociétés qui s'organisent avec et autour de ces fondements conceptuels. D'autant que les attitudes respectives quant à la temporalité (du monde, de la vie individuelle, de la relation sociale) et à la conceptualisation relative aux rapports permanence/changement qui l'accompagnent fréquemment, s'en trouvent eux aussi marqués.

Mais il va de soi que nous ne prétendons pas, avec le tableau de ces différents courants, avoir dessiné un panorama exhaustif des attitudes mentales des multiples cultures et civilisations : il en existe certainement bien d'autres, mais le point essentiel que nous cherchons à souligner tient à ce que ces attitudes que nous venons de répertorier sont celles qui sont associées d'abord à la présence de l'écriture et, ensuite et surtout, à son usage *théorisant* (et pas seulement "fonctionnel", que cette fonctionnalité soit d'ordre administratif, commercial ou rituel).

Ceci nous conduit peut-être, dans un ordre d'idée différent, à reprendre sous un autre angle les caractérisations classiques des âges de "développement" de l'humanité, conçus le plus souvent en termes de successions temporelles (âge magique, puis religieux, puis scientifique), pour ajouter une caractérisation que nous pourrions qualifier de plus "géographico-conceptuelle", associée à la nature des coupures fondatrices et à leurs thématisations respectives. En soulignant leur possible synchronicité, d'une part, et, d'autre part, le fait qu'au sein d'une même civilisation peuvent coexister, selon la nature des questions abordées et les sensibilités des acteurs, des attitudes distinctes, quand bien même les dominances seraient bien définies.

2.4. Discussions et comparaisons

Après ces essais de mise en perspective et ces évocations très générales, revenons maintenant de façon plus précise sur le rôle déterminant pour la science et la philosophie (et toute la pensée

[1] Mentionnons, en Grèce, la fin des présocratiques, les sept Sages - dont Solon et ses lois -, débouchant sur le siècle de Périclès, en Inde, la relève du brahmanisme avec l'arrivée du Bouddha, en Perse, l'influence de Zoroastre et le Zend Avesta, à Babylone et Jérusalem l'œuvre d'Esdras, en Chine, le développement du Tao avec Lao-Tseu, à peu près au moment où Confucius fixe les normes, etc.

occidentale qui s'y rattache) de la prise en compte que l'on peut quasiment qualifier d'"axiomatique" de la coupure sujet/objet, par contraste avec celles structurant d'autres pensées.

Décider de considérer (pour l'étudier techniquement, pour l'élucider théoriquement, pour y réfléchir philosophiquement) un *objet scientifique* suppose implicitement qu'aient été réunies des conditions culturelles et conceptuelles, qu'aient été remplis des prérequis cognitifs et de structures de représentations, extrêmement contraignants et nullement évidents. En effet, comme nous l'avons déjà souligné dans la première partie, il faut déjà que la catégorie d'*objet* ait été formée et construite, ce qui signifie au moins qu'ait été posée et utilisée la coupure sujet/objet, puis, dans le cadre ainsi délimité, qui se révèle condition nécessaire, il faut que le concept de *scientificité* ait lui-même été élaboré et mis en œuvre, ou tout au moins que la démarche scientifique ait été entreprise.

Quant au premier aspect, il est clair que l'humanité a connu des périodes, et connaît encore des cultures, où la pertinence de la coupure et, en conséquence, celle de la caractérisation d'objet, ne s'est pas imposée comme condition nécessaire pour la compréhension du monde, l'action sur lui et l'organisation (relationnelle, institutionnelle, mentale) de la vie en société. En témoignent les pensées présocratiques, en Grèce même (qui vit la naissance de la catégorisation objective), et toutes les cultures pour lesquelles la coupure fondatrice ne se révèle pas de cette nature, soit qu'elle demeure dans le rapport nature/surnature, ou monde/arrière-monde, ou dans le rapport volonté divine/conduites humaines - que médiatise le mythe -, ou réel/illusoire comme nous l'avons déjà évoqué, etc.

Quant au second aspect, après les premières approches proprement mathématiques (*cf.* Euclide, après Platon) ou physiques (*cf.* Archimède, après Démocrite) ou biologiques (*cf.* Hippocrate et Aristote), c'est avec l'établissement du couplage étroit entre mathématiques et sciences de la nature, c'est-à-dire avec la mathématisation de l'objet de connaissance (surtout avec Galilée, dans les débuts), que se déploie réellement la scientificité proprement dite, en ce qu'elle se révèle capable de construire des objectivités universalisables et universellement accessibles et traitables, en même temps que se développe la méthode expérimentale.

Si maintenant nous faisons la comparaison avec les cultures et civilisations d'Extrême-Orient, il faut reconnaître que nous évoluons alors dans un tout autre paysage mental, tant par rapport à la science qu'à la philosophie. Tenons-nous en, pour illustrer ce fait, à quelques références particulièrement éclairantes.

Que, relativement à la philosophie, et à la métaphysique notamment, le bouddhisme ne se situe pas dans la perspective de la coupure sujet/objet, c'est ce que souligne R-P. Droit [21], lorsque, s'interrogeant sur l'existence d'une philosophie indienne et s'appuyant sur de nombreux textes, il écrit à son propos :

"Son effort le plus constant vise à dissiper l'illusion de l'existence d'un sujet."

Ce qui l'amène à conclure, plus loin :

"Ni sujet ni substance : les métaphysiciens n'ont pas de quoi s'y retrouver."

Rappelant à cette occasion les remarques critiques de Hegel, qui vont tout à fait dans le même sens, quant à l'analyse de la pensée indienne :

"Brahm s'avère être cette chose déficiente à laquelle fait défaut la différence du subjectif et de l'objectif."

Quant à Husserl [25], il est tout aussi net quant à la qualification des pensées extrême-orientales : il considère que c'est une erreur voire une mystification de sens de vouloir parler déjà de philosophie et de science indiennes et chinoises. D'abord parce que ces termes ne peuvent être utilisés de façon trop vague et trop floue sous peine d'en perdre la signification :

"Les mots philosophie, science, désignent une classe spéciale de créations culturelles."

Et pour argumenter plus précisément, il souligne en particulier les caractères à la fois cumulatifs et illimités du travail et des résultats scientifiques :

"La science désigne donc l'idée d'une infinité de tâches. A chaque instant une tranche limitée en est déjà exécutée et forme en même temps la réserve de prémisses qui permet de jalonner un horizon infini de tâches ; celles-ci, ensemble, forment l'unité d'une tâche infinie. Avant la philosophie il ne se détache, sur l'horizon de l'histoire, aucune figure culturelle qui soit, en un sens comparable, une culture réglée par des idées, qui procède par tâches infinies et qui propose des idéaux tels que leurs méthodes possèdent d'elles-mêmes la propriété idéale de pouvoir être répétés à l'infini, et débordent toutes les entreprises infinies de personnes réelles ou possibles. […] La culture étrangère à la science, que la science n'a pas encore touchée, est une tâche et une activité qui bornent l'homme à la finitude."

Ainsi, et en extrapolant aux domaines des sciences sociales et humaines, est-on amené à considérer qu'en matière d'intervention psychologique ou sociale, le fait qu'une application d'une connaissance se révèle opératoire (le fait que "ça marche") ou le fait que certaines opérations que cette connaissance rend possible se révèlent prédictibles et reproductibles dans leurs effets (cas de la manipulation psychologique ou sociale - *cf*. les analyses de Machiavel ou celles de Tchikhotine, sur le "viol des foules" ou même les discussions de Popper à propos de la psychanalyse), tous ces faits, si attestés soient-ils, ne suffisent pas à caractériser cette connaissance qui les rend possible (ou dont ils dérivent) comme étant de nature scientifique. Encore faut-il que le savoir qui se manifeste ainsi réponde lui-même à certaines exigences strictes. Notamment qu'il soit objectivable, cumulable, transmissible, universalisable, ouvert sur une "infinité de tâches", appropriable par tous, et, ce qui n'est pas le moins important, qu'il tende à se renforcer (et non à s'amoindrir) dans son opérativité et ses effets de prédictibilité et de reproductibilité lorsqu'il est partagé et approprié par ceux à qui il s'applique.

Or, le plus souvent, c'est une caractéristique de ce type de savoir (magique, chamanique, empirico-manipulatoire) que de perdre sa prégnance dès lors que ceux sur qui il est appliqué sont amenés à le partager ; ce qu'illustre, par exemple, la nécessité des expérimentations en double aveugle pour l'étude d'effets placebo ou encore, dans nos sociétés, sur le plan collectif, la nécessité d'une loi interdisant la diffusion des résultats de sondages d'intentions de vote pour en éviter des effets "pervers" sur les élections effectives. Ce qui revient à dire qu'en fait ce savoir n'a pas la force d'une loi naturelle, mais seulement celle d'une habitude culturelle, dont on peut éventuellement changer, si on le décide, pourvu que la conscience en ait été prise.

De ce fait, et si on laisse de côté tout ce qui relève des mécanismes biologiques (neuronaux, hormonaux, instinctifs) qui peuvent s'exercer dans le registre individuel ou collectif, seul un savoir psycho-social qui serait convaincant non seulement quant à son opérativité, mais aussi quant à la nécessité morale (reconnue et partagée par tous) - quant au besoin impératif, pour ainsi dire - de cette opérativité, peut commencer à être considéré sur un plan comparable à celui de la connaissance scientifique ; bien qu'il doive pourtant rester toujours cantonné dans la sphère de la délibération de qui l'exerce et de qui l'accepte comme *norme* psycho-sociale (et non, bien entendu, comme *loi naturelle*, même si l'on peut en énoncer et en retracer certaines conditions naturelles de possibilité).

C'est notamment en ce sens que les *pensées* traditionnelles peuvent être qualifiées de savoirs et de connaissances, sans pour autant être des sciences, et que l'enjeu de trouver et de former une telle pensée, qui aurait le même poids dans le choix qu'on en fait pour l'adopter que celui qui se trouve associé en toute nécessité à la rigueur impérieuse d'une science, relève d'une visée proprement utopique et messianique (en un sens positif de ces termes).

Répétons-le, la scientificité suppose (c'est-à-dire compte parmi ses conditions d'existence) la possibilité de construction effective, délibérée et consciente, d'objectivité (ce qui permet de faire se correspondre théorie et pratique, formalisation, observation et expérience), mais ce que ne supposent ni un savoir, ni une sagesse. Cette scientificité présuppose donc, sur le terrain du cadre conceptuel qui peut donner lieu et naissance à la représentation, qu'ait été établie et reconnue la distinction fondamentale entre le sujet et l'objet, distinction qui préside à cette construction d'objectivité. En

soulignant par ailleurs le fait qu'une telle construction qui ne serait pas consciente d'elle-même se limite à l'élaboration d'un savoir empirique (même si le souci d'explication peut conduire à proposer un mythe constitutif) dont l'opérativité ne s'accompagne pas réellement de la théorisation qui seule lui permet de s'autonomiser, c'est-à-dire de s'objectiver vraiment.

Maintenant, si nous revenons à ce que sous-tend et implique cet autre postulat selon lequel la coupure fondamentale est celle qui s'est établie et demeure entre le réel et l'illusoire (et d'une façon qui lui est très proche, entre le permanent et le mobile), c'est tout le cadre de référence qui se trouve bouleversé : il n'y a pas de distinction dominante (qui opérerait en un premier temps) entre les diverses composantes de ce qui est perçu comme un "être au monde" (selon des modalités variées, certes, mais secondes) même si cette distinction, ensuite, devient pertinente. Cet être au monde est le même pour la personne humaine, le vivant en général, la nature ; il se caractérise notamment par le fait qu'il est le siège d'incessantes transformations mutuelles entre ces diverses modalités, de mouvances perpétuelles dans ce lieu enclos qui est celui de l'illusoire fluctuant, défini comme lieu de passage, règne de l'apparence et de la dualité. Le réel, c'est cet au-delà d'un voile où le sens, si l'on peut dire, est dans la permanence unifiée - ni celle de la substance, ni celle de la forme, ce sont là catégories d'autres cultures -, mais la permanence de l'au-delà des cycles de transformation. Celle qui, immuable, s'appréhende comme source et aboutissement de cet état transitoire où le changement est règle et qui, en cela, est lieu de désirs, et donc de souffrances, de passions. Le projet, ici, est d'échapper à ce monde d'illusions et de mouvances pour atteindre au réel du permanent. Selon ce point de vue, il est clair que le nouveau radical ne se trouve que dans ce franchissement ; toute autre modification dans la vie, l'environnement, qui ne se situe pas selon cette voie n'est que permutation en nombre fini d'éléments finis et en cela consiste la clôture du monde. Quant au temps, à la durée, ce ne seront pas ceux où s'inscrit une histoire ou un progrès dans le sens que donnent à ces termes les civilisations occidentales : le temps se présente comme bouclé sur lui-même, cyclique, support de cette illusion combinatoire qui, comble du fantasme, se donne comme le changement même.

On conçoit que puissent se développer, dans cet environnement mental, des positions telles que celles du non-agir (au sens de ne pas tenter de s'insérer dans ces flux en croyant les orienter) comme voie nécessaire pour l'accession à une libération dans la permanence du réel. Ce n'est pas que soit absent tout souci de connaissance, bien au contraire, mais cette connaissance n'a ni le même statut, ni le même objectif que celle avec laquelle nous sommes familiarisés dans les civilisations scientifiques et techniques : il ne s'agit pas de tendre à la conquête d'un univers ouvert ou de permettre un progrès en termes d'innovation (n'oublions pas que les sociétés d'Extrême-Orient valorisent et recherchent plus l'homéostasie que ce que les Occidentaux modernes appellent le progrès [26]). La connaissance dont il s'agit est double : c'est celle de la gestion de la quotidienneté, perçue selon le schéma du non-essentiel, mise en ordre ou décodage de l'ordre régnant (selon, par exemple, des critères de correspondances comme pour les représentations gouvernant l'acupuncture) et c'est, simultanément, celle qui doit permettre d'échapper à cette même quotidienneté, non pas à travers une gnose ou un salut théologique, mais "simplement" en mettant à jour le sentier que doit suivre celui qui est en quête d'éveil et de libération. Cela n'exclut nullement la réflexion cosmologique ni, par exemple, le calcul de la durée des cycles emboîtés les uns dans les autres qui rythment la vie de l'Univers ; mais ces réflexions, calculs, techniques même (y compris spéculatives quand il s'agit de l'introduction du zéro arithmétique en Inde), n'ont pas non plus le même statut que celui détenu par la science en Occident à la même époque et, *a fortiori*, à la Renaissance ou ultérieurement. Même si des différences se font jour entre des cultures de cette aire de référence (vers la Chine ce seront plutôt le rapport au corps, avec ses correspondances à l'ordre général du monde, ou la codification législative qui seront dominants tandis que vers l'Inde ce sera plutôt la numération et la compréhension des cycles qui scandent les flux), elles n'en conserveront pas moins une communauté fondamentale dans la façon de se situer par rapport au sens.

2. 5. Conclusion

La question de la connaissance à propos du monde (naturel ou idéel), des relations et conduites humaines (individuelles et collectives), de la constitution des significations et de leur mise en action opératoire, est soumise au moins à un double éclatement. Entre ces modalités distinctes, souvent

opposées, parfois parentes, que sont sciences, savoirs, sagesses. Entre les fondements référentiels qui la sous-tendent, que sont les coupures constitutives différentes et les modes variés de traitement de l'"être au monde" qu'elles induisent. Car, comme nous l'avons vu, il n'y a pas recouvrement nécessaire et complet entre telle coupure de référence et tel mode de connaissance, même si des correspondances étroites peuvent, dans certains cas, être dégagées. Mais nous pensons que cet éclatement traduit la réfraction en facettes variées (parfois, peut-être, par des conditions "objectives" diverses, le plus souvent par des choix fondateurs différents, quant aux sources des représentations, ou par des décisions d'orientation distinctes, quant aux significations visées pour des finalités délibérées) d'une seule et unique préoccupation de constitution de sens, propre à la condition et à la nature humaines, même si parfois cette préoccupation devient la source d'un malentendu, puisque la démarche scientifique se révèle finalement étrangère, dans sa pratique intrinsèque (mais non comme activité sociale, bien sûr), à la question du sens (*cf.* Chapitre X).

Cette constitution de sens n'est nullement le gage d'une rationalité en travail et même, le plus souvent, elle peut se révéler antagonique de la démarche rationnelle telle que nous pouvons la définir à la lumière des expériences théoriques et historiques. Ce en quoi, d'ailleurs, la démarche scientifique (qui, rappelons-le, ne vise pas le sens mais l'intelligibilité *via* la construction d'objectivité) présente des caractères si particuliers et joue un rôle si spécial (par son caractère universalisant, notamment, tant dans la validité de ses résultats que dans les conditions des appropriations qu'elle permet), par rapport aux autres démarches que nous avons évoquées. Non pas qu'elle constitue, pour elle-même, un modèle unique de toute connaissance, puisque conformément au cadre conceptuel de la séparation sujet/objet dans lequel elle s'insère et se développe, elle est censée se cantonner dans l'étude et l'analyse du strict jeu des nécessités objectives, à l'exclusion de toute dimension qui engage la liberté du sujet et les valeurs qu'il confère. Mais elle se présente, historiquement et théoriquement, comme le représentant le plus achevé de la rationalité humaine et l'exemple le plus accompli de son unité potentielle; mais aussi comme le défi rationnel par excellence aux constitutions de sens qu'appelle et exige néanmoins le développement de la condition humaine comme en témoignent toutes les traditions, y compris celle qui a donné naissance à la démarche scientifique.

REFERENCES DU CHAPITRE VIII

[1] G-G. GRANGER, *La science et les sciences*, Coll : Que sais-je ?, PUF, Paris, 1993.
[2] F. BAILLY, Objets, interactions, repérages : stabilités et instabilités relatives des catégorisations conceptuelles, *Actes du CES2*, Prague, AFCET 1993.
[3] F. BAILLY, F. GAILL, R. MOSSERI, Orgons and Biolons in Theoretical Biology: Phenomenological Analysis and Quantum Analogies, *Acta Biotheoretica*, 41, p.3, Springer Nertherland, 1993.
[4] F. BAILLY, Le transcendantalisme dans les sciences de la nature : de sa résurgence en physique à son apparition en biologie, in : *Le destin de la philosophie transcendantale*, (J. Petitot), Colloque de Cerisy, 1990.
[5] D. ANDLER, *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard, Paris, 1992.
[6] E. DURKHEIM, *Les règles de la méthode sociologique*, PUF, Paris, 1983.
[7] G-G. GRANGER, *Pour la connaissance philosophique*, Odile Jacob, Paris, 1988.
[8] W. STEGMÜLLER, *Accidental ("non-Substantial") Theory Change and Theory Dislodgement: to What Extent Logic can Contribute to a Better Understanding of Certain Phenomena in the Dynamics of Theories*, Erkenntnis 10, p.147 1976.
[9] W. STEGMÜLLER, A Combined Approach to the Dynamics of Theories, in: *The Structure and Development of Science*, G. Radnitsky and G. Anderson Eds., D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, 1979.
[10] J.D. SNEED, *Philosophical Problems in the Empirical Science of Science: a Formal Approach*, Erkenntnis, 10, p.115, 1976.
[11] T.S. KUHN, *Theory-change as Structure-change: Comments on the Sneed Formalism*, Erkenntnis, 10, p.179, 1976.
[12] D. PARROCHIA, *La raison systématique*, Vrin, Paris, 1993.
[13] J. PETITOT, *Physique du sens*, Ed. CNRS, Paris, 1992.

[14a] F. VARELA, *Autonomie et connaissance*, Seuil, Paris, 1989.
[14b] F. VARELA, *Connaître les sciences cognitives*, Seuil, Paris, 1989.
[15] E. HUSSERL, *La crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale, Gallimard, Paris*, 1989.
[16] H. DREYFUS, *L'intelligence artificielle : mythes et limites*, Flammarion, Paris, 1984.
[17a] H. PUTNAM, *Représentation et réalité*, Gallimard, Paris, 1990.
[17b] H. PUTNAM, *Définitions : pourquoi ne peut-on pas "naturaliser" la raison*, L'éclat, Paris, 1992.
[18] T. WINOGRAD, F. FLORES, *L'intelligence artificielle en question*, PUF, Paris, 1989.
[19] F. BAILLY, Sujet/objet : ici et ailleurs, in : *Interrogations sur les savoirs et les sciences. Le sujet et l'objet : confrontations*, Ed. CNRS, Paris, 1984.
[20] B. HOFFMANN, M. PATY, *L'étrange histoire des quanta*, Seuil, Paris, 1981.
[21] R-P. DROIT, *L'oubli de l'Inde*, PUF, Paris, 1989.
[22] J. NEEDHAM, *La science chinoise et l'Occident*, Seuil, Paris, 1973.
[23a] J-P. VERNANT, *Les origines de la pensée grecque*, PUF, Paris, 1962.
[23b] J-P. VERNANT, *Mythe et pensée chez les Grecs*, Ed. Maspero, Paris, 1965.
[23c] J-P. VERNANT, P. VIDAL-NAQUET, *Oedipe et ses mythes*, La Découverte, Paris, 1986.
[24] P. VEYNE, *Les Grecs ont-ils cru à leurs mythes ?*, Seuil, Paris, 1983.
[25] E. HUSSERL, *La crise de l'humanité européenne et la philosophie*, Republications Paulet, 1975.
[26] M. GRANET, *La pensée chinoise*, Albin Michel, Paris, 1968.

CHAPITRE IX

LANGAGES DISCIPLINAIRES ET SIGNIFICATIONS

1. INTRODUCTION. PRESENTATION

Après la présentation de l'anneau, les discussions méthodologiques et conceptuelles, l'exploration de certains confins, la réflexion sur le statut de l'objet scientifique, nous consacrerons ce chapitre à la question des langages. Langages spécialisés des disciplines d'une part, mais aussi langages constitutifs de significations, de relations, d'enjeux, d'autre part. Nous commencerons, dans ce premier paragraphe, par aborder, sous la forme d'une brève remarque à propos de l'existence et de la classification des espèces en biologie, un aspect des rapports entre caractérisation nominale et caractérisation réelle de référents objectifs ; nous poursuivrons avec une interrogation et une réflexion sur la portée que peut avoir l'existence au sein d'une seule et même discipline, les mathématiques, de deux discours distincts et non équivalents relatifs à ce qui semble être pourtant, au premier abord, un objet unique bien défini, l'infini mathématique. Le deuxième paragraphe visera à élargir le propos et à considérer la question des langages d'une façon plus générale dans le cas des disciplines formalisées. Enfin, c'est dans le troisième paragraphe que nous aborderons la question des rapports entre de tels langages spécialisés et les langages de relations et de communications en tant qu'ils engagent des significations symboliques et des enjeux.

1.1. Entre objectivité et caractérisation linguistique : un *quahog* est un *quahog* et *gavagaï* est un lapin

En dehors de leur nécessité classificatoire et de la délimitation linguistique qu'elles induisent ou qui les circonscrit, les espèces existent-elles vraiment ? Sont-elles réelles ou purement nominales, c'est-à-dire ne constituent-elles pas un de ces universaux langagiers qui généralise pour ordonner, sans désigner nécessairement un référent objectif ?

Dans "Le pouce du panda"[1], S.J. Gould met en évidence le fait que les espèces biologiques trouvent en effet un fondement objectif : les spéciations scientifiques linnéennes et les classifications discriminatrices opérées par différentes cultures - très éloignées les unes des autres - coïncident à peu de chose près, même si dans quelques cas, peu nombreux, des désaccords apparaissent, soit par fusion d'espèces soit au contraire par surdiscrimination (du fait que les traits proprement culturels, dans un stade ultérieur des classifications, conduisent à des regroupements à la fois arbitraires et signifiants pour la culture en question). La portée de ces observations (à savoir que les espèces ne sont pas qu'un fait de langage) peut se révéler considérable : de telles observations indiquent en effet que les opérations humaines de catégorisation du réel (et les catégories empiriques qui en résultent) présentent elles aussi une sorte de caractère d'objectivité, en ce sens qu'elles se retrouvent universellement, sont partout efficaces et opératoires, et conduisent aux mêmes bases pour les représentations. Soulignons par surcroît qu'il ne s'agit pas seulement de l'universalité (simple) que confère la convention ou le consensus scientifique, mais de celle, bien plus problématique, qui s'exprime à travers distinctions et discriminations spontanées, loin de toute méthode, abstraction, langage, scientifiques (*voir* aussi [2]).

Du coup, nous serions ainsi en mesure de circonscrire un domaine empirique au moins, pour lequel le relativisme culturel ne vaudrait pas et pour lequel, en outre, la traduction, au sens que Quine donne à ce terme [3*a*], [3*b*], serait infiniment moins problématique que "l'opacité référentielle" semblerait devoir l'imposer. On aurait donc là un secteur d'empiricité et de connaissance où, du point de vue de la catégorisation abstraite et de sa retranscription dans le langage, la "relativité de l'ontologie" céderait la place à une forme d'universalité catégorisatrice. Dès lors, il deviendrait concevable d'élaborer une procédure qui permettrait de décider si, effectivement ou non, *"gavagaï"* est un lapin (il est d'ailleurs intéressant de noter que c'est précisément à propos de la reconnaissance et de la désignation d'une espèce biologique que Quine a construit son exemple). Si un tel résultat peut être obtenu, ne serait-ce que dans ce seul secteur d'objectivité, on peut envisager de le faire fonctionner, par extension réglée, dans des secteurs voisins, puis plus éloignés, pour délimiter un champ de

traductibilité minimale. Par-delà relativité ontologique et opacité de la référence, on parviendrait ainsi à surmonter pratiquement une partie de l'ambiguïté de la communication.

1.2. Discours de l'infini : transfini et non standard

Nous nous attacherons ici à considérer le cas où une notion mathématique exacte et relativement sophistiquée - l'infini - peut prendre des figures différentes correspondant à des conceptualisations distinctes. Pas seulement pour souligner cet effet de dédoublement, mais aussi pour déterminer si de telles subtilités et distinctions mathématiques peuvent trouver un répondant, voire suggérer des investigations, dans des disciplines beaucoup moins formalisées, jusques et y compris le domaine des phénomènes humains (*cf.* la troisième partie). Le concept d'infini nous paraît d'autant plus adéquat pour ce genre d'enquête qu'il fait problème (et parfois enjeu) dans la plupart des secteurs de phénoménalité et de signification [4], [5].

- Le plus souvent, lorsque l'on veut analyser et illustrer les rapports entre fini et infini, ou caractériser les propriétés de l'infini à partir de considérations mathématiques rigoureuses (et non pas seulement du point de vue de la conceptualité philosophique), on va spontanément puiser sources et arguments de comparaison dans les théories des ensembles et tout spécialement dans les théories du transfini. D'autant que c'est dans le cadre de la logicisation de telles théories que l'on a vu apparaître les paradoxes les plus frappants, dont les tentatives de résolution ont conduit aux développements les plus riches en matière de logique mathématique et de théorie des modèles ; ce qui, bien évidemment, tendait, à l'époque où ces débats étaient très vifs, à justifier - ou du moins à alimenter - le côté quelque peu métaphysique de certains types de discussions et débats relatifs à ces questions (dont les origines théologiques et les enjeux rationalistes restent très lourds). De plus, historiquement, voilà près d'un siècle que s'est ouvert le "paradis cantorien" et avec lui la voie des discours rigoureux et des traitements exacts et précis relativement à l'infini, pris comme objet scientifique d'étude et de réflexion, alors que tout ce qui a trait aux infiniment petits et infiniment grands, quoique très présents dans le corpus mathématique depuis plusieurs siècles (*cf.* les différentielles par exemple) n'a trouvé que très récemment, avec l'analyse non standard [6], [7], les justifications et fondements qui en autorisent un usage rigoureux et non paradoxal.

Or, voici précisément qu'avec ces concepts et méthodes de l'analyse non standard s'est présentée une nouvelle perspective pour traiter désormais de façon tout aussi exigeante, quant à la rigueur et à l'exactitude, les rapports entre fini et infini, et les propriétés de l'infini. En outre, bien que la nature de l'objet et les préoccupations qui s'y rattachent semblent être très semblables, il apparaît pourtant que les deux discours associés à ces deux perspectives, sont difficilement conciliables si on veut les tenir simultanément - ou plutôt difficilement commensurables.

Aurions-nous ainsi à notre disposition deux paradigmes distincts relativement à l'infini, chacun aussi bien fondé que l'autre, mais renvoyant, en même temps, à des points de vue irréductibles ? Et en ce cas, à quoi tiennent ces différences et que signifie le choix de l'un plutôt que de l'autre comme exemple référentiel dans une argumentation à propos de l'infini ? C'est ce que nous voulons tenter d'examiner maintenant. Mais, anticipant sur notre conclusion pour rendre plus claire notre démarche, disons d'ores et déjà qu'il nous semble que ces deux caractérisations et représentations sont, en effet, très différentes et que leurs portées sont difficilement comparables. Dans un cas, celui du transfini, l'infini relatif à la rationalité en tant qu'elle autorise et régule les concepts, la compréhension, le raisonnement comme tel ; cet infini est éventuellement non constructible et son existence peut ne dériver que d'une preuve de non contradiction. Dans l'autre cas, celui du non standard, l'infini intervient quasi concrètement dans le corpus des mathématiques pour opérer, calculer, évaluer même, au même titre quasiment que les autres nombres (finis), auxquels il est comparable et avec lesquels il est combinable de façon pertinente et opératoire.

- En effet, si dans l'analyse non standard les objets pris en compte et construits sont des *nombres*

(tout infinis ou infiniment petits qu'ils soient), sur lesquels les règles usuelles du *calcul numérique* s'exercent et opèrent, à l'inverse les objets transfinis ne sont pas à proprement parler de tels nombres, mais des concepts représentatifs de structures d'intelligibilité. Précisons : le cas du non standard répond à l'actualisation de l'infini numérique potentiel et, si l'on s'en tient aux entiers, la structure de l'arithmétique y est totalement préservée (mêmes axiomes dont dérivent modèle standard et non standard et au moyen desquels on définit les opérations pourvues de leur mode usuel de fonctionnement). Dans le fil de cette généralisation des nombres, c'est donc bien à propos du non standard que peut légitimement se poser la question des rapports entre infini numérique actuel et infini numérique potentiel et que l'on peut discuter ce thème sur des bases syntaxiquement et sémantiquement fondées.

Le cas du transfini est très différent même si à première vue il semble avoir quelque rapport avec une structure numérale. En effet ce dont il s'agit ne correspond pas du tout à une extension arithmétique : les règles dites d'addition ou de multiplication de cardinaux ou d'ordinaux sont très différentes de celles de l'arithmétique ; il n'y a pas de sens à définir des inverses ou des opposés aux transfinis ; ordinaux et cardinaux sont distincts, etc. Bref, on peut soutenir que les transfinis ne sont pas vraiment des nombres ; ils représenteraient plutôt des propriétés d'ensembles se correspondant au moyen d'applications bijectives, qui ne renverraient que marginalement à une numéralité. Dès lors, il serait infondé de discuter à leur endroit des questions relatives à l'infini numérique actuel ou potentiel, même si, évidemment, il s'agit de l'infini, mais sous un autre angle. Il en résulte que l'on doit plutôt considérer que les élaborations, méthodes et opérations relatives au transfini, fournissent des éléments de compréhension, de raisonnements et de calcul (en un sens plus large que celui utilisé pour les nombres usuels, comme on parle de calcul matriciel, par exemple) portant sur des objets abstraits qui ne sont pas des nombres. Ces objets entretiennent des rapports étroits avec des structures de rationalité (concepts théoriques, schèmes) et c'est à ce titre que les conceptions et démarches propres au transfini trouveraient un terrain d'application privilégié et relativement adéquat, semble-t-il (voir la troisième partie) en vue de l'objectivation et d'un "calcul" pour l'étude des phénomènes humains (qui se définissent essentiellement en rapport avec les significations). Il conviendrait donc de renverser le sens du rapport qui s'établit habituellement entre les nombres et les objets transfinis (ces derniers étant souvent présentés comme une sorte d'extension homogène des premiers) : c'est en tant qu'éléments autonomes de rationalité que les transfinis peuvent jeter une lumière sur *"ce que sont et ce que doivent être les nombres"* (Dedekind). L'univers du transfini, bien qu'hétérogène à la numération, participe de ce qui permet de bien la fonder (notamment à travers la théorie des ensembles et la formalisation logique), y compris dans des raisonnements relatifs à l'analyse non standard.

Ajoutons un trait essentiel à la compréhension des rapports entre transfini et non standard, et à ce qu'ils peuvent respectivement proposer en vue d'une utilisation conceptuelle, par-delà leur utilisation technique. Alors que dans le transfini, un ensemble est fini ou infini (dualité de la détermination possible), en revanche, dans l'analyse non standard il s'inscrit dans le cadre d'une triple possibilité : il peut être formellement et calculablement infini, calculablement infini mais formellement fini, calculablement (et formellement) fini. La différence entre cette trichotomie et la dichotomie classique est particulièrement éclairante. Elle met en évidence le caractère proprement (et quasi substantiellement) numérique des objets définis en analyse non standard par rapport au caractère strictement relationnel (applications bijectives) des nombres transfinis. D'où une nuance extrêmement précieuse entre la nature d'objets apparemment semblables (infinis en l'occurrence) selon qu'ils sont formels ou calculables (nuance déjà connue en métamathématique, mais qui prend ici un caractère plus intuitif).

- De ce fait et pour d'autres raisons, précédemment évoquées, il ne serait pas faux de voir dans les théories de transfinis, une caractérisation *qualitative* externe de tout infini mathématique, indépendamment des numérations et opérations proprement dites (arithmétiques, analytiques, mesures...) telles qu'on les rencontre dans divers domaines mathématiques. En cela on y verrait l'expression de propriétés et principes *régulateurs* touchant à l'usage du concept d'infini pour autant qu'on y cherche exactitude et rigueur. Le quantitatif interne et constitutif se trouverait alors pour sa part dans les méthodes et objets des modèles non standard, qui traitent à proprement parler de ces infiniment grands et infiniment petits que l'on trouve dans les mathématiques elles-mêmes. Ce qui

revient à constater et à confirmer que si l'on trouve le non standard (tout logiquement et formellement qu'il soit introduit) principalement dans l'opératoire des calculs (l'usage technique des infinitésimaux a très largement précédé la démonstration de leur existence), on trouve essentiellement le transfini dans l'argumentation et le fil des raisonnements (ce qui lui confère d'ailleurs, apparemment, une plus grande aptitude à un usage "métaphysique"). Le contraste s'accentue encore avec l'utilisation croissante - théorie et simulation - des méthodes non standard dans l'étude des flots, dynamiques, analyses d'échelle, aux confins de la physique et des mathématiques.

Ainsi, d'un point de vue méthodologique, dans l'emploi des concepts relatifs à l'infini, on est conduit à opérer une distinction entre ce qui a trait à l'*intelligibilité* relativement à l'infini et à l'*objectivité* (qui se retranscrit dans une loi d'objet, c'est-à-dire que l'on peut, au moins pour la représentation, attribuer aux phénomènes). Si est principalement en cause l'intelligibilité, on aura recours essentiellement au paradigme du transfini dans la mesure où il est constitutif d'une intelligibilité fondamentale, celle de la théorie des ensembles. C'est ainsi qu'on utilisera ce paradigme comme principe régulateur pour les objets dont les objectivités sont difficiles à construire : significations et phénomènes humains (dans la perspective de pouvoir lui conférer, à terme, un rôle constitutif pour ce domaine d'objets).

Si c'est plutôt l'objectivité qui est en question, comme en biologie par exemple ou en physique, on recourra aux modèles non standard qui étendent dans le domaine des infinitésimaux et des infiniment grands les méthodes et algorithmes calculatoires déjà utilisés dans le fini, et associés à la mesure. Cette mathématique de l'infini pourra alors jouer le même rôle pour la discipline que celui que jouent les mathématiques en général. Le traitement des niveaux d'organisation et des fonctions biologiques, par la prise en considération de mesures infinies associées aux dimensions fractales des parties organiques vitales ou des attracteurs des dynamiques, peut en offrir une illustration intéressante.

- Pour revenir aux mathématiques et à des considérations conceptuelles plus générales, notons que le traitement du rapport continu/discret est lui aussi très différent selon qu'on l'aborde sous l'angle du transfini ou sous celui du non standard. Dans le cas du non standard, on demeure dans la représentation "spatiale" plus ou moins traditionnelle ; l'analyse non standard garantit que les résultats établis selon l'ancienne méthode des limites restent valides et que seule la représentation que l'on peut s'en faire peut se trouver modifiée *via* les infinitésimaux. Sur le plan conceptuel, ces angles d'approche traitent en quelque sorte de la même ontologie. A ceci près, cependant, que l'utilisation technique des infiniment grands permet en outre de modéliser le continu (ou au moins certains de ses aspects) au moyen du discret [8]. Ce qui tend en même temps à renforcer les points de vue "constructiviste" et "intuitionniste" en mathématiques.

Dans le cas du transfini, la situation est tout autre. Le continu y apparaît d'une part sous forme de puissance d'ensemble ($\mathbf{c} = 2^{\mathbf{d}}$; **c** est la puissance du continu et **d** est celle du dénombrable) et d'autre part sous forme de type d'ordre (λ). Le cardinal du continu n'est pas construite : son existence est déduite par argument de non contradiction à partir de la considération de tous les sous-ensembles (de toutes les parties) d'un ensemble de cardinalité infinie dénombrable, *via* une preuve diagonale (*cf.* Annexe du chapitre IV). En tant que type d'ordre (type d'ordre dense sans *"gap"*), la définition est tout aussi en compréhension, même si l'illustration par des ensembles de points en autorise une saisie partiellement intuitive.

Relativement au transfini, le continu est une cardinalité parmi d'autres ou correspond à un type d'ordre parmi d'autres, sans que s'y trouve engagée, pour ainsi dire, une ontologie sensible. De fait, le transfini cantorien permet de parler du continu, de le gloser et de raisonner beaucoup plus que d'opérer avec lui, à l'inverse, sur ce dernier point, de l'analyse non standard. La maîtrise de l'infini qu'il propose est, répétons-le, tout en restant strictement mathématique, surtout de type conceptuel et rationnel, référé principalement à une problématique de *cohérences*, en contraste avec la maîtrise calculatoire, opératoire, quasiment *adéquate* qu'en propose le non standard - pour reprendre ici la double caractérisation de la vérité.

Après ces quelques réflexions introductives nous allons aborder plus directement les questions relatives au langage. Langages formalisés, langages spécialisés, langue naturelle qui ne cessent d'interférer dans la démarche scientifique comme dans la constitution des significations qui régissent les rapports humains. Pour en discuter, nous nous intéresserons d'abord aux domaines les plus formalisés avant de donner toute sa place ensuite à la dimension proprement symbolique et à son rôle dans les relations humaines.

2. PHYSIQUE, MATHEMATIQUE, LOGIQUE ET LANGUE

Revenons sur les rapports entre physique et mathématiques dans les sciences contemporaines. Nous avons discuté par ailleurs [9] d'un schéma de comparaison en mettant en exergue le jeu d'une double dualité selon que l'on considère le traitement réservé par ces disciplines à leurs objets, ou aux règles et lois qui en régissent les rapports. Aux objets contraints (par les conditions de réalité matérielle qui les déterminent) de la physique, nous avons opposé les objets libres (librement créés) des mathématiques ; à l'inverse, à la rigueur des règles mathématiques (démonstrations, déductions des propriétés d'objets) on a opposé la latitude relative des lois physiques.[1]

Nous allons reprendre cette question mais en introduisant ici le rôle de la logique et en réactivant à son propos la distinction entre formel et effectif [10]. Le but de la présente discussion sera notamment de tenter d'élucider certains aspects des processus d'abstraction propres à la physique, aux mathématiques ou à la logique et aussi de différencier dans ces domaines les procédures d'administration de la preuve. Il s'agira en même temps de délimiter des secteurs ou attitudes gnoséologiques qui requièrent une procédure de construction effective (ainsi que l'exigent l'intuitionnisme [11] et la logique effective [12]) et ceux pour lesquels elle n'apparaît pas pertinente et peut même constituer un obstacle à la recherche.

Une remarque avant d'entrer dans le vif du sujet : nous invoquerons dans la suite ce que nous appelons la "loi d'objet". Il ne s'agit pas de l'énoncé de telle ou telle loi pour tel ou tel objet, mais du fait essentiel que pour qu'il y ait objet physique, indissociablement, il doit y avoir loi et ce, de façon intrinsèque, indépendamment de toute interprétation par quelque observateur que ce soit, indépendamment même du mode de catégorisation *a priori* de la réalité. Ce par quoi, en somme, l'objet est réel, résiste et s'impose, quand bien même toute loi particulière échouerait momentanément à rendre compte complètement de ce mode propre de résistance.

2.1. La contrainte de la loi d'objet permet à la physique de s'engager dans un foisonnement créatif, *a priori* non contrôlé quant aux relations ou ensembles formels qu'elle se donne : le contrôle est renvoyé aux tests de leurs implications ou de leurs effets (mesures et observations expérimentales, cohérences des structures théoriques formelles). Ainsi, formaliser au moyen d'infinitésimaux, de distributions de Dirac, d'intégrales de Feynman, quand bien même l'existence mathématique de tels objets ne serait pas démontrée, et pourvu qu'ils conservent entre eux les cohérences usuellement exigibles pour les formalismes mathématiques, ne pose pas de réel problème en physique. Parfois même, au contraire, c'est l'audace de "poser" telle relation ou concept inédit, qui permet de progresser, non seulement dans le déroulement des effets, mais aussi dans la compréhension intime. En fait, se trouve justifiée ici une certaine forme d'opérationalisme doublement orienté : vers l'aval en ce que "ça marche", vers l'amont en ce que "ça éclaire". Ainsi on intègre, on convolue, on transforme, en physique, sans trop se préoccuper de la rigueur des lois mathématiques (en espérant qu'on n'y disconvient pas), qui n'est pas ici le domaine privilégié de pertinence. En revanche, si l'expérience infirme ou si la contradiction interne apparaît, il faut abandonner ou amender.

Cette démarche de formalisation de la physique fait appel à un "formel" qui sous-entend donc non pas une absence de contenu mais une disjonction complète entre contenu et formalisation, tout en maintenant les critères de validité de la mise en forme sous la dépendance stricte de ceux qu'exige le

[1] On remarquera cependant que plus l'on est amené à prendre en compte la nature mathématique de l'essence de l'objet physique, plus les contrastes soulignés par ces dualités tendent à s'atténuer. Ainsi, par exemple, l'arbitraire apparent de certaines lois physiques se trouve-t-il considérablement restreint lorsqu'on les inscrit dans le cadre de théories de jauge du fait que l'interaction de jauge se trouve fortement contrainte par la symétrie.

contenu. En général, tout énoncé formel de la physique revêt une forme mathématique, mais il n'est pas nécessaire pour autant que les mathématiques aient démontré auparavant la totale légitimité mathématique interne de cette forme. Ainsi le recours à une formalisation mathématique en termes d'infiniment petits est-il à la fois mathématique et non mathématique. Il est mathématique dans sa cohérence d'abord, dans ses règles de fonctionnement ensuite et enfin dans la justification mathématique biaisée que peuvent en donner, pour l'interprétation effective (en physique) les théories mathématiques des limites ; mais elle est non mathématique aussi longtemps que n'a pas été démontrée, de façon interne aux mathématiques (avec l'analyse non standard) l'existence légitime d'infiniment petits, utilisables comme tels[1]. C'est aussi ce qu'exprime ce que l'on a appelé la "latitude des lois" en physique qui n'est évidemment pas réductible au "du moment que ça marche..." (ce à quoi peuvent répondre beaucoup de modèles arbitraires locaux) ; cette latitude doit se situer de façon stricte dans le cadre de l'exigence d'une cohérence et d'une compréhension.

Ainsi, à sa façon, la formalisation en physique contribue-t-elle parfois à créer des êtres mathématiques qui peuvent apparaître plus ou moins normaux, monstrueux ou bizarres, en ce qu'ils ne sont pas soumis à la totale rigueur des lois mathématiques, mais qui, en contrepartie, se trouvent soumis à la "contrainte d'objet" qui exige tout à la fois le rapport aux phénomènes et le rapport à leur abstraction cohérente. Dès lors que sont remplies ces conditions contraignantes (adéquation phénoménale, cohérence de l'abstraction), l'administration de la preuve s'effectue suivant le fonctionnement propre du formalisme, comme s'il était strictement mathématique. Ce en quoi les mathématiques apparaissent aussi, outre leur rôle constitutif, comme un langage spécialisé pour la physique.

Bien entendu, avec la question de la cohérence se trouve engagée, mais seulement implicitement à ce stade, la logique (alors que c'est explicitement que s'effectue le recours à la formalisation mathématique) et en général ce sont les catégories les plus habituelles, les plus classiques de la logique propositionnelle que l'on y trouve à l'oeuvre. En fait, le plus souvent, la cohérence joue au niveau du langage propositionnel de la logique plus ou moins aristotélicienne. Ce n'est qu'assez rarement que certaines analyses plus raffinées se révèlent exiger le recours, implicite toujours, à des logiques prédicatives du premier ordre ou à des logiques modales. La cohérence de la loi d'objet en physique reste relativement sommaire du point de vue logique, même si elle se révèle plus sophistiquée dans sa retranscription mathématique.

2.2. Avec les mathématiques, c'est surtout à propos de la libre création de leurs objets que surgissent les difficultés. La rigueur des lois est certes relative aux structures prises en considération, mais elle s'y exerce sans ambiguïté ; c'est bien plutôt ce sur quoi elles s'exercent qui fait problème et qui a nécessité l'explicitation non seulement des systèmes axiomatiques, mais aussi celle des règles logiques qui les gouvernent.

D'où cette question : peut-on affirmer ("librement") l'existence d'êtres mathématiques (le continu, les infinitésimaux, le transfini...) sans fournir en même temps une procédure de leur construction effective ? Parallèlement, peut-on concevoir une démonstration sans que soit exigée la présentation d'une procédure effective d'administration de la preuve ?

La dimension proprement formelle des mathématiques se trouve dans la logique symbolique ; mais à son propos se pose la question du rapport entre son caractère formel (là encore au sens de "dépourvu de contenu") et son caractère effectif (jugements dépendants des contenus propositionnels). Toutefois, le contenu du formalisme mathématique ne comprend pas plus les objets phénoménaux de la physique, que celui du formalisme logique ne comprend les êtres mathématiques. Cela ne signifie pas que ce dernier formalisme demeure sans contenu mais que ce contenu porte sur les règles de validation elles-mêmes, qui légitiment les mises en rapport et calculs mathématiques, les règles ou les quasi-règles. Car il se passe ici pour les mathématiques vis-à-vis de la logique mathématique un peu ce qui s'était produit pour la physique vis-à-vis de sa formalisation mathématique : les mathématiques,

[1] Ces remarques ne s'appliquent pas seulement à l'existence d'objets mathématiques ; elles concernent aussi des procédures comme dans le cas de l'utilisation de développements formels en séries dont les critères de convergence ne sont pas toujours examinés.

sous réserve de l'observance de la non contradiction et des règles de la rigueur, se donnent et étudient des objets dont l'existence - pour autant qu'elle dépende d'énoncés logiques - n'est pas nécessairement établie, ou dont les rapports ne sont pas clairement élucidés. Citons, comme exemples du premier cas, les infinitésimaux, considérés cette fois en tant qu'objets mathématiques, ou les ensembles (en relation avec ce que fut la crise des fondements) ; comme exemple du deuxième cas, citons les fonctions avant la théorie des applications.

Toutefois là s'arrête la similitude avec le paragraphe précédent : en effet il n'est nullement exigé de la logique de légitimer la création des objets mathématiques ; cette création reste libre. En revanche on demande à la logique de spécifier les présupposés et les conséquences qu'engagent de telles créations, dans les mathématiques et pour la logique elle-même. Le contenu de la logique en tant qu'elle énonce des règles, a pour objet de dégager les systèmes de cohérence interne aux mathématiques, ainsi que les conditions sous lesquelles la rigueur des lois se conserve lorsqu'on la rapporte à un système référentiel ou qu'on la fait passer d'un système de référence à un autre. Ainsi l'administration de la preuve en mathématiques postule un système de référence que la logique doit pouvoir fournir (par exemple pour la validité d'une démonstration par l'absurde qui réfère à la bivalence logique, au tiers exclu, à la valeur assertive de la double négation). Pour aller à l'extrême on peut soutenir que ce qui vaut comme preuve pour certains mathématiciens quant à telle propriété de tel être mathématique, ne vaut pas pour d'autres mathématiciens (débats entre intuitionnisme et formalisme, par exemple [13]). C'est que dans le premier cas le recours à une logique "classique" est tacitement considéré comme suffisant et que la preuve en compréhension abstraite, sans nécessité de construction effective, est pleinement admissible, alors que dans le second cas au contraire, on exige la constructibilité. La démonstration de certains théorèmes, l'existence (au sens constructible) de certains êtres mathématiques peuvent donc être sujets à controverses : la différence dans la référenciation confère une signification, ou au contraire prive de signification des énoncés mathématiques dont pourtant la cohérence n'est pas en cause. Car la rigueur est partagée dans l'usage des règles et les jugements portés sur cet usage ; ce sont bien leurs fondements significatifs (pour les mathématiques) qui font question. C'est-à-dire, en quelque sorte, la nature des bases axiomatiques que l'on se donne et qui, elles, sont censées être formulables complètement en termes logiques. En cela l'axiomatique représente l'effet de contenu spécifique pour les mathématiques de cette logique (*voir* aussi [14]).

2.3. Car au départ la logique classique elle-même se présente comme formelle, précisément en ce qu'elle est vide : prétendre que son contenu serait constitué par les règles ou opérations qu'elle agence ou qui la font fonctionner, ne serait que déplacer vainement la question. Elle traite certes des présupposés et principes qui gouvernent la légitimité de telles règles, mais uniquement en tant que ces règles opèrent et quels que soient les objets sur lesquels elles peuvent opérer (malgré l'existence de ce que Granger appelle des "contenus formels" [15]). Toutefois il est intéressant de constater que parallèlement à l'intuitionnisme en mathématiques, on trouve en métamathématique la logique effective [12] qui se dit telle en ce que précisément elle porte sur la nature des contenus propositionnels (on a d'ailleurs techniquement démontré l'équivalence entre la logique effective et la logique de l'intuitionnisme). Ainsi, de ce point de vue, l'existence des entités mathématiques est considérée comme devant être subordonnée à des critères de constructibilité (ou des procédures effectives de preuves) et d'autre part la mise en oeuvre de certaines règles logiques (telles le tiers exclu ou la double négation) se trouve subordonnée à la nature de ce sur quoi elles opèrent ; dans les deux cas, la question du contenu devient critique.

En fait on est conduit à supposer que l'activité de formalisation logique (et l'exercice de la logique) est doublement rapportée au fait de langage : d'une part, selon que la logique forme ses énoncés propres et autonomes et d'autre part en tant que ces énoncés portent, de façon hétéronome, sur d'autres énoncés (linguistiques, mathématiques...). Bien entendu, sous les deux aspects, c'est la mise en oeuvre de la langue naturelle qui intervient, mais de façon bien différente chaque fois. En effet, pour la logique qui produit ses énoncés de façon autonome, la langue naturelle constitue une sorte de métalangage évolutif, en cours d'invention, et de ce point de vue les énoncés logiques peuvent être traités comme des objets d'une discipline particulière. De l'autre côté, ces énoncés portent sur des énoncés appartenant à une langue (plus ou moins) naturelle et ils sont destinés à faire de cette dernière

une langue-objet. Ainsi, de la même façon que l'on est amené à doter la raison d'un double statut, raison constituante et raison constituée, on est conduit à distinguer, relativement à la logique, deux fonctions à la langue : une fonction référenciante et une fonction référenciée. Ce que nous allons préciser.

En tant que référenciée, la langue nécessite d'une façon ou d'une autre, pour faire sens en conjurant les paradoxes, une théorie des types capable de discriminer entre les niveaux de ses énoncés. Mais la construction d'une telle théorie fait, pour sa part, appel à la fonction référenciante de la langue. La langue autorise en effet l'élaboration conceptuelle et la formulation des énoncés formels. Ainsi, l'activité de pensée référenciante norme d'une part et invente de l'autre, c'est-à-dire régit l'activité créatrice et organisatrice. L'activité référenciée est objet d'étude et d'analyse ; elle exige la médiation d'un langage logique qui l'objectivise et permette de la traiter rigoureusement par rapport à sa propre activité référenciante. La situation à cet égard est un peu comparable à celle qu'illustre le concept de "modèle" suivant l'angle sous lequel on l'aborde : conçu comme une abstraction formalisante pour la phénoménalité physique (les modèles dans les sciences), il apparaît au contraire comme une modalité particulière de réalisation, pour une théorie des modèles ou une logique. Il devient clair, dès lors, que l'exigence d'une "logique effective" porte essentiellement sur l'aspect référencié, comme c'est le cas pour l'intuitionnisme qui voit l'activité de pensée à l'oeuvre dans le processus d'élaboration et de construction mathématique. Mais en tant qu'elle innove et crée, c'est-à-dire en tant qu'elle fait surgir des références inédites, l'activité de pensée ne répond pas à des critères ou des normes de constructibilité : elle les produit.

Pour conclure cette discussion rapide, soulignons qu'il n'est donc pas possible de considérer simplement le langage de la logique comme un système synthétique dont le statut est défini une fois pour toutes. Car ce statut est double en ce qu'il assure deux fonctions distinctes, selon que l'on considère la langue comme lieu acquis d'inscriptions établies (étude de ses produits) ou comme espace ouvert, à rendre significatif (virtualités de ses créations). De même, d'un côté on mathématisera des classes de phénomènes et de l'autre on construira les montages qui les suscitent. Le jeu se révèle toujours intermédiaire entre de libres créations et d'incontournables contraintes.

Avec ces discussions autour des formalismes, nous avons abordé la question du langage et des significations, question qui par-delà les mises en forme et en ordre des sciences exactes et naturelles, traverse et structure toutes les sciences sociales et humaines et toute la philosophie. Mais nous avons vu aussi que les angles sous lesquels cette question prenait sens étaient très différents selon les secteurs disciplinaires : réduire l'ambiguïté de la syntaxe et de la sémantique pour lever l'arbitraire d'une description, établir une intelligibilité, construire une objectivité, n'a que peu de rapports avec le fait d'enrichir un système symbolique complexe en lequel on puise, en tout arbitraire, et pour lequel on innove, en vue de lever l'indétermination de la relation humaine et en élaborer le sens. Nous évoquerons ce dernier aspect succinctement (et très parcellairement) dans le prochain paragraphe.

3. SIGNIFICATIONS, LANGAGES SPECIALISES, ENJEUX

3.1. Il est rare de disposer d'emblée d'un langage véritablement adapté à la nature et au propos d'un problème donné ; donc à son traitement. Constituer ce langage est difficile et fait déjà partie de la problématique ; de même peut-être qu'à son degré zéro, la simple prise de conscience de la nécessité de sa constitution.

Considérons les connaissances scientifiques, objectives : l'histoire des sciences se révèle autant histoire de constitution de langages, qu'histoire de résolution de problèmes formulés dans ces langages, et l'on remarque qu'à chaque étape, à chaque avancée, il s'agit de conférer des sens spécialisés à des mots du langage courant d'abord, de langages semi-spécialisés ensuite, dont on précise ou déplace les significations pour constituer un nouveau domaine signifiant (voir tous les courants de la philosophie du langage) – ce qu'on appelle abstraction, en somme. Cela revient d'une part à dénier la validité dans ces domaines de l'usage courant du langage, dont on n'est en général pas conscient et, d'autre part, à fonder une validité nouvelle, restreinte mais plus rigoureuse, en subvertissant pour ainsi dire les significations usuelles pour constituer des significations spéciales, à la

fois explicatrices et opératoires, éclairantes et fécondes. Ainsi se constituent les corpus scientifiques dont les mathématiques représentent le degré d'abstraction et de cohérence le plus achevé.

A fortiori rencontrera-t-on des difficultés lorsqu'il s'agira de parler avec justesse et rigueur des affaires de la condition humaine, où des enjeux sont engagés, et pas seulement de connaissances objectives, mais de vie relationnelle et sociale : non seulement il faudra prendre la distance nécessaire vis-à-vis de la langue naturelle, mais en plus il faudra réitérer cette démarche, vis-à-vis des langages scientifiques spécialisés cette fois, du fait même que ces enjeux de vie humaine, individuelle et collective, ne sont pas réductibles à une pure objectivation cognitive.

3.2. Ni physicalisme, ni organicisme, ni éthologisme, donc. Mais comment parler - hors confusion, certes, mais aussi hors des ensembles de sens autoréférenciés de par l'extériorité de leur objet et en cela non distants d'eux-mêmes - de ce qui concerne réellement les personnes et les sociétés, des individuations et des socialisations ?

La tendance naturelle (mais là aussi est peut-être l'obstacle) est sans doute de trouver ou de chercher ici ou là des modèles représentatifs : dans la nature (ou dans la représentation qu'on en donne) s'il s'agit de comportements humains ; dans la technicité des langages scientifiques, s'il s'agit des jeux ou des enjeux de paroles relationnelles ou même de discours qui visent à s'ajuster à ces enjeux (voir par exemple Guattari [16]). La ligne de plus grande pente est celle de l'extension par analogie, de l'assimilation par "magie" implicite (ou peut-être par l'effet d'un désir plus ou moins obscur de trouver des correspondances spontanées - et non point construites -, renvoyant à une unité totalisante qui se présente d'emblée - et non point à la démarche difficile d'une unification abstraite -).

Une certaine manière de formalisme évite les travers les plus grossiers, mais il n'est pas assuré que les formalisations adéquates se ressemblent ou, en tout cas, opèrent de façon similaire selon qu'il s'agit des choses ou des gens, de processus déterminés ou de genèses de liberté. On peut même tenir pour certain qu'il n'en sera rien, au moins quant au résultat, centré dans un cas sur la maîtrise des nécessités (pour la résolution de problèmes qui s'imposent avec leur poids), sur l'exercice de la liberté dans l'autre (pour choisir et inventer les conditions mêmes du problème, en sorte qu'il devienne soluble).

La science et la sagesse ne sauraient donc s'identifier ou se confondre et un même terme ou une même désignation conceptuelle ou catégoriale recouvrira sans doute des réalités radicalement différentes selon le secteur, - connaissance objective ou enjeu d'humanité - pour lequel on l'emploiera [17]. Ainsi du mot *ordre*, a-t-on vu, ou du mot *loi* : que peuvent bien signifier, avec précision, la loi ou l'ordre pour un devenir qui vise à la constitution d'un centre de décision (individuel, social) exerçant une liberté en vue de création ? Comme on l'a déjà souligné, la version naturaliste - qui précisément exclut la liberté de son horizon - présente déjà une pluralité de modèles, mais tous sont déterminés et aucun ne permet de thématiser l'invention à proprement parler. Pourtant, c'est parmi ces figurations réifiées ou instrumentalisées que, dans bien des cas, on voit chercher des supports qui se veulent suggestifs alors même qu'ils n'ont de commun avec la réalité visée que des mots ou au mieux des hypostases : on dessine des structures d'ordre hiérarchique, réticulé, cristallin, des organisations organiques, des processus d'embryogenèses, des colonies d'insectes, voire des groupes de mammifères ; certes pour les faits et les phénomènes humains, en ce qu'ils ont de "machinique" ou d'automatique, de déterminé par de l'involontaire, cela peut être éclairant et utile, mais surtout pour trouver comment s'en déprendre au mieux ou au moins pour pouvoir exercer un choix délibéré à leur endroit. Car la problématique proprement humaine d'un ordre qui en appelle à l'invention et à la liberté pour des inventions et des libertés plus grandes encore, ne trouve pas de répondant dans ces modèles naturels.

Entendons-nous bien : nous ne plaidons en rien pour un dualisme philosophique qui disjoindrait un esprit et une condition humaine de ce qui constituerait leurs supports matériels et les conditions de leur apparition et de leur existence. Bien au contraire, il nous semble qu'un des éléments constitutifs de la condition humaine est à trouver dans sa dépendance de principe relativement à ces nécessités et à ces contraintes ; mais en même temps il nous semble non moins important de ne pas

confondre entre eux ces différents niveaux. Surtout lorsque l'on parvient à la situation où le rôle des niveaux les plus élevés consiste précisément à permettre à l'espèce de pouvoir se déprendre (par la culture, le langage, la création) de l'emprise des autres niveaux d'organisation et d'introduire des notions de valeur à côté de la nécessité des faits. Valeurs qui se traduisent tout spécialement dans la nature des relations humaines que l'on peut décider ou non d'entretenir. Car en fait, dans l'intention de relation, il s'agit pour l'espèce et les individus d'intervenir sur les significations, de modeler et choisir des représentations, et non plus seulement de trouver les significations ou les représentations adéquates d'une phénoménalité externe qui s'impose de toute sa nécessité.

3.3. Parvenir à modifier les significations pour pouvoir contrôler, puis librement choisir les représentations, il y a là, pour les relations humaines et quant à l'émancipation des individus et collectivités, une perspective et un programme. L'aboutissement étant entendu non pas comme enfermement dans la clôture du modèle mais, tout à l'inverse, comme la fin de la période captive et l'ouverture sur la liberté créatrice. Il s'agirait donc d'intervenir consciemment, délibérément, sur et entre les significations elles-mêmes ; de les utiliser au service de nos déterminations au lieu qu'elles usent de nous, dans nos habitudes et comportements culturels, au profit du seul maintien d'un état de fait, d'une simple perduration qui réduit la condition humaine à l'unidimensionnalité des phénomènes humains traités à juste titre comme objet d'étude particulier parmi d'autres. C'est rendre déterminante la virtualité d'une problématique du devenir humain sur les conditions et contraintes qui l'ont déterminée. Mais ce n'est pas là pure affaire symbolique et le langage ne se contente pas d'exprimer de nouvelles significations ; il contribue à transformer les conduites sociales et se fait le signe de nouveaux rapports vécus, comme c'est le cas, déjà et de tout temps, implicitement, pour le langage naturel.

La difficulté vient de ce que le mouvement d'abstraction conceptuelle, sur ce terrain, n'a que de lointains rapports avec celui qui permet d'expliquer et de formaliser des phénomènes naturels ou même des phénomènes humains en ce qu'ils ont de réifiés et de déterminés, objets des sciences humaines et sociales.

L'enjeu de connaissance objective porte sur l'organisation d'éléments (interactions incluses) considérés comme donnés, ou bien sur une réorganisation qui porte à l'évidence sur d'autres éléments (et interactions) jusque là méconnus ou non perçus comme tels. D'une organisation à une autre - ferait-elle appel à l'existence d'autres éléments - la transition cognitive postule que ce qui put être représenté en termes d'éléments déjà là, pourra l'être encore en termes d'éléments dont il devra apparaître, même si ce n'est qu'*a posteriori*, qu'ils avaient potentiellement été déjà là, mais manqués, en quelque sorte, par la représentation qui portait l'organisation antérieure. Ce qui se génère en la matière peut aussi bien être le développement d'une forme que la venue à l'existence d'éléments constitutifs dont la forme peut se révéler dépendante : en tout état de cause, l'organisation y est combinatoire (transitions) ou production programmée (embryogenèses), quand bien même on y trouverait une forte part d'aléatoire.

En contraste, et à un niveau tout à fait différent, dans une mutation de civilisation, ce qui s'invente et s'inaugure détient un statut double : on y retrouvera, sous le regard des sciences humaines et sociales, des organisations d'éléments ; on pourra retracer des séquences causales, des procédures à l'oeuvre s'exerçant sur un donné, lui aussi déjà là et susceptible de se réorganiser. Mais on y repère aussi, par ailleurs, l'innovation radicale, l'invention sociale, ce qui indique la mutation proprement dite et se repère principalement sous la forme de deux figures corrélées entre elles. La première est associée au fait que ce qui vient à naître ne peut, pour une part du moins, être totalement réduit à un ensemble d'éléments déjà constitués (des acteurs historiques à l'échelle collective, des personnalités en voie de formation à l'échelle individuelle) : ces éléments sont eux-mêmes en voie de constitution et alimentent une problématique, celle-là même qui contribue à créer des conditions qui se révéleront rétrospectivement comme celles de leur propre constitution [18]. Encore évanescents au lendemain de la mutation, les nouveaux acteurs historiques s'élaborent comme tels, au fil de l'avancée des effets de la mutation (*cf*. l'histoire des révolutions et, sur le registre individuel, les décisions "existentielles" quand elles ont lieu). Selon cet angle il apparaît bien qu'il existe vraiment un enjeu : que ces éléments engendrés par la mutation, mais dont les virtualités d'existence ont aussi permis à cette mutation de percer, parviennent à se réaliser. La seconde figure ne se dissocie pas de la dimension problématique

mais elle se présente dans les termes d'un choix que les acteurs sont censés effectuer : se situer, après la mutation, dans la position qui consiste à se référer à l'ancien en rabattant la dimension de l'"après" sur celle de l'"avant" et en continuant à aller chercher dans cet avant l'aune de la mesure de ce qui vient après (réaction) ou, à l'inverse, se servir de la mutation comme élan et initiative nouvelle ; pour la prise en charge du nouveau comme tel, avec ses incertitudes et ses ouvertures, en ayant à élaborer les nouvelles normes adéquates (progression).

Force de la catégorie du choix, existence d'"éléments" en voie d'élaboration, on peut trouver là comme une signature de mutation et pas seulement d'ajustement combinatoire.

3.4. Reprenons la dichotomie science/sagesse sous un angle différent, celui à partir duquel on s'interroge ; "comprendre" en termes de science a-t-il quelque rapport avec "comprendre" en termes de sagesse ?

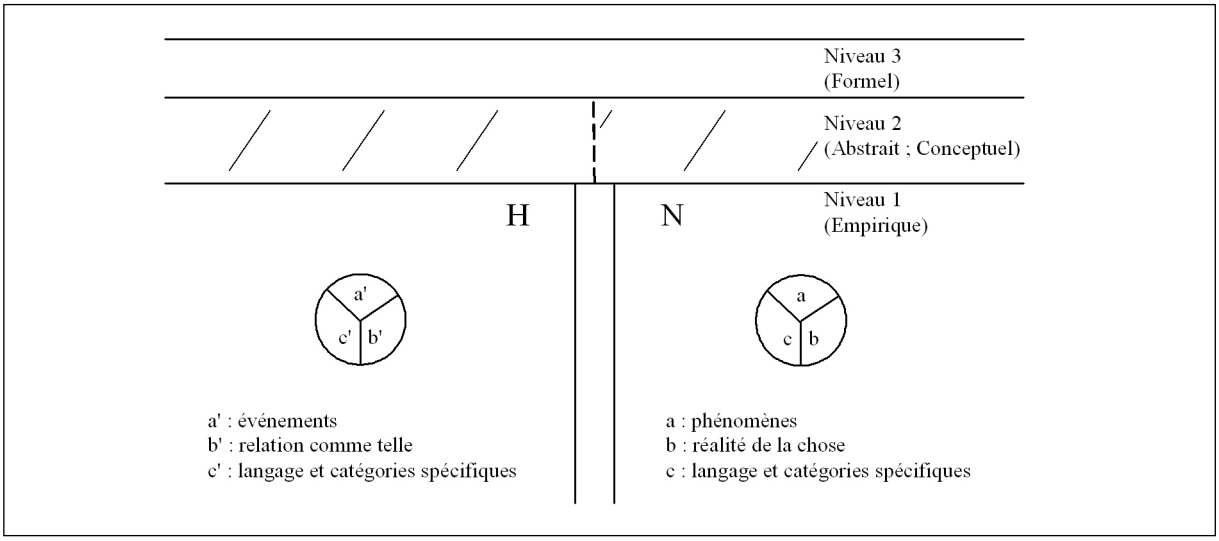
L'intelligibilité pratico-conceptuelle - explication, compréhension, maîtrise - fait appel à des opérations de la pensée : induction, déduction, procédures... Ces opérations sont, non sans mal parfois, retraçables, descriptibles, appréhendables dans les termes mêmes qui les constituent et les caractérisent comme opérations ou séquences opératoires. Même si l'on a recours à un métalangage, les opérations cognitives pratico-conceptuelles restent au moins partiellement homogènes à elles-mêmes et présentent tous les isomorphismes locaux nécessaires pour décrire et retracer d'autres opérations. Ces caractères indiquent que l'intelligibilité pratico-conceptuelle tend à se développer selon des modalités que l'on pourrait qualifier d'"auto-organisatrices". En cela elle se trouve aussi en partie auto-référée, même si c'est dans l'intersubjectivité qu'elle s'enracine. Peut-être est-ce là une des conditions de sa rigueur, comme du type de communication qu'elle autorise entre protagonistes qui ne se définissent que dans l'effort à parvenir à ne plus être des sujets, tout en constituant et maintenant le nécessaire tissu d'intersubjectivité. Considérées à cet égard, les sciences sociales et humaines se révèlent avoir comme objets d'étude les systèmes et fonctionnements en quoi et par quoi les êtres humains ne sont appréhendés que sous l'angle de leurs anonymats et de leurs effets systémiques et en cela ne sont ni vraiment sociaux, ni vraiment humains. Ce qui n'invalide nullement ces sciences mais circonscrit seulement leur champ de pertinence. Production de subjectivité et émancipation relativement à ces mécanismes deviennent en effet concomitantes à la raréfaction de pertinence de l'objet scientifique au profit de la réussite relationnelle ; l'objet s'évanouit, l'anonymat se dissipe quand des personnes émergent qui dominent rôles et fonctions.

En face, conçoit-on vraiment une intelligibilité qui trouve sa source dans une expérience heureuse ; c'est-à-dire qui, laissant de côté les opérations elles-mêmes, se fonde sur la réalité des sujets libres et de leurs relations ? Si oui, en quoi et comment une telle intelligibilité relationnelle se constitue-t-elle, se développe-t-elle ?

L'alternative se trouve du côté du sujet, en ce que celui-ci n'est pas réductible aux opérations, même s'il en participe. Mais l'intelligibilité relationnelle porte peut-être moins sur les sujets eux-mêmes (les noms propres) que sur le mouvement par lequel ils se trouvent en rapport avec leurs propres qualifications, les valeurs qui les animent, bien que là non plus ils n'y soient pas réductibles. C'est dans ces rapports entre qui sont ces sujets, uniques et singuliers, et ce que, multiples et plurivalents, ils se manifestent de façon qualifiable, que l'on repère la possibilité relationnelle comme telle. Ni entre purs sujets (strictes singularités) seulement, ni entre collections complexes de qualités énumérables (juxtapositions à coordonner indéfiniment), mais entre la façon dont chaque singularité totalise ses qualités et dont chaque qualité se rapporte au sujet. L'intelligibilité fondée dans l'expérience heureuse se trouve donc doublement : dans la façon dont pour chacun s'effectue l'ajustement et, plus largement, dans les compatibilités et coordinations de ces façons de s'ajuster, ce qui signifie aussi reconnaissance mutuelle et mutuelle révélation. A quoi s'opposent l'opacité et l'obscurité du malheur.

Dès lors il ne s'agit plus tant de l'auto-organisation d'un monde objectif donné, que des hétéro-organisations de mondes intersubjectifs à élaborer. Peut-être bien, en effet, que cette abstraction-ci diffère de cette abstraction-là. Tentons de le préciser.

3.5. Pour plus de clarté, schématisons et commentons le schéma.



A un niveau donc (niveau 1), face à face et strictement séparés, d'une part ce qui relève des connaissances phénoménales, y compris les phénomènes humains relatifs aux significations en ce qu'ils s'objectivent et se réifient, et d'autre part ce qui relève des relations humaines comme exercice de liberté.

En chacun de ces secteurs disjoints, on repère un jeu comparable (mais irréductible d'un côté à l'autre) de trois domaines principaux. Celui d'une réalité qui, en tant que "chose même" (objet en soi) d'un côté, en tant que relation comme telle (humanité en soi) de l'autre, reste énigmatique, mais dont l'élucidation ou l'accomplissement, respectivement, demeurent moteur, signification, engagement. Celui, ensuite, des catégories linguistiques et formelles qui visent à représenter et à formaliser, à symboliser et à signifier. Celui enfin, des classes de phénomènes, du côté de la connaissance objectivante, que l'on observe ou produit pour les expérimenter, les interpréter, les comprendre (dimensions physiques, biologiques, historiques, psychologiques, sociales) ou des événements et épisodes, du côté existentiel humain, à travers lesquels s'expriment "historialement", "sociétalement", les rapports qu'entretiennent les individus et les collectivités. Au niveau 1, donc, l'interaction objective (côté N), la relation entre humains (côté H) n'ont strictement rien de commun ; en tout cas pas plus qu'une molécule avec une personne sociale ou une équation avec une déclaration d'amour.

En contraste, au niveau 3, celui de la pure abstraction, il n'y aurait aucune pertinence à établir de séparation dans ce qui exige universellement de se présenter comme non contradictoire ou comme condition de communication (fondements logiques de la pensée, et *a priori* transcendantal de la communauté communicationnelle, par exemple) : ce qui est pratiquement vide d'un contenu particulier (simple condition de possibilité) et dénué de sens (de signification propre) s'accorde indifféremment à tel ou tel secteur. Extrême limite de la formalité dépouillée de tout autre attribut que son fonctionnement propre et ses virtualités non déterminées.

La question la plus délicate est bien évidemment associée à la nature du niveau 2, intermédiaire entre une séparation radicale qui disjoint des spécifications denses, distinctes et irréductibles, et l'universalité de ce qui n'est porteur que de conditions de possibilité, hors tout contenu particulier. A ce niveau devrait se concevoir une *circulation réglée*, rationnelle, entre ce qui s'abstrait à partir du niveau 1, côté (N) et côté (H)[1] et ce qui s'actualise à partir du niveau 3. On peut repérer deux attitudes qui permettent un tel jeu visant à articuler en ces termes l'existence et la non existence : l'attitude *critique* d'une part, et l'attitude programmatique de l'autre. Dans ces deux cas, en effet, on

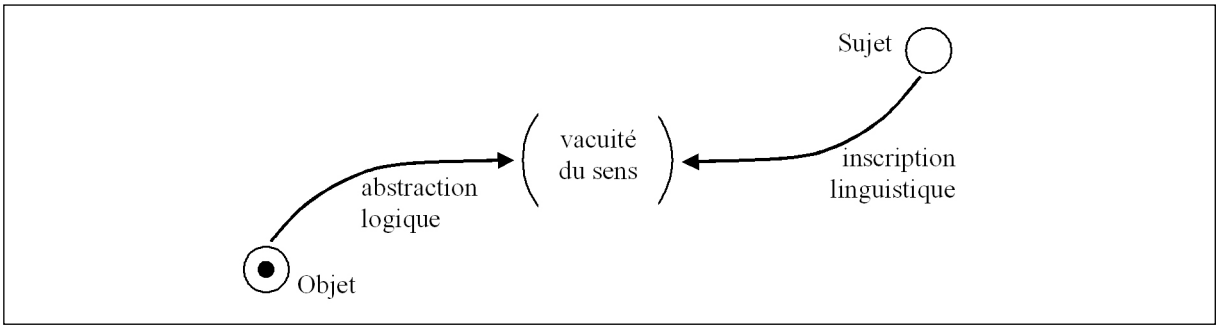
[1] Bien entendu, il ne s'agit pas des abstractions propres à chacun de ces secteurs telles qu'elles apparaissent en particulier en leurs concepts délimités et en leurs langages spécialisés. Celles-ci, nous l'avons vu, restent irréductibles. C'est d'un autre type d'abstraction qu'il s'agit qui doit délicatement conjuguer l'existence de ce qu'elle abstrait - de ce qu'elle "sublime" ? - et la "non existence" de ce qu'elle s'autorise à comparer.

prend en compte le "ce sur quoi" peut porter le programme ou la critique et en même temps on se situe hors de lui, loin de toute réification et hypostase : on cherche à considérer des problématiques traitant de ce qui est à partir de ce qui n'est pas (ou qui n'est pas encore), des projets qui s'extraient du *"hic et nunc"* et des "faits", en vue de faire ou de défaire. Programmatique ? Libres choix ici des fondements axiomatiques, des principes gouvernant les représentations scientifiques (déterminations par des principes de symétries par exemple), idéaux de "socialité" là ("liberté, égalité, fraternité"). Critique ? Démarches philosophiques, théoriques, sociales, relativement aux dogmatismes métaphysiques, aux confusions interprétatives, aux poids et injustices d'états de fait ; critiques des fondements et des représentations. Entendons-nous : ce ne sont pas tel ou tel programme ou telle ou telle critique qu'il s'agirait de comparer, dont chacun ou chacune continuerait d'appartenir à son secteur propre d'abstraction. Ce qui est en jeu ce sont des démarches, des mouvements de la pensée par lesquels des problématiques peuvent se déployer ; ce qu'évoquent en tant que tels l'élan programmatique, la prise de distance critique. Bref, une comparaison et une circulation valides, non abusives, concerneraient d'abord les dynamiques engagées, ni spécifiques mais ni non plus dépourvues de contenu effectif.

On combattra donc l'idée selon laquelle les phénomènes naturels peuvent servir de modèles à l'humanité, en tant que celle-ci engage la liberté. En revanche, on acquiescera à l'idée que le souci et le mouvement d'élucidation des phénomènes (y compris dans le domaine humain et social) participe à la constitution de l'humanité : la recherche d'intelligibilité traduit, aussi, et alimente l'exercice de la liberté. Soulignons cette double médiation : c'est l'*élucidation* du fait (et non le fait lui-même) qui participe au processus de *constitution* de l'humanité (et non à l'humanité elle-même). Par cette double médiation se constituent des espaces où peuvent désormais se loger une objectivité d'une part, un enjeu et un engagement, de l'autre.

Essayons de repérer sous cet angle ce qu'il advient maintenant des rapports catégoriaux entre sujet et objet. En rappelant, pour situer d'emblée le propos, que la question de l'abstraction à partir des faits a rencontré en écho, dès le début de cette discussion, celle de la dérivation des conduites à partir des représentations, des actes à partir des significations.

3.6. Le sujet (et son histoire) serait d'une certaine façon à son inscription linguistique[1] (et poétique) ce que l'objet à traiter est à la logique qui le traite. Inscription de langage et pure logique sont l'une et l'autre évacuation de sens ; mouvement qui s'abstrait du sens que ne cesse de produire le sujet d'un côté, et du sens conféré à l'objet de l'autre. La différence résulte principalement d'un contraste entre activité et passivité : le sujet *agit* (inscrit le sens) et, ce faisant, se pose comme source du sens ; alors que, de son côté, l'objet est soumis, d'une part aux effets de sa loi d'objet et, d'autre part, au travail du tissu d'intersubjectivité qui abstrait cette loi d'objet pour la formaliser. Situation qu'illustre le schéma suivant (dont il est clair qu'il présente le point de vue - interprétatif - de l'observateur) :



Ainsi, pour le formuler de façon provocante, ce qui se trouve susceptible d'être comparé se situe dans les "non-sens" (non détention de sens), produits respectifs de l'abstraction logique et de l'inscription poético-linguistique (un texte est une formalité à interpréter, comme une logique est un

[1] Le terme de "linguistique" sera pris dans ce paragraphe exclusivement sous forme adjectivale sans référer aucunement à la linguistique en tant que discipline scientifique. Il renvoie ici seulement à l'empiricité de l'usage d'une langue naturelle comportant une suite de signes.

système formel dont on peut proposer des interprétations plus ou moins intuitives). Ce n'est qu'à ce stade qu'une circulation peut s'effectuer à la faveur du mouvement d'évanescence des spécificités et contenus significatifs. Alors qu'à l'inverse l'attitude active du sujet contraste toujours avec la position passive (et nécessaire) de l'objet.

On définirait donc ce mouvement : après avoir conféré du sens à ce qui n'en avait aucun (des fonctionnements, des lois naturelles), parvenir à abstraire la façon dont ce sens opère et retrouver ainsi, à l'issue de cet inévitable détour signifiant, d'une certaine manière, des lois et des fonctionnements. La logique est ce travail pour l'objet à qui le sens a été conféré ; elle aboutit une fois qu'elle a réussi à l'en priver et à acquérir de ce fait une parenté avec lui. L'inscription poético-linguistique serait ce travail pour le sujet qui élabore le sens ; là encore l'aboutissement du processus dans la perte de la signification propre au profit de l'opération autorise à comparer l'acte de l'inscription avec la "production de subjectivité" elle-même.

Cette analyse, d'une certaine façon, illustre deux citations, portant chacune sur l'un des deux versants que nous venons de considérer, la première de Pash [19], du côté de l'objectivité :

"Il faut en effet, pour que la géométrie devienne une science déductive, que la manière dont on tire les conséquences soit partout indépendante du sens des concepts géométriques, comme elle doit l'être des figures, seuls sont à prendre en considération les rapports entre concepts géométriques posés par les propositions et les définitions employées."

et la seconde, de l'autre côté, avec Agamben [20] :

" <...> le sens de la révélation c'est que, s'il y a un métalangage, celui-ci n'est pas un discours signifiant, mais une pure voix insignifiante."

On peut estimer aussi qu'une telle problématique fait relativement fidèlement écho à Wittgenstein qui opérait une distinction profonde entre le sujet de la connaissance et le sujet de la volonté [21]; le premier s'abolit dans la connaissance du monde et le second s'affirme comme sujet éthique. Par un mouvement semblable serait-on amené à distinguer aussi entre deux objets : celui de la connaissance, censé s'imposer et remplir le champ du discours de savoir et celui, tout évanescent cette fois, qui constitue le support de l'activité volontaire ? Quant à la question du sujet, Levinas [22] redouble et renforce Wittgenstein : pour lui, le rapport éthique est rapport à autrui et en cela interdit toute réification (objectale). De ce fait, si nous considérons l'objet, celui-ci tend en effet à s'abolir comme tel relativement à la pertinence de l'établissement du rapport humain ou social ; la relation à autrui ne saurait se réifier sous peine de manquer ce qui fait l'enjeu même de la relation, où la liberté se constitue en même temps qu'elle se fait constitutive. Tout au plus pourra-t-on désigner des "faits", conçus comme effets et résultats de "faire" à l'oeuvre, qui ni ne s'épuisent ni ne s'aliènent, puisque leur mouvement doit être d'invention sans cesse renouvelée en vue de lever l'indétermination de la relation, de la nourrir une fois établie, d'en provoquer l'évolution, condition de son maintien et de sa survie. Ainsi, ce double chiasme sujet/objet s'inscrit dans une dynamique relative au statut de la réalité de ce que ces termes recouvrent ; dans la connaissance scientifique ce qui est problématique et appelle à l'activité, c'est la réalité de l'objet épistémique qui est construit en même temps que s'efface la présence du sujet épistémique qui le construit ; alors que c'est la réalité du sujet éthique qui se présente comme problème à résoudre à travers et par la relation humaine, au fur et à mesure que passent au second plan les nécessités des lois d'objet et que s'évanouit leur pertinence pour la relation.

Enfin, quant à la question du sens et des acceptions distinctes de ce terme selon que nous considérons un sens épistémique ou un sens existentiel, nous y reviendrons beaucoup plus longuement et précisément dans le prochain chapitre. Contentons-nous ici, dans le cadre restreint de ces considérations sur les langages et les significations, d'en souligner sa référence à la fois originaire et ultime : la dimension "sociétale". Cette dimension en est simultanément la condition de possibilité et l'enjeu : source de virtualités d'une part, aboutissement par leurs actualisations, de l'autre.

" <...> le pluralisme de la société ne saurait disparaître dans l'élévation à la raison. Il en serait la condition. Ce n'est pas l'impersonnel en moi que la Raison instaurerait mais un Moi-même capable de société, <...>." Levinas [23].

Ainsi en va-t-il des "idées", des pensées. Leur naissance et leur existence dépendent de l'existence de l'"universal": *humanité*, tout autant que de celle des êtres humains sociaux pris dans leurs singularités qui inventent ou énoncent ces idées. Tel ou tel peut donc "découvrir" une idée : c'est qu'il existe, d'abord, une collectivité humaine qui a su la virtualiser et dont il se trouve que c'est ce tel ou tel qui a su l'actualiser. En cela l'idée existe bien, virtuellement, hors de tel individu et indépendamment de lui, mais non pas hors de l'existence de la société formée par les échanges entre ces individus, car c'est alors la condition de virtualité de cette idée qui ne saurait plus être remplie. Comme ne saurait être remplie sa condition d'actualité, d'énonciation effective, si des individus singuliers, des sujets, ne la prennent pas en charge au sein même du collectif. La traduction dans les faits d'une telle situation se trouve dans l'intervention nécessaire du langage. C'est à travers lui que s'établit cette double circulation constitutive du sens. On perçoit dès lors avec acuité comment et pourquoi déplacements des significations, contrôles des représentations langagières peuvent rimer avec constitutions et orientations de socialités.

REFERENCES DU CHAPITRE IX

[1] S.J. GOULD, *Le pouce du panda*, Grasset, Paris, 1982.
[2] J. MEHLER, *Naître humain*, Odile Jacob, Paris, 1990.
[3a] W.V.O. QUINE, *Le mot et la chose*, Flammarion, Paris, 1977.
[3b] W.V.O. QUINE, *Relativité de l'ontologie*, Aubier-Montaigne, Paris, 1977.
[4] T. LEVY, *Figures de l'infini*, Seuil, Paris, 1987.
[5] J.M. SALANSKIS, L'analyse non standard et la tradition de l'infini, *Rev. Hist. Sci.* XLI, n°2, 1988
[6] A. ROBINSON, *Non Standard Analysis*, North-Holland, 1974.
[7] E. NELSON, Internal Set Theory, *Bull. Am. Math. Soc*., 83, n°6, 1977.
[8] J. HARTHONG, Eléments pour une théorie du continu, *Astérisque* n°109-110, Société mathématique de France, Paris, 1983.
[9] F. BAILLY, Matières en physique contemporaine in : *Matière et philosophie*, Ed. Centre G. Pompidou, Paris, 1988.
[10] D. VAN DALEN, *Logic and Structure*, Springer, 1983.
[11] HEYTING, *Intuitionism. An introduction*, North-Holland, 1971.
[12] P. LORENZEN, *Métamathématique*, Gauthiers-Villars & Mouton, 1967.
[13] F. GONSETH, Les mathématiques et la réalité, A. Blanchard (1936)-1974.
[14] F. BAILLY, J. PETITOT, Les mathématiques de la diversité à l'unification, *Enc. Univ., Symposium, Les enjeux*, p.700, 1990.
[15] G.G. GRANGER, *Pour la connaissance philosophique*, Odile Jacob, Paris, 1988.
[16] F. GUATTARI, Modélisation psy et prétention scientifique, in : *Sens et place des connaissances dans la société*, Tome 1, Ed. CNRS, Paris, 1986.
[17] J. ZACKLAD, Alphabet du langage/alphabet du réel, in : *Sens et place des connaissances dans la société*, Tome 2, Ed. CNRS, Paris, 1987.
[18] C. CASTORIADIS, *L'institution imaginaire de la société*, Seuil, Paris, 1975.
[19] Cité in: N. BOULEAU, J-Y. GIRARD, A. LOUVEAU, *Cinq conférences sur l'indécidabilité*, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, 1983.
[20] G. AGAMBEN, *L'idée du langage*, Critique n°452/53, Paris, 1985.
[21] E. SCHWARTZ, Remarques sur le "sujet" selon Wittgenstein, in : *Systèmes symboliques, science et philosophie*, Ed. CNRS, 1978.
[22] E. LEVINAS, *Ethique et infini*, Fayard, Paris, 1982.
[23] E. LEVINAS, *Totalité et infini*, Fayard, Coll. L.d.P. n°4120, Paris, 1990.

CHAPITRE X

SCIENCE ET SENS

Avec les dernières considérations du chapitre précédent nous avons abordé sous un angle particulier la question de l'existence d'un **sens** qui pourrait être attaché à la science en tant que telle, par delà la dimension culturelle évidente qu'elle revêt et l'impact social qu'elle détient. Un sens qui lui serait intrinsèque, associé à la nature de ses résultats et aux théories qu'elle élabore pour décrire le monde, en rendre raison, opérer sur lui. L'interrogation à ce propos n'est pas que de principe ; la réponse que l'on peut apporter constitue aussi un enjeu d'une grande portée dans les controverses philosophiques, voire dans les prises de position socio-politiques.

Nous ne saurions traiter exhaustivement de ce point qui a fait et continue de faire l'objet de très nombreuses études et analyses mais nous souhaitons néanmoins l'aborder directement sous deux aspects très différents, dont l'un pourrait être qualifié de plus subjectif et l'autre de plus politique. L'un comme l'autre soutiennent le point de vue selon lequel la science comme telle est proprement dénuée de tout sens intrinsèque et que des significations ne peuvent lui être conférées qu'à partir du moment où on la considère, radicalement en dehors des théories qu'elle construit et des résultats qu'elle fournit, comme une activité humaine historicisée, non herméneutique mais sujette à interprétation, intentionnellement dirigée, participant de la culture et de la civilisation. Autrement dit, à partir du moment où une liberté s'exerce qui décide de lever l'arbitraire de sens qu'elle comporte relativement à la nécessité qu'elle traite et en rapport avec la rigoureuse objectivité qu'elle impose et construit.

Pour jouer le jeu que nous propose la langue, nous parlerons d'une première façon d'être dénué de sens, à savoir être insensé ; ce sera l'objet du premier paragraphe (que, pour en harmoniser le ton avec le thème, nous n'hésiterons pas à traiter avec quelque subjectivité). La seconde façon se rapportera au non-sens et sera discutée dans le deuxième paragraphe en liaison avec des considérations relatives à l'éthique et aux positions politiques, en prenant prétexte de la controverse à propos de Heidegger et en utilisant ses propos sur la science. Dans cette perspective nous serons conduits à nous interroger (troisième paragraphe) sur le statut, sous le rapport des significations, des concepts théoriques et de la pertinence à invoquer une herméneutique pour comprendre le mouvement de la construction de ces concepts ou la nature de leur rôle pour l'élaboration des connaissances scientifiques et pour l'explication en général. Enfin le quatrième paragraphe sera consacré à une analyse circonstancielle de l'utilisation que nous faisons du terme "sens" lui-même, selon qu'il est rapporté à des démarches de connaissance (aspect épistémique) ou à des questions impliquant les relations humaines (aspect existentiel) et à une analyse des enjeux culturels et politiques que peut comporter un tel débat.

1. LA SCIENCE, INSENSEMENT

- Peut-on aimer et désirer penser quelque idée et ne pas, pourtant, la penser?

On peut soupçonner bien des scientifiques de ne pas penser vraiment ce qu'ils voudraient penser, y compris dans leur propre discipline ; faut-il y voir une condition de scientificité ou, à l'inverse, l'effet en retour de ce que pèse l'exercice de la science... et de ce qu'elle permet ?

Planck n'avait manifestement pas envie d'avoir à penser l'existence "réelle" des quanta, même s'il introduisit ce qui en fonda le concept ; Einstein qui, visiblement, se sentait plus à l'aise dans une théorie des champs et du continu, dut démontrer, avec l'effet photoélectrique, la nature corpusculaire de la lumière (à l'inverse, il avait envie de penser une théorie unitaire et non probabiliste de l'univers même s'il ne parvint pas à la construire). Sans parler de l'antique Pythagore qui se prit les neurones dans les irrationnels au point de devoir, dit-on, en camoufler la découverte !

Comment une telle torsion, un tel décalage sont-ils possibles ? Peut-être en trouverait-on une cause dans l'asymétrie par rapport au réel des positions tenues respectivement par le scientifique et par

la science qu'il élabore, en particulier lorsqu'il s'agit des sciences de la nature : si vraiment la réalité est ce qui résiste à qui investigue ou cherche à transformer, alors le scientifique construit sa réalité et s'y confronte ; mais n'est-il pas lui-même en revanche bien irréel pour cette réalité-là, lui qui ne sait pas résister à la force d'une équation, à la vigueur d'une expérience ; lui qui ne sait pas résister au flux envahissant du coefficient de vérité que lui propose la démarche de connaissance scientifique, sur un monde qu'il se doit de tenir à distance, tout en l'habitant.

- C'est aussi peut-être que persiste un malentendu fondamental. En bref : la science explique tout mais ne comprend rien.

D'abord sa règle intime est de retracer au plus près le fil et le jeu des causes efficientes, tout en éliminant de son discours explicite la référence à des causes finales (même si, de fait, nous l'avons vu, elle ne s'en débarrasse pas si aisément, ne serait-ce qu'en biologie) ; en cela donc elle saura opérer, mais elle sera contrainte de ne rien dire des finalités et *a fortiori* des intentionnalités. La science n'est pas moyen d'échange : tout au plus panneau d'affichage offert à tout venant, exact pour quiconque, pourvu que ce ne soit "personne". Oeil unique - par quoi s'exprime la permanence de l'identique - d'un cyclope qui sait tout dire et auquel on n'échappe, avec gain, qu'en assumant de n'être personne.

Mais ne nous y trompons pas : l'anonymat du sujet épistémique reste bel et bien celui d'un sujet - fût-il paradigmatique - qui nourrit un projet de maîtrise - fût-elle conceptuelle - et exerce, ce faisant, son autorité légiférante - fût-ce dans l'*a priori* d'avoir à s'incliner devant des lois naturelles qu'il découvre mais aussi qu'il formule -. Cet anonymat ne saurait donc se confondre avec celui de "l'homme de la rue" ; bien sûr, avec ce dernier, il forme couple pour délimiter les deux extrémités du champ de l'anonymat, mais le second fait l'objet d'un traitement, par les institutions et les pouvoirs notamment, et à ce titre (comme donnée) rentre dans, et aussi (comme résultat) sort des statistiques. L'interchangeabilité liée à ces anonymats n'est pas identique, bien qu'il s'agisse d'une même catégorie interprétative : dans un cas c'est une interchangeabilité entre actants, dans l'autre ce sont les agis qui sont interchangeables ; et si l'on argumente que pourtant, d'une certaine façon, tous deux sont agis, il faudra bien néanmoins reconnaître que ce n'est pas par les mêmes agents : des lois naturelles qu'ils expriment intelligiblement et mettent en forme, ici, contre, là, des appareils sociaux et culturels, issus de conduites humaines collectives, par quoi ils sont mis en forme.

La science n'est pas parole d'échange. L'explication est plus orientée vers un savoir, voire un savoir-faire, que vers un sens. Au fond, les scientifiques sont, en tant que tels, étrangers au sens : leur objet est d'effectivité, serait-elle hypothétique ou abstraite.

Il est symptomatique, au sens fort du terme, qui connote aussi un rapport à la morbidité, qu'on ait pu présenter la démarche de connaissance scientifique, la nature de son questionnement, comme ensemble de variations sur une question unique, celle de l'origine (d'où viennent les enfants, d'où venons-nous). Ce faisant on investit durablement la science de sa fonction explicatrice, mais en même temps on la renvoie aux nécessités qui jouèrent dans la détermination du présent. Vers notre avenir, elle ne s'oriente que comme possibilité d'exécution, prédictibilité, déterminismes à l'œuvre ; la création lui échappe et la volonté. La science ignore la liberté.

Ce n'est pas qu'elle s'y oppose en quelque manière : même si parfois on tente de l'utiliser à cette fin, sa démarche propre requiert au contraire l'exercice, au moins dans certaines limites, du libre examen ; ce n'est pas non plus qu'elle s'y attache. Simplement, la liberté ne revêt aucune pertinence dans le champ propre de la science ; conférerait-on un sens à l'activité scientifique que la catégorie de liberté n'en aurait pour elle encore aucun.

Forçons le trait pour retrouver l'esquisse : si "comprendre" c'est (d'une certaine façon au sens weberien) pouvoir "se mettre à la place de ...", même abstraitement, pour pouvoir explorer la nature de la sollicitation, afin d'envisager celle d'une réponse plausible, il est bien clair que dans sa démarche d'analyse du réel, le physicien par exemple, ne comprend rien ; il ne saurait effectuer cette opération qui lui permettrait de comprendre, sinon la pierre qui tombe, la loi qui en régit la chute. Au mieux, il en expliquera le processus et en énoncera les principes qu'il pourra soumettre à vérification ou réfutation. Mais, en tant que physicien, sa place n'est pas celle du monde qu'il étudie ; tout au contraire

il ne peut être physicien que s'il s'en absente. La science est corrélative de l'expérience de l'absence (alors que magie ou mythe déclinent le thème de la co-présence). Peut-être est-ce pour cela aussi qu'elle côtoie de si près la mort. Nous y reviendrons.

- Ainsi la science ne voudrait, à proprement parler, rien dire. Sa fonction, en somme, serait d'explication et d'opérativité. Que seuls les hommes entre eux soient à même de pouvoir et vouloir dire quelque chose, on l'admettra, évidemment, mais que la science ne veuille rien dire, cela signifierait qu'elle peut ne pas être "entre eux".

Voici donc qu'au moment où l'on brandissait la scientificité comme modèle - et condition - du consensus, de l'indéniablement commun dans l'interhumain, on s'aperçoit qu'elle ne parle que de ce qui n'est pas humain ! Fussent-elles "humaines", les sciences ne se trouveraient pas entre les hommes, mais loin d'eux, en quelque extérieur hypothétique qui d'être suffisamment extérieur, précisément, leur permettrait de pouvoir finalement trouver un accord ; mais en lequel ils ne seraient plus. Le paradigme du consensus ne fonctionnerait comme tel que du fait qu'il ne veuille rien dire. Plus précisément : du fait qu'il ne soit qu'opératoire ou explicatif et nullement signifiant ; non sensé plutôt.

Frisson chez les scientifiques ? Mais le frisson ne serait-il pas pire encore si l'on basculait vers l'autre pôle et si l'on osait interroger : une théorie, un modèle scientifique, peuvent-ils être plus "moraux" que d'autres, véhiculer une éthique ? Non pas dans leur usage, ce serait une esquive trop simple, mais dans leurs structures profondes, les représentations qu'ils induisent, les catégories auxquelles ils font appel, et bien sûr aussi les pratiques qu'ils suscitent. Une théorie, un modèle, peuvent-ils ou non avoir valeur autre que strictement explicative, opératoire ou hypothétique ? Qu'ont en commun, non seulement sur le plan métaphorique, le renversement copernicien, la mathématisation galiléenne, l'objectivité du repérage cartésien, la critique kantienne... et la révolution française ?

La science est un "non lieu" de l'homme. Là où il ne s'agit que de vrai ou de faux, il n'y a pas de jugement qui réfère au juste ou à l'injuste, au bon ou au mauvais. La relation humaine n'y trouve pas, en tant que telle, sa place.

"Nous faisons une expérience sur la vérité. L'humanité en périra-t-elle ? Eh bien soit !" (Nietzsche)

"The old Chinese were right. One cannot do anything" (Einstein, d'après R. Guillain, *Le Monde* du 7.08.84)

Un philosophe qui vise un dépassement de l'humain trouve dans la connaissance scientifique un instrument concevable pour une sur-humanité de vérité au prix du sacrifice possible d'une humanité. De l'autre côté, un physicien qui a renouvelé les catégories de repérage dans l'univers au point d'exprimer l'équivalence - pour la formulation des lois naturelles - de tous ses "lieux", trouve dans une référence humaniste une critique des effets de sa propre activité scientifique. Dans ces deux approches éclate la difficulté d'avoir à situer en termes de valeur la nature de l'activité scientifique et, s'il est légitime de réduire ainsi, celle de la science elle-même. Pas seulement d'un point de vue instrumental, même si le contexte auquel se réfère la remarque d'Einstein semble pousser dans ce sens. Mais le "vrai" du scientifique n'a que peu de rapport avec l'"authentique" du philosophe, alors que ce qui prend sens dans la circulation de significations entre les hommes relève plus d'une question d'authenticité que de vérité (ce en quoi, d'ailleurs, Lénine semblerait avoir eu tort, qui disait que la théorie de Marx était toute puissante parce qu'elle était vraie).

Pourtant on décèlerait peut-être un point de passage entre cette préoccupation de vérité de la science et ce souci d'authenticité de la sagesse. Du fait que la vérité scientifique exige aussi (comme vérité plus que comme activité) l'acte d'écrire. L'ironie est que ce point de passage soit précisément celui qui, prenant l'humain en compte, du même mouvement l'exclut :

"<...> admettant la science comme stricte écriture à laquelle rien ne manquerait, nous la supposerions capable et seule capable de préciser en quel lieu écrire et mourir s'articuleraient ou se superposeraient" (M. Blanchot [1]).

D'où cette situation équivoque et paradoxale de la science : elle tient de l'homme aux deux extrémités externes de son existence et de par les deux pôles (question posée, résultat fixé) de sa démarche ; elle cherche à s'y substituer dans son cours même, ou au moins à l'en écarter. Lorsque la science pose les questions c'est, on l'a vu, aux conditions de l'origine qu'elle s'adresse ; non pas l'existence même mais ce qui, la précédant, la permet, l'en-deçà de la naissance. Quand elle apporte et fixe, en les écrivant, ses réponses, c'est avec la mort qu'elle négocie, ce qui tout en en marquant le terme, n'est déjà plus l'existence, l'au-delà de la vie. Ce qu'elle déroule dans l'entre-deux, l'activité scientifique proprement dite, qui consiste à réélaborer d'autres questions, à raisonner, à trouver d'autres réponses, se présente donc comme une alternative à l'activité humaine dans sa composante existentielle, subjectivement et relationnellement vécue : une façon "neutre" et raisonnable de relier le naître au mourir, où plus personne n'évolue ; une certaine asepsie d'un parcours. Tel est le scientifique dans son activité spécialisée : aseptique par rapport aux problèmes existentiels, neutre quant à l'éthique qui s'y trouve engagée.

Mais n'est-ce pas là le produit et le travail d'une illusion, un montage hallucinatoire que persistent à se construire les hommes dans leur effort de maîtrise sur ce qui les entoure, voire entre eux ? Aucun mouvement de retournement ne se décèle-t-il, aucune fissure qui viendrait subvertir cette représentation de l'activité du scientifique et de la démarche de la science ?

C'est le même Blanchot qui, à peine plus loin [1], poursuit :

"Reste que la littérature <...> s'écarte de la science <...> surtout – et là est son importance toujours décisive - en dénonçant comme idéologique la foi que la science <...> voue à l'identité et à la permanence des signes. Leurre, leurre irréprochable[1]*."*

Plus que d'un retournement, c'est d'un véritable effondement qu'il s'agit : la science n'est pas, comme telle, taxée d'idéologie; la pointe est plus subtile, qui vise son rapport aux signes qu'elle chiffre ou qu'elle déchiffre. Et qui plus est, il n'est pas question de le lui reprocher, ce rapport spécifique et constitutif, il suffit de le désigner comme leurre.

En réalité on ne saurait trouver, entre naître et mourir, une raison dénuée d'existentialité, un parcours aseptique. Les signes, quant à eux, défiant la foi qu'on leur voue, ne détiennent pas par eux-mêmes d'identité propre, encore moins de permanence. Pour le percevoir il suffit de faire l'expérience de la littérature qui, des mêmes signes, dit les fluctuances et transformations des vies et relations humaines. L'existentiel est toujours engagé dans toute activité, y compris la plus spéculative. Le problème est de parvenir à discerner en quoi et comment.

Mais Blanchot suggère plus : si l'idéologique est détecté et si en même temps le leurre qu'il présente est "irréprochable", alors c'est de la seule décision, de la seule volonté et non plus de quelque argument d'efficacité ou de logique, que relève la nature de notre position. L'enjeu n'est plus technique ni opératoire, mais purement éthique et politique. Il requiert l'exercice effectif d'une liberté et, pour de telles décisions, il n'y a plus de signes : il ne reste que le sens.

- Tout alors se joue sur des places : que mettra-t-on ici en position déterminante, là en position déterminée ?

La démarche scientifique décide de se subordonner à la détermination que lui impose son objet d'étude (vérifiabilité, réfutabilité...) ; la démarche politique impose (ou devrait imposer) sa détermination, par des mises en ordre adéquates, aux objets, mécanismes, automatismes, fonctionnements qui constituent le paysage de son activité dans l'organisation sociale. Ces automatismes ont leurs lois, certes, et il importe de les connaître, mais il dépend d'une décision humaine de considérer ces lois comme devant, ou non, déterminer les rapports sociaux et relationnels.

C'est bien pourquoi la science, en tant qu'elle est prise comme référence dans nos affaires (choisir ceci ou cela parce que c'est scientifique), a partie liée avec la stérilité et avec la mort : cette

[1] Souligné par l'auteur.

référence nous subordonne au moment que nous devrions la maîtriser pour l'animer. C'est pourquoi aussi la science, toujours en tant que référence, n'est pas seulement apolitique mais contre-politique : elle soumet les décisions et les choix éthiques à une cohérence d'acquiescement à des phénomènes conçus et présentés comme naturels, alors que l'enjeu de notre socialité est inverse. Expulser la science de toute position référentielle quant au relationnel et au social est donc vital. Ce n'est en rien l'expulser de sa position propre de rationalité et ce n'est pas non plus renoncer à ce que toute référence soit rationnelle ; bien au contraire, c'est reconnaître que la rationalité dans la conduite de nos affaires, celle en laquelle nous sommes au premier chef engagés, consiste notamment à savoir se servir de la rationalité scientifique et non, d'abord, à la servir.

Peut-on aimer et désirer penser quelque idée et ne pas pourtant la penser ? Le délire consiste-t-il à s'installer dans une telle scission ou au contraire à tenter de la réduire... ?

2. CONTENUS THEORIQUES ; POSITIONS POLITIQUES

Ce paragraphe n'est évidemment pas sans écho avec le précédent, bien que la nature de la démarche, comme l'angle d'approche, soient bien différents. Comme nous l'avons indiqué plus haut, nous prendrons prétexte des controverses autour de Heidegger, pour développer notre argumentation en rapport avec l'affirmation de cet auteur que "la science ne pense pas". Mais nous nous permettrons, pour commencer, de discuter brièvement des rapports entre certaines de ses positions philosophiques et son attitude politique de complice actif du nazisme, notamment en attribuant à son attitude anti-rationaliste une part explicatrice non négligeable relativement à ces liens.

Les résultats théoriques du mathématicien O. Teichmüller ne sont suspects d'aucune fausseté bien que ce mathématicien se soit fait complice de la pire barbarie comme adhérent fanatique du parti nazi et l'exécutant de cette barbarie comme membre combattant des S.S. [2]. On ne saurait non plus suspecter les contenus mathématiques de ces théories d'avoir le moindre rapport avec ces positions politiques et morales. Concevrait-on qu'il puisse en aller de même pour les propositions philosophiques et la démarche de pensée d'un philosophe, Heidegger, qui a adopté politiquement une attitude comparable sur le fond (même si les formes ont pu en être moins extrêmes) ?

La philosophie se distingue des mathématiques et de la physique non seulement par ses concepts, par ses méthodes, par ses objets (*cf.* chapitre VI) mais aussi parce que dans sa pratique elle se dédouble inéluctablement en deux composantes : une composante proprement disciplinaire (la discipline philosophique, que nous avons évoquée) qui répond à ses critères propres de technicité, de justesse, de cumulation, etc. (de façon similaire à celle dont d'autres disciplines répondent aux leurs) mais également - et là se situe une différence radicale et déterminante pour notre propos - une composante de signification qui correspond et fait appel à un engagement existentiel quant au sens (de la vie, de l'existence, des relations...). Dès lors, la question des rapports entre la valeur des démarches philosophiques et la nature des engagements politico-éthiques se pose au sein même de la philosophie en termes de rapports entre sa composante disciplinaire et sa composante élaboratrice de significations. Ce qui ne saurait se produire dans le cas des domaines réduits à leur simple composante disciplinaire. En philosophie, la justesse des énoncés et propositions relatifs à l'aspect disciplinaire ne saurait donc se dissocier totalement du dessein intentionnel dans lequel ces énoncés et propositions sont présentés et défendus, et s'il est un terrain particulièrement sensible à cet égard, c'est bien celui du débat sur le rationalisme et l'irrationalisme. Dans le cas de Heidegger, ce débat s'explicite remarquablement. En témoigne notamment *"Le principe de raison"* [3]. Ce qui s'y trouve proposé, à savoir que le même terme (*logos* grec, *ratio* latin) est fondé à donner naissance à deux autres (*Grund* et *Vernunft*, en allemand) dont l'un renvoie au "fondement" et l'autre à la "raison" à proprement parler, indique qu'à côté d'une justesse possible d'interrogation (sur l'en-deçà de l'étant comme être et comme raison, ce qui conduit au débat sur l'être et la raison comme "même") se juxtapose une prise de position : que la raison n'a plus d'autonomie et que relativement à l'étant elle opère quasi substantiellement (à l'instar de l'être) alors que l'on attendrait qu'elle opère dans un registre radicalement différent, formellement. Le refus de cette disjonction - entre matériel et formel, contenu et procédure - à ce niveau, autorise la confusion entre rationnel et "fondationnel", le déséquilibre au

profit du fondationnel étant un irrationalisme en acte, qui ne nie pas la raison mais qui, même s'il ne l'asservit pas totalement, la fait au moins co-déterminer par un fondement (postulé) :

"Ce qui importe est que nous soyons des gardiens et des veilleurs, veillant à ce que le message silencieux de la parole concernant l'être l'emporte sur l'appel bruyant du principium rationis *en tant que principe de toute représentation".*

Dès lors devient possible et effective la promotion de l'abîme (*Abgrund*) comme élément fondamental de la problématique.

Forçons le trait : problématique de fondement ou d'originarité sont difficilement compatibles avec déploiement de rationalité (*cf.* chapitre XI). La rationalité est établissements et contrôles incessants et inépuisables de rapports entre termes provisoires mais néanmoins légitimés tout à la fois par l'adéquation et la cohérence (les deux modalités principales de la vérité rationnelle) ; la référence à quelque origine fondatrice que ce soit nie la rationalité en ce qu'elle la ramènerait à la prévalence d'un terme, d'un concept ou d'un élément dont elle dériverait et auquel elle se réduirait finalement hors tout rapport. Ce n'est pas qu'on ait à tenter d'évacuer toute positivité au nom d'une démarche essentiellement critique : après tout il y a du *contenu* effectif dans la création et la rationalité, en mathématiques ou ailleurs, mais l'exigence tient à ce que cette positivité soit régulée par la rationalité et se refuse d'emblée à sous-évaluer cette régulation. Le rationalisme pose et joue le jeu de la réfutabilité ; avec cette prise de risque, il prend aussi conscience de l'*ouverture* qu'il comporte intrinsèquement, et qu'il n'est pas d'ouverture féconde sans l'articulation de ce risque et du garde-fou qu'il présente en même temps. Politiquement cela pourrait se traduire : nouveau, changement voire révolution et en même temps intelligibilité, contrôle, capacité de décision et de choix, volonté d'exercice de liberté. Tandis que l'irrationalisme oscille le plus souvent, à côté du romantisme politique, entre le conservatisme archaïque de la vénération des origines et le débridé sauvage des pulsions incontrôlées et naturalisantes.

Revenons à l'argument lui-même en étendant sa portée aux rapports que tisse Heidegger entre poésie et pensée, par contraste avec un rapport entre pensée et raison. Il écrit [4] :

"Poésie et pensée, à chacune des deux il faut l'autre, là où elles vont jusqu'au bout, chacune à sa façon, en leur commun voisinage. <...>. Mais comme on est encore pris par un préjugé séculaire, celui de croire la pensée une affaire de raison[1], c'est-à-dire de calcul au sens le plus large, on se méfie rien qu'à entendre parler d'un voisinage de la pensée à la poésie. La pensée n'est pas un moyen pour connaître. La pensée trace des sillons dans l'aire de l'être."

Et plus loin :

"<...> poésie et pensée appartiennent l'une à l'autre."

Là précisément gît l'enjeu. En même temps que la subordination de *Vernunft* à *Grund* qui escamote la raison raisonnante au profit d'une image d'originarité fondatrice - en cela "raison" du développement - vient la substitution de la poésie à la connaissance, une sorte de romantisme du savoir, cette fois. L'élimination de la pertinence de la rationalité en tant que déterminante, quand bien même on la récupérerait en tant que déterminée.

Ce qui, pour notre part, nous engage à amorcer deux mouvements distincts : l'un est de réhabilitation du rationnel, l'autre de discussion du rapport de la pensée et de la science. Quant au premier l'enjeu est clair et nous n'y revenons pas, mais pour le second une perplexité demeure : lever la délimitation entre ce qui relève de la vérité et de l'exactitude scientifique et ce qui relève de la valeur et de la justesse éthique des choix de décisions délibérés est-il moins dangereux et plus justifié ? Ne risque-t-on pas de rétablir un scientisme sous couvert de "sauver" le rationnel ? Pourtant une autre alternative se présente : si l'on accepte d'entendre sous cet angle poétique ce qui se caractérise ici comme pensée, peut-être peut-on entendre positivement, en retournant complètement l'intention, l'expression que "la science ne pense pas".

[1] Souligné par l'auteur.

De fait, en ce sens du rapport du "dit" pensif à la "Dicte" poétique, la science ne saurait penser, d'autant que la pensée en question n'est pas rationnelle. Poussons même plus loin la radicalité : selon ces perspectives, la science n'a pas et revendique de n'avoir pas de sens. Elle ne se pose comme porteuse d'aucune signification, d'aucune prise à quelque herméneutique que ce soit (même si la tentation peut être grande au vu et à la compréhension de belles et grandes théories). Dès lors que sens et significations sont rapportés exclusivement à l'enjeu de condition et de relations humaines, la science, bien évidemment, qui ne se donne comme objet que ce qui échappe à ces caractérisations, ne saurait d'elle même être pourvue du moindre sens (en dehors, évidemment, de la dimension culturelle et de l'attitude de connaissance qu'elle nourrit, mais ceci ne lui est plus immanent). C'est que la science, à travers l'objectivation notamment, joue à plein le jeu de la référence extralinguistique (même si l'objet en question n'est autre que la langue elle-même, comme c'est le cas avec la discipline linguistique). Or, au delà même de l'opacité de la référence [5] on a ce constat qu'il n'y a strictement aucun sens dans quelque référence que ce soit (fût-ce la langue-objet d'une métalangue) : le sens se construit dans le tissu langagier (plus généralement le tissu d'échange) de façon *adlinguistique* [6] et non *métalinguistique*. Le discours de la science peut bien s'interpréter lui-même, il n'est associé à aucune dimension herméneutique relativement aux objectivités référentielles qu'il construit :

"Car le sens est une réalité adlinguistique dialogique[1] : le sens trouve sa source dans la production du dialogue herméneutique entre mondes de langage, il n'a aucune réalité vivante hors de ce dialogue."

En revanche la science investit l'*intelligibilité* à quoi, au fond, la poésie et la pensée (telle que nous en avons accepté provisoirement la délimitation) n'ont que faire de participer et *a fortiori* de contribuer[2]. Certes une dimension transcendantale demeure, dont l'existence stable de la communauté des scientifiques constitue la trace ; cette dimension manifeste, dans ce secteur particulier d'activité humaine qu'est la science, la contrainte de l'*a priori* de communauté communicationnelle qui s'exerce dans tout secteur d'argumentation et d'échange [7]. On pourrait y trouver la source d'une herméneutique possible, mais cette dernière demeure interne à la communauté comme telle et à ses échanges ; elle ne déborde pas sur ce qu'elle a objectivé, le référent, qui n'en est que le prétexte ; les scientifiques échangent entre eux des significations au moyen de formalisations et à propos d'objets qui, pour leur part, ne comportent pas de significations. La science ne pense pas ? Non, elle rend raison.

Situons-nous alors sur ce nouveau registre :

"Toute pensée qui déploie le sens est poésie, mais toute poésie est pensée".

Par cette caractérisation de la pensée se trouve la philosophie en tant que *discipline*.
Car par son côté disciplinaire et pour la rationalité qui l'anime, c'est aux côtés de la science que se situe de fait la philosophie. Ce que voulait peut-être signifier Heidegger en se défendant précisément de toute philosophie.

Il devient donc nécessaire de discuter plus avant cette assertion que la science ne comporte pas de sens et qu'elle se situe hors de la pertinence des significations (c'est là l'angle sous lequel on accepte de dire que la science ne pense pas) alors qu'elle entretient des rapports privilégiés avec l'intelligibilité et la rationalité. C'est ce que nous allons maintenant examiner brièvement.

[1] Souligné par l'auteur [6].

[2] Ainsi l'intelligibilité porte-t-elle essentiellement, à nos yeux, sur la construction de l'objectivité ; elle se rapporte à l'objet empirico-théorique en tant qu'objet - fût-ce une idéalité mathématique - et ce qu'elle atteint est une sorte de compréhension de la façon d'exister et d'interagir de ces objets. Tandis que, par contraste, la compréhension herméneutique se réfère essentiellement à la communication intersubjective ; si un objet entre dans son champ, c'est en tant qu'il engage de tels éléments de constitution et de signification intersubjectifs. Ce qu'elle atteint, pour sa part, c'est la façon dont le concept et le donné sont humainement investis pour faire sens et circuler dans la communication et la relation.

3. CONCEPTS THEORIQUES, HERMENEUTIQUE ET SIGNIFICATIONS

3.1. La science, les concepts, théories, méthodes scientifiques peuvent constituer un riche réservoir - sans cesse étendu et sans cesse renouvelé - de supports imaginaires, de représentations, de sources d'inspiration, d'occasions de débats épistémologiques..., il n'en demeure pas moins qu'ils ne sauraient en rien constituer le plus petit argument dans les choix qui s'opèrent relativement au bon et au mauvais, au juste et à l'injuste et qui concernent la condition humaine. Nous l'avons déjà souligné, l'éthique, le politique, relèvent d'une liberté dont la pertinence est totalement absente de la problématique scientifique (en tant qu'elle est constituée ou en tant qu'elle opère ; ce n'est bien sûr pas le cas dans le mouvement historique de sa constitution ou dans le rôle culturel et social qu'on veut lui voir jouer). Les choix qu'elles impliquent renvoient à un volontarisme et à un jugement de valeur dont la science comme telle n'a que faire (même si la recherche peut y trouver des motivations). Cette position est d'ailleurs en quelque sorte revendiquée par la science : pour autant qu'elle vise à dégager ses résultats de l'histoire et des conditions de leur production, elle vise aussi à s'affranchir de toute approche herméneutique, de toute signification intrinsèque.

Précisons : un concept scientifique, en tant qu'il est utilisé techniquement, de façon opératoire et instrumentale dans le domaine spécialisé auquel il s'applique, peut être considéré comme dépourvu d'histoire et dénué de signification, pour autant que la signification est intimement associée à la genèse (nous reviendrons sur ce point plus bas). Mais ce même concept en tant qu'il devient lui-même objet d'étude ou source d'interrogation quant à son rôle et à son fonctionnement, peut revêtir un ensemble de significations d'autant plus prégnantes qu'elles actualisent (explicitement ou non) les conditions de sa production. Y compris - et peut-être même d'autant plus - si ces conditions historiques relèvent plus d'une représentation quasi mythique ou fabuleuse, que de la réalité effective de l'histoire événementielle des concepts, ou encore simplement d'une histoire de son apprentissage *via* les enseignements ou les manuels qui le présentent et en exemplifient l'utilisation possible.

Ainsi la signification éventuelle d'un concept scientifique peut être relative à l'épistémologie, à l'histoire, à la métaphysique qui considèrent ce concept, son fonctionnement, son rôle, sa fécondité, sa puissance d'organisation théorique, mais elle n'est pas relative à la science qui l'a construit quelle que soit l'importance explicatrice ou intelligible de la place qu'il peut y prendre, du rôle qu'il peut y jouer. La science comme telle, en effet, répétons-le, ne s'occupe pas de signification mais d'intelligibilité : alors que les significations interviennent dans les enjeux existentiels des rapports entre êtres humains pour les exprimer, les régler, voire les normer, les éléments et structures d'intelligibilité ne sont pas porteurs d'enjeux relationnels, mais de conditions de connaissance rationnelle, de dynamiques de refontes et réorganisations cognitives ou plus simplement de possibilités de cumulations progressives ou d'innovations conceptuelles. Depuis que la séparation s'est effectuée, levant la confusion entre science et mythe, entre connaissance rationnelle et sens pour les rapports humains, il n'est plus concevable de franchir sans danger la ligne de démarcation ainsi instaurée. L'élucidation scientifique du monde n'apporte aucune indication quant à la norme sociale, à l'éthique des relations, même si la connaissance comme telle, en tant qu'activité humaine participant d'un processus d'affranchissement ou de lucidité peut y contribuer, mais en dehors de tout effet de contenu spécifique.

En spécialisant ces remarques, on dirait que ce qui est exact mais dénué de sens c'est la structure mathématique des lois, leur aptitude à se révéler porteuses d'un développement ultérieur conforme à leur dynamique propre (quand bien même il faudrait en modifier la formalisation). L'inexactitude réside notamment dans leur traduction en langue naturelle, dans l'interprétation - riche de significations, elle - qui en est ainsi proposée et à partir de laquelle, bien souvent, l'imaginaire créatif rebondira pour contribuer à former d'autres représentations que pourront alimenter des formalisations meilleures, quoique toujours aussi exactes et dénuées de sens. Soulignons toutefois dès maintenant et pour éviter toute confusion ou tout malentendu, que dans le cas des mathématiques pures, par exemple, la présence d'un contenu sémantique des relations et formalisations ne doit pas être confondue avec l'existence d'un sens de ce contenu, dans l'acception que nous avons donnée à ce terme. Les mathématiques et les lois qu'elles formalisent ne sont nullement dépourvues de contenu cognitif, bien au contraire, elles peuvent être sémantiquement et cognitivement très riches ; de ce fait

elles concourent à construire une intelligibilité et à constituer une rationalité (mais nullement à fonder une éthique, dimension directement couplée pour sa part à la pertinence d'un sens)[1].

Essayons d'approfondir cette question en continuant à nous situer dans le rapport entre le statut des mathématiques et la démarche herméneutique.

Remarque préliminaire à propos de l'herméneutique

La référence à la démarche herméneutique est parfois ambiguë, car le terme peut recouvrir des attitudes assez différentes selon les conditions historiques ou géographiques de son utilisation. L'herméneutique à laquelle nous nous référons est celle de la tradition philosophique continentale classique (citons, entre autres, W. Dilthey, H-G.Gadamer, J.Greisch, G.Guest, M.Heidegger, E.Husserl, P.Ricoeur, F.Schleiermacher [4], [8], [11]). Cette herméneutique "originaire" est à distinguer d'une démarche philosophique beaucoup plus récente, qui se réclame aussi, par certains aspects, de la tradition herméneutique, mais qui en diffère sur des points importants. Cette dernière démarche s'est développée, surtout aux Etats-Unis, dans le cadre de certains courants de la philosophie du langage, en rapport, notamment, avec les controverses philosophiques à propos de la réactualisation du problème corps/esprit (*the body/mind problem*) et des débats autour de l'Intelligence Artificielle (citons ici les noms de H.Dreyfus, H.Putnam, J.Searle, T.Winograd [12], [15], par exemple). Cette approche conserve les dimensions contextualisantes et interprétatives de la circularité herméneutique, mais elle abandonne largement la conception de l'existence d'un sens vrai originaire, au profit de la conception d'un sens et d'une vérité qui se constitueraient au fil et à l'occasion du développement de la démarche elle-même. En fait, on peut considérer que ces points de vue sont beaucoup plus inspirés par les thèses husserliennes, relatives à la constitution et à l'intentionnalité, que par les points de vue herméneutiques proprement dits, bien que ces derniers aient eux-mêmes souvent trouvé des sources théoriques et thématiques dans ces thèses.

3.2. La question d'un sens des concepts mathématiques reste fort ambiguë, ainsi que celle d'une herméneutique qui pourrait leur être associée. En effet, les sciences en général, et les mathématiques plus que toute autre, visent à dégager leurs résultats et leurs énoncés des conditions de leur production et même de toute dimension historique. Ce faisant elles tendent à s'affranchir de toute signification intrinsèque et de toute réflexion herméneutique dans la mesure même où ces caractères sont étroitement associés à une genèse et à ses conditions (précisons pour éviter toute confusion qu'il s'agit là du statut des concepts en tant qu'ils sont à l'oeuvre dans une science et non pas du regard épistémologique ou philosophique que l'on peut porter sur eux). Si l'on veut conserver l'idée d'un "sens" des mathématiques, on se trouve immédiatement orienté vers l'opérativité ; ainsi Desanti explique-t-il :

"Pour une propriété, "donner sens" à un concept, signifie "ouvrir et délimiter un champ de problèmes pour la solution desquels le concept en question exige d'être défini"."

Bref, les structures mathématiques, avec leur aptitude à d'incessants développements sont exactes, constitutives de l'intelligibilité scientifique mais, à proprement parler, dénuées de sens[2], même si leur traduction et leur interprétation en langue naturelle leur en confèrent (tout en les écartant, d'ailleurs, de l'exactitude technique : *"Ce qui est rigoureux est insignifiant"* a pu écrire R. Thom).

Accentuons le trait : la réflexion des mathématiques sur elles-mêmes, tout comme leur développement créatif, ne relèvent pas vraiment du paradigme herméneutique ; du moins en ce que celui-ci se présente comme interrogation, approfondissement, interprétation, explicitation enfin, d'une situation ou d'une révélation originaire dont il s'agirait de retrouver ou de reconstituer la vérité[3]. Bien au contraire il s'agit, à partir d'une intuition pauvre, évanescente, problématique, mais exigeante d'exactitude et de rigueur, à partir d'une virtualité de vérité, d'inventer pour ainsi dire, de considérer un *déploiement constructif*, constituant, projeté vers un avenir de la création et de la réflexion suspendant

[1] C'est l'interprétation qu'on peut faire de ce contenu sémantique et cognitif qui peut ouvrir à un sens. Mais cette interprétation en revanche n'engage pas la pertinence et la justesse des dimensions proprement cognitives.

[2] Ce qui ne veut pas dire, bien évidemment, qu'elles sont dénuées de contenu sémantique, mais leur contenu sémantique scientifique ne fait pas sens dans l'acception convenue de ce terme, à savoir comme porteur de signification et d'enjeu dans et pour les relations humaines.

[3] Nous caractérisons là le courant herméneutique historique et traditionnel ; le même terme d'herméneutique tend à être employé, actuellement, aux Etats-Unis notamment, dans une acception assez différente.

le regard rétrospectif. Au "cercle herméneutique" on opposerait alors volontiers, métaphoriquement parlant, la figure de l'"hyperbole mathématique" dont la recherche est asymptotique, tournée vers un objectif non encore complètement déterminé. Par contraste avec une recherche d'une source, d'une origine pleine dont il s'agirait de recueillir les éclats de plénitude pour la reconstituer rétrospectivement, la plénitude mathématique est terme d'un chemin à élaborer, qui n'est tracé que par l'activité mathématique elle-même ; elle n'est nullement origine de ce chemin qu'il faudrait parcourir à rebours pour la rencontrer ou pour y accéder. La richesse du continu n'est pas du tout dans l'intuition première du continu pré-cantorien ou pré-non-standard ; elle se situe dans les subtilités et complexités élaborées par Cantor et Dedekind d'abord, les "non-standardistes" ensuite, sur un sol pauvre, qu'ils ont su fertiliser après bien d'autres (depuis les éléates et Aristote en passant par Leibniz, Veronese...). Cette richesse-là prospère et s'accroît au fil de la constitution de son objet, tandis que la richesse herméneutique est toujours en passe de s'appauvrir, de s'évanouir, au fil du temps qui sépare de l'origine, de la pleine intuition première qu'elle suppose ; elle ne trouve à se reconstituer que par régression interprétative, alors que les mathématiques, et l'ensemble du mouvement scientifique, constituent une progression élaborative pour laquelle l'interprétation rétrograde est histoire et non pas réappropriation de significations oubliées.

Cela dit, cette position est peut-être trop tranchée : elle suppose en effet qu'aucune "histoire" interne du concept n'est décelable dans l'usage qu'on en fait. Or ce n'est pas totalement le cas ; en effet la façon de parvenir à un résultat participe de fait à la "signification" de ce résultat, même s'il s'abstrait finalement le plus souvent de sa "nature" et des conditions de son usage. L'accroissement de connaissance n'est pas seulement associé au rapport entre l'"état initial" et l'"état final" des démonstrations, mais également au genre de chemin parcouru (pas toujours unique, d'ailleurs) pour passer de l'un à l'autre (dès lors on pourra trouver du synthétique là où l'on ne s'attendait à trouver que de l'analytique, mais ce synthétique résultera paradoxalement de la façon dont se fait l'analyse).

On peut interpréter dans cette perspective l'obligation d'avoir à présenter, comme l'exigent les intuitionnistes, un "procédé constructif" des idéalités mathématiques, permettant de légitimer leur existence et de garantir la non-absurdité de leur interprétation. La constructibilité introduit en effet une sorte de dimension diachronique dans la production des concepts ; dans ce processus, les axiomes ou les intuitions fondatrices jouent en quelque sorte le rôle d'une "origine" à partir de laquelle se déploie la théorie. Celle-ci acquiert alors une "signification" plus ou moins intuitive dans la conjugaison de ces deux dimensions - la donnée axiomatique originaire et la procédure de construction corrélative - . La création théorique étant ainsi devenue historique du point de vue même de l'internalité théorique, il en résulte un mode particulier de signification. Un pas de plus nous amènerait à considérer [16] que par delà le caractère de pure objectivité du monde et de ses phénomènes, par-delà la pure formalisation que nous en faisons ou l'explication que nous en donnons, ce monde même a été historiquement constitué (au sens husserlien) dans son intelligibilité, par les humains qui nous ont précédé et avec qui, en effet, nous poursuivons le dialogue et continuons à nous entretenir : il y a un acquis des connaissances scientifiques, une cumulation par-delà les grandes ruptures ou révolutions. A travers cet acquis, dans nos débats avec cet héritage, nous retrouvons d'une certaine façon un débat avec un sens : celui dont nos prédécesseurs dotèrent leur travail et leur progrès et celui que nous leur conférons en les enrichissant et en les transformant. Mais là se situe la limite en-deçà de laquelle il nous faut, selon nous, demeurer : l'herméneutique qui se réintroduirait ainsi porte essentiellement sur l'histoire des capacités humaines de connaissances et sur celle de l'intelligibilité du monde ; non pas sur le monde lui-même ni sur les lois "objectives" qui en rendent compte.

3.3. Reprenons ce dernier point sous un angle différent. Considérons un résultat, et évaluons l'importance de cette remarque : le chemin par lequel il est établi participe à une *signification* de ce résultat, mais il s'abstrait de sa nature. Dans la mesure où l'usage que l'on fait du résultat n'importe pas avec lui les voies de son établissement, on le traite comme dépourvusens[1].

[1] Notons que l'acception du terme est donc très différente ici de celle fixée par les empiristes logiques, par exemple, ou Wittgenstein pour qui sens et usage sont étroitement liés, ce qui est le cas de la science ; en revanche, dans la mesure où il fait l'objet d'une réflexion en laquelle sa genèse tient une place, on lui confère une signification, ce qui est le cas de l'épistémologie par exemple.

Par exemple $4 = 2^2 = 28/7$ sont des résultats de même nature (factuellement synonymes) mais de significations différentes (d'effets cognitifs distincts) si l'on s'attache à l'implicite de leur formulation. Le contraste porte ici non sur le rapport entre intensionnel et extensionnel, ni même entre analytique et synthétique. Il porte sur la distinction entre elles des opérations intermédiaires. Ce faisant il devient concevable, à l'inverse, de pourvoir d'un *contenu de signification* des calculs logiques formels dépourvus de *contenu en nature* : par exemple A → B n'est pas totalement équivalent, cognitivement parlant à ≠ AVB bien que les résultats soient identiques en nature, c'est-à-dire relativement aux tables de vérité. Ainsi, si la temporalité (physique) effective est absente de la logique, néanmoins le type de la procédure de déduction vient ici s'y substituer pour jouer un rôle "doteur de sens" et rendre significatif ce qui, dans ses résultats, ne l'est nullement. Dès lors on pourra trouver du synthétique là où l'on ne s'attendait à trouver que de l'analytique, mais ce synthétique résultera de la façon dont se fait l'analyse (ou encore de l'agencement de la construction). C'est ce qui fait aussi que, physiquement parlant, il ne revient pas au même du point de vue de la connaissance, d'établir par exemple les équations du mouvement à partir des lois de Newton, ou d'une formulation hamiltonienne, ou encore d'une formulation lagrangienne, bien que les équations finales soient évidemment les mêmes dans tous ces cas. C'est aussi ce qui se révèle dans les fécondités respectives de ces démarches, comme dans la portée (et la visée) des principes qu'elles mettent en oeuvre ou auxquels elles réfèrent plus ou moins implicitement : causalité efficiente (forces newtoniennes), conservation de l'énergie (Hamilton), propriétés extrémales (Lagrange).

Une telle perspective permet de rendre compte de certains effets de l'induction généralisante qui opère la dérivation des lois à partir de généralisations relativement empiriques, notamment lorsqu'il s'agit de l'hypothèse de l'existence de règles de récurrence. Ainsi, dire que 7 est le premier nombre premier après 5, ce n'est pas l'identifier à (6 + 8)/2 (bien qu'en nature "réelle" il en soit bien ainsi), car (6 + 8)/2 suggère qu'une loi éventuelle de formation des premiers est concevable (telle, ici, que $[(p + 1) + (p + 3)]/2 = p + 2$, si $p = 5$) alors que cette hypothèse, vraie pour $p = 1, 3, 5$, se révèle fausse pour $p = 7$. L'induction réussie est celle qui se vérifie à partir de synonymies de nature et de distinctions de démarches en sorte que telle démarche opératoire (à la limite, tel algorithme) convienne mieux que telles autres pour les mêmes résultats. Ce qui revient à dire, si l'on accepte la parenté entre développement de sens et procédure (au lieu du lien entre sens et résultat), que telle démarche opératoire est significativement consistante avec l'ensemble sémantique et conceptuel des résultats et démarches dans lesquels elle s'inscrit. La vérité, en ce cas, se rapproche de la consistance de sens, de la compatibilité de signification ; mais cette vérité ne porte plus à proprement parler sur les résultats, elle est relative à la structure d'ensemble qui permet de les dériver.

Dès lors les questions de l'analycité ou de la synthéticité ne portent plus, non plus, sur la nature des résultats établis, mais sur les procédures et méthodes de leur établissement ; des résultats synonymes en nature pourront être très différents en signification, les uns considérés comme analytiquement dérivés et les autres comme synthétiquement obtenus. Ainsi une proposition comme telle ne peut être dite d'emblée, sur simple examen, analytique ou synthétique. Seule la façon de l'établir, qui engage à la fois ses prémisses, le mode de dérivation et la proposition elle-même, peut éventuellement (pour autant que la question soit décidable) être ainsi qualifiée.

Par exemple, selon la nature de la définition des nombres, de l'égalité, de l'opération d'addition, la proposition classique : "cinq plus sept égale douze" pourra-t-elle être considérée d'une façon ou d'une autre. Si l'on a : $5 =_{\text{déf}} 1 + 1 + 1 + 1 + 1$ et $7 =_{\text{déf}} 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$ et $12 =_{\text{déf}} 1 + 1 + ... + 1$, l'opération "+" ayant été convenablement définie, alors on aura sans autre médiation que celle de l'écriture 5 + 7 = 12 et l'on peut considérer ce résultat comme analytiquement établi. En revanche, si l'on prend, comme ordinal, 5 = (0, 1, 2, 3, 4), et de même pour les autres, l'établissement du résultat semblera beaucoup plus synthétique car l'on ne discerne pas dans la définition de 12, la nature de la méthode qui permet de passer des définitions de 5 et 7 à celle de 12 ; bien au contraire, il faut opérer "en compréhension", la seule démarche extensionnelle se révélant inadéquate, ce qui n'était pas le cas

antérieurement[1]. En tout état de cause "5 + 7 = 12" *signifiera* différemment que "2 × 6 = 12" qui nécessite qu'ait été par surcroît définie la multiplication et qui donc renvoie à un univers signifiant préconstruit différent, ou au moins dans lequel les propriétés *pertinentes* utilisées sont différentes. Cette pertinence de la pertinence indique la dimension de la signification toujours plus ou moins présente dans les énoncés, tout formellement et "logicistement" qu'on les prenne en compte, dès lors que l'on ne les considère pas comme purement isolés ou plus exactement dès lors qu'on les saisit dans leurs genèses (origine, développement, établissement) et pas seulement dans le résultat qu'ils exhibent.

Une telle situation semble réintroduire momentanément une dimension herméneutique dans le corpus conceptuel de la science : la signification existerait et tiendrait notamment à l'appartenance à une "tradition" (à un processus particulier de production et de remémoration attaché aux notions considérées) en sorte que la porte s'entrouvrirait pour une démarche interprétative et en même temps pour la reconnaissance d'une dimension historique dans le cadre même des systèmes formels intrinsèquement atemporels. Mais prenons garde ici à deux écueils : contrairement au cas de la philosophie, le système d'interprétation reste contraint au fil de ses transformations par l'objectivité dépourvue de sens de ce qu'il traite, ainsi que par le processus de *construction* délibérée des concepts pertinents qu'implique la démarche scientifique, processus lui-même subordonné aux règles de ses conditions rationnelles de possibilité ; et par ailleurs ce n'est que le regard porté sur les naissances, développements, mises en situations des concepts et théories qui se trouve tout à la fois doteur et receveur de sens ; ce n'est en rien l'acte intelligible objectif, par lequel ces concepts et théories sont constitués, élaborés et mis au service des démarches opératoires qui caractérisent aussi, hors toute spéculation, la représentation scientifique. Pour reprendre ce que nous avons évoqué plus haut, le rationnel scientifique peut bien se prêter sous certaines conditions au jeu interprétatif, au jeu de la signification, intrinsèquement et nonobstant tout le contenu dont il est porteur, il demeure dépourvu de ce sens qui fait la "pensée" dans l'acception envisagée au début. L'intelligibilité ne "pense" pas non plus, alors même qu'on ne saurait la réduire à un simple calcul. Certes le raisonnement calcule, mais son oeuvre de construction en même temps élucide ; cette lucidité se prête à la spéculation, elle n'en fait pas partie.

4. SENS EPISTEMIQUE ET SENS EXISTENTIEL

Peut-être avons nous joué excessivement avec des connotations différentes du mot "sens", en vue de rendre plus frappante la controverse relativement aux acceptions philosophiques usuelles, et il n'est que temps de discuter ce point. C'est qu'il convient de dédoubler la signification donnée ici au terme "sens" (comme au terme "signification") pour distinguer deux acceptions principales liées à deux secteurs disjoints d'utilisation :

1) Une acception que l'on qualifiera d'**épistémique**, associée aux conditions d'existence et de développement d'une science ou d'un savoir relativement à une objectivité ou à un mouvement d'objectivation ; associée par conséquent aux conditions d'une connaissance délimitée, stable (au moins momentanément), cumulable, testable. C'est à ce premier aspect que viennent se rattacher les emplois du terme pour la philosophie du langage, la logique, la linguistique, la syntaxe et la sémantique formelles jusques et y compris ce que l'on peut appeler par extension (mais peut-être aussi par abus) une herméneutique mathématique par exemple [17*a*], [17*b*]. "Avoir un sens", ici, équivaut en fait à "n'être pas absurde" (relativement à l'usage des règles et même à la construction des règles [18], [19]). C'est aussi par rapport à ce premier aspect que se construit le statut de l'*intelligibilité* comme telle et qu'il faut entendre le caractère *explicatif* du jeu des raisons épistémiques. Intelligibilité toujours accompagnée du renvoi à une forme de nécessité, celle-là même qui résulte de la construction effective des objectivités.

2) En contraste, une acception que l'on qualifiera d'**existentielle**, par laquelle seront désignées, cette fois, les conditions d'une sagesse ou d'un savoir concernant la vie relationnelle des êtres humains,

[1] Cela ne signifie pas que l'on considère systématiquement des équivalences telles que intensionnel = synthétique ou extensionnel = analytique, mais il semble vrai que ces correspondances sont fréquemment observées et qu'elles constituent des indications souvent utiles pour la distinction.

l'établissement et la vie de leur intersubjectivité ; portant par conséquent sur les conditions d'une individuation et d'une socialisation visant à interpréter, légitimer, justifier les existences individuelles et collectives, à construire, désigner, défendre des enjeux relationnels. "Avoir un sens", ici, équivaut à être capable de "faire signe" (à autrui ou à soi-même), d'établir une relation intersubjective, de lever l'indétermination initiale de cette relation. Avec cet emploi on trouve le jeu plus ou moins "compréhensif" (au sens weberien encore) des "raisons d'être", "raisons de vivre", "raisons de faire" qui tendent par exemple à orienter les rapports entre êtres humains. L'accent est mis ici sur la dimension de liberté, de décision délibérée, d'intentionnalité. Citons à nouveau Levinas [20] pour marquer le contraste :
"Car les significations ne se présentent pas à la théorie, c'est-à-dire à la liberté constituante d'une conscience transcendantal ; l'être de la signification consiste à mettre en question dans une relation éthique la liberté constituante elle-même[1]*. Le sens c'est le visage d'autrui et tout recours au mot se place déjà à l'intérieur du face à face originel du langage. <...>. Ce "quelque chose" que l'on appelle signification surgit dans l'être avec le langage, parce que l'essence du langage est la relation avec Autrui."*

Reprenons la distinction. On conçoit que dans le domaine épistémique le sens dépende principalement de nos rapports aux problèmes que nous considérons ; de nos façons de les poser bien sûr, mais tout autant de la nature des solutions que nous leur apportons. Ce qui tend à renforcer la perspective wittgensteinienne, déjà évoquée, selon laquelle le sens des concepts est intimement associé à leur usage et au jeu des règles qui norment cet usage. En effet, après que sa formulation ait délimité son champ potentiel d'existence et de pertinence, la solution d'un problème explicite et rend opératoire la prescription qui intervient dans la levée d'ambiguïté de sens présentée par ce problème ; l'ensemble de ses significations se réorganise en fonction de ce que révèle pour sa structure et son contenu la solution élaborée. Cette solution (dans son mouvement comme dans son contenu) est construction et mise en oeuvre de règles ; en cela elle est donation de sens, là où l'on n'était encore ni dans une complétude du sens, ni non plus cependant dans l'absurde, mais dans l'attente raisonnée, dans l'expectative rationnelle. De ce point de vue, on pourrait aller jusqu'à soutenir que, plus encore que dans l'usage des règles, c'est dans la recherche de solutions que se constituent les significations pour les problèmes épistémiques.

Dans le domaine existentiel il peut en aller semblablement et différemment à la fois ; car il nous faut articuler objectivité événementielle et implication existentielle délibérée (ou, au moins, reconnue même si au départ elle ne fut pas volontaire). Il n'y a de sens pour nous que dans la réponse (là encore, mouvement et contenu de réponse à la fois) à cette question : de quels problèmes (humains, sociaux, relationnels en général) sommes-nous la solution (ou élément de solution) ? Il s'ensuit qu'une inévitable condition de sens, pour nous et relativement à l'existentiel, se trouve dans la démarche d'un *engagement*. Plus que du classique engagement sartrien, il s'agit d'une contribution active (individuelle ou collective) à devenir élément de solution à un problème relationnel (du plus intime au plus politique). Mais dès lors on conçoit que ce sens dans l'existentiel ne puisse complètement rompre - fût-il heureux - avec le tragique ou le fou. Car, selon cette perspective, il faut, pour que l'état de fait établi (humain, social, relationnel) puisse se réorganiser et produire du nouveau, qu'il devienne instable et que des interrogations commencent à jaillir là où régnaient non-conscience ou certitude.

Nous revenons ainsi aux dimensions culturelles et politiques des attitudes vis-à-vis de la connaissance scientifique. En effet, dire, de façon quelque peu provocatrice, que les sciences sont dépourvues de sens et qu'elles entretiennent néanmoins un rapport privilégié à l'intelligibilité revient, évidemment, à considérer la question du sens exclusivement sous son second aspect et à la disjoindre de la question de l'intelligibilité qui renvoie au premier. C'est, d'une certaine façon, prendre le contre-pied de la position de l'empirisme logique qui posait que tout énoncé "métaphysique" (non protocolaire ou non analytique) était dépourvu de sens (selon la première acception, cette fois). Or, il ne s'agit pas, bien évidemment, d'engager une polémique gratuite portant sur ... le sens des termes mais de poursuivre un débat fondamental, qui concerne à la fois :

[1] Souligné par l'auteur.

(a) le réel danger du techno-scientisme philosophique qui risque de proliférer ("la science pour sortir de la crise", la raison pure pour régler la question de la raison pratique) mais auquel il nous semble qu'il convient de répondre d'une façon différente de celle qui tend à se développer avec le post-modernisme [21], la démarche de la déconstruction [22], la"pensée faible" [23] etc. ;

(b) le danger de la substitution, déjà longuement évoquée, d'une problématique du "fondement" à une problématique de la "raison", dans la ligne heideggerienne (dont d'ailleurs les courants précités dérivent assez largement) avec la conception quasi-poétique de la démarche herméneutique et de la pensée ;

(c) le danger concomitant d'une démarche politique qui, pour faire pièce aux totalitarismes complices d'un techno-scientisme, réalimente une forme de romantisme et disqualifie un rationalisme du projet collectif (romantisme et antirationalisme qui ont pourtant alimenté pour leur part les pires formes totalitaires) ;

d) la place et le rôle d'une philosophie des sciences qui, à côté de l'histoire, la sociologie, la psychologie des sciences, mette maintenant l'accent moins sur une "signification" (politique, sociale, économique ou culturelle) des sciences que sur les composantes qui leur assurent un développement autonome et une dynamique interne. Ceci notamment, pour poser dans son ampleur, en partant des disjonctions nécessaires qui la problématisent, la question de l'unité de la rationalité, alors même que le sens et la raison reçoivent dans certains cas, comme on l'a vu, des acceptions apparemment irréductibles au niveau où ils sont évoqués.

REFERENCES DU CHAPITRE X

[1] M. BLANCHOT, *L'entretien infini*, Gallimard, Paris, 1969.
[2] J. DIEUDONNE, *Pour l'honneur de l'esprit humain*, Hachette, Paris, 1987.
[3] M. HEIDEGGER, *Le principe de raison*, Coll. TEL, Gallimard, Paris, 1962.
[4] M. HEIDEGGER, *Acheminements vers la parole*, TEL Gallimard, Paris, 1976.
[5] W.V.O. QUINE, *Le mot et la chose*, Flammarion, Paris, 1977.
[6] G. HOTTOIS, *Pour une métaphilosophie du langage*, Vrin, Paris, 198.
[7] K.O. APEL, *L'éthique à l'âge de la science*, PUL, Lille, 1987.
[8] H-G. GADAMER, *L'art de comprendre. Herméneutique et tradition philosophique*, Aubier, Paris, 1982.
[9a] J. GREISCH, La trace, l'historialité, le destin, in : *L'interprétation, Cahiers Confrontation* n°17, Aubie, Paris, 1987.
[9b] J. GREISCH, *Herméneutique et grammatologie*, Ed. CNRS, Paris, 1977.
[10] G. GUEST, Interprétation et vérité : introduction à la circularité herméneutique, in : *L'interprétation, Cahiers Confrontation* n°17, Aubier, Paris, 1987.
[11] F.D.E. SCHLEIERMACHER, *Herméneutique*, Le Cerf, Paris, 1987.
[12] H.L. DREYFUS, *L'intelligence artificielle : mythes et limites*, Flammarion, Paris, 1984.
[13a] H. PUTNAM, *Raison, vérité et histoire*, Minuit, Paris, 1984.
[13b] H. PUTNAM, *Représentation et réalité*, Gallimard, Paris, 1990.
[14] J. SEARLE, *L'intentionnalité*, Minuit, Paris, 1985.
[15] T. WINOGRAD, F. FLORES, *L'intelligence artificielle en question*, PUF, Paris, 1989.
[16] R. BERNET, *Le monde et le sujet*, *Philosophie* n°21, Minuit, Paris.
[17a] J.M. SALANSKIS, L'analyse non standard et la tradition de l'infini, *Rev. Hist. Sci.*, 41, n°2, 1988.
[17b] J.M. SALANSKIS, *Die Wissenschaft denkt nicht*, preprint, 1988.
[18] L. WITTGENSTEIN, *Investigations philosophiques*, Gallimard, Paris, 1961.
[19] J. BOUVERESSE, *La force de la règle*, Minuit, Paris, 1987.
[20] E. LEVINAS, *Totalité et infini*, Ed. Fayard, Coll. L.d.P. n°4120, 1990.
[21] J-F. LYOTARD, *La condition postmoderne*, Minuit, Paris, 1979.
[22] J. DERRIDA, *De la grammatologie*, Minuit, Paris, 1967.
[23] G. VATTIMO, *La fin de la modernité*, Seuil, Paris, 1987.

CHAPITRE XI[1]

RATIONALITE

> *"Si une culture rationnelle n'a pas abouti, la raison <...> n'en réside pas dans l'exercice du rationalisme lui-même, mais seulement dans son aliénation[2], dans le fait qu'il s'est enlisé dans le naturalisme et l'objectivisme."* [1]. (Souligné par l'auteur)
>
> E. Husserl

Assez fréquemment, au long des deux premières parties de ce texte (et notamment au chapitre X), nous avons fait usage du concept de *rationalité*, en nous appuyant implicitement à la fois sur les acquis historiques de ses déterminations théoriques (en philosophie notamment) et sur une approche plus intuitive de ce qu'il pouvait signifier dans les habitudes et attitudes, telles qu'elles se manifestent quotidiennement à travers l'utilisation de la langue naturelle. Il convient maintenant, avant de nous engager sur un terrain difficile et délicat (dans la Troisième Partie, avec la tentative de formalisation des phénomènes humains que nous présentons), de revenir sur la définition de ce concept pour essayer de le caractériser plus précisément en vue d'en faire un usage plus rigoureux et plus opératoire. Ce sera l'objet essentiel de ce chapitre dont nous souhaitons faire en même temps une sorte de préambule, voire de mise au point préalable à la partie suivante.

1. ESSAI DE CARACTERISATION DU CONCEPT DE RATIONALITE

A l'expérience, la saisie intuitive du concept se révèle finalement assez peu opératoire lorsqu'il s'agit d'évaluer et de qualifier des démarches de connaissance qui ne soient pas exclusivement scientifiques, notamment dans le domaine de ce que l'on peut appeler la phénoménalité des rapports humains et sociaux (en particulier dès qu'il s'agit de politique, d'éthique, de comportements relationnels et des valeurs plus ou moins implicites qu'on leur associe). Il ne saurait s'agir ni de la justification *a priori* d'un dogme, ni de la simple cohérence des discours et conduites, ni, bien évidemment, de la mise en oeuvre d'un réductionnisme scientiste relativement à la compréhension et à l'élaboration de conduites humaines qui font intervenir des jugements de valeurs portant sur des qualités (bon et mauvais, authentique et inauthentique, juste et injuste), à côté de jugements de vérité. Il ne suffit pas non plus de composer le couple antagonique avec ce que l'on pourrait, tout aussi intuitivement, qualifier d'irrationalité : s'agira-t-il d'une appréciation sur une orientation, une démarche, des présupposés, ou encore sur un "état d'esprit" ? Le "bon" peut, selon les situations, s'allier ou s'opposer à une attitude "romantique", le "juste" peut devoir recourir à une rigueur ou à une générosité, se rapporter à la contrainte de l'état de fait ou aux rêves de l'imaginaire. Il convient donc, pour avancer vers une meilleure spécification, d'objectiver quelque peu la notion (mais sans trop la réduire, ce qui risquerait de la priver de pertinence dans ces domaines particuliers) et de lui associer des critères explicites (mais qui ne conduisent pas à un système clos et dogmatique, ce qui la mettrait en contradiction avec elle-même), critères à la lumière desquels on trouvera les moyens d'analyser plus précisément et plus exactement les situations examinées.

Pour essayer de caractériser - de façon sinon complètement objective, donc, du moins d'une façon où puisse se retrouver une intersubjectivité universalisante -, le concept de *rationalité* nous aurons recours, pour notre part, à une utilisation adaptée de deux célèbres principes fondamentaux, le principe de **non-contradiction** et le principe de **raison suffisante** - auxquels nous ferons jouer, moyennant d'indispensables ajustements, le rôle de principes constitutifs - et à une règle plus pratique -

[1] Rappel : les chapitres XI à XVII sont entièrement nouveaux par rapport au contenu de la publication de 1991 (R.I.S.).
[2] Souligné par l'auteur.

considérée pour sa part comme principe régulateur - la règle de **correspondance**, que nous expliciterons plus bas. Nous y ajouterons la prise en considération d'une sorte de méta-principe, appelé à opérer essentiellement dans le domaine des conduites et rapports humains, et relatif pour sa part à l'acceptation ou au refus de la problématique elle-même qu'il pourrait s'agir de résoudre ou de développer, et que nous appellerons la question de l'**authentification**.

Précisons pour commencer la façon dont opèrent, selon nous, comme condition de rationalité, les deux premiers principes.

(i) Le "principe de non contradiction" appliqué à un raisonnement formel exige, pour que ce raisonnement soit logiquement acceptable (consistant), d'une part que ses prémisses ne comportent pas entre elles de contradiction logique et d'autre part que de ces prémisses on ne puisse pas non plus dériver de contradiction. Il est connu que dans la plupart des cas habituels, y compris en logique mathématique pour des théories assez riches, la consistance absolue est indécidable (théorèmes d'incomplétude), même si l'on peut établir de nombreux résultats de consistances relatives. Mais ce n'est pas strictement sous l'angle de la pure logique formelle que nous cherchons à nous situer, du fait notamment que nous considérons que le concept de rationalité a une extension qui porte bien au-delà de ce seul champ disciplinaire.

Aussi tenterons nous d'adapter à un domaine bien plus large ce que nous pouvons entendre par condition de non contradiction[1]. Cette condition se présentera en quelque sorte sous l'aspect d'une décision *a priori* portant sur le déroulement du processus considéré (discours, raisonnement, comportement, etc.) : il s'agit de ne pas rejeter au départ la présomption de rationalité d'un processus, mais de la dénier - et, partant, d'invalider le processus lui-même - si celui-ci devait, à un moment ou à un autre de son développement, abstrait ou empirique, révéler une contradiction. Autrement dit, il s'agit tout à la fois de laisser place à l'imaginaire et à l'innovation (y compris individuelle et sociale) et de régler les effets des processus qu'ils enclenchent selon des exigences de consistance fortes.

(ii) Le "principe de raison suffisante", en tant qu'autre principe de rationalité, doit être lui aussi adapté : il exigera, ici, non seulement que l'on cherche à trouver une ou des explications consistantes (au sens que nous venons de définir plus haut) à tout fait, comportement, prise de position, etc., mais également que l'on se refuse à limiter la chaîne (ramifiée ou non) de ces explications en s'arrêtant à une quelconque "cause première" ou à une "cause de soi". C'est-à-dire que la rationalité exige d'admettre que la séquence des "raisons" demeure ouverte et soit postulée comme étant infinie, laissant ainsi ouvert, lui aussi, le champ d'investigation et celui des questions. Pour le dire brièvement, l'attitude rationnelle, considère nécessaire et accepte la *régression infinie* des séquences de causes, de raisons, d'explications. En ce sens, une idéologie (*cf.* plus loin, chapitre XIII, la caractérisation que nous proposons pour ce terme), qui présente une séquentialité finie de "causes", ou qui pose un premier élément à leur enchaînement, ne saurait être considérée comme rationnelle (*cf.* également la discussion du chapitre précédent sur la question d'un "fondement").

Précisons que la séquentialité causale (ou celle des raisons) que nous invoquons ne doit être considérée ni seulement sous l'angle chronologique, ni seulement sous l'angle unidimensionnel :

(i) Quant au premier aspect, on sait qu'y compris dans les domaines strictement naturels, on peut déceler des causes qui, même si elles ne sont pas nécessairement considérées comme finales (comme ce pourrait être le cas en biologie, par exemple avec les programmes d'expressions génétiques), peuvent néanmoins être analysées comme ayant pour ainsi dire un effet "rétrograde", ainsi qu'on le voit par exemple dans les systèmes présentant des effets de feed-back. Mais bien évidemment cette remarque vaut principalement pour les comportements humains, en rapport avec les conduites intentionnelles, l'élaboration de projets relativement à des buts poursuivis.

[1] Ainsi abordée, la "contradiction" que nous évoquons ici s'apparente donc principalement à la contradiction logico-formelle, essentiellement relative à l'exigence de cohérence interne (du discours, du comportement, de la relation) ; il s'ensuit qu'elle ne correspond pas directement à la "contradiction" au sens de la dialectique (hégélienne, par exemple, malgré ses analyses sur la logique) où elle se manifeste comme moteur dans le dynamisme des rapports thèse/antithèse, c'est-à-dire aussi dans la controverse ; pour autant, évidemment qu'on ne pousse pas la critique de la perspective dialectique aussi loin que le fait F. Poublanc [2], par exemple.

(ii) Pour le second aspect on rappellera, pour le souligner, le fait que l'analyse de la causalité humaine se démarque d'emblée de celle de la causalité naturelle. Dans ce second cas, en effet, on peut envisager une chaîne causale unidimensionnelle d'événements conduisant d'un état initial d'un système à un état (provisoirement) final ; on peut même dire, si l'on conçoit cette causalité à un niveau suffisamment abstrait, que la chaîne en question est nécessairement unidimensionnelle au sens où la nature des interactions prises en compte est unique en ce qu'elles ressortissent toutes au même univers de naturalité (physique, chimique, biologique) et par surcroît de même nature aussi que leurs effets et que le système considéré lui-même.

Dans le cas de la constitution d'humanité, par contraste, et de la relation humaine qui lui est inhérente, ce que l'on peut convenir d'appeler ici "causalité" est immédiatement soumis à un double dédoublement. D'abord, très classiquement, dualité entre le naturel (biologique, génétique) et le culturel (langages, représentations, rites de civilisation), dualité qui correspond au double jeu des "faits" et des "significations" qui anime les situations humaines, dualité qui fait aussi que, à la pertinence du couple vrai/faux, s'ajoute pour faire sens proprement humain celle des couples juste/injuste, bon/mauvais, etc. Et puis une dualité qui se situe au coeur même de l'aspect culturel de la condition humaine, dualité qui contribue à structurer les productions et transmissions de significations et que métaphorise la polarité introduite par la distinction (thématisée dans le discours et manifestée dans les rôles effectifs) des deux figures parentales, le père et la mère, comme cause d'existence et source de raison d'être.

Pour revenir à la discussion et à l'application de nos caractérisations de rationalité, il est bien clair qu'une *science* (une discipline scientifique) admet les deux principes que nous venons de présenter comme constitutifs et peut donc, au moins à ce niveau, être considérée comme activité rationnelle. Par contraste, une religion qui *accepte* la contradiction (au titre du "mystère", par exemple) et qui pose l'existence d'une cause première (une divinité, par exemple) à la séquence des faits, ne saurait relever de la rationalité ainsi conçue et définie.

Venons-en maintenant à ce que nous avons appelé la "règle de correspondance" :

Si dans les disciplines purement formelles comme la logique ou les mathématiques, la question d'une éventuelle comparaison entre les objets et concepts construits avec des données indépendantes qui s'imposeraient "de l'extérieur" ne se pose pas (indépendamment de toute position réaliste ou non concernant les êtres mathématiques), en revanche, la question de l'adéquation entre théorie (ou discours) et empirie (ou pratique) est très importante quand il s'agit de considérer la rationalité de connaissances portant sur la nature, de comportements, de choix d'orientations. En effet, dans ces derniers cas, l'application des principes de non contradiction et de raison suffisante, même dans leur version adaptée, ne suffit pas comme critère de rationalité : des délires, par exemple, peuvent répondre à ces exigences (recherche de la contradiction en vue de l'éliminer, régression infinie des séquences explicatrices ou causales) sans pour autant pouvoir être considérés comme rationnels (relativement du moins à leur objet explicite). Précisons.

Dans le domaine naturel, le départage entre l'approche mythique ou religieuse des faits et leur approche rationnelle est relativement aisé pour autant que l'on accepte parmi les critères de rationalité l'application discriminante d'une règle de correspondance exigeant une forme d'adéquation (descriptive, théorique, empirique, prédictive, etc.) entre le système explicatif et interprétatif et les phénomènes qui se manifestent (tout conceptuellement construits qu'ils puissent être).

En revanche, dans le domaine des relations humaines et sociales il en va autrement du fait, notamment, que l'unidimensionalité factuelle que l'on pose et rencontre dans l'objectivation de la nature se complique d'une pluridimensionalité associée à l'attribution de valeurs (qualification des faits et visées), à l'intentionnalité des acteurs, à leur liberté de décision. Dans ce cas, la règle de correspondance doit inclure des critères se rapportant sinon à ces valeurs et libertés, du moins à l'engagement des subjectivités dans la relation.

De ce point de vue, l'exigence de correspondance s'étendra au moins :

(i) à l'accord, entre protagonistes de la relation, sur la nature et la qualification de la relation qu'ils entretiennent (délibérément ou non, d'ailleurs) ; ainsi peuvent être écartées du champ de la rationalité les situations psychotiques dans lesquelles un acteur prête à son environnement des intentions ou des interprétations que ceux-ci ne nourrissent nullement ; on notera aussi que, de ce fait, la situation de mensonge ou de tromperie devra elle-même être considérée comme irrationnelle, relativement à la relation, à l'instar de la situation de délire ;

(ii) plus subtilement, à la concordance entre la nature et les effets de la relation, telle qu'elle se développe et produit ses conséquences en termes de faits objectivement interprétables, et l'interprétation effective qu'en donnent ses protagonistes en termes de vécu présent ou de perspectives visées (ce qui, par le biais de l'évaluation objective, fait aussi entrer le jugement de rationalité dans le domaine de l'appréciation collective, c'est-à-dire concernant également ceux qui ne sont pas directement partie prenante dans la relation considérée).

Quant au "méta-principe d'authentification", il ne porte ni sur la structure interne de la démarche comme c'est le cas pour les principes constitutifs, ni sur la confrontation entre une internalité et une externalité comme pour la règle de correspondance. Il se présente plutôt comme un en-deçà de ces spécifications, comme une condition de possibilité de leur existence et de leur mise en oeuvre, dans une situation un peu comparable à celle qu'occupe pour l'argumentation l'"*a priori* transcendantal de la communauté communicationnelle" [3], [4] (qui joue, *via* l'auto-réfutation qu'il impose à ceux qui le dénient dans le processus argumentatif, le rôle de garant tout à la fois de cohérence interne et de possibilité d'échange externe ; *voir* aussi [5]).

En effet, le méta-principe d'authentification engage en quelque sorte la "volonté" de rationalité en même temps qu'il dresse le cadre référentiel indispensable à son déploiement. Il tient compte de la liberté des acteurs et s'adresse aux conditions d'exercice de cette liberté. De fait, il comporte :

(i) l'exigence d'explicitation de l'objet de la recherche, ou du projet poursuivi, ou de la finalité du comportement (perspective de transparence intentionnelle),

(ii) la reconnaissance et l'énoncé de *valeurs* référentielles relativement auxquelles, d'ailleurs, on devra pouvoir faire jouer, dans leur présentation comme dans les conséquences que l'on peut en tirer, le principe de non contradiction (perspective de transparence référentielle),

(iii) l'acceptation par les acteurs de faire apprécier leurs conduites selon ces finalités et valeurs et de les voir confirmées ou rejetées selon ces appréciations (perspective d'évaluation communicationnelle).

Ainsi, une problématique (essentiellement relative à l'humain) pourra-t-elle être considérée comme rationnellement *authentifiée* (mais non pas, bien sûr, nécessairement comme admise ou résolue, dans le cadre de l'argumentation ou de l'effectuation) si elle répond à ces méta-conditions qui caractérisent principalement l'attitude des acteurs eux-mêmes (bien plus que la nature propre de la problématique comme telle ou que la structure logique ou opératoire qu'elle peut engager). Bien entendu, ces exigences doivent être considérées comme asymptotiques ; elles sont rarement immédiatement réalisées, mais l'important, pour la mise en oeuvre du méta-principe d'authentification, est qu'elles soient aussi complètement que possible (que les connaissances, les situations, les moyens le permettent) en voie de réalisation.

Le méta-principe exige que, parmi les *critères de rationalité*, doit figurer la *volonté de rationalité*. On peut considérer qu'en matière de connaissance scientifique ce critère est toujours déjà rempli : le simple fait de s'adonner à une recherche scientifique, d'apprendre ou d'élaborer des connaissances scientifiques, présuppose la volonté de mettre en oeuvre une approche rationnelle du réel que l'on étudie. C'est la raison pour laquelle ce métaprincipe peut sembler inutile ou superfétatoire ou tautologique dans ce domaine. Mais il en va différemment dans le domaine d'une connaissance plus sapientielle (et parfois traditionnaire) que scientifique des rapports humains, dans le domaine de l'orientation des conduites et de la délibération relativement aux projets à élaborer et aux décisions à

prendre. Le recours au métaprincipe peut alors jouer un rôle important, en tout cas nécessaire, même s'il n'est pas suffisant.

2. RATIONALITE ET "TRANSCENDANCE"

La rationalité ainsi conçue se cantonne-t-elle dans la promotion du "plan d'immanence" (comme l'appellent Deleuze et Guattari [6]) ou bien peut-il y avoir compatibilité entre rationalité et transcendance, et en quel sens de ce terme ?

2.1. Dans un premier temps, au vu par exemple des désastres scolastiques de jadis, relayés par ceux des fondamentalismes d'aujourd'hui (*cf.* par exemple, le courant anti-évolutionniste et "créationniste" aux U.S.A.), il semble bien que toute perspective de compatibilité entre exigence de rationalité et évocation de transcendance doive être historiquement et définitivement bouchée. Mais il faut s'entendre : dans la mesure où "réel" et "rationnel" ne s'équivalent pas rigoureusement, la "verticalité" de la transcendance ne désigne pas toujours un au-delà - ou un en-deçà - du rationnel, même si elle renvoie à un au-delà ou à un en-deçà du réel.

Là encore - là tout particulièrement - il convient d'opérer soigneusement la séparation entre l'analyse et le traitement du naturel (qui, du point de vue scientifique, fait jouer la plénitude de l'équivalence entre réel et rationnel) et l'analyse et le traitement des enjeux relatifs aux rapports humains. Gouvernés, certes, par des faits - qui, pour leur part, sont appelés à prendre tous place dans le plan d'immanence pour acquérir et conserver la qualification de rationnels -, ces enjeux le sont aussi par des visées et des intentions, voire des utopies qui, pour n'être ni inscrits dans la réalité, ni repérables dans l'actualité, peuvent conserver les caractères de la rationalité. Les virtualités, d'une part, les voeux, de l'autre, participent de la transcendance mais peuvent présenter des gages de rationalité. En témoignent notamment des révolutions qui, telle la Révolution Française, sont capables de faire advenir à la fois un état de fait et un système de valeurs qui n'étaient pas vraiment repérables dans l'immanence du paysage qui les vit surgir et qu'ils transformèrent. Et ce, malgré le fait souligné par Deleuze et Guattari que :

"la victoire d'une révolution est immanente, et consiste dans les nouveaux liens qu'elle instaure entre les hommes, <...>".

Car c'est bien ici de sa "victoire" qu'il s'agit mais non du mouvement de la mutation que constitue la dynamique de la révolution comme telle, mutation qui, de par ce qui l'anime, ne se rabat pas totalement sur le plan d'immanence.

Selon ce point de vue, la transcendance n'apparaît ni comme élément substantiel assignable, ni même comme forme plus ou moins prégnante (déterminations qui reviendraient à limiter à un domaine fini la régression infinie exigée par l'application que nous faisons du principe de raison). La transcendance dont nous parlons se présente plutôt, sans s'y limiter complètement, sous un angle transcendantal : comme ensemble de conditions de possibilités, pour des créations, d'advenir.

Essayons d'être plus précis : d'abord, il ne s'agit pas, avec ce genre de transcendance, de virtualiser n'importe quel type de possibilités : ce ne sont ni celles de l'expérience sensible, ni celles des phénomènes qui ressortissent au domaine de la construction scientifique des objectivités, ni même celles qui régissent la production artistique, mais celles qui, *dans le seul secteur de la relation humaine et des rapports sociaux*, impliquent la création du radicalement **nouveau**. Ce que tentent de thématiser les champs conceptuels qui s'organisent autour des termes d'"utopie" ou de "révolution" ; ce à quoi renvoie aussi "messianisme" ; ce que les êtres humains pressentent ou éprouvent, sur le plan de leur élaboration individuelle, lorsque deviennent possibles, par exemple, le sentiment amoureux, la relation amoureuse.

D'autre part, il s'agit d'ensembles de conditions purement virtuelles qui permettent à de telles possibilité, non pas de s'actualiser (ce serait un simple passage, dans l'immanence, du potentiel à l'actuel), mais de naître comme telles ; conditions préalables, donc, à ce que des possibilités se fassent jour en tant que procédant de quelque source non totalement déterminée. Une telle transcendance ne se

présente donc ni comme cause première, ni comme premier moteur, ni comme cause de soi, ni comme source de la création. En fait, elle n'évoque pas un ensemble de causes proprement dites, mais ce qui fait que des causes peuvent intervenir, et renvoie donc à un exercice de liberté. En cela, elle n'est que ce *vide*, cette vacuité, qui fait que quelque nouveauté humaine peut être créée là où semblait régner un remplissement répétitif ou statique du lien social ; vide qui ne se révèle que dans l'après-coup de l'acte créateur et qui ne se manifeste qu'à travers l'oeuvre et la volonté humaines en ce qu'elles rendent obsolètes un état de fait pour en inventer un autre, pour créer un **sens**.

Cette transcendance-là ni ne disconvient, ni ne s'oppose au travail du rationnel, à l'oeuvre de rationalité ; bien au contraire, elle les manifeste en faisant entrer dans leur champ de pertinence ce qui demeurait dans le brouillard du pas même inchoatif. Plus, c'est l'oeuvre de cette transcendance-là que vise à se faire manifester l'activité rationnelle dans le domaine humain ; elle constitue, pourrait-on dire, l'**horizon** même de la rationalité.

Ainsi, la prise en considération de ce type de transcendance contribue à surmonter l'aporie apparente de l'articulation entre existence et exercice de liberté d'une part et exigence et oeuvre de rationalité d'autre part, dimensions toutes deux spécifiques et constitutives de la condition humaine. En effet, liberté et rationalité ne se conjoignent pas aisément dans l'expérience ou dans l'effectuation et ce n'est qu'à un niveau de vacuité très poussé (celui où la référence peut n'être ni de localisation précise, ni de temporalité déterminée, ni même d'identité assignée - à la limite vers la source de l'intention qui anime le projet sans pourtant parvenir à s'exprimer complètement -), que la libre décision parvient à s'entrelacer avec l'exigeante rigueur de la rationalité.

2.2. Pourquoi cette digression sur les difficiles rapports entre rationalité et transcendance ?

C'est qu'il s'agira de considérer une rationalité des relations humaines, tant sous l'angle des rapports inter-individuels que sous celui du lien social et que d'emblée on nous met en garde [7] :

"Le sens de tout notre propos consiste à affirmer non pas qu'autrui échappe à tout jamais au savoir, mais qu'il n'y a aucun sens à parler ici de connaissance ou d'ignorance, car la justice, la transcendance par excellence et condition du savoir n'est nullement, comme on le voudrait, une noèse corrélative d'un noème."

Et, de fait, en matière de relations humaines et de rapports sociaux l'essentiel des acquis de civilisation ont, au moins dans un premier temps, trouvé leurs sources dans des représentations et des traditions, plus ou moins non rationnelles, qui ont massivement fait appel (explicitement ou non) à des formes de transcendance (rôle de bien des religions, de bien des intuitions du divin). Tant il est vrai que les dimensions du projet, ou de l'utopie, ou du souhait ne s'inscrivent pas simplement dans la perspective d'une procédure à mettre en oeuvre ou d'un programme à réaliser à partir des seules données de l'état de fait existant, mais qu'elles en appellent à ce qui pourra en rendre possible non seulement la réalisation, mais même la conception (voir aussi [8]) : il ne s'agit pas "simplement" d'une résolution de problème ; il s'agit surtout de découvrir d'abord qu'il peut y avoir problème et ensuite la façon de le poser.

La même discussion peut être abordée sous un angle complémentaire, en nous posant explicitement la question : un *"projet"*, relativement à l'humain, qui ne se situerait pas dans la simple continuité intentionnelle et causale (telle que nos moyens nous permettent à un moment donné de la définir) de l'état de fait existant, pourrait-il être qualifié, et à quelles conditions, de rationnel ?

Dans un premier temps, remarquons qu'une perspective qui se limiterait à cette simple continuation - à l'explicitation en quelque sorte - des conditions existantes pourrait être qualifiée de rationnelle (selon une appréciation assez vague de la rationalité) en ce que l'on peut en retracer les raisons et les causes et en extrapoler les effets selon les normes et critères établis. A l'inverse, on pourrait considérer comme irrationnelle une visée qui ne saurait pas trouver explicitement ses sources et les moteurs de ses déploiements dans les acquis actuels et dans les conditions et contraintes qu'ils semblent nécessairement imposer quant aux développements futurs. En ce sens, rechercher par exemple les ruptures sociales, tenter de promouvoir un projet révolutionnaire, pourrait sembler ne

relever que d'un romantisme volontariste, que d'une irrationalité déconnectant les désirs et les réalités, les voeux et les pesanteurs.

Mais peut-être n'est-ce là que l'effet d'une illusion provenant de ce coefficient de normalité et de rationalité conféré implicitement (mais bien souvent abusivement) à l'état de fait lui-même. Peut-être, au contraire, l'irrationalité tient-elle plus au sentiment de nécessité et d'inéluctabilité qui accompagne spontanément cet état de fait, qu'à la volonté d'en sortir.

C'est ce qu'illustre à sa manière de façon éclatante l'événement de la Révolution française, pour prendre cet exemple particulièrement marquant, dont l'historien, dans l'après-coup, peut bien retracer les chaînes de causes et de raisons, mais dont l'acteur, dans le moment du surgissement créatif, pouvait paraître suivre les voies d'une irrationalité dangereuse par rapport aux normes et règles antérieures. De fait, en matière sociale plus encore qu'en matière scientifique ou artistique, le mouvement de création, qui remodèle un paysage de rapports politiques, économiques, sociaux, culturels et réinterprète l'ancien au regard du nouveau, peut sembler irrationnel alors même qu'il contribue à faire passer dans les faits, à réaliser, un jeu de raisons plus solides et plus fécondes. La tare originelle de ces raisons, aux yeux de l'"avant" était de n'avoir pu trouver de répondant effectif dans l'état qu'elles critiquaient ; ce qui les faisait paraître irrationnelles, alors même que c'était aussi précisément en cela que s'enracinait un aspect de leur rationalité aux yeux de l'"après".

Prenons garde, toutefois, au fait que l'existence d'un bouleversement ou d'une visée de transformation ne constitue pas en soi un indice effectif de rationalité : encore faut-il que soient remplis les critères généraux et les conditions qui font qu'il ne s'agit ni d'un délire, ni d'une négation d'une perspective explicite d'humanité et de rationalité. On trouve en effet nombre d'illustrations qui justifient l'exigence de ces précautions : les révolutions fascistes et autres tentatives d'établissement d'un "Ordre Nouveau" ne répondent à ces critères ni du point de vue de l'inépuisabilité du principe de raison suffisante (totalitarismes théoriques et pratiques associés à l'absence et au refus des dimensions critiques), ni du point de vue du métaprincipe d'authentification (rejet explicite des perspectives rationnelles au profit de l'exaltation débridée ou de la vénération des origines). A certains égards on peut aller jusqu'à dire que c'est la menace d'apparition de telles irrationalités totalitaires qui a contribué et contribue encore à conférer aux perspectives de rupture révolutionnaire dans leur ensemble un caractère dangereux pour la rationalité elle-même. Amalgame excessif et manquant de discernement puisqu'il peut s'agir au contraire d'un combat qui conduise non pas vers l'irrationnel mais au contraire vers un plus de rationalité dans les relations entre les individus et les collectivités, les personnes, les groupes, les institutions (par exemple en conjurant l'injustice, l'iniquité et la violence, ou en établissant une démocratie élargie et plus féconde).

D'autant qu'il existe peut-être, au niveau de certains contenus formels, un rapport, quant à la rationalité, entre démarche de connaissance scientifique et recherche de démocratie dans les conduites humaines. Ce rapport pourrait être trouvé, notamment, dans l'attitude comparable qu'adoptent ces deux entreprises vis-à-vis de la critique, attitude fondée sur l'acceptation de leur vulnérabilité et de leur faillibilité dans l'affrontement à l'erreur ou à l'échec.

Ainsi, il est admis (et cela fait partie intégrante de la position de scientificité) qu'une théorie scientifique, aussi fondée paraisse-t-elle, peut être inexacte ou incomplète sous certains de ses aspects et qu'il fait partie du mouvement de recherche de tenter de démontrer ces inexactitudes et incomplétudes en vue de les surmonter, voire en vue de remplacer cette théorie par une meilleure ; la théorie en question est intrinsèquement considérée comme transitoire.

Parallèlement, on admet, en démocratie, qu'une politique, aussi justifiée puisse-t-elle paraître, peut être à certains égards erronée ou aboutir à un échec, et qu'il fait partie de la vie même de la démocratie de pouvoir en changer en changeant une majorité, par exemple, ou en rectifiant un programme ; là aussi, le caractère transitoire fait partie du paysage dans lequel on convient de se situer.

Allons plus loin : la reconnaissance de la faillibilité scientifique incite à ne jamais se satisfaire de l'état de fait théorique existant et à viser de le modifier pour l'améliorer. Similairement, la

reconnaissance de la vulnérabilité d'une politique incite à ne pas se résigner à une situation établie mais à prendre les initiatives en vue de la transformer pour une plus grande conformité aux principes constitutifs de la démocratie (liberté, égalité, fraternité, droits de l'homme...). Dans les deux cas il y a donc capacité critique vis-à-vis de l'état de fait et ouverture (refus de clôture totalisante) sur sa transformation délibérée. Traits caractéristiques, entre autres, d'une attitude rationnelle. Ce qui permet de répondre partiellement à la question que nous posions au début de ce paragraphe, au moins sous certains aspects formels.

Mais nous ne pouvons nous limiter à cette seule approche abstraite ; la question des contenus reste complètement posée, et il est clair que les contenus cognitifs des théories scientifiques n'ont que peu de points communs avec les contenus relationnels des rapports humains.

En cela nous ne pouvons évidemment pas éviter d'aborder le débat entre sens et rationalité. Pourquoi un tel débat ? C'est que, en nous situant dans le droit fil de la discussion du chapitre précédent, la question du sens est intégralement rapportée à celle des relations entre êtres humains et à l'enjeu de ces relations. Or, du fait qu'ils sont sans cesse "entre eux" et que l'enjeu porte sur la nature des relations qu'ils entretiennent, les êtres humains ne cessent de mettre, "à tort et à raison"[1], partout du sens et que celui-ci semble difficilement compatible avec l'exigence de rationalité.

Pour demeurer cohérents et éviter d'insurmontables difficultés il semblerait qu'il faille donc commencer par se résigner et admettre cette incompatibilité : là où il y a sens (limité au secteur des enjeux humains) il ne saurait y avoir de rationalité ; là où il y a rationalité (limitée, pour sa part, au secteur de la science objective) il n'y aurait pas de sens. Car, si l'on persiste à vouloir articuler le sens et la rationalité, la confusion menace : comme les enjeux humains ne sauraient se retrouver dans le fil et le contenu de la science objective, il ne resterait plus qu'à construire une science objective des enjeux humains. Mais dès lors disparaît la pertinence de la catégorie de liberté, pourtant considérée comme constitutive de la condition humaine et de ses enjeux. Seule semble alors demeurer l'alternative : radicale séparation (et dualisme effectif) ou renonciation à la catégorie de liberté.

Pourtant, et nous l'avons déjà évoqué sous l'angle plus formel, l'avènement de "l'âge scientifique" qui a permis de procéder à ces radicales séparations (entre science et sens), est aussi contemporain de l'avènement d'un "âge démocratique" qui porte avec lui une autre exigence : un autre univers que celui de la connaissance scientifique, celui, politique, de la visée de relations humaines et sociales, est sommé, bien que comportant du sens, de devenir rationnel. En tant qu'accomplissement d'un projet laïc et démocratique. Pour surmonter l'aporie relative au contenu (éviter la contradiction tout en articulant sens et rationalité) il n'existe, semble-t-il, qu'une possibilité : reconnaître et décréter l'arbitraire du sens (en ce qu'il provient totalement et exclusivement de la délibération et de la décision humaines et ne saurait trouver de sources ni de fondements "naturels" ou "surnaturels"), sans renoncer pour autant à l'entreprise de sa constitution. Dès lors, c'est moins le processus de cette constitution que la centration sur le résultat momentané qu'il produit (le sens transitoire comme élément axiologique déterminant et fondement originaire des intelligibilités et des projets), qui relèverait d'un avatar de l'irrationalité. Cette irrationalité concorderait ici avec la fixation (et au-delà, la dogmatisation) du sens ; la rationalité avec sa critique et le mouvement de ses transformations : remise en cause et réélaboration sans limite.

2.3. D'où il ressort, nous semble-t-il, que la rationalité peut n'être pas totalement étrangère à tout concept de transcendance (celui-ci ayant été convenablement délimité) dans la mesure où la rationalité a besoin, à sa manière, de l'existence de rapports avec autrui, en les problématisant selon ses modes propres. Essayons de préciser brièvement cet aspect, en particulier dans la question de l'originarité (toujours en rapport avec la constitution du sens).

Pour nous, sont originaires, en fait, non pas les sens et significations que nous avons l'impression de reconnaître, invoquer, articuler spontanément à partir d'une expérience qui nous serait propre et exclusive, mais bien au contraire ces sens et significations qui nous viennent "des autres", par lesquels ces autres nous ont permis d'accéder au langage, à la conscience, à la réflexion et qui ont

[1] Allusion au contenu du livre de H. Atlan qui porte ce titre.

formé le cadre référentiel de notre constitution singulière. En cela, cette constitution, tout en nous demeurant propre, est donc néanmoins très largement dérivée, dépendante des conditions relationnelles qui lui ont permis d'émerger, soumise aux normes qui lui furent appliquées.

Relativement à une telle situation (qui résume le rôle et la transmission de la tradition, pourrait-on dire), la rationalité est cet opérateur qui permet à chacun de la mettre à distance et de se déprendre de son immédiateté et de sa prégnance spontanée au profit de la construction intersubjective régulée et argumentée[1]. Opérateur d'émancipation grâce auquel et par lequel la dépendance historique, chronologique et événementielle de notre constitution et de notre formation parvient à devenir autonomie dans et par l'échange égalitaire. Sans pour autant faire table rase des conditions d'émergence du sens et des significations, la rationalité est donc ce qui permet d'en reconstituer ou d'en subvertir la teneur malgré ces conditions d'émergence et pour autant qu'elle réponde désormais aux normes d'une intersubjectivité distanciée et critique.

"Les autres", qui furent diachroniquement les conditions de cette émergence en nous et les sources de son contenu, deviennent alors les interlocuteurs qui désormais nous offrent de réunir les conditions de validation du sens et des significations, en ce qu'eux-mêmes sont devenus pour nous des sujets paradigmatiques rationnels, ouverts aux procédures argumentatives, en lieu et place de ces sujets singuliers, acritiques et déterminants pour nos cadres référentiels premiers. Autrui reste donc toujours nécessaire à l'élaboration du sens pour nous (et en cela nous fait participer de cette transcendance qu'il indique et exemplifie), mais son statut change radicalement (et en cela nous garantit du libre jeu des normes rationnelles) : il était origine incontournable en laquelle s'enracinait la substance de cette élaboration ; il devient partenaire, contribuant avec nous à la création et à la validation, dans le mouvement de la réélaboration. En même temps, et par ce mouvement, nous-mêmes et les autres contribuons tout à la fois à constituer et à proroger une collectivité animée de cette volonté.

Ainsi, nous paraît-il désormais essentiel de resituer les problématiques humaines et sociales dans le cadre d'une rationalité en développement, considérée dans toute sa dimension d'instrument d'émancipation (sans négliger pour autant les avertissements critiques quant à une menace de dogmatisme de la raison ou quant à son excessive instrumentalisation [9], 10]). Et pour ce faire il ne nous paraît pas possible de nous passer des instruments d'objectivation que doivent fournir les formalisations abstraites. Du moins si l'on souhaite sortir de quelques formes d'enfermement, telles que les décrit, par exemple, Husserl [1] :

"<...> les sciences simplement descriptives nous tiennent enchaînés aux réalités finies qui composent notre environnement terrestre. Par contre la méthode des sciences de la nature qui ont atteint à l'exactitude mathématique leur permet d'embrasser les facteurs infinis sous leurs aspects de réalité et de possibilités motivées par la réalité naturelle. Elles interprètent le donné intuitif comme apparence purement relative à notre subjectivité ; elles apprennent à explorer la nature supra-subjective (objective) en dégageant par une approximation systématique ses aspects absolument universels, que ce soit des éléments ou des lois."

3. PHENOMENES HUMAINS, SIGNIFICATIONS ET FORMALISATIONS

Mais revenons aux aspects principalement disciplinaires. Il est de fait que, tout au long des deux premières parties, et à part de rares exceptions, notre abord des disciplines de sciences humaines et sociales est demeuré très superficiel, en ce sens que nous avons en général considéré moins les contenus de ces disciplines que certains aspects de leurs cadres de référence (significations, langages) ou de leurs méthodologies. D'autant, avons-nous souligné au passage, que dans ces domaines il est particulièrement difficile de caractériser faits [11], [12] et objets disciplinaires [13]. C. Lévi-Strauss [14], qui a pourtant contribué à introduire les formalisations les plus fécondes dans certaines de leurs sous-disciplines, ne va-t-il pas jusqu'à soutenir que :

[1] Et non pas, évidemment, au profit d'une simple fuite vers la dérégulation. La déprise comme telle ne suffit pas à caractériser l'action et le travail de la rationalité ; elle peut en effet se manifester dans un redoublement de l'irrationalité, d'où la nécessité de l'application rigoureuse des critères.

"Les "sciences humaines" ne sont des sciences que par une flatteuse imposture."?[1]

À nos yeux, comme nous l'avons déjà remarqué au chapitre III, la difficulté provient plutôt, en grande partie, des obstacles à la construction d'objectivité qui seule permet de déterminer la phénoménalité théorique du domaine à côté de sa phénoménalité empirique intuitive. Même si, sur le plan de la constitution intrinsèque, la démarche structuraliste a permis de délimiter un champ propre et autonome de formalisation (*cf.* dans cet esprit et en rapport avec les mathématiques qualitatives de Thom que constitue la théorie des catastrophes, les travaux de J. Petitot [15] par exemple) et même si, d'un point de vue plus extrinsèque, l'application de certaines mathématiques (notamment les statistiques et probabilités) a permis d'élaborer des instruments de traitements de faits et de constitutions théoriques de phénomènes, il demeure qu'une mathématisation en profondeur de ces disciplines et la constitution correspondante des objets disciplinaires restent largement au-delà de ces perspectives théoriques. Pourtant il nous semble que, moyennant un élargissement de perspective (par rapport à ce qui s'est passé et continue de se développer dans les sciences de la nature avec l'introduction des fonctions, puis des structures de transformations) dans ce que l'on entend par mathématisation, il existe d'ores et déjà des secteurs mathématiques et logiques qui peuvent servir de bases à une telle formalisation intrinsèque des phénomènes humains et contribuer à la détermination théorique de leurs objets. Notamment avec les théories des ensembles, le paradigme du transfini, les théories des modèles. C'est ce que nous essaierons de montrer et de développer tout au long de la troisième partie.

Après avoir rappelé que, du fait que les phénomènes humains sont caractérisés par l'existence du jeu des significations, s'il est concevable et souhaitable de tenter leur formalisation, c'est sans doute en procédant à celle de ce jeu que l'on devra y parvenir. Et que, par conséquent, nous nous trouvons incités à ouvrir un dialogue entre formalisation proprement dite et caractérisation discursive d'une approche rationnelle qui autorise une catégorisation formalisable de ce jeu lui-même.

Une telle approche, toute problématique qu'elle puisse paraître, est possible. Elle s'appuie sur le fait que des analyses et démarches qui, à un niveau (pris au sens fort que nous avons défini), se révèlent incompatibles entre elles, dans leurs objets ou dans leurs méthodes (telles par exemple que les démarches interprétatives et les activités formalisantes, ou encore les approches herméneutiques et les recherches vérificatrices), peuvent trouver à un autre niveau (par exemple à celui des analyses réfléchissantes portant sur la nature des opérations conceptuelles et mentales mobilisées dans chacune de ces attitudes) des éléments et des facteurs de compatibilité. Il ne s'agit pas seulement, dans ce passage d'un niveau à un autre, de se déprendre des objets spécifiques, et de leurs rapports, au profit de la considération de structures et de schèmes qui en gouverneraient la constitution et guideraient l'analyse ; il s'agit plutôt de caractériser la façon (en termes de transformations abstraites) par laquelle on passe de ces objets, et de leurs rapports, à ces schèmes et structures[2].

On est alors conduit à considérer, comme caractéristique d'une activité rationnelle en voie d'unification (T), les transitions (t), par lesquelles s'effectuent les abstractions des objets et de leurs rapports à leurs schèmes et structures selon le diagramme suivant :

MANQUE DIAGRAMME

Suggérant un schème global des rapports (multiples) entre activité rationnelle (unifiante) et traitement du réel ("donné") qui ressemblerait alors à peu près à celui-ci :

MANQUE SCHEMA

[1] Sans reprendre nécessairement à notre compte l'argument de Lévi-Strauss selon lequel cette situation résulte du fait que : "les réalités qu'elles aspirent à connaître sont du même ordre de complexité que les moyens intellectuels qu'elles mettent en oeuvre" : après tout, on aurait pu en dire autant des traitements de l'infini mathématique ou de la complexité algorithmique ou systémique.

[2] Ces derniers peuvent pourtant sans inconvénient demeurer dans le registre de l'incompatibilité, comme il semble que ce soit le cas, par exemple, lorsque l'on met en regard l'internalité propre de l'herméneutique et l'externalité intrinsèque de la formalisation.

REFERENCES DU CHAPITRE XI

[1] E. HUSSERL, *La crise de l'humanité européenne et la philosophie*, Republications Paulet, 1975.
[2] F. POUBLANC, *Logique et métaphysique*, Revue de Métaphysique et de Morale, PUF, Paris, 1991, n°2.
[3] K.O. APEL, *L'éthique à l'âge de la science*, P. Univ. Lille, 1987.
[4] J. HABERMAS, *Morale et communication*, Le Cerf, Paris, 1986.
[5] D. DAVIDSON, *Paradoxes de l'irrationalité*, L'éclat, Paris, 1991.
[6] G. DELEUZE, F. GUATTARI, *Qu'est-ce que la philosophie ?*, Minuit, Paris, 1991.
[7] E. LEVINAS, *Totalité et infini*, Ed. Fayard, Coll. L.d.P. n° 4120, Paris, 1990.
[8] C. BIRMAN, *Judaïsme et rationalité*, preprint, 1991.
[9] M. HORCKHEIMER, Th. ADORNO, *La dialectique de la raison*, Gallimard, Paris, 1974.
[10] O. REVAULT D'ALLONNES, M. JIMENEZ et le CDRTCS, Déclin de la raison ?, in : *Sens et place des connaissances dans la société*, Vol. 2, Ed. CNRS, Paris, 1987.
[11] E. DURCKHEIM, *Les règles de la méthode sociologique*, PUF, Paris, 1983.
[12] Th. IVAINER, *L'interprétation des faits en droit*, L.G.D.J., Paris, 1988.
[13] G-G. GRANGER, *Pour la connaissance philosophique*, Odile Jacob, Paris, 1988.
[14] C. LEVI-STRAUSS, in : *Le Monde*, 8.10.1991.
[15] J. PETITOT, *Morphogenèse du sens* I, PUF, Paris, 1985.

TROISIEME PARTIE

PHENOMENES HUMAINS ET STRUCTURES FORMELLES.

INTRODUCTION DU PARADIGME DU TRANSFINI

"Le qualitatif, en effet, est incompatible avec la précision de la mesure. <...> La qualité peut être ordonnée mais non mesurée."

A.Koyré [1]

"Et cependant j'ai mon infini... que je sens."

P.Valéry [2]

CHAPITRE XII

LA QUESTION DE LA FORMALISATION DES PHENOMENES HUMAINS.

PRESENTATION

1. INTRODUCTION

1.1. Les deux premières parties de ce travail ont donc été consacrées à l'analyse de concepts disciplinaires déterminants pour la caractérisation des "objets" scientifiques de ces disciplines ainsi qu'à celle, plus globale, de l'anneau lui-même et des conséquences que l'on pouvait tirer de ces catégorisations et comparaisons au-delà des secteurs proprement disciplinaires. Nous avons souligné, à la faveur de ces analyses, la difficulté particulière qu'il y avait à la construction des objectivités relatives aux disciplines de sciences humaines et sociales (ce qui nous a d'ailleurs conduit à privilégier les contributions apportées par l'étude des sciences exactes ou naturelles - mathématiques, physique et chimie, biologie -). Mais en même temps nous avons postulé qu'il était concevable et souhaitable que des formalisations et mathématisations viennent contribuer à la constitution des objets des sciences humaines et sociales, au-delà même de ce qu'a déjà pu apporter l'approche structurale dans ces domaines. C'est une tentative en ce sens que nous proposons dans cette Troisième Partie dans l'esprit et la perspective définis à la fin du chapitre précédent (chapitre XI).

Bien entendu, il n'est nullement assuré que cette tentative se révèle assez adéquate et opératoire pour pouvoir être retenue, ultérieurement, dans la formation et le développement de ces secteurs disciplinaires : il nous manque pour pouvoir en juger d'être suffisamment au fait du contenu détaillé et des méthodes fines de ces sciences ; il nous manque surtout de les exercer en profondeur. Nous pensons néanmoins qu'il peut être utile de livrer au débat et au jugement des spécialistes, des idées et orientations suscitées par certaines des problématiques que nous avons pu percevoir.

1.2. Cette introduction a moins pour objet de présenter la nature précise de l'entreprise - nous y consacrerons tout le prochain chapitre - que d'essayer de la mettre en perspective et de dégager les présupposés théoriques et conceptuels qui en forment le cadre de référence.

Un de ces présupposés n'est que l'application conjoncturelle du postulat que nous avons formé de l'unité de la rationalité humaine, que les objets à propos desquels elle s'exerce soient ceux qu'elle

construit dans les sciences des phénomènes naturels, ou qu'ils soient ceux qu'elle s'efforce de construire dans le domaine de l'étude scientifique des phénomènes humains.

En effet, conformément à l'orientation que nous exposée et défendue jusqu'ici, une des hypothèses fondamentales qui ont guidé ce travail peut se formuler ainsi : nos modes rationnels de catégorisation du réel, nos démarches constitutives d'intelligibilité scientifique, nos procédures de construction d'objectivité théorique, correspondent à des structures *cognitives* profondes, à des modes de raisonnement fondamentaux qui, en dernier ressort, ne dépendent pas de la nature des phénomènes étudiés, pourvu que cette étude cherche à s'inscrire dans le cadre d'une rationalité scientifique.

Cela ne signifie certes pas, à nos yeux, que toutes les modalités de leurs manifestations et de leur développement soient acquises d'emblée et de façon an-historique, relativement à l'histoire humaine et aux transformations culturelles qui l'accompagnent. Sur ce point, il nous semble, plutôt, qu'à l'instar de ce qui se produit par exemple dans le domaine de la compétence linguistique (par contraste avec la performance dans une ou plusieurs langues particulières), ce qui se trouve déterminé par la nature du substrat génétique et biologique renvoie à des aptitudes et non à des contenus substantiels fixés *a priori*. Si, à leur niveau génétique et biologique, demeurent invariantes et déterminées les structures qui permettent à des formes de raisonnement et de pensée de s'élaborer et de se réaliser à un autre niveau - ce qui nous permet sans doute de bénéficier d'une certaine cumulativité des acquis de type scientifique ou, plus généralement, rationnels -, ce sont de fait l'histoire et la culture qui actualisent ces aptitudes dans des réalisations évolutives, innovatrices et progressives, dont témoigne par exemple l'histoire de la logique.

Mais nous considérons qu'une fois un mode de raisonnement mis au point et approprié culturellement par une civilisation, il n'y a aucune raison pour qu'il voie son domaine d'utilisation limité *a priori* par des barrières disciplinaires (pour autant, évidemment, que les connaissances aient pu effectivement diffuser entre secteurs de connaissances) ; il peut se révéler efficace comme opérateur de catégorisation de toutes les facettes du réel que l'on cherche à scientifiser (quasi-indépendamment du contenu propre des catégories en question pour autant que celles-ci ne renvoient pas encore aux invariants cognitifs plus profonds que nous avons évoqués). Ainsi en va-t-il du statut de la preuve, des procédures de déduction comme telles, ou d'induction, ou de raisonnements par l'absurde, et ce, quelles que soient les controverses sur les valeurs de validation qu'on leur confère (par exemple, lorsqu'il s'agit d'existence effective - constructible -, ou non, d'entités mathématiques). Ainsi en va-t-il, sans doute, aussi, au niveau des représentations théoriques, des principes régulateurs qui régissent les rapports entre unité et multiplicité, entre diversifications et unifications, tels qu'on les observe à l'oeuvre dans les diverses disciplines (*cf.* sur ce point les détails et remarques du chapitre XVII).

Une seconde hypothèse, qui vient compléter la première, consiste à poser que c'est dans les structures formelles les plus abstraites des mathématiques, de la logique, de la théorie des ensembles, de la théorie des modèles, de la théorie des catégories (au sens technique, logico-mathématique, du terme) que se constituent et se révèlent ces structures de la réflexion et de la pensée rationnelles, qui opèrent dans l'ensemble des secteurs de connaissance scientifique, à un moment donné de leur développement.

Le développement des disciplines des sciences de la nature, tout en restant étroitement lié aux moyens techniques d'expérimentation et d'observation et donc à la nature de leurs objets (exigence de la vérité-adéquation), dépend aussi fortement de l'élaboration de ces structures de raisonnements et des objets théoriques qui leur sont associés (exigence de la vérité-cohérence). En témoignent les développements exemplaires de la physique, mais aussi, plus récemment, ceux de la biologie (ne serait-ce, par exemple, qu'à travers les démarches traitant de la complexité comme telle ou de l'auto-organisation).

En effet, nous voulons souligner le fait que toutes ces théories formelles abstraites, mathématiques et logiques, ne se contentent pas de nous renseigner sur la nature, l'organisation et le "fonctionnement" des objets qu'elles créent et se donnent à étudier, ni, non plus, ne se contentent de

mettre à notre disposition des instruments de formalisation, de modélisation et d'analyse. Elles nous renseignent aussi sur nos propres façons de penser et de raisonner, sur l'état et le développement de ce que nous considérons comme des structures d'intelligibilité, sur les rapports que nous entretenons, de façon évolutive toujours, avec les statuts de l'explication, de la démonstration, de la preuve.

A ce titre, leur intervention dans un essai de compréhension théorique du secteur disciplinaire des phénomènes humains comme tel, à côté et en plus des disciplines proprement dites que sont la sociologie, la psychologie, l'anthropologie, l'ethnologie, la linguistique, l'histoire, les sciences juridiques ou économiques..., ne saurait surprendre. Il faudrait même considérer que leur absence - pour autant que leur portée soit aussi universelle que nous le pensons en tant que constitutive des conditions de possibilité de la scientificité - risquerait plutôt d'être une indication alarmante quant à l'effectivité de la constitution d'objectivité théorique de ces secteurs. Sans pour autant dénier le moins du monde leur spécificité, ni considérer que leurs objectivités, comme nous le verrons très largement dans toute la suite, sont réductibles, ni même comparables, à celles que les études des phénomènes naturels amènent à construire[1].

2. PRESENTATION ET MISE EN PERSPECTIVE

2.1. Comment dire ? D'une certaine façon il s'agit de prendre au sérieux le concept d'**infini** au-delà de son secteur habituel de fonctionnement. C'est-à-dire de le prendre non seulement comme produit conceptuel d'une activité théorique dans le domaine des mathématiques et de la logique, ce qui est acquis depuis longtemps (et même de diverses façons, nous le verrons), mais aussi, ce qui est moins fréquent et sûrement plus osé, comme *catégorie descriptive et explicative* pertinente, voire comme cadre de *construction d'objectivité* pour des phénomènes, et tout particulièrement des phénomènes humains. Bien sûr, sans même aller jusqu'à invoquer l'histoire de la théologie, l'usage du concept d'infini dans le secteur des phénomènes humains n'est pas nouveau ; il présente, en effet, des aspects philosophiques séduisants, mais la plupart du temps cet usage laisse de côté la rigueur et la technicité propres du concept au profit d'une utilisation métaphorique ou d'une saisie intuitive peu contrôlée. Par contraste, nous voudrions soutenir que l'on peut recourir, dans ce domaine des phénomènes humains, à l'usage logiquement et mathématiquement le plus précis et le plus rigoureux de l'infini, en y trouvant non seulement un gain en intelligibilité, mais aussi la source de bonnes raisons théoriques pour la construction d'une objectivité corrélative de ces phénomènes.

Ces raisons théoriques seront essentiellement fondées sur la précision et l'exactitude des concepts ensemblistes et de leur utilisation dans le cadre du *transfini* cantorien. Car c'est bien du *paradigme du transfini* ensembliste, avec ses catégories, ses raisonnements, ses propriétés (cardinalités, nombres ordinaux, types d'ordre,...), qu'il s'agira, lorsque nous chercherons à utiliser l'infini. Cette précision est nécessaire car nous savons (*cf.* l'analyse proposée au chapitre IX des discours de l'infini - transfini et non standard -) qu'il n'y a pas qu'une manière de traiter rigoureusement de l'infini. Rappelons seulement ici que la maîtrise de l'infini que propose le paradigme du transfini est surtout de type conceptuel et rationnel, référé principalement à une problématique de *cohérences* (bien loin de la question d'une quelconque *adéquation*). Il n'est pas sans intérêt (ni sans ironie, si l'on prend un certain recul) de trouver avec les phénomènes humains des corrélats possibles à ces idéalités mathématiques hautement abstraites ; c'est ce que nous allons rechercher en tentant de trouver dans les objets transfinitaires et leurs propriétés de calcul, par-delà des cohérences, des éléments d'adéquation à une objectivation des phénomènes humains.

2.2. Avant d'en venir au vif du sujet, il nous faut, pour éviter trop d'équivoques, procéder à une sorte d'"avertissement" ou de mise au point à propos de la délimitation de notre champ d'investigation et de

[1] Une première version du texte de cette TROISIEME PARTIE a été rédigée en 1984 et a circulé, pour avis, auprès de quelques spécialistes. Je tiens à remercier le professeur H. Atlan pour avoir bien voulu lire ce texte et m'avoir encouragé à poursuivre cette entreprise, ainsi que pour en avoir fait état dans son ouvrage : *A tort et à raison* (Seuil 1986). Je remercie aussi très vivement le professeur G-G. Granger qui a bien voulu s'intéresser à cette tentative et qui m'a offert l'occasion d'en présenter les grandes lignes lors d'une séance de son Séminaire (mai 1989).

la terminologie que nous utiliserons. En effet, se pose d'emblée une difficile question de vocabulaires et de concepts.

Ceux de la théorie des ensembles ne prêtent pas à confusion : ils sont stricts et rigoureux : cardinaux, types d'ordre, puissances d'ensembles, etc., sont des concepts et termes techniques bien définis et pratiquement invariants d'une référence à l'autre, d'un ouvrage à l'autre [3], [4]. De leur côté, suivant les disciplines, voire les sous-disciplines, les sciences humaines et sociales utilisent des termes identiques dans des acceptions différentes ou, au contraire, des dénominations différentes pour des concepts très voisins. Ce n'est pas que chaque discipline n'ait pas son vocabulaire technique et précis, c'est que ce vocabulaire n'est pas fixe d'un secteur à l'autre et qu'il se révèle polysémique selon les secteurs de référence.

Pour éviter trop d'ambiguïtés et de malentendus, il s'avère donc nécessaire de préciser les significations et connotations des termes principaux que nous utiliserons (sans les rapporter obligatoirement, à ce stade, à certaines acceptions techniques de telle ou telle spécialité). Ces précisions nous permettront en même temps de procéder à une première mise en place approximative de la topologie que nous souhaitons structurer et explorer.

- Nous commencerons par délimiter ce que nous appellerons le **champ** de notre analyse. Il s'agira des *phénomènes humains* ; nous les caractérisons comme manifestations des activités humaines (quelles qu'elles soient) en tant qu'objets d'étude, c'est-à-dire en tant que faits potentiels ou constitués. S'en trouve donc exclue toute connotation générale de "condition humaine" en tant qu'elle implique actes de création et devenir, c'est-à-dire en tant qu'elle se présente comme exercice de liberté. S'en trouve aussi exclu tout phénomène naturel, dans la mesure où il n'interviendrait pas dans la communication et les relations humaines, c'est-à-dire qui ne serait pas interprété et doté de "signification" dans ce but.

- Dans le champ ainsi défini nous distinguerons trois **domaines**, renvoyant à une tripartition de l'expérience humaine :

(i) Le domaine de l'*expérience existentielle* : il correspond à la part proprement relationnelle des phénomènes humains, au sens des rapports inter-humains empiriques (pour le point de vue objectif) et vécus (pour le point de vue subjectif), où intervient une reconnaissance mutuelle, qu'il s'agisse d'individus ou de collectivités. S'en trouve donc exclue toute connotation d'abstraction intellectuelle, conceptuelle ou spirituelle, d'une part, et, d'autre part, ce qui se réduit à des rapports plus ou moins automatiques et mécaniques, qui n'exprimeraient qu'unilatéralité.

(ii) Le domaine de la *maîtrise* : il correspond à l'exercice des procédures de domination par des humains sur leur environnement ou sur d'autres humains en tant que ces derniers sont réifiés ou instrumentalisés, c'est-à-dire en tant qu'ils sont dépourvus de la reconnaissance relationnelle telle qu'elle conditionne l'expérience existentielle et s'y exprime.

(iii) Le domaine du *pensé* : il correspond à la partie spéculative des phénomènes humains, où s'exercent l'abstraction et la réflexion, où trouvent place la compréhension et l'explication (précisons d'emblée qu'il ne s'agit pas d'un secteur d'"idées" platoniciennes : ces abstractions ne sont pas séparées des phénomènes humains, elles en sont constitutives et ne les subordonnent pas).

- Dans les domaines, on distinguera le jeu de plusieurs **catégories** fondamentales. Pour ne pas alourdir inutilement la présentation, nous en préciserons la nature et le jeu interactif au fur et à mesure de leur mise en place et de leur utilisation. D'autant que par leur spécification nous commencerons à sortir du formel pour évoquer un contenu relatif à la caractérisation des expériences humaines et qu'il conviendra d'argumenter, de façon plus détaillée, nos choix à cet égard. Indiquons seulement que :

(i) chaque domaine ne comprendra pas le même nombre de catégories (le domaine du pensé en comprendra trois, celui du relationnel six et celui de la maîtrise une seule, qui déterminera donc complètement ce domaine).

(ii) dans le domaine du relationnel chaque catégorie sera appelée à se dichotomiser en deux "points de vue" selon que nous considérerons son activité du point de vue du sujet lui-même (caractère d'engagement dans l'activité catégoriale) - que ce sujet soit agent ou patient, individuel ou collectif - ou selon que nous la considérerons d'une façon plus objective, relativement aux opérations par lesquelles cette activité se manifeste (caractère opératoire de cette activité).

Après ces mises en place préliminaires[1], essayons de situer la nature de notre entreprise de façon plus précise.

2.3.1. "Galiléiser" les phénomènes humains... Mais quelle mesure introduire, quelle "numération" qui leur seraient vraiment adéquates ?

"... Chacun en a sa part et tous l'ont tout entier"

ou :

"... Un seul être vous manque et tout est dépeuplé."

Comment, en admettant qu'il y a bien là une vérité qui s'énonce, prendre en compte ce qu'exprime le poète sans pour autant disconvenir à la rigueur de la logique, ni à la rationalité de la pensée, même si c'est le sentiment qui semble s'y trouver principalement engagé ? Parallèlement, comment se mettre en situation de pouvoir non seulement traiter du qualitatif, des qualités, mais aussi, vraiment de calculer avec elles ? Une démarche qui chercherait à s'y frotter - et c'est bien ce que nous voulons proposer - devrait répondre à bien des conditions en même temps :

- Pouvoir prendre ses assertions (ses hypothèses) chez des "experts" en la matière : écrivains, poètes et, pourquoi pas, politiques, idéologues. Mais pouvoir aussi répondre à ce que l'on peut trouver en soi-même ou dans ce fond collectif quasi-inépuisable que constituent les traditions dans les significations qu'elles transmettent.

- Pouvoir intégrer dans ses analyses des aspects décrits comme purement qualitatifs, voire brumeux ou semblant échapper à l'approche rationnelle usuelle. Mais exiger néanmoins une rationalité et une rigueur qui les rendent contrôlables, vérifiables, réfutables : ne plus s'en tenir à des opinions, mais pouvoir travailler sur des propriétés.

- Ne pas réduire pour autant ses objets d'étude à une réification ou à des mécanismes; c'est-à-dire ne pas pouvoir se prêter à une correspondance directe, ni même quelque analogie immédiate, avec des objets, des instruments, des phénomènes naturels. Echapper, donc, aux représentations naturalistes sans pour autant perdre l'exactitude, aux critères des calculs quantitatifs habituels sans pour autant renoncer à la calculabilité comme telle, aux jeux des limitations physiques sans pour autant disconvenir aux exigences de l'abstraction logique et mathématique.

S'agit-il d'une exigence de scientificité appliquée à un domaine particulier ? De recherche de rationalité, en tout cas, qui se manifeste par un essai de mathématisation et de mise en forme logique. D'où ce verbe barbare, mais évocateur : "galiléiser", verbe qui connote, rappelons-le, non seulement une volonté d'objectivation et d'intelligibilité mais aussi une visée et un effet d'émancipation humaine.

En tout état de cause, nous cherchons à nous situer du côté de la construction et du traitement de faits objectifs, c'est-à-dire de la scientificité. Cette précision nous paraît nécessaire car, s'agissant des phénomènes humains, de leur interprétation, de leur compréhension, voire de leur orientation, on rencontre au moins deux attitudes, qui d'ailleurs peuvent s'articuler sans contradiction tant leurs fins et leurs rôles sont différents. Rappelons ici les distinctions que nous avons introduites. D'un côté la science construit des faits, les objectivise et aboutit à la connaissance théorique de phénomènes élaborés. Cette connaissance est historiquement et conceptuellement cumulative. D'un autre côté, ce

[1] Cette tripartition traditionnelle (*cf.* par exemple, J. Zacklad, *Essai d'ontologie biblique*, Mouton, La Haye, 1964) de l'expérience humaine peut évoquer - de très loin, évidemment, tant les niveaux considérés sont éloignés - la trichotomie (phylogénétique et fonctionnelle) de ce que Mac Lean a appelé le cerveau triunique. Ce point sera brièvement abordé et discuté en remarque annexe au chapitre XIV.

que l'on a convenu d'appeler sagesse s'appuie sur un savoir, parfois réflexif, souvent plus ou moins implicite, de la condition humaine, de ses manifestations, des conduites et comportements individuels et collectifs. Ce savoir, relatif essentiellement à des normes et à des valeurs socialement produites, n'est pas à proprement parler historiquement cumulé ; il est plutôt traditionnellement transmis et ajusté, sans que l'on puisse aisément distinguer (comme dans le cas de la connaissance scientifique) des acquis irréversibles.

Pourtant, sur ce plan de la compréhension des phénomènes humains, de nombreuses tentatives ont été faites dans le passé pour parvenir à quelque objectivité, tentatives dans lesquelles l'analyse du langage d'une part - en tant qu'instrument de communication, mais aussi en tant que support et producteur de représentations -, et l'analyse du droit, d'autre part - en tant que producteur de normes et que révélateur de valeurs -, ont joué un rôle essentiel, notamment chez les philosophes. Jusqu'au développement des formalismes logiques et mathématiques qui conduisirent à de si grands succès pour les sciences de la nature, succès que l'on a souvent essayé de rééditer en appliquant ces disciplines à l'analyse et à la théorisation des phénomènes humains[1].

2.3.2. La question se pose donc : Comment situer notre entreprise par rapport à d'autres démarches de mathématisation ou de formalisation relatives aux sciences humaines ? Pourquoi recourir à la théorie des ensembles et à ce que nous avons appelé le paradigme du transfini ?

Soulignons d'abord qu'il ne s'agit évidemment pas de ce que l'on désigne usuellement par "mathématisation dans les sciences humaines ou sociales", qui recouvre le plus souvent la transposition de moyens et de procédures mathématiques rapportées à des techniques formelles classiques (algèbre, analyse, probabilités, etc.) et qui n'engagent, comme le plus souvent dans les sciences de la nature, que des mesures finies. Non, il est question de transposer non pas des méthodes et des techniques, mais l'acte même du "coup de force" effectué par la mise en rapport des phénomènes naturels avec les grandeurs mathématiques et leurs calculs, acte qui constitua comme telles les sciences de la nature (la physique, du moins) : ce qui se révéla lorsque l'on comprit que, essentiellement et fondamentalement, dans la chute des corps, les distances parcourues étaient aux durées écoulées comme la "somme des impairs" (les carrés). Pour tenter de faire pendant à cette physique nous envisagerons, par la mise en rapport avec le transfini, de constituer, similairement, l'autonomie formelle et mathématisée de ce que l'on pourrait appeler une *"anthropique"*[2].

Ce n'est nullement renoncer à tous les acquis des schématisations qui, dans la plupart des cas, ont permis l'obtention des résultats les plus solides et des analyses les plus fécondes. Notamment les acquis des approches structuralistes, qui tendent à traiter des rapports humains en termes que l'on pourrait qualifier de *topologiques* [5] (en particulier à travers la mise en forme diagrammatique ou l'utilisation de graphes). Par rapport à ces méthodes, et pour poursuivre la métaphore, l'approche que nous proposons serait à comparer à une "algèbre" ou à une "analyse", qui permettraient de dégager des propriétés *métriques* et des moyens de calcul sur les quantités que l'on pourrait alors associer aux "qualités" considérées. Il ne s'agit donc nullement de substituer une démarche à une autre, mais bien d'essayer d'articuler des approches différentes en vue de dresser un tableau plus complet et, si possible, d'élaborer une théorie plus satisfaisante. Il conviendra donc de nourrir la double exigence de l'adéquation aux propriétés d'ensemble et de la correspondance aux propriétés de graphes. Néanmoins nous n'aborderons pratiquement pas ce dernier aspect : il constitue en effet un énorme acquis et il serait ridicule de prétendre le résumer ou même, plus simplement, de prétendre pouvoir l'utiliser dans toute sa richesse et sa variété. La majeure partie de ce qui va suivre aura donc pour but d'argumenter le bien-fondé de notre recherche particulière, d'en présenter et discuter les principes, d'en analyser les

[1] Citons en matière de grammaire et de logique : dans l'Antiquité, Aristote ou les stoïciens ; plus tard les scolastiques puis Port-Royal ; puis le souci de caractéristique universelle de Leibniz en vue de résoudre les conflits (*"calculemus"*), les débouchés sur les sytèmes formels "non métaphysiques" (logique mathématique, logique modale, sémantique formelle, etc.) avec Frege, Russell, Carnap, Lesniewski, Lukasiewicz, Tarski... ; jusqu'à la moderne philosophie du langage ; et dans un autre registre les très récentes approches philosophiques d'A. Badiou (*L'être et l'événement*, *Le Nombre et les nombres*).

[2] Sans allusion, ici, à ce que certains désignent actuellement, pour expliquer les valeurs de certaines constantes de la physique, sous le terme de "principe anthropique".

premiers résultats, de fournir des exemples qui pourront eux-mêmes faire l'objet d'approfondissements et de développements ultérieurs.

Précisons dès maintenant, pour le souligner, le fait que les mises en correspondances proposées n'engagent pas nécessairement une position épistémologique ou philosophique quant à la signification des morphismes qu'elles révèlent ou des calculs qu'elles permettent (pas plus en tout cas, qu'une telle position ne se trouve engagée, au départ, dans l'établissement des rapports entre phénomènes physiques et structures mathématiques). Ce n'est qu'en un second temps, réflexif par rapport au premier, que pourront se poser ces questions d'interprétation et de signification à propos de la nature et du rapport des objectivités qui auront pu être constituées. Bien que guidé par des considérations conceptuelles et des présupposés théoriques, le premier acte se veut principalement technique.

2.4.1. C'est dans cet esprit que nous allons définir plus précisément le cadre de référence dans lequel nous nous placerons : il s'agira de la théorie des ensembles ZFC (Zermelo-Fraenkel avec axiome du Choix), d'une part, et d'autre part la théorie des modèles fondée sur cette théorie des ensembles. Bien entendu nous ne nous limiterons pas étroitement à la prise en considération de la seule axiomatique de la théorie ZFC : nous serons amené à discuter les effets de l'abandon, du rajout ou du renforcement de tel ou tel axiome (par exemple l'axiome du choix, ou l'axiome de fondation), la restriction à tels ou tels types d'ensemble (par exemple les ensembles constructibles), voire la prise en compte d'un système axiomatique *a priori* différent (par exemple dans la perspective de la logique intuitionniste [6] ou de la logique effective [7]).

Par ailleurs nous nous placerons, en général, dans le cadre de l'hypothèse du continu, et même dans le cadre de l'hypothèse généralisée du continu. Ce point ne jouera pas un rôle majeur dans la suite et nous n'aurons pas à nous préoccuper vraiment de la vérité ou non de ces hypothèses, dont on sait par ailleurs qu'elles sont indécidables dans le système axiomatique ZFC de référence (Gödel [8], Cohen [9]). En fait le problème de la distinction (la puissance du continu, **c** est-elle un **aleph** et lequel ?) ne se posera que sur un point bien précis, lorsque nous aurons effectivement à "comparer" *c* comme puissance de l'ensemble des parties d'ensembles de cardinalité dénombrable **d** ($\mathbf{c = 2^d}$) et comme cardinalité de l'ensemble de la classe des ordinaux dénombrables (il est démontré que *c* est supérieur ou égal à $\mathbf{aleph_1}$) ; nous rappellerons alors cette remarque, mais d'ici là elle n'est pas pertinente et nous prendrons donc $\mathbf{c = aleph_1}$.

Les propriétés principales auxquelles nous ferons appel seront de trois types différents :

(i) Les propriétés portant sur les transfinis proprement dits : propriétés des cardinaux, des types d'ordre, des nombres ordinaux ; calculs sur ces quantités et sur les ensembles correspondants; propriétés des ensembles constructibles ; etc.

(ii) Les résultats, plus généraux, de la théorie des modèles associée à la théorie axiomatique classique des ensembles, notamment - en logique des prédicats du premier ordre - les résultats de non catégoricité des modèles (théorèmes "vers le bas" et "vers le haut" de Löwenheim et Skolem) ou leurs équivalents au second ordre, qui tous conduisent à la conclusion d'une sorte de sous-détermination du sémantique par le syntaxique (les propositions valides excèdent les propositions démontrables).

(iii) Les résultats, plus généraux encore, de limitation (incomplétude, indécidabilité syntaxique ou sémantique, *cf.* Gödel, Church, Tarski).

2.4.2. Nous examinerons dans les prochains chapitres, de façon beaucoup plus approfondie, les raisons (théoriques, axiomatiques, épistémologiques) pour lesquelles ce paradigme du transfini nous a paru adéquat et fécond dans une approche objectivante des phénomènes humains. Nous profiterons toutefois de la technicité que nous venons de mentionner pour présenter, à titre introductif et pour nous familiariser avec la démarche que nous proposons de suivre, des raisons que l'on pourrait qualifier d'"intuitives" ou, à la rigueur, de pré-théoriques. Reprenons les propriétés que nous venons d'évoquer dans l'ordre de leur présentation.

(i) Nous avons déjà souligné le fait que le transfini ensembliste présente un cadre (de conceptualisations axiomatiques, de modes de raisonnement, de moyens de calculs formels), qui semble répondre à certains présupposés préalables à une formalisation de la conceptualisation des phénomènes humains et à des calculs qui leur seraient propres. Ce cadre prend en compte, par son contenu intrinsèquement infinitaire, un caractère inépuisable que nous considérons comme propre aux objets quelque peu spéciaux que nous considérons. En effet, il convient de remarquer que le seul traitement en extension ne permet pas d'atteindre à une réelle intelligibilité des phénomènes humains : leurs facettes, leurs composantes, leurs significations, leurs prises aux interprétations sont infinies, inépuisables. Il y faut donc un traitement en compréhension. Si l'on cherche à les formaliser au moyen de mathématiques de l'infini, on ne pourra donc avoir directement recours aux mathématiques constructives, ni même aux approches non standard ; il faudra d'abord s'engager dans une approche à la Cantor. On aura alors effectué une sorte de transfert d'intelligibilité (des significations conceptuelles et factuelles) entre la variété mouvante et inépuisable des phénomènes humains et les modèles transfinis.

Par ailleurs, ce cadre transfini fournit, en distinguant radicalement ordinaux (et types d'ordre) et cardinaux, un instrument supplémentaire de comparaison et de calcul, qui permet de traiter non seulement de quantités, mais aussi de "qualités". Cet avantage se combine avec la capacité que montre la théorie des ensembles à pouvoir classer et comparer ce qui se présente au premier abord comme mutuellement incommensurable. En même temps, l'extrême richesse de contenu et de nuances que comporte cette théorie, associée à ses étonnantes subtilités conceptuelles, permet d'éviter une réduction excessive des classes d'objets considérées (les phénomènes humains) et de leurs rapports.

(ii) Au-delà, la théorie des modèles introduit ses propres effets. En particulier elle met en évidence (avec le paradoxe de Skolem) une relativité des cardinaux qui s'oppose à une ontologisation excessive des objectivités construites, tout en autorisant des procédures de réduction non mutilantes. Ce type de résultat permet de concilier conceptuellement des représentations qui peuvent sembler incompatibles dans une première approche, sans appauvrir pour autant les correspondances établies. Par exemple, cette théorie permet de fonder l'existence de modèles non standard répondant aux mêmes axiomatiques que les modèles standard. Ce genre de propriété évoque aisément des situations analogues dans le domaine des phénomènes humains (non détermination complète des conduites par les normes, par exemple). Ainsi, l'objectivité elle-même se trouve-t-elle relativisée à la nature du modèle (au sens de la théorie des modèles) de référence.

À vrai dire, on peut considérer qu'il en va déjà de même au niveau de l'"existence" des concepts considérés (et, par conséquent, de leur corrélat dans l'expérience). En effet, il faut remarquer que les "existences" ensemblistes cantoriennes (ordinaux transfinis, ensembles de puissances non dénombrables) s'appuient (par contraste avec les existences constructibles usuelles) sur la démonstration de l'impossibilité de construire effectivement des existences (des entités, idéalités mathématiques) qui contreviendraient à ces "existences" cantoriennes. Ce qu'exprime Lebesgue (*cf.* Bruter [10]) en disant :

"Une existence de cette nature peut être utilisée dans un raisonnement de la manière suivante : une propriété est vraie, si, la nier, conduit à admettre qu'on peut ranger tous les nombres en une suite dénombrable."

Ces démonstrations d'"existences" démontrent en fait la négation de certaines propriétés abusives que l'on prêterait à des entités constructibles, bien plus que certaines propriétés positives concernant les entités non constructibles (ce sont en quelque sorte des démonstrations de limitations internes)[1].

Ainsi est-on, là encore, conduit à se dégager d'une ontologisation excessive au profit d'une approche objective qui autoriserait tout au plus une sorte d'ontologie "négative".

[1] Le raisonnement de Lebesgue va plus loin puisqu'il conduit à utiliser positivement la double négation, ce que les intuitionnistes n'admettent pas.

(iii) Enfin, dans un esprit comparable, mais aussi d'un point de vue externe cette fois, l'existence des grands théorèmes de limitation (incomplétude, indécidabilité), qui trouvent également leur place dans la correspondance formelle, permet de renvoyer à l'idée selon laquelle le système des phénomènes humains ne constitue pas un système clos et que l'explication à son propos ne saurait être achevée une fois pour toutes. Ces limitations peuvent s'interpréter en considérant qu'elles constituent le reflet, dans le modèle, du fait qu'il existe des capacités humaines d'initiative, une liberté créatrice, et qu'une objectivation des phénomènes n'épuise pas la condition humaine et ses enjeux problématiques. La théorisation comprend, dans son principe même, les conditions de sa limitation comme c'est le cas, en effet, dans l'empiricité et la conceptualité de l'expérience humaine.

Concluons cette présentation en restant dans la même perspective (notamment par rapport au point (ii) que nous venons d'aborder), et en nous référant explicitement à la problématique de construction d'objectivité qu'appelle le domaine disciplinaire dans lequel nous nous situons maintenant.

Il nous paraît important d'introduire, dans le cadre de cette discussion du recours à une théorie des ensembles pour traiter des phénomènes humains, la distinction conceptuelle entre objectivité constructive et objectivité corrélative, ainsi qu'elle se trouve thématisée en philosophie des mathématiques par J-M. Salanskis notamment [11] et, sous un angle assez similaire, par A. Badiou [12] (dans son analyse des rôles respectifs que peuvent jouer, du point de vue philosophique, les théories des ensembles et les théories des catégories). Cette problématique est, bien entendu, propre aux mathématiques ; elle n'a que peu de pertinence dans les secteurs disciplinaires (la physique notamment) où les questions d'objectivité, malgré toutes les formalisations mathématiques qui contribuent à les constituer, ne se posent pas vraiment en termes de statut d'idéalités mais bien en termes de rapports à des éléments de réalité (matérielle ou formelle) comme c'est le cas dans les sciences de la nature en général. Mais du fait du rôle constitutif joué par la signification comme telle dans les disciplines traitant des phénomènes humains, il semble bien que cette distinction puisse y trouver une pertinence opératoire, inattendue mais utile.

En effet, dans ces disciplines, à côté des modes d'objectivité que l'on pourrait caractériser classiquement comme constructifs et qui renvoient à des démarches semblables à celles que l'on utilise dans les sciences de la nature (recours aux méthodes statistiques ou à des théories des graphes, par exemple), toutes les considérations que nous venons de développer sur les modes profonds de raisonnement, les invariants cognitifs possibles, etc., renvoient pour leur part à des traits intentionnels spécifiques, de nature semble-t-il éminemment corrélative, en ce sens que le statut d'existence des "objets" qui y sont traités est principalement symbolique, plus logique et formel, somme toute, que naturel. Si donc la plupart des efforts de mathématisation et de formalisation dans les sciences humaines trouvent leur répondant en tant que domaine d'objectivité du côté de l'objectivité constructive, dans la mesure où le fait humain a été et est principalement traité comme homologue à un fait naturel (non réellement intentionnel), en revanche, dès qu'il s'agit de caractériser des processus phénoménaux directement associés à l'intentionnalité elle-même, c'est-à-dire, en l'occurrence, engageant réellement les significations comme telles et les symboliques interprétatives qui les constituent, il semble bien que ce soient des domaines d'objectivité corrélative qu'il s'agisse de déterminer. Non seulement parce qu'il s'agit d'évoluer dans un univers de formes logico-symboliques, mais aussi en ce que les significations ne se prêtent pas seulement à des procédures analytiques, mais font également appel à des saisies globales, de nature gestaltiste. D'autant qu'elles se constituent et évoluent essentiellement dans le monde d'intersubjectivité où se développent des relations humaines et sociales qu'elles thématisent le plus souvent secondairement (*cf.* à ce sujet les remarques de L. Scubla [13] sur les rites, qui conclut en ces termes : *"<...> d'où la conjecture que, dans les rituels en général, ce sont plutôt les actions qui engendrent les représentations, que les représentations qui dirigent les actions) "*.

Ainsi, mais peut-être pas aussi paradoxalement qu'il peut paraître à première vue, c'est dans le secteur éminemment problématique de la formalisation objectivante des phénomènes humains qu'une analyse aussi abstraite que celle qui concerne le statut d'existence des idéalités mathématiques trouve un écho opératoire et une "application" relative à une "naturalité" particulière. Comme si ce domaine

d'étude correspondait normalement à l'ontologie régionale pour laquelle une objectivité corrélative, articulée à l'objectivité constructive usuelle, devait se révéler pertinente.

REFERENCES DU CHAPITRE XII

[1] A. KOYRE, *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Gallimard, Paris, 1973.
[2] P. VALERY, *Monsieur Teste*, Gallimard, Paris, 1984.
[3] A.A. FRAENKEL, Y. BAR-HILLEL, A. LEVY, *Foundations of Set Theory*, North-Holland, 1984.
[4] J-L. KRIVINE, *Théorie axiomatique des ensembles*, PUF, Paris, 1969.
[5] J. PETITOT, *Morphogenèse du sens* I, PUF, Paris, 1985.
[6] A. HEYTING, *Intuitionism. An introduction*, North-Holland, 1980.
[7] P. LORENZEN, *Métamathématique*, Gauthiers-Villars, Mouton, Paris, 1967.
[8] K. GÖDEL, The consistency of the axiom of choice and the generalized continuum hypothesis, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, Ed. PNAS, p. 556, 1938.
[9] P.J. COHEN, *Set Theory and the Continuum Hypothesis*, Benjamin, Québec, 1966.
[10] C-P. BRUTER, *De l'intuition à la controverse*, Blanchard, 1987.
[11] J-M. SALANSKIS, *Colloque : Le platonisme mathématique*, Paris, 1993.
[12] A. BADIOU, Colloque : *Le platonisme mathématique*, Paris, 1993.
[13] L. SCUBLA, Sciences cognitives, matérialisme et anthropologie, in : *Introduction aux sciences cognitives*, D. Andler Ed., Gallimard, Coll. Folio, Paris, 1992.

CHAPITRE XIII

PRINCIPES DE CORRESPONDANCES

"Nous pouvons diviser de plusieurs manières ce qui tombe sous le concept de rouge, sans que les parties ainsi obtenues cessent d'être subsumées par ce concept. À un tel concept on ne peut attribuer aucun nombre fini."

Frege [1]

Pour ne pas être trop abstrait nous commencerons par être restrictif ; l'extension se fera ultérieurement (pour les éléments techniques relatifs à la théorie des ensembles, voir [2], [3]).

1. DOMAINES ET CARDINALITES

1.1. Mises en place

Nous poserons[1] que le domaine de l'*expérience existentielle*, le vécu évoqué plus haut, est associable à des types d'ordre d'ensembles caractérisés par la cardinalité du dénombrable **d (= aleph$_0$)**. Plus : que cette puissance d'ensemble est cela même qui indice ces expériences, si variés que soient les types d'ordre mis à contribution pour établir, au niveau le plus fin, la correspondance.

Au conceptuel, au *pensé*, effet de la réflexion ou de l'abstraction, on associera de même des types d'ordre d'ensembles caractérisés par la puissance du continu **c** (= **aleph$_1$** sous l'hypothèse du continu).

Par contraste, à l'exercice de la *maîtrise* sur ce que l'on caractérise comme objets, fussent-ils objets psychologiques ou sociaux réifiés ou instrumentalisés, on fera correspondre le fini, *n* (quel que soit *n*, car c'est la catégorie du fini qui importe pour l'instant ; la définition du fini, relativement à l'infini, avec les nuances apportées par la mathématique non standard entre formellement fini et calculablement fini sera reprise et analysée plus tard).

Ce seront là nos bases principielles. L'argumentation de ces choix s'appuiera, à ce stade, et malgré le début de considérations formelles de la note précédente, sur des références de type essentiellement analogique, à savoir que :

(i) l'expérience vécue recèle (en tant que passé récupéré par la tradition et la mémoire, en tant que présent assumé, et en tant qu'avenir déterminé et projeté) les potentialités et effectuations inépuisables du dénombrable, sans atteindre pourtant à la puissance du continu ;

(ii) seul l'effet d'abstraction, qui permet la construction de l'ensemble des parties des ensembles existentiels considérés, devient susceptible de mettre ce domaine en correspondance avec la puissance du continu (**2^d** = **c**) ;

(iii) à l'inverse, dans l'effet de maîtrise, d'une part ces possibles viennent se limiter et d'autre part les ordinalités et cardinalités viennent à coïncider, comme il en va des ensembles finis.

On a ainsi fixé la correspondance pour les *domaines* considérés dans le chapitre précédent.
Revenons maintenant brièvement sur le contenu des assignations proposées, d'un point de vue conceptuel d'abord, puis plus technique ensuite.

[1] C'est au niveau de ce choix, et à côté d'autres arguments, de type heuristique, que nous sommes amené à invoquer d'emblée le théorème de Löwenheim-Skolem, à savoir que *tout ensemble cohérent d'axiomes associés à une logique des prédicats du premier ordre a un modèle dont l'univers est infini dénombrable*. Il semble "naturel" d'admettre que c'est précisément d'un tel univers qu'il s'agit lorsque l'on se propose de commencer à établir la correspondance.

1.2. Commentaires

(i) Que la représentation du fini calculable caractérise la maîtrise et doive ainsi lui correspondre, on le discerne dans l'analyse de la position du sujet à propos de la domination qu'il exerce ou subit : cette position est étroitement associée à une réification et une instrumentalisation de ce sur quoi une maîtrise est exercée. En même temps en est, par là même, postulée une exhaustibilité, grâce à quoi on peut circonscrire et totaliser un donné (condition préalable à l'exercice pratique de la maîtrise ou de la domination). A cette objectification réelle ou supposée qui délimite et circonscrit un donné exhaustible, épuisable, maîtrisable, correspond bien une représentation par la finitude la plus classique.

Par contraste, dans la relation vécue où des subjectivités échangent entre elles et se constituent elles-mêmes à travers ces échanges, c'est la réalité d'une inépuisabilité de rapports mutuels, d'expériences interhumaines qui s'exprime et qui laisse la place à l'invention relationnelle ; ce que le fini ne peut enclore de richesse proliférante et innovante quant au "contenu". Il faudra évidemment affiner cette analyse, notamment quand il s'agira de spécifier les catégories qui prennent place dans ce domaine, en tenant compte de la dualité de points de vue qui s'impose, selon que l'on considère la phénoménalité sous l'angle du sujet lui-même ou des opérations dont il est à l'origine ou le destinataire. Nous y reviendrons plus tard, à l'occasion de la mise en place des *catégories* qui repèrent et structurent chacun des domaines.

Dans le pensé et le conceptuel enfin, c'est tout le contenu de l'expérience humaine dans ses maîtrises d'une part, ses relations de l'autre, qui se trouve doté de significations et thématisée par combinatoire, association abstraite, etc., en sorte qu'en deviennent les objets tous les sous-ensembles et parties qui peuvent être formés à partir de ces expériences considérées comme composantes. C'est-à-dire, en tout état de cause, un ensemble de parties, de cardinalité supérieure à celui qui a ces expériences pour éléments. On peut même faire usage ici d'un argument qui s'apparente à la preuve diagonale ; parmi toutes les conceptualisations abstraites associatives, si on les considérait comme formant un ensemble de puissance équivalente à celle de l'ensemble des expériences relationnelles, on en trouverait qui ne figureraient pas dans cet ensemble supposé complet : celles-là mêmes qui résulteraient d'une combinatoire dont les éléments viendraient tous dans des places différentes de celles où ils apparaissent déjà (d'où la nécessité de recourir pour la représentation à un ensemble de cardinalité supérieure, le continu en l'occurrence).

(ii) Venons-en à une remarque plus technique. Pour caractériser les différents domaines, nous avons introduit les cardinalités les plus basses : fini, dénombrable, continu. Quels sont les avantages d'un tel choix par rapport à d'autres qui auraient pu paraître *a priori* équivalents ?

Sans revenir aux analogies liées aux contenus conceptuels, nous noterons que la particularité essentielle tient à l'affectation du fini à la situation de domination ou de maîtrise ; cette caractérisation fait jouer à ce domaine un rôle très spécial par rapport aux autres puissances d'ensemble. En effet, il n'existe pas de procédure interne qui permette de passer, sans axiome d'existence explicite, d'un ensemble de cardinalité finie à un ensemble infini (même dans le cas dénombrable) ; alors que la procédure de formation de l'ensemble des parties d'un ensemble permet, pour sa part, de passer d'une cardinalité infinie à une autre (d'un **aleph** au suivant : $\mathbf{2^{aleph}_j = aleph_{j+1}}$, sous l'hypothèse généralisée du continu). Il apparaît donc, dès l'abord, une sorte de coupure radicale entre la situation de maîtrise et celles dans lesquelles les cardinalités sont infinies (relationnel, pensé). Cette coupure est satisfaisante dans la mesure où nous concevons, en effet, la situation de domination comme ne visant à mettre en jeu que des représentations de choses ou de manipulations portant sur ces choses, là où pourtant des rapports humains devraient se trouver engagés (comme c'est le cas dans les deux autres domaines). La question se posera donc ultérieurement des voies et des moyens du passage par "infinitisation", de ce domaine fini aux domaines infinis (l'extraction hors d'une situation de domination, la venue à la pertinence d'enjeux humains) ou, à l'inverse, de la capacité d'inscription dans un état de fait maîtrisé, d'acquis relationnels ou abstraits (par restriction cette fois d'un infini à du fini).

Une autre propriété fondamentale, associée au contraste entre ensembles finis et infinis, tient à ce que dans les ensembles finis les nombres cardinaux et ordinaux sont confondus. Dans les ensembles

infinis, au contraire, à une même cardinalité correspondent non seulement des types d'ordre, mais aussi des nombres ordinaux très variés (en nombre, eux-mêmes, infini). La distinction qui en résulte apporte une très grande richesse calculatoire et conceptuelle, richesse que l'on associe à la souplesse et l'inépuisabilité du relationnel ou du pensé, par opposition à la rigidité complètement déterminée de la situation de maîtrise.

Ces points importants une fois précisés, rien ne s'oppose ensuite, grâce à la générativité propre à la formation des ensembles cantoriens, de considérer, pour tel ou tel problème particulier, des ensembles munis d'**aleph** d'indice quelconque, pourvu que les *rapports* entre eux correspondent à la nature des rapports que l'on cherche à traiter. On sait en effet que l'indiciation n'a pas de valeur absolue et que l'on peut relativiser les cardinaux transfinis entre eux (*cf.* le paradoxe de Skolem), une fois acquis le dénombrable.

2. CATEGORIES ET TYPES D'ORDRE

2.1. Considérations générales

Une fois mises en place les cardinalités relatives aux domaines, considérons, sans encore entrer dans les détails, les *catégories* appelées à y trouver place, catégories que nous représenterons par des *types d'ordre* (et, parmi eux, des nombres ordinaux) correspondant à la cardinalité du domaine considéré.

Il est inutile de revenir sur le domaine du fini, puisque comme nous venons de le voir, il n'y a pas, pour lui, de distinction entre cardinalités et ordinalité (la catégorie de la domination est coextensive à son domaine, pourrait-on dire). Intéressons-nous plutôt aux deux autres domaines.

Considérons d'abord le domaine du relationnel et sa cardinalité dénombrable. Avant de procéder aux catégorisations elles-mêmes et aux spécifications des types d'ordre correspondant, nous commencerons par faire une remarque fondamentale, déjà évoquée précédemment. Il convient, dans ce domaine, de discriminer entre les caractéristiques pertinentes des types d'ordre, selon l'angle sous lequel on considère les catégories (c'est-à-dire selon l'angle sous lequel on procède à l'analyse des phénomènes). En effet, la compréhension phénoménale dans le domaine humain relationnel engage à la fois deux mouvements très différents dont chacun semble nécessaire : un mouvement orienté sur et par le sujet, mouvement selon lequel "on peut se mettre à la place" (du sujet considéré ; *cf.* la "compréhension" weberienne) et un mouvement de type beaucoup plus objectif, auquel on rapporte les opérations relatives au sujet (celles qu'il effectue ou qui le sollicitent), dans une sorte de mise à distance qui les détache du sujet proprement dit, tout en les y maintenant référées.

Dans la première perspective, à l'engagement du sujet relationnel on fera correspondre les types d'ordre *denses*. Pour justifier un tel choix nous aurons recours à une homologie. En effet, on peut considérer qu'un sujet reste toujours identifiable entre deux de ses identifications, si "rapprochées" soient-elles l'une de l'autre (permanence de l'identité), ce qui, dans le dénombrable, renvoie précisément à la propriété de densité. De même, entre deux spécifications d'une aperception subjective, il est toujours possible de trouver ou de construire une nuance intermédiaire. Ainsi admettrons-nous que la densité caractérise cette facette manifeste du phénomène lorsqu'on le rapporte à *qui* en fait l'expérience.

Dans la seconde perspective, en tant que c'est l'activité opératoire des sujets qui est engagée dans la relation intersubjective, on fait correspondre (pour une même catégorie) des types d'ordre *discrets*. Dans ce cas, en effet, pour reprendre l'homologie, la séquentialité opératoire est scandée par la suite de ses événements. Chacun d'entre eux, comme chaque composante de l'activité, demeure distinct et disjoint du précédent ou du suivant et l'on ne peut en général pas trouver systématiquement un noyau d'activité qui se situerait entre deux autres ; nous admettrons donc que le discret caractérise cet autre aspect : *ce qu'est* l'expérience et comment elle se déroule (et non plus qui la fait).

Par contraste avec ce qui se passe dans le domaine du vécu, le domaine de l'activité de pensée ne se dédouble pas de cette façon : il existe une sorte d'homogénéité structurelle abstraite qui, tout en

jouant des types d'ordre (continus, denses, discrets, mixtes) dans la puissance du continu, ne se catégorise pas (au moins en première approximation) selon leur nature et demeure formelle.

2.2. Caractérisations

2.2.1. Remarques préliminaires

Le paragraphe que nous abordons est un des plus délicats. En effet, il s'agit de mettre en rapport des entités mathématiques précises et bien définies (les types d'ordre), avec des catégories plus ou moins empiriques censées caractériser, classer et représenter la quasi-totalité des phénomènes humains. La question qui se pose d'emblée est celle de l'arbitraire éventuel d'une telle catégorisation qui semble avoir résolu le problème avant même de l'avoir complètement formulé : pourquoi ces catégories et pas d'autres, pourquoi ce découpage, etc. En fait, il ne nous est pas possible d'argumenter rigoureusement en faveur des choix que nous opérons ; les arguments que nous pouvons proposer sont eux-mêmes empiriques, fondés sur une réflexion plus philosophique que proprement scientifique, sur un acquis de tradition plus que sur une construction formelle [4]. Ce qui en soi n'a rien d'étonnant, puisque l'enjeu de l'entreprise est justement de parvenir à une telle formalisation qui permette ensuite de constituer une objectivité.

Si nous voulions faire une comparaison, nous dirions que nous nous trouvons un peu dans la situation d'avoir, par exemple, à formuler une loi de chute des corps, avant même de savoir si le concept de corps "en général" (indépendamment de sa forme ou de sa substance) est fondé et en admettant qu'une telle loi dans le vide a un sens (et quel que soit le lieu de son utilisation), alors que la variabilité des comportements des corps pesants dans des milieux réels (air, eau...) semble jeter le doute sur la possibilité d'un comportement générique. Pour parvenir à construire une objectivité relative à la chute des corps, il faut donc opérer un coup de force conceptuel (dont le succès ne peut être garanti *a priori*), qui catégorise et classe les variabilités, tout en posant que la généricité ainsi dégagée est mathématiquement formalisable. La théorie se révèle fausse si la catégorisation est inexacte (si l'induction généralisante est infondée) ou si la formalisation est inadéquate. L'important est que l'on puisse dégager des critères qui permettent de tester, en la vérifiant souvent ou en la réfutant ne serait-ce qu'une fois, la théorie proposée. Bien entendu, la difficulté peut résider aussi dans la possibilité d'élaborer de tels tests, soit que le champ de l'expérimentation ou de l'observation reste encore inaccessible, soit que la théorie ait tendance à s'auto-immuniser contre toute remise en cause et devienne irréfutable (tout en pouvant être complètement non pertinente). Le champ des phénomènes humains est particulièrement sensible à ces difficultés, aussi n'est-ce qu'avec circonspection - et sous réserve de contrôles ultérieurs, théoriques ou empiriques, dans l'observation effective ou dans la cohérence formelle - que nous avançons les propositions qui vont suivre.

2.2.2. Catégorisations conceptuelles du champ des phénomènes humains

Les catégories seront conçues comme des *coefficients* constitutifs du champ des phénomènes, appartenant à différents domaines ou permettant la transition entre eux. Ces coefficients seront considérés de façon plus dynamique que statique, c'est à dire définis non seulement par leur identité mais surtout par le mouvement de leurs rapports mutuels - grâce à quoi cette identité prend sens et se thématise. Un peu à l'image des concepts théoriques dont les rapports (oppositions, renforcements, enchaînements...) jouent un rôle au moins aussi important que leur stricte définition (dont on sait d'ailleurs qu'elle se fait le plus souvent de façon implicite, axiomatiquement et à travers le tissu de significations qui leur confère leur statut et à partir des rapports entre les indéfinissables du champ conceptuel considéré).

Procédons domaine par domaine, sans oublier de considérer aussi les conditions de passage entre eux.

(i) Passons rapidement sur le domaine de la maîtrise, dont nous avons déjà postulé qu'il ne comportait qu'une catégorie unique qui se confondait avec lui (à quoi correspond l'identification entre cardinal et ordinal dans le domaine du fini) ; cette catégorie, inhérente au domaine, est celle du *pouvoir* (ou encore, de la domination).

(ii) Le domaine du vécu relationnel (cardinalité infini dénombrable) sera, évidemment, le plus riche. Il comprendra cinq coefficients proprement constitutifs plus une sixième catégorie qui assurera la transition entre lui et le domaine de la maîtrise. Du fait que son rôle est transitionnel, cette catégorie sera plus conçue comme un *opérateur* que comme un coefficient au sens que nous avons donné à ce terme (la même situation se reproduira plus tard, dans des conditions un peu différentes, lorsqu'il faudra considérer le passage du domaine "vécu" au domaine "pensé").

Détaillons un peu en nous aidant du schéma 1.

SCHEMA MANQUANT.

Les coefficients seront, respectivement :

A : La catégorie de la naissance, que l'on considérera comme paradigmatique de tout ce qui est surgissement et innovation d'une part (relativement à la position du sujet), de tout ce qui est associé au don et à l'expression d'une générosité d'autre part (relativement aux opérations liées aux rapports entre sujets).

B : Par contraste, la catégorie de l'histoire, paradigme de l'immédiate mise en situation du sujet dans une lignée (culturelle, politique, théorique...) où il s'insère, d'une part, et d'autre part des résistances, rigueurs et difficultés à quoi il est conduit à s'affronter de ce fait.

C : La catégorie de la sexuation, jeu affectif et physique de la relation duelle entre protagonistes distincts (sexués), appelés à se conjoindre et à former une intimité fondée sur un échange où le sentiment tient la plus grande part.

D : La catégorie de l'économique ; l'échange est repris mais thématisé dans le registre des biens plus que dans celui des personnes; les identités des agents perdent beaucoup de leur pertinence et de leur consistance. D'une certaine façon ce coefficient est au précédent ce que **B** était à **A**.

E : La catégorie de la coexistence, qui certes renvoie à la question de la violence meurtrière, mais qui, plus essentiellement, joue sur la capacité de rendre compatibles les quatre coefficients précédents qui semblent devoir écarteler le domaine relationnel et qui constituent pourtant son identité. Ce coefficient est donc de nature assez différente de celle des premiers : beaucoup plus formel, il se définit principalement par son rôle de contrôle et de régulation de leurs rapports ; il est en quelque sorte ce qui permet de trouver quelque chose de commun entre eux, alors même que leur compatibilité reste hautement problématique.

F : Enfin, en position limitrophe, en bordure du domaine, la catégorie du couplage entre le domaine du vécu relationnel et celui de la maîtrise effective ; un opérateur qui peut faire que l'exercice du pouvoir soit, ou non, animé et orienté par le souci relationnel plus que par d'anonymes fonctionnements institutionnels ; que les appareils soient tournés, ou non, vers l'accomplissement humain.

Sans nous étendre outre mesure sur ce qui pourrait faire l'objet de longues digressions, de genres très variés, nous gloserons rapidement ce tableau avant de définir les grandeurs ensemblistes correspondantes.

A et **B** constituent les deux pôles d'un niveau relativement abstrait du vécu relationnel que reprennent à un autre niveau, plus concret, **C** et **D**. Le premier niveau peut être considéré comme ce qui s'acquiert, effectivement, mais aussi en tant que principes, dans le cadre originaire de l'*"individualo-parental"*, tandis que le second niveau modalise ces acquis et ces principes dans le domaine plus collectif de la *relation sociale* (même si c'est toujours de rapports interpersonnels qu'il s'agit).

Selon un point de vue complémentaire, **A** et **C** représentent le côté créatif, tendre et accueillant du domaine relationnel, alors que **B** et **D** en représentent le côté dur et menaçant, la nécessité historico-économique.

La question de l'articulation entre individuel et social, entre innovation et poids des nécessités, est donc cruciale pour que le domaine trouve sa plénitude et s'unifie ; c'est ce que représente **E**, dont le rôle est moins d'apporter un surplus de contenu, que d'assurer les coordinations caractérisant l'identité du sujet (individuel et collectif) et son authenticité. C'est pourquoi l'on peut considérer que ce coefficient présente une vacuité spécifique et intervient pour permettre et orienter la "densification" de chacun des autres et, par conséquent, du domaine lui-même.

Enfin, la constitution d'identités, l'établissement de relations humaines, resteraient un processus incomplet si la question de leur retranscription dans la sphère du pouvoir n'était pas posée et ce, d'un double point de vue. Le point de vue selon lequel les conduites de domination et de maîtrise menacent les acquis relationnels (anonymats contre identités, fonctionnements aveugles contre choix délibérés...), et le point de vue inverse selon lequel ces acquis sont appelés à investir et normer le domaine de la maîtrise (dont l'autonomie n'est pas en cause, mais dont les régulations demeurent problématiques). C'est ce que représente l'opérateur F, médiation indispensable (le relationnel ne saurait être en prise directe sur les fonctionnements) et en même temps protection nécessaire contre les pertes d'identité "institutionnelles". Le rôle de cet opérateur est bien de couplage et de circulation entre ces deux domaines.

(iii) Le domaine du pensé se présentera assez différemment (schéma 2).

SCHEMA MANQUANT.

Il sera constitué de deux coefficients stables et d'un troisième qui pourra se présenter selon deux figures distinctes en fonction de l'approche que l'on en fera, à savoir : comme coefficient proprement dit ou comme opérateur de couplage avec le domaine du vécu relationnel. Commençons par les deux premiers.

G : La catégorie (intentionnelle) de l'**intelligibilité**, en tant que capacité à comprendre ou à être compris. On est encore dans la possibilité, la virtualité de compréhension, ce par quoi peut se manifester une rationalité et ce par quoi elle se constitue (on en trouverait une analogie, quant au langage, dans la parole qu'on énonce ou qu'on écoute).

H : La catégorie (matricielle) de la **formalité** (ou de la formalisation), qui circonscrit, met en forme opératoire, détermine, l'intelligibilité pour la rendre accessible et traitable, effective et transmissible : déterminations langagières, évidemment, mais aussi déterminations formelles et théoriques (l'analogie serait, cette fois, avec le texte qu'on écrit ou qu'on lit).

Le troisième coefficient se percevra sous deux formes :

La première, **I** : La catégorie de la pensée comme telle, en tant qu'elle est autonome, non déterminée, évoquant la source de la volonté et du dessein. C'est un secteur de totale vacuité, par quoi la pensée créatrice est possible et ne se clôt pas, une ouverture par quoi la liberté peut trouver lieu (mais hors du schéma de phénoménalité lui-même) et s'exercer.

La seconde, **I'** : La catégorie de la pensée, toujours, mais en tant qu'elle est féconde, cette fois, c'est-à-dire en tant qu'elle vise à comprendre et façonner l'existence humaine et son paysage. I' intervient alors comme opérateur de transition entre domaine pensé et domaine relationnel. Cette pensée se présente alors sous l'aspect de la *connaissance*, expression du couplage entre intelligibilité et formalité (G et H), orientée vers le domaine relationnel, selon le jeu des déterminations, cette fois.

Après ces brèves approches conceptuelles, venons-en maintenant aux correspondances formelles.

2.2.3. Correspondances formelles des catégories

Reprenons l'analyse domaine par domaine et catégorie après catégorie, en suivant la même disposition que celle que nous venons de présenter.

(i) L'ordinal fini, confondu avec le cardinal fini (**n**) du domaine de la maîtrise, codera la catégorie du pouvoir, coextensive au domaine.

(ii) Dans le domaine du vécu relationnel auquel on a associé le cardinal du dénombrable (*d*), la situation est moins simple. Non seulement il faut définir les types d'ordre associés aux diverses catégories, mais en plus il convient de réaliser le dédoublement que nous avons déjà évoqué entre la position du sujet proprement dit et ses opérations. En ce qui concerne le sujet, nous retiendrons les types d'ordre denses et pour les opérations, nous retiendrons les types d'ordre discrets. Les raisons de ces choix ont déjà été mentionnées (rappelons seulement qu'il s'agit de rendre compte, d'un côté de la permanence du sujet - entre deux états du sujet il existe toujours un autre état de ce sujet -, et de l'autre côté de la discontinuité des actions et opérations qui lui sont associées).

Pour procéder aux affectations, nous remarquerons qu'il existe dans le dénombrable exactement quatre types d'ordre denses. Le premier sera noté *h*, c'est un type d'ordre dense sans premier ni dernier terme (il est équivalent à l'ensemble des rationnels de l'intervalle (0, 1)[1] dans leur ordre naturel. Le second est sans premier terme mais avec un dernier terme et il sera noté *h* + 1, équivalent aux rationnels dans (0, 1>. Le troisième, 1 + h, a un premier terme, mais pas de dernier (*cf.* <0, 1)). Le quatrième, enfin, 1 +*h* +1, a un premier et un dernier terme (*cf.* <0, 1>). Le passage d'un type d'ordre dense à un autre peut donc se symboliser par un jeu d'ouverture ou de fermetures pour l'ensemble de référence (les rationnels de l'intervalle).

Nous nous servirons de ces quatre types d'ordre pour caractériser formellement les catégories **A**, **B**, **C**, **D**, respectivement, considérées du point de vue du sujet. Considérées du point de vue des opérations, on introduira les types d'ordre discrets qui présentent des points communs relativement à l'ouverture et à la fermeture (existence de premiers ou de derniers éléments). En procédant systématiquement à partir du nombre ordinal w[2], on formera respectivement $w + {}^*w$, w, ${}^*w$, ${}^*w + w$, que l'on associera, par dualité (relativement à l'existence de premier ou dernier termes), à ces mêmes catégories. Ainsi, on obtiendra les doubles affectations suivantes :

$$\mathbf{A} \leftrightarrow \{h;\ w + {}^*w\},\ \mathbf{B} \leftrightarrow \{h + 1;\ w\},\ \mathbf{C} \leftrightarrow \{1 + h;\ {}^*w\},\ \mathbf{D} \leftrightarrow \{1 + h + 1;\ {}^*w + w\}.$$

Tentons, ne serait-ce que de façon analogique, de justifier ces choix.

Relativement à lui-même, le sujet surgissant, en **A**, n'a l'expérience intime ni d'une origine, ni d'une fin : il est subjectivement étranger à son début comme à son terme, les extrémités de sa vie (sa naissance, sa mort) lui sont externes ; bien qu'encadré entre ces deux bornes qui constituent des points limites, il s'apparaît à lui-même comme dépourvu de premier comme de dernier terme, d'où le type d'ordre correspondant, *h*. En revanche, du point de vue des opérations dont il peut être le siège ou qu'il déploie, en tant qu'une objectivité à son égard se trouve engagée, c'est au contraire dans un "espace" bien délimité qu'il évolue, pourvu d'un début et d'une fin qui le bornent et le circonscrivent : il est né et il mourra, par conséquent son action a eu un commencement et elle aura un achèvement, quand bien même l'entre-deux lui apparaît potentiellement inépuisable et que ses choix ne soient, en principe, pas limités ; situation qu'évoque la structure d'ordre de $w + {}^*w$.

A l'inverse, en **B**, le sujet historique, s'il se sait n'avoir pas de premier terme (son origine se perd dans le passé de sa lignée individuelle ou collective), n'échappe pas à la clôture que constitue sa fin individuelle, dernier terme pour lui de sa présence historique, dans la mesure même où il vit en l'absence de ses propres ancêtres. Au contraire, les opérations qui le concernent ou dont il est lui-même la source, connaissent un commencement en ce qu'il est lui-même historiquement apparu, du

[1] Les parenthèses :], ou : [, indiquent l'ouverture de l'ensemble ; les crochets : <, ou : [, indiquent la fermeture.
[2] Sa notation usuelle est *oméga* (noté ici w), il correspond au type d'ordre des entiers naturels pris dans leur ordre croissant {1, 2, ...} (bon ordre) ; l'ordre inverse {..., 2, 1} est noté ${}^*w$.

point de vue factuel où s'inscrivent ces opérations, mais la perspective offerte à leur portée dépasse sa propre fin : il modifie l'état de fait pour l'avenir, il agit au regard de ses successeurs.

A la sexuation du sujet, en **C**, est associée le sentiment de sa fin propre (dualité subjective de l'amour et de la mort), que thématise le rapport à l'altérité à quoi il se conjoint ; ce que symbolise l'existence d'un dernier terme : lui-même se clôt en même temps qu'il se complète dans l'unification de la relation dont une des propriétés est précisément de clore et d'unifier une intimité duelle. Par contraste, c'est l'illimitation, la fécondité à quoi ouvre cette relation, qui apparaît du point de vue de la mise en oeuvre et de la mise en perspective opératoire (pas de dernier terme de l'ordinal discret). En même temps, cette relation prend appui sur une origine assignable et datée, par rapport à laquelle il y a effectivement un avant et un après (premier terme).

Enfin, en **D**, le sujet est enfermé dans son rôle d'agent économique ; il demeure en permanence sous la menace de la perte de l'identité, de l'interchangeabilité avec d'autres agents économiques, sous la menace de se trouver lui-même réduit à une marchandise et par là de se trouver enclos de toute part. Ses opérations, au contraire, se déploient dans une région illimitée : à l'échange en tant que tel (effectif ou symbolique) il n'y a ni premier ni dernier terme ; il s'agit d'une circulation dont on ne peut indiquer aucun commencement, ni aucun achèvement.

Si, après ces brefs commentaires, nous cherchons de la même façon à caractériser E, il apparaît immédiatement que sa spécificité rend la tache plus difficile. En tant qu'il est vide, ce coefficient ne peut se caractériser par un type d'ordre stable qui le déterminerait comme sont déterminés les autres coefficients; en tant qu'il doit assurer la compatibilité de ces coefficients distincts, il doit signaler ce qu'il peut y avoir de commun entre eux. Le plus direct est d'attribuer à ce coefficient le cardinal même du domaine qu'il unifie, **aleph$_0$.** En effet, la cardinalité tranche avec l'ordinalité tout en y participant[1] : tous les types d'ordre considérés jusqu'à maintenant s'inscrivent dans la cardinalité dénombrable qui constitue leur point commun et, relativement à l'ordre, le cardinal est vide tout en unifiant, caractéristiques que nous cherchons précisément à traduire.

Considérons enfin le coefficient **F**, que nous avons présenté essentiellement comme un opérateur de couplage entre le domaine du dénombrable et celui du fini. Son statut particulier appelle une analyse un peu plus longue et approfondie, d'autant que, comme nous le verrons, sa nature et son existence sont directement liées à l'axiomatique ensembliste elle-même (axiome de l'infini, *cf.* chapitre XV).

Commençons par une remarque. Le passage dans le transfini d'une cardinalité à une autre ne pose pas de grandes difficultés : l'axiome des parties d'un ensemble ouvre la voie à l'utilisation de la procédure qui consiste à former cet ensemble, dont la cardinalité est strictement supérieure à celle de l'ensemble de départ. Il n'en va pas de même dans le passage entre fini et transfini : d'une part l'ensemble des parties d'un ensemble fini demeure fini et, d'autre part, l'axiome de l'infini ne permet pas de définir une procédure de formation d'un ensemble infini à partir du fini. A ces différences correspond d'ailleurs la classification par Cantor des types d'ordre et nombres en classes I et II (pour la phénoménologie de l'humain, on pourra trouver là l'expression d'une dénivellation fondamentale entre l'existence placée sous le signe de la maîtrise réifiante et instrumentalisante et l'existence placée sous le signe du relationnel intersubjectif ou du spéculatif : la socialisation relationnelle ou culturelle est incommensurable avec les mécanismes et institutions qui visent à l'assurer).

La caractérisation d'un "opérateur" d'infinitisation (ce terme, pour le distinguer de l'opération d'induction transfinie) à partir du fini ou de "troncature" dans une suite infinie discrète[2] ne va donc pas du tout de soi. Poser l'axiome de l'infini (*cf.* chapitre XV) garantit une existence mais ne fournit pas un

[1] On sait qu'un cardinal peut aussi être considéré comme le plus petit nombre ordinal de cette cardinalité. On pourrait dire de façon imagée qu'il présente ainsi le "prototype" minimal du bon ordre d'une cardinalité donnée.

[2] Vu sous cet angle, cet opérateur privilégie les nombres ordinaux (la troncature d'un segment initial suffit à donner une suite finie) et exclut l'action sur les ensembles denses ; cette parenté plus grande entre le fini et les types d'ordre discrets peut évoquer, dans le secteur de la phénoménologie humaine, un lien plus étroit entre les mécanismes de pouvoir et les opérations conduites par le sujet (types d'ordre discrets), qu'entre ces mêmes mécanismes et les caractérisations propres du sujet (types d'ordre denses).

moyen de passage ; concevoir l'opérateur reviendrait-il alors à le connecter avec l'acte d'abstraction qui consiste à poser l'axiome[1] ? Peut-être faut-il revenir à la façon dont fut conçu par Cantor l'ordinal *w*, dont le caractère spécial provient aussi du fait qu'il est un nombre limite (qui n'a pas de prédécesseur immédiat) : c'est le premier nombre ordinal transfini. Il s'agit, après avoir construit d'abord les ensembles W_n = 0, 1, 2, ..., *n*-1, à passer à la *totalité* en définissant *w* = 0, 1, 2, ... dont tous les éléments sont des nombres plus petits que *w*. L'acte de collectivisation totalisante d'un ensemble incomplètement déterminé dans son extension constitue le *passage à la limite* d'un processus d'induction. C'est à ce passage à la limite que renvoie l'opérateur en question.

Cependant il est une autre façon d'aborder la difficulté qui, sans nécessairement la résoudre, peut se révéler éclairante.

Posons-nous la question : l'opérateur d'infinitisation est-il réellement un "opérateur" ou se présente-t-il, plus abstraitement, surtout comme un facteur d'intelligibilité ? Admettons un instant qu'il ne s'agisse pas de procéder opératoirement à une énumération illimitée (ou à une troncature dans une suite illimitée qui serait donnée *a priori*), mais plutôt de caractériser formellement une situation qui puisse tenir à la fois du fini et de l'infini.

Pour procéder à une telle analyse nous emprunterons alors à la conceptualisation associée à l'analyse non standard, déjà évoquée, tout en rappelant que l'approche en compréhension de la théorie des ensembles ne se confond pas avec une démarche de prise en considération d'un modèle non standard et ne saurait *a fortiori* s'y réduire.

Rappelons que la mathématique non standard permet de distinguer entre trois caractères (fini, formellement fini - tout en étant calculablement infini - et formellement infini) et non plus deux seulement (fini et infini). Notre point de vue nous conduit à privilégier ce concept intermédiaire de *formellement fini*. En effet, il tient du fini pour ce qui est de la caractérisation logique (aucune équipotence entre un tel ensemble et une de ses parties propres) et néanmoins du non fini pour ce qui est de l'appréhension intuitive, du sémantisme spontané et de la calculabilité (du fait de la présence d'entiers infiniment grands dans de tels ensembles, ils ne sont pas calculablement, ni récursivement finis). On notera que le caractère formel qui assure la finitude est associé à l'existence d'*applications* entre ensembles (les bijections qui permettent de comparer les puissances d'ensembles), opérations extérieures à la détermination interne de l'ensemble, tandis que les traits infinitaires sont relatifs au *contenu* de ces ensembles (par exemple l'ensemble des entiers plus petits qu'un entier infiniment grand donné N est formellement fini bien qu'il comporte une infinité d'entiers infiniment grands). Tous ces aspects font que ce coefficient de couplage peut être utilement considéré comme un ensemble formellement fini.

Phénoménologiquement parlant, par rapport à l'humain, on peut alors être tenté d'établir la correspondance suivante : pour les opérations avec le côté de la maîtrise (caractérisé par le fini au sens classique), dont on conçoit qu'on ne puisse circonscrire que formellement le rapport avec la dimension du vécu, et pour le contenu, au contraire, avec ce vécu qui, dans le modèle, ressortit au dénombrable. C'est dans ce double rapport que se concrétiserait le couplage et que se manifesterait l'"infinitisation".

Nous pouvons même pousser un peu plus loin l'analyse en recourant explicitement, comme pour les autres coefficients, à l'usage des types d'ordre. En effet l'ensemble des entiers non standard présente un type d'ordre, *v*, assez particulier ; on a : *v* = *w* + (**w* + *w*) *h*. Nous reviendrons plus précisément sur les opérations (addition et multiplication) entre types d'ordre dès le prochain paragraphe de ce chapitre et nous n'entrerons pas ici dans trop de détails. Il suffit de constater que *v* présente un segment initial équivalent à la suite des entiers naturels (*w*), puis apparaît à sa suite une combinaison multiplicative entre type d'ordre dense (*h*) (qui correspond à la succession des classes

[1] Ces considérations renvoient notamment, on l'aura remarqué, aux controverses engagées par les mathématiciens et logiciens intuitionnistes sur la constructibilité effective et reprennent d'une certaine façon l'ancienne distinction entre "infini en puissance" et "infini en acte". L'avancée récente de la mathématique non standard, que nous évoquons à nouveau plus loin, a justement redonné vigueur à ces discussions.

d'équivalence des entiers infiniment grands[1] et type d'ordre discret (*w + w) (qui correspond à l'ordre des entiers relatifs à l'intérieur de ces classes d'équivalence). Une troncature dans le segment initial bien ordonné permet d'obtenir un nombre fini et il est tentant de faire correspondre ce "côté" de v au côté du domaine fini ; à l'inverse, le reste fait intervenir une combinaison de discret et de dense qui incite à la comparaison avec le côté du domaine dénombrable (du relationnel des phénomènes humains). Ainsi peut-on voir, de façon imagée, dans cet ensemble, une articulation qui corresponde au rôle de couplage que nous cherchons à faire jouer au coefficient qui lui est associé.

Dernière remarque, dans un registre plus général, sur cette question : il faut souligner le fait qu'une telle situation théorique (existence de modèles non standard et des propriétés afférentes) résulte de ce que la syntaxe ne *caractérise* pas complètement les objets : l'axiomatique (de Peano) n'est pas catégorique pour la logique du premier ordre. En transposant dans le secteur de la phénoménalité humaine, on pourrait dire que les *normes* ne suffisent pas à déterminer complètement la réalité phénoménale des conduites, ni à en rendre compte exhaustivement (possibilité de la transgression ou de l'innovation dans la relation).

(iii) Dans le domaine du pensé, enfin, auquel on a associé la cardinalité du continu (**c**), nous aborderons les types d'ordre à partir de la considération des ensembles de points et de leurs propriétés et, évidemment, sous un angle principalement topologique. Le type d'ordre de référence que nous utiliserons sera y (les réels en ordre croissant dans l'intervalle (0, 1) ouvert) ; en effet, un théorème démontre qu'il est contenu (lui-même ou un type d'ordre isomorphe) dans tout ensemble continu.

Du point de vue des ensembles de points, à **G** on associera un ouvert; en tant qu'ouvert non dénombrable il est dense en lui-même.

À **H** on associera un fermé ; en tant que fermé non dénombrable (et dense en lui-même) il est parfait.

Un résultat établit que l'ensemble des points d'accumulation d'un ensemble non dénombrable est parfait; on considérera alors que l'ensemble associé à **H** n'est autre que l'ensemble des points d'accumulation de l'ensemble associé à **G** (**H** étant parfait coïncide avec l'ensemble de ses propres points d'accumulation). Ainsi l'ensemble associé à **H** est l'ensemble des points limites de l'ensemble associé à **G** et l'opération qui consiste à passer de **G** à **H** se traduit par la construction de l'ensemble des points limites de l'ouvert.

Une telle situation évoque la caractérisation que nous avons faite plus haut du passage d'un "topos intelligible" (l'ouvert) à sa mise en forme effective, sa détermination, qui trace des limites là où il y avait virtualité (le fermé).

Sous l'angle des types d'ordre, l'ensemble associé à **G** est mis en correspondance avec y et, comme fermé, celui associé à **H** est mis en correspondance avec $1 + y + 1$. Le passage de l'un à l'autre revient à une double fermeture, l'une à droite (opération que nous désignerons par S) et l'autre à gauche (opération R). Nous reviendrons plus en détail sur ces opérations dans un instant, quand nous aurons considéré la caractérisation du coefficient I.

En tant qu'il est vide et qu'il se présente quasiment comme l'expression d'une pure condition de possibilité pour **G**, **H**, et leur couplage, le coefficient **I** joue dans ce domaine un rôle équivalent à celui que jouait dans le dénombrable le coefficient **E**. De la même façon qu'à ce dernier nous avons attaché la cardinalité $\mathbf{aleph_0}$, pour des raisons semblables, nous attacherons à I la cardinalité du continu ($\mathbf{aleph_1}$). L'absence de type d'ordre renvoie à la vacuité, tandis que la cardinalité renvoie à ce qui est commun aux autres coefficients du domaine.

À la pensée autonome et non déterminée représentée par **I**, on a aussi associé **I'**, pour spécifier la fécondité de cette pensée et la connaissance qu'elle produit, c'est-à-dire pour exprimer l'opération de couplage entre **G** et **H** qui permet l'élaboration de cette connaissance. C'est donc à ce couplage (que

[1] Ici deux entiers infiniment grands sont considérés comme équivalents si la valeur absolue de leur différence est limitée (c'est-à-dire n'est pas infiniment grande).

représente ici la paire (**R,S**) des opérations de fermeture considérées plus haut) que nous allons nous intéresser principalement.

En effet, on peut faire correspondre au passage symbolisé par cette paire une classe d'opérations très "naturelles" (et qui ouvre par ailleurs à de grandes possibilités de calcul). Il suffit de recourir à des ensembles de *fonctions*, d'autant que l'ensemble des fonctions réelles continues sur (0, 1) possède la puissance du continu et, de ce fait, appartient au domaine considéré[1].

L'intervalle associé à G peut être fermé en faisant opérer des fonctions appartenant à un ensemble dénombrable (ce qui introduit déjà un certain rapport avec le domaine dénombrable, et notamment avec le type d'ordre w). Ainsi, on passera de (0, 1) à (0, 1> (fermeture à droite, opération S) en faisant agir la suite dénombrable de fonctions :

$$n> = 0 \quad z_n = 3/2^n - x \text{ pour } ½^n <= x <= ½\, n^{-1} \quad (\text{d'où } ½^n < z_n <= ½^{n-1})$$

(Les signes ≤ ou ≥ signifient "inférieur ou égal" ou "supérieur ou égal", respectivement).

On pourra procéder de même pour R, de sorte qu'on peut ainsi passer des caractéristiques des ensembles associés à G à celles associées à H. Le couplage proprement dit sera représenté par la suite dénombrable des fonctions considérées (sous cet angle fonctionnel I pourra alors être considéré comme la puissance (*c*) des fonctions d'où procèdent ces suites).

Commentaire aux paragraphes 1 et 2

Si nous cherchons à résumer la démarche que nous avons suivie, nous repérerons essentiellement trois mouvements.

Le premier jalonne le champ des phénomènes humains en caractérisant les domaines par leur *cardinalité* (continu, dénombrable, fini) et en posant les coefficients correspondants (I, E, *n*).

Le second ordonne et organise ces domaines en les catégorisant au moyen de *types d'ordre* compatibles avec ces cardinalités.

Le troisième, enfin, établit et analyse les rapports que ces domaines entretiennent entre eux au moyen des *opérateurs de couplage*.

Mais il s'agit là d'un point de vue analytique et rétrospectif : de fait, si l'on s'en remet à l'ontogenèse individuelle ou à l'histoire culturelle et sociale, les domaines ne se constituent que parce que les catégories s'y développent et que les couplages opèrent ; les trois mouvements sont toujours contemporains les uns des autres, même si l'on peut repérer des prévalences selon les âges de la vie ou de la société.

3. CALCULS ET OPERATIONS

Bien entendu, les règles de calcul entre cardinaux, nombres ordinaux, types d'ordre, que nous appliquerons seront exclusivement celles de la théorie des ensembles et nous n'y reviendrons qu'occasionnellement, pour simplifier la lecture. En revanche, il nous faut déterminer la nature de la correspondance entre ces règles et opérations ensemblistes et le traitement des significations dans le champ des phénomènes humains. C'est la question que nous allons maintenant aborder.

Pour commencer il faut souligner que les nombres que nous manipulons, et *a fortiori* les ordres, ne présentent pas du tout les mêmes propriétés que les nombres ordinaires des théories arithmétiques usuelles. Les opérations elles-mêmes sont fort différentes, même si l'on peut toujours parler d'addition ou de multiplication, par exemple (mais il n'y a ni opposés, ni inverses aux transfinis).

La combinatoire relativement limitée des cardinaux reflète la relative autonomie des domaines que nous avons distingués et la propriété la plus intéressante est liée à l'exponentiation (cardinal des

[1] L'ensemble de toutes les fonctions a une puissance $f = 2^c$, strictement supérieure à celle du continu, nous ne les considérerons pas ici.

parties) qui, dans le transfini, permet de passer d'un cardinal à un cardinal plus élevé, c'est-à-dire d'un domaine au suivant. Cette combinatoire est beaucoup plus riche pour les types d'ordre d'un domaine, c'est-à-dire pour le jeu des catégories correspondantes. C'est donc principalement de ce point de vue que nous considérerons les opérations.

3.1. Addition et consécution

L'*addition* des types d'ordre ou des nombres ordinaux revient à les séquentialiser en les juxtaposant et en les concaténant dans l'ordre indiqué par l'opération ; nous ferons correspondre à cette opération la *consécution* dans les phénomènes, qu'elle se manifeste de façon empirique et temporelle, ou causale et déterministe, ou abstraite et logique.

Les propriétés d'*associativité* de cette addition assurent la stabilité de la consécution quant à la façon d'en regrouper les segments, pourvu évidemment que leur ordre ne soit pas modifié. Mais, pour les types d'ordre, l'addition n'est en général pas *commutative* ; par exemple : $1 + w = w \neq w + 1$ (rappelons que "≠" signifie "différent de"), ou : $w + {}^*w \neq {}^*w + w$; ou encore, pour les types d'ordre dense, $h + h + 1 = h + 1$, $h + 1 + h = h$, etc.

Cette propriété de non commutativité s'accorde bien avec la non commutativité générale de la consécution dans les phénomènes : le résultat de deux actions successives dépend, en effet, de l'ordre dans lequel on les effectue ; ou encore, la situation finale du sujet dépend de l'ordre dans lequel il a expérimenté les situations qui, se succédant, produisent et composent cette situation finale.

De même, l'ordre propositionnel n'est, en général, pas commutatif et le résultat de la consécution de deux propositions liées par un connecteur tel que l'implication dépend évidemment de l'ordre dans lequel elles se présentent par rapport au connecteur (ordre qui n'est d'ailleurs pas nécessairement celui dans lequel elles ont été énoncées).

En revanche, les lois d'addition des cardinaux sont commutatives, même si elles peuvent paraître bizarres : une somme finie de cardinaux transfinis est toujours égale au plus grand d'entre eux ("absorption", pour ainsi dire de tous les cardinaux transfinis inférieurs par le plus grand, à quoi correspond la prévalence du domaine le plus "abstrait" dans la consécution phénoménale, c'est-à-dire dans la transition entre domaines).

3.2. Multiplication et détermination

La *multiplication* des types d'ordre présente aussi de grandes différences par rapport à la multiplication ordinaire : si elle reste *associative*, en revanche, en général, elle n'est pas *commutative*, ni *distributive* par rapport à l'addition si c'est le premier facteur qui se présente sous la forme d'une somme, bien qu'elle le demeure si c'est le second facteur qui est une somme.

Ainsi, par exemple, pour les types d'ordre discrets (le "**.**" indique l'opération de multiplication) :

$2.w = w \neq w.2$ (pour la commutativité)
$(w + 1).2 = w.2 + 1$ (pour la non distributivité sur le premier facteur)
$a.(b + c) = a.b + a.c$ (pour la distributivité sur le second facteur)

Si nous revenons aux définitions ensemblistes, nous constatons que la multiplication de deux types d'ordre revient à ordonner les *paires* d'éléments appartenant aux ensembles sur lesquels sont définis ces types d'ordre. Ainsi, le type d'ordre $a.b$ correspond à la mise en ordre de la paire (b_j, a_j), avec $b_j \in b$ et $a_j \in a$ (le symbole "∈" est le symbole d'appartenance ensembliste), de sorte que $(b_1, a_1) < (b_2, a_2)$ si $b_1 < b_2$ et, dans le cas où $b_1 = b_2$, si $a_1 < a_2$ (ici, "<" signifie "précède").

Considérée sous un autre angle, la multiplication revient à *remplacer* les éléments, dans le premier ensemble, par des ensembles équivalents au second ensemble, en conservant les ordres. A cette multiplication correspond donc ce que l'on peut appeler un effet de *détermination* (associée à ces remplacements). Ce même effet de détermination est présent dans l'analyse phénoménale, sous une

forme comparable, et on peut le repérer dans le langage. En effet, c'est dans le secteur linguistique, avec la variété du jeu des déterminations qu'il comporte (adjectifs, propositions relatives, génitifs, etc.), que l'on peut tester le plus aisément la validité de la correspondance proposée.

Considérons par exemple l'expression "la naissance de l'histoire". On y note, évidemment, la non commutativité (cela ne renvoie pas du tout à "l'histoire de la naissance"). Par ailleurs, l'analyse montre que le déterminant vient effectivement spécifier l'abstrait du déterminé (que l'on peut alors considérer comme ensemble de places disponibles, à savoir les éléments de l'ensemble, en tant qu'ils ne sont pas eux-mêmes des ensembles).

On peut avoir des situations beaucoup plus compliquées, relativement à la distributivité de la détermination par rapport à la consécution, par exemple (*cf.* la multiplication par rapport à l'addition). On constatera alors qu'en effet la distributivité de la détermination est vérifiée le plus souvent sans difficulté par rapport à la concaténation dans le déterminé, mais qu'elle se révèle bien plus problématique (et souvent absente) par rapport à la concaténation dans le déterminant.

Prenons une illustration. Sans autre contextualisant, on a une assez bonne équivalence entre : "la maison et le jardin de Jean" et : "la maison de Jean et le jardin de Jean", mais pas du tout entre : "la maison de Jean et de Marie" et : "la maison de Jean et la maison de Marie" (on a l'impression de passer d'une maison à deux maisons).

De même, on a une assez bonne équivalence entre : "la maison et le hangar qui brûlaient" et : "la maison qui brûlait et le hangar qui brûlait" mais pas entre : "la maison qui brûlait et qui s'effondrait" et : "la maison qui brûlait et la maison qui s'effondrait" (on a l'impression de passer de une à deux maisons distinctes).

Notons, pour éviter toute confusion, que dans les cas pris comme exemples le déterminant correspond au premier facteur de la multiplication et le déterminé au second (attention au fait que l'ordre des éléments pris dans les paires est, conventionnellemnt, inverse !) ; évidemment, ces places (mais non ces fonctions abstraites de détermination) sont relatives aux langues étudiées et à l'intuition du phénomène qu'elles restituent.

La considération des types d'ordre dense offre une richesse aussi grande et une combinatoire considérable entre eux et avec les types d'ordre discrets ; par exemple, on aura :

$h.\ a = h$ (a : type d'ordre dénombrable ou fini $\neq 0$)

$(1 + h).\ a = 1 + h$ (si a a un premier élément)

$= h$ (si a n'a pas de premier élément)

etc.

Par souci de brièveté, nous ne commenterons pas ici ces dernières propriétés, mais il semble clair qu'elles peuvent être mises en correspondance avec des caractéristiques précises de phénomènes, notamment lorsqu'il s'agit d'articulations déterminatives entre positions de sujet (ordres denses) et opérations le concernant (ordres discrets).

4. REMARQUES A PROPOS DE LA DETERMINATION DES "OBJETS"

4.1. Considérations générales

Le prochain chapitre sera consacré à la présentation et à la discussion d'exemples plus précis et plus délimités que ne peuvent l'être les considérations assez générales et abstraites que nous avons développées jusqu'ici. Toutefois, avant de nous engager sur ce terrain, il nous semble indispensable de procéder à quelques remarques et mises au point concernant la nature de ce qui devient nos "objets" d'étude, qui ne sont plus des phénomènes à proprement parler - leur formalisation en témoigne -, sans être pour autant parvenus au statut complet de concepts théoriques ou de principes.

Insistons sur le point suivant : c'est la nature du **rapport** entre deux concepts abstraits relatifs aux phénomènes humains (ou entre deux caractères qualitatifs) qui fait la substance de la

correspondance avec les transfinis, et ce, dans la mesure même où un concept est lui-même déterminé par l'interférence entre deux concepts distincts (au moins). On pourrait trouver une analogie à cette situation dans l'analyse de la nature de la fonction qui relie deux grandeurs : dans la chute libre, la distance parcourue et le temps nécessaire à ce parcours sont mis en rapport par une opération d'élévation au carré (du temps). Cette élévation au carré ne constitue, bien sûr, aucun caractère qui appartienne en propre à l'une ou l'autre des grandeurs considérées, seulement un rapport, mais c'est en ce rapport principalement que se situe et que l'on repère la phénoménalité étudiée.

Il en ira de même ici : c'est dans les rapports établis entre phénomènes humains (qui sont eux-mêmes, le plus souvent, des rapports), ou entre qualités, que nous cherchons à repérer et à caractériser la phénoménalité qui nous importe. Ainsi convient-il de moduler les interprétations éventuelles de nos assignations ensemblistes : dire que l'on met en correspondance la catégorie de la "naissance", par exemple, avec le type d'ordre *h*, ne vise nullement à hypostasier et substantialiser le concept de "naissance". Cela vise seulement, à travers les rapports avec d'autres types d'ordre caractéristiques d'autres catégories, à restituer formellement (et, si possible, caculablement) ce que peut être la liaison entre la situation phénoménale de la naissance et d'autres situations fondamentales constitutives des phénomènes humains. De la même façon, à propos de l'usage des cardinalités, c'est moins la valeur comme telle d'une cardinalité donnée qui caractérisera intrinsèquement un domaine ou un phénomène, que le rapport entre diverses cardinalités (fini/transfini, un **aleph** par rapport à un autre) qui cherchera à restituer ce que peuvent être les rapports (d'abstraction, d'englobement, d'incommensurabilité...) entre domaines ou entre phénomènes. C'est d'ailleurs ce que nous verrons dès le prochain chapitre à l'occasion de divers exemples. Mais dès maintenant nous pouvons invoquer des expériences affectives ou intellectuelles pour illustrer ce point de vue.

Par exemple, lorsque l'on parle d'émotions, on sent bien que c'est la modalité de relation qui en constitue le substrat fondamental et non pas quelque substance réifiée et illusoire d'un sentiment qui serait objectivé. Ce n'est qu'abstraitement d'une part, et relativement, d'autre part, que l'on peut isoler un tel sentiment à partir de la relation effective dont il dérive ou dans laquelle on a l'impression qu'il est investi comme tel. Du point de vue de la caractérisation subjective, aussi bien que de celui de la compréhension, c'est dans la relation que s'enracinent sentiments et émotions. Ils n'en sont pas des composants mais des dérivés ; c'est elle qui est première et "élémentaire", pourrait-on dire.

Mais c'est surtout dans l'analyse de la nature et des propriétés des champs conceptuels que de telles considérations peuvent trouver une place particulièrement illustrative. C'est ce que nous voulons aborder rapidement, d'autant que nous serons amenés à utiliser extensivement dans la suite certaines des remarques que nous ferons ici.

4.2. Champs conceptuels et cardinalités

Si, comme nous l'avons déjà indiqué, un concept est l'effet d'une interférence entre deux concepts distincts au moins (nous dirons deux, pour simplifier), nous pouvons expliciter cette caractéristique sous la forme suivante :

$$C^{m}_{0} = K_{1} (C^{a}_{1}, C^{b}_{1})$$

où les C représentent des concepts, l'exposant distingue les concepts entre eux, l'indice correspond au rang de la relation et K 1 exprime l'interférence (convergence, opposition, polarités...).

Dans le second membre de cette expression on peut réitérer l'opération d'explicitation et l'on aura :

$C^{a}_{1} = K_{2} (C^{p}_{2}, C^{q}_{2})$
$C^{b}_{1} = K_{2'} (C^{r}_{2}, C^{s}_{2})$
et ainsi de suite[1].

[1] Notons que, du point de vue logique, cette démarche revient à définir les concepts "par abstraction" et non d'une façon absolue. C'est également ce que nous avons tenté de faire à propos des phénomènes et de leurs correspondances avec les types d'ordre : nous avons évité de définir directement, et comme telle, une propriété abstraite mais nous avons cherché à expliciter à quelles conditions deux "entités" peuvent être tenues pour semblables ou équivalentes relativement à ce qui

On obtient ainsi une chaîne conceptuelle dont nous considérerons qu'elle caractérise un champ conceptuel. Ce sont les propriétés d'arborescence (graphe topologique) de cette chaîne qui détermineront principalement la nature formelle du champ conceptuel (en dehors de toute détermination sémantique de contenu et de signification des concepts eux-mêmes et de leur champ).

En effet, le processus de chaînage peut - ou non - atteindre un aboutissement, total ou partiel, si, à une étape donnée, l'expression des interférences K fait intervenir un ou plusieurs concepts C déjà utilisés antérieurement (une boucle peut ainsi apparaître dans le graphe).

Dans le cas d'une totale clôture sur elle-même de la chaîne (bouclage complet) après un nombre fini de pas, on dira que le champ conceptuel constitue une *croyance* ou une *idéologie*.

Dans le cas où la chaîne, considérée comme ordinale - ou si elle comporte un nombre suffisant de cycles finis -, est de puissance du dénombrable (*d*), on parlera du champ conceptuel d'une *science* (pour lesquelles les explications existent mais ne ferment pas la perspective de connaissance et sont toujours sujettes à être critiquées, approfondies, reprises), ou encore d'un champ conceptuel de *savoirs* portant sur les rapports humains empiriques (dans lesquels on peut certes rencontrer des croyances et des idéologies, mais dont on accepte qu'ils soient inépuisables).

Enfin, dans le cas de la chaîne infinie de cardinalité continue (*c*), on aura un champ conceptuel correspondant à ce que l'on appellera une *problématique*, en tant que reste ouvert, non seulement le champ d'investigation, mais encore l'interrogation sur le sens lui-même du problème et des investigations, interrogation sous laquelle se subsume toute la combinatoire des investigations possibles et des apports de diverses sciences.

Revenons brièvement sur ces caractérisations, en les rapprochant de la façon dont nous avons spécifié les domaines par leurs cardinalités et dont nous les avons mis en correspondance avec les phénomènes humains.

Le fait qu'une idéologie ou une croyance corresponde à un champ conceptuel caractérisé par le fini peut être associé :

(i) à l'aspect nécessairement autoréférentiel effectif (c'est-à-dire expérimenté dans le réel et pas seulement de principe) de l'idéologie ou de la croyance, qui doit finalement et effectivement renvoyer à elle-même et à rien qui ne soit elle-même, sous peine de perdre sa consistance, sa prégnance et son impact, c'est-à-dire, en quelque sorte sa fonction d'idéologie ou de croyance ;

(ii) à l'aspect tourné vers le contrôle et la maîtrise de ce pour quoi ou à propos de quoi, l'idéologie ou la croyance est développée ; que ce soit en vue de circonscrire, neutraliser ou traiter le secteur de réalité en question.

Par contraste, une science aura au contraire à correspondre à un champ conceptuel infini dénombrable. Ceci est dû, principalement à l'aspect nécessairement inépuisable et ouvert de l'activité investigatrice et explicatrice, qui demeure néanmoins située dans le paysage de l'opératoire (*cf.* les types d'ordre discrets). En même temps cette activité et ses résultats relèvent du développement d'un bon ordre effectif (et non pas seulement de sa possibilité de principe, comme pour la cardinalité continue), d'où la propension à l'associer aux nombres ordinaux. Cette situation n'est pas toujours celle qui l'emporte en matière de savoirs humains où, à côté de l'analyse objectivante, l'empathie joue un rôle important ; on aura alors tendance à prendre aussi en considération dans ce cas, des types d'ordre pas nécessairement bien ordonnés. En tout état de cause, le passage à la caractérisation infinitaire indique la prévalence de la rationalité sur les mécanismes.

---

apparaîtra ainsi comme cette propriété (comme on évite de définir la direction d'une droite, par exemple, mais plutôt, par la relation de parallélisme, ce qu'est, pour deux droites, que d'avoir la même direction). Démarche qui renvoie aussi à ce que nous avons souligné à propos des catégories, en cherchant à parler de leurs rapports plutôt que d'une nature qui leur serait intrinsèque.

Pour sa part, une problématique (au sens que nous avons retenu) renvoie à la puissance du continu. Par exemple les dichotomies fini/infini, continu/discret, ou local/global, sont des thèmes qui ont certes des répondants scientifiques (et pas seulement dans les mathématiques), mais qui ont aussi une pleine signification dans la philosophie, la poésie, etc. Ces dichotomies constituent en fait un domaine d'évocation stable et récurrent dans les préoccupations humaines de compréhension et de catégorisation du monde, dans la pensée sous ses diverses manifestations. La base en est effectivement fournie par le jeu combinatoire des sous-ensembles construits à partir d'ensembles déjà infinis dénombrables (auxquels se rattachent sciences et savoirs) et c'est cette combinatoire qui assure la puissance du continu à ces secteurs problématiques (non complètement algorithmisables comme peuvent l'être bien des problèmes techniques à résoudre).

C'est ce qu'illustre la réflexion philosophique qui, selon G-G.Granger [5], recourt au métaconcept (par contraste avec le caractère scientifique du concept à proprement parler). Le métaconcept traite les concepts en objets, les combine, les compare, les associe et, pourrions-nous dire, à partir d'un ensemble de cardinalité dénombrable (où ils vivent comme concepts scientifiques), les envoie faire sens dans un ensemble de la cardinalité du continu (par prise en considération de l'ensemble des parties). Cette démarche se redouble dans la constatation du fait que la science travaille sur la dualité opération/objet (lesquels doivent donc inciter et autoriser le "découpage" par l'acte), alors que le concept philosophique est à proprement parler sans objet (et n'est donc pas soumis à la détermination opératoire de la dénombrabilité) ; ce qu'indique indirectement G-G.Granger [5], à nouveau, lorsqu'il souligne la *"différence radicale de niveau d'expression*[1] *entre concept objectif et concept philosophique"* (thème, rappelle-t-il, du métaconcept). C'est bien cette différence de niveau qui pourrait trouver ici son expression dans une différence de cardinalité transfinie des domaines de correspondance.

5. CONCLUSION

Aux coefficients que nous avons décrits et analysés dans une approche que l'on peut qualifier de phénoménologique, nous avons donc pu faire correspondre des ensembles, des types d'ordre, des cardinalités, tels que ces derniers se révèlent capables d'en représenter les propriétés principales et les rapports opératoires qu'ils peuvent entretenir. Ce faisant nous avons rempli une partie du programme que nous nous étions fixé. Mais une telle correspondance n'est sans doute pas unique, pas plus qu'elle n'est, à ce niveau, biunivoque. Il nous suffit, à ce stade, qu'elle préserve globalement caractéristiques et relations des coefficients et surtout qu'elle offre l'avantage de ne plus être seulement illustrative ou évocatrice : elle se prête désormais au calcul - ce calcul particulier, propre à la théorie des ensembles - sans pour autant que soit rabattu sur du pur quantitatif ce qui relève aussi du qualitatif, ni qu'on soit incité à prendre indûment le modèle pour la réalité. C'est là un des avantages et des effets bénéfiques de nous être d'emblée situé dans une représentation infinitaire.

Nous reprendrons plus loin, au chapitre XV, les analyses épistémologiques et axiomatiques qu'appellent la correspondance que nous avons établie et les questions qu'elle suscite. Notamment, la question de savoir si l'on peut faire correspondre à l'axiomatique fondatrice de la théorie des ensembles (ZFC), des éléments principiels - principes régulateurs, voire constitutifs - pour l'analyse et le traitement des phénomènes humains eux-mêmes et pour la construction de leur objectivité. Pour l'instant, et pour conclure momentanément sur le corpus que nous venons de présenter, nous voudrions prendre une comparaison qui, bien que très approximative, peut s'avérer éclairante. On pourrait dire qu'avec ces coefficients, d'une part, ces types d'ordre, d'autre part, on s'est attaché surtout à définir et caractériser un *système de coordonnées*, par rapport auquel on cherche à repérer les phénomènes humains. De même que la géométrie analytique permet de traiter de formes et de propriétés proprement géométriques au moyen de nombres, d'algèbre, de fonctions, de même que les nombres de Gödel permettent de repérer et d'analyser des formules et structures logiques de façon "calculable" en termes arithmétiques, il deviendrait possible, par la correspondance avec les types d'ordre, de repérer, d'analyser, voire de "calculer", des phénomènes humains dans ce système de coordonnées et de variables que constituent les coefficients et leurs types d'ordre associés.

[1] Souligné par l'auteur.

REFERENCES DU CHAPITRE XIII

[1] G. FREGE, *Ecrits logiques et philosophiques*, Seuil, Paris, 1971.
[2] A.A. FRAENKEL, *Abstract Set Theory*, Acad. Press, Londres, 1978.
[3] E. KAMKE, *Theory of sets*, Dover, 1970.
[4] J. ZACKLAD, *Pour une éthique*, Tome I, Verdier, Lagrasse, 1979, Tome II Verdier, 1981, Tome III, Textes et Travaux, 1985.
[5] G-G. GRANGER, Pour la connaissance philosophique, Odile Jacob, Paris, 1988.

CHAPITRE XIV

EXEMPLES ET DISCUSSIONS

"Mais pourquoi l'existence de l'infini
corporel ne serait-elle pas, elle aussi,
extrêmement convenable et bonne ? "
G. Bruno [1]

Les exemples que nous allons maintenant considérer porteront, pour des raisons de simplicité et de clarté, plus sur des mises en rapport de cardinalités que sur des comparaisons d'ordinalités. Ces dernières, que nous avons d'ailleurs abondamment prises en compte dans le chapitre précédent, ne seront pas complètement absentes, mais elles interviendront plus à travers des compléments et des commentaires, que pour constituer la substance des illustrations proposées. Nous nous situerons principalement dans le cadre de problèmes relatifs à la cognition - constitution et analyse des connaissances - et, dans ce cadre, nous nous intéresserons plus particulièrement à des questions liées aux langages et à leurs structures ; mais nous aborderons aussi des questions de nature plus empirique.

1. LANGAGES ET METALANGAGES ; REGLES ET THEMATISATIONS

Précisons d'emblée que notre démarche en ce domaine n'est pas du tout celle d'un spécialiste et nous n'avons nullement la prétention d'apporter des solutions à des problèmes propres à la discipline linguistique ou à d'autres disciplines. Ce que nous avons en vue est plutôt d'examiner en quoi certains types de questionnement qui relèvent de ces disciplines peuvent être représentés dans le cadre que nous proposons. Nous commencerons par une approche plus ou moins intuitive relative à l'usage de la langue, puis nous aborderons des aspects plus formels.

1.1. Approches empiriques

Dans un premier temps on ne peut manquer de s'interroger empiriquement sur les rapports que peut entretenir notre langage courant, celui que nous utilisons dans la quotidienneté des rapports et relations, avec les langages qui eux-mêmes parlent du langage ou d'objets dont le degré d'abstraction dépasse le niveau usuel; ces langages qui font que ne s'élaborent pas seulement - pour circuler - des significations, mais aussi des théories, des concepts, des réflexions, c'est-à-dire en quelque sorte des métalangues avant la lettre.

Comme nous avons convenu d'associer le domaine de l'expérience existentielle au dénombrable, nous admettrons de même que la langue de nos échanges dans ces expériences sera associée à des ensembles de même cardinalité dénombrable. Cela ne garantit pas le recouvrement d'un domaine par l'autre (leur structuration par des types d'ordre n'a - *a priori* – aucune raison d'être identique, mais nous admettrons que, conceptuellement, il existe cette équivalence qui fait que, d'une expérience, même difficilement, on trouvera toujours les "mots pour la dire" ("*homo socius* ←→ *homo loquens*").

Pour poursuivre la correspondance, nous admettrons que le seul type d'ensemble fini qui puisse être associé au langage de façon pertinente est celui qui fait que l'échange dégénère en injonction pure : il n'y a plus dialogue mais commandement et domination (*cf*. la situation de maîtrise).

A l'autre pôle, on considérera que le langage de l'existentiel présente la possibilité de constituer, de par sa prolifération propre, ce que l'on peut associer à la classe des types d'ordre et, de ce fait, d'accéder à la possibilité d'en parler après les avoir abstraits et pris pour objets. Dès lors peut se constituer une sorte de langage au second degré d'un caractère tel qu'il est raisonnable de le mettre en correspondance avec le domaine des cardinalités du continu (aspect spéculatif des phénomènes humains). Ce langage est toujours essentiellement abstrait et porteur de significations abstraites. Il

constitue de fait un discours de science ou de savoir et il évolue le plus souvent dans une technicité. Si l'on s'étonne de voir un langage "technique" présenter un rapport à une cardinalité supérieure à celle que présente le rapport au langage inépuisable et riche des expériences, nous devons nous rappeler qu'il s'agit d'une caractérisation conceptuelle de niveau (et nous pouvons aussi évoquer la situation rencontrée avec les nombres réels, où la cardinalité des transcendants (**c**) est strictement plus élevée que celle des algébriques (**d**), alors même qu'on en rencontre beaucoup moins souvent !).

1.2. Analyses et combinatoires

Quittons ces remarques empiriques pour des considérations plus théoriques. Auparavant, et pour éviter d'éventuelles confusions, il est utile de procéder à un bref avertissement : du fait qu'il peut exister divers niveaux de langue (langue naturelle, langage technique, langage de la logique...), les mêmes termes sont parfois amenés à désigner des réalités linguistiques différentes. Ainsi, par exemple, les termes de *syntaxe*, de *sémantique*, de *métalangage*, sont-ils utilisés, suivant les cas, dans des acceptions assez différentes pour pouvoir créer des ambiguïtés ; bien définis et délimités dans des langages logiques, il n'en va plus tout à fait de même dans la discipline linguistique où ces termes ne renvoient pas seulement à des définitions conventionnelles et acceptées, mais constituent aussi des enjeux théoriques, ce qui fait que des théories différentes peuvent utiliser les mêmes termes avec des sens assez différents. Nous n'entrerons pas dans ces difficultés et ces finesses et nous nous contenterons d'utiliser les termes de ce genre dans une acception bâtarde, mi-empirique, mi-logiciste. Ces précautions étant prises, nous pouvons passer aux questions de fond.

Dans une première approche, grossière et superficielle, nous constatons qu'en général les linguistiques des langues naturelles sont conduites, pour analyser leur objet, à articuler deux dimensions pour en caractériser une troisième : on a d'une part une syntaxe (règles d'agencement), d'autre part une sémantique (champ des éléments de sens), à partir de quoi on constitue des significations langagières (en vue de la communication proprement dite). En fait, bien des linguistes [2], [3] estiment que de telles descriptions sont exagérément réductrices et simplificatrices, du fait, notamment, qu'il n'est pas licite de penser à de purs éléments syntaxiques (car ceux-ci se présentent déjà comme participant à la constitution du sens), de même que, réciproquement, on ne conçoit pas un champ sémantique pur (il est déjà le lieu d'opérations de classifications, de spéciations, de structurations formelles). Plus fidèles à l'acte énonciatif lui-même, ces linguistiques de l'énonciation sont donc conduites pour leur part à articuler des *relations prédicatives* (en lesquelles se retrouvent, bien entendu, des combinatoires de règles en tant qu'agencements de places, mais déjà soumis à modalisation) et des *opérations énonciatives* (qui, par thématisation et modalisation, construisent des significations et des valeurs référentielles) ; on aboutit ainsi à constituer un *domaine notionnel* (qui se présente un peu à l'image d'un domaine topologique où des lexèmes représentent des unités de sens virtuelles et où s'effectue la référenciation , physique ou culturelle).

Sans entrer plus avant dans la technicité de la discipline linguistique, nous retiendrons que, malgré la variété des théories et interprétations qui s'y développent, on trouve la même structure formelle, selon laquelle une dimension que l'on peut considérer comme domaine fini de règles (syntaxe, relations prédicatives) se combine à une dimension que l'on peut considérer comme un domaine dénombrable (sémantique, opérations énonciatives) pour permettre finalement la formation d'une langue proprement dite et la constitution d'un domaine notionnel, ou domaine de sens. Pour nous, l'élément le plus significatif et le plus pertinent sera donc la façon dont peuvent se combiner ces deux dimensions, l'une associée à un ensemble fini (**n**) et l'autre à un ensemble dénombrable (**d**). Car selon que la combinatoire porte sur **d** valeurs à distribuer selon *n* agencements ou, inversement, selon **n** relations significatives à distribuer selon **d** éléments, le résultat sera très différent.

Dans le premier cas on obtiendra un ensemble en lequel on pourra envisager $\mathbf{d}^{\mathbf{n}}$ productions. Mais du fait que $\mathbf{d}^{\mathbf{n}} = \mathbf{d}$, la correspondance indiquerait que selon ce schème la langue reste homogène à la langue, ou encore que cette forme de métalangue considérée est *dans* la langue (ce que ne manquent d'ailleurs pas de souligner les linguistes).

Dans le second cas, par contraste, on obtiendra un ensemble caractérisé par n^d productions possibles. Mais comme $\mathbf{n^d} = \mathbf{c}$ (le continu), l'opération nous fait changer de domaine : nous sortons d'un domaine dénombrable pour passer à un domaine de cardinalité continue. La correspondance décrirait donc un autre mode de fonctionnement de la langue, qui ouvrirait à un métalangage très différent de celui que le premier cas nous avait fait considérer. Ce métalangage ne serait plus dans la langue, mais en émergerait, sous la condition de faire fonctionner la langue selon des modalités différentes de ses modalités de fonctionnement habituelles ; notamment en prenant comme éléments de sens les relations prédicatives elles-mêmes (ou encore les structures syntaxiques) et en les soumettant à la structuration qu'induiraient, cette fois, les opérations énonciatives (les éléments sémantiques). On aurait affaire à une sorte d'inversion fonctionnelle dont l'effet serait de permettre l'ouverture d'un système clos (passage d'un domaine de cardinalité à un autre). Ce serait là typiquement une manifestation de l'activité d'abstraction réfléchissante conduisant, par exemple, à un langage de science ou de logique. On rejoint par là une partie des considérations empiriques que nous avions commencé par présenter.

Du point de vue de la métalangue, on serait donc amené à distinguer celle qui, *dans* la langue, énonce *à propos* de la langue et celle qui, abstrayant la langue, énoncerait *sur* la langue. Cette opération est bien entendu réitérable à différents niveaux, mais de la même façon qu'on ne peut parler d'un ensemble de tous les ensembles (voir les considérations axiomatiques du chapitre XV), on ne saurait envisager un métalangage de tous les métalangages ; on peut y voir une transposition, pour la langue, d'un théorème d'incomplétude.

Ces considérations permettent une remarque supplémentaire relative elle aussi aux rapports entre langue et métalangue, mais dans une perspective et un contexte fort différents.

En effet, il a été affirmé (*cf*. Lacan) que l'inconscient était structuré comme un langage ; mais compte tenu de ce que l'on peut en savoir, on peut se demander si la nature de ce langage n'est pas très particulière, en ce sens que sa syntaxe et sa sémantique ne se distingueraient plus si radicalement que dans le langage ordinaire, notamment en ce qui concerne leurs rôles respectifs quant à la constitution du sens et, ce faisant, de notre point de vue, en ce qui concerne les cardinalités de leurs domaines respectifs. On pourrait par exemple faire l'hypothèse selon laquelle la fluidité du passage d'un secteur à l'autre (de celui des règles à celui des significations, ou réciproquement) est associée au fait que les ensembles correspondants sont dans ce cas de même cardinalité **d**, même si leurs types d'ordre significatifs restent très différents). Ce qui s'accorde d'ailleurs assez bien avec les présupposés et la technique de la démarche psychanalytique, pour laquelle syntaxe et sémantique de l'inconscient se renvoient l'une à l'autre, au point que le chevauchement des domaines devient constitutif de l'objet d'étude. Dès lors, les deux modalités combinatoires de structuration et d'attribution de sens que nous avons distinguées plus haut n'en font plus qu'une seule et le résultat est unique, correspondant à $\mathbf{2^d} = \mathbf{c}$. Ce qui pourrait s'interpréter de façon imagée en disant que, pratiquement, tout "énoncé" du langage inconscient est significatif et ne peut s'effectuer qu'en s'extrayant de sa puissance d'ensemble constituante (**d**). Selon ce point de vue, toute "métalangue inconsciente" serait strictement hors de la langue ou, plus exactement peut-être, toute sa langue serait sa métalangue. On ne pourrait donc légitimement prédiquer l'inconscient de façon complète dans le langage qui le constitue ou, plutôt, selon lequel il est structuré.

2 COUPLES CONCEPTUELS ; COUPLES DE METHODES ET COMPLEMENTARITE DE MODELES

Dans ce paragraphe nous allons tenter de faire fonctionner le paradigme principalement comme système d'interprétation et instrument de formalisation, pour rendre compte de la dynamique entre les termes de certains couples conceptuels ou entre les présupposés et postulats théoriques associés à certaines démarches gnoséologiques complémentaires entre elles (ou concurrentes, mais en tout cas se positionnant dans un rapport mutuel). Le schéma d'analyse que nous suivrons et la conceptualisation à laquelle nous aboutirons seront semblables quelle que soit la nature des termes qui font couple ; ce qui nous conduit à considérer qu'il s'agit là plus d'une analyse de la *dichotomie* comme

telle[1] que de telle ou telle dichotomie particulière. Nous nous limiterons donc, pour ne pas être fastidieux, à quelques exemples (le rapport matériel/formel, ou encore la complémentarité - ou l'opposition - entre démarches réductionnistes et théories "auto-"), en nous contentant de mentionner certaines des nombreuses extensions possibles de ce genre d'analyse.

2.1. Matériel/formel. Réductionnismes et théories auto-

Reprenons donc notre schéma général dans sa structuration en domaines (en cardinalités) et assignons au concept de *matériel* (lorsqu'il est associé à celui de "formel") la correspondance avec des ensembles de cardinalité dénombrable (**d**), tandis qu'au concept de *formel* (lorsqu'il est associé à celui de "matériel") on assignera la correspondance avec la cardinalité continue (**c**). La spécification du fini (**n**) sera réservée à la représentation des opérations et règles internes aux domaines ainsi définis (ce qui ne signifie pas qu'elles n'existent qu'en nombre fini ! Il s'agit d'une détermination abstraite dans un cadre de formalisation donné et non d'un dénombrement effectif).

Nous pouvons argumenter ces assignations en faisant remarquer qu'en effet, le formel, bien qu'il trouve toutes ses occurrences dans et avec le matériel, se constitue néanmoins hors de ce dernier, à partir de lui, par distinctions entre éléments et parties, puis par associations et combinaisons entre eux. Bref, se meut dans un univers abstrait d'ensembles et de sous-ensembles définis, sans limitations, à partir de l'ensemble associé au matériel et, de ce fait, remplit les conditions d'accès à une cardinalité supérieure. On arriverait à une intuition similaire à partir de la prise en compte des types d'ordre - qui renverraient à des "modalités" effectives de réalisation du matériel -, puis en considérant l'ensemble des types d'ordre de cet ensemble dénombrable, c'est-à-dire l'ensemble de ses modalités de manifestation (et en nous situant dans le cadre de l'hypothèse du continu).

Si l'on admet une telle correspondance, on est conduit à deux types de considérations. Des considérations relatives à un aspect intrinsèque, qui découlent du rapport abstrait entre les cardinalités mises en jeu, et dont on désire déceler la retranscription (dans la mesure où la correspondance est fondée) dans les rapports entre concepts, et des considérations relatives à un aspect plus extrinsèque, du fait que d'autres couples conceptuels peuvent être eux-mêmes associés à des rapports semblables. En fait, ces deux aspects se présentent souvent en même temps.

Spécifions un peu à partir de situations un peu plus précises, quoique aussi abstraites, en rapprochant le couple conceptuel matériel/formel de démarches de type plus épistémologique et gnoséologique.

Dans la PREMIERE PARTIE nous avons longuement discuté le rapport formel qu'il pouvait y avoir entre démarches de types réductionnistes (en mettant sur le même plan réductionnisme analytique classique et réductionnisme morphologique) et démarche référant à des concepts d'auto-organisation ou d'auto-poïèse. En particulier, nous avons évoqué la situation conceptuelle, à laquelle nous nous référons présentement, du point de vue des ensembles et de la théorie des modèles. Rappelons que l'essentiel, dans le cadre de cette approche, consistait à envisager la représentation constituée par l'association des deux réductionnismes comme l'analogue de l'interprétation d'une théorie dans un univers dénombrable, alors que la représentation "auto-" jouerait ce rôle pour une interprétation dans le continu. Analysons sous cet angle la situation épistémologique qui en résulte.

L'ensemble constitué par les deux réductionnismes pourrait être considéré tout simplement (par la vertu du théorème de Löwenheim-Skolem) comme un modèle dénombrable d'une "théorie" *unique* dont un modèle non dénombrable serait approché par une représentation "auto-". Comme l'application (au sens technique du terme) qui permet le passage entre les deux modèles n'appartient pas à l'ensemble dénombrable, on pourrait imputer à cette propriété l'élimination de la structure de circularité auto-référentielle, inhérente au modèle "auto-", dans le monde des réductionnismes et la tension permanente qui résulte de leur incompatibilité apparente pour un ajustement mutuel stable.

[1] La dichotomie est une figure d'intelligibilité, organisatrice et polarisante d'un champ de compréhension, qu'on trouve à l'oeuvre dans bien des domaines, philosophiques ou scientifiques. Il n'est que d'en rappeler certaines, telles continu/discret, local/global, fini/infini, etc.

Dès lors le caractère apparemment paradoxal de l'hypothèse d'une équivalence fondamentale des deux modèles épistémologiques (les deux réductionnismes d'une part, l'"auto-" de l'autre) se verrait renvoyé au paradoxe de Skolem (et à la relativité des cardinaux transfinis) et l'incompatibilité serait levée de la même manière : il n'y a pas d'exemplaire dans le modèle dénombrable - réductionnismes - de l'*application* qui permet de le ramener au modèle continu - auto - bien que la correspondance existe (ou encore : on ne peut théoriser dans la théorie "bi-réductrice" les éléments qui la rendent équivalente à une théorie "auto-").

On serait alors assez naturellement amené à considérer que, par exemple, la théorie des ensembles constructibles peut représenter de façon particulièrement adéquate (grâce à ses "niveaux" notamment) les démarches de type réductionniste. De plus, la représentation du type "auto-" s'en verrait effectivement écartée en même temps que le sont les procédés de self-référence et de définitions imprédicatives (aucun ensemble constructible ne peut être élément de lui-même). La propriété de constructibilité, que l'on peut raisonnablement associer aux réductionnismes (d'autant que ceux-ci visent précisément à la reconstruction conceptuelle et théorique de leur objet à partir de l'analyse de ses éléments), constitue donc une alternative opératoire à la perte de la circularité d'une représentation conçue en termes de complexité auto-organisatrice. Réciproquement, du point de vue "auto-", on pourrait considérer que l'autorisation de circularité vient compenser le manque de constructibilité qu'elle entraîne.

Ces considérations illustrent bien, selon nous, ce que l'on peut dire d'une façon très générale des rapports abstraits entre nos concepts de départ, le matériel et le formel : on pourra toujours trouver le moyen de "ramener" des représentations formelles à des caractérisations matérielles. Mais l'on n'aura pas pour autant fondé une réductibilité complète des unes aux autres, dans la mesure où l'on ne saurait trouver dans la caractérisation matérielle le tenant lieu véritable de l'opération elle-même qui permettrait cette réduction. Autrement dit, bien qu'il n'y ait aucun ensemble de formalités qui ne puisse trouver sa contrepartie dans un univers matériel, néanmoins se perd la procédure par laquelle ce passage à la contrepartie serait matériellement effectuable. C'est moins la nature du contenu que les concepts déterminent, que le statut de la transition de l'un à l'autre qui en fait l'irréductibilité. Pour le dire en des termes différents (et en procédant à une assimilation trop rapide entre ces concepts et des doctrines philosophiques) : un point de vue empirico-constructiviste (référé au donné matériel et à l'émergence) et un point de vue platonicien (référé à un monde de formes pures et déterminantes) pourront bien l'un comme l'autre rendre compte d'une phénoménalité théorique, mais on ne saurait trouver empiriquement ou constructivement un fondement à une telle équivalence.

Revenons au couple matériel/formel (et aux dichotomies susceptibles d'être abordées d'une manière semblable) pour examiner la façon dont se fait ici le passage d'un domaine à l'autre. Dans le cas de l'analyse du langage, nous avons pu "suivre" la façon dont s'effectuait le passage du domaine dénombrable au domaine du continu : il apparaissait que c'était un double mouvement, s'apparentant à un double renversement, qui le permettait. Celui associé au changement de statut des règles syntaxiques qui devenaient aussi des éléments sémantiques et celui de l'usage concomitant de combinatoires opérant comme des règles, à partir de constituants sémantiques cette fois. Ainsi était rendu possible un passage à la cardinalité du continu qui représentait la possibilité d'un métalangage particulier.

Si nous transposons cette procédure, avec toutes les précautions nécessaires, à l'analyse du couple matériel/formel, cela nous conduit d'abord à devoir discerner et prendre en compte des règles d'agencements opératoires du matériel renvoyant au domaine fini - ses lois de fonctionnement en quelque sorte -, et à considérer le matériel comme manifestation phénoménale, dans un domaine dénombrable (associé à l'expérience), de ces règles et lois. Puis, dans un second temps, nous serions incités à prendre comme éléments signifiants ces règles et lois elles-mêmes sur lesquelles opéreraient (à un niveau de régulation et d'activation intellectuelle) les matérialités phénoménales ; mouvement

qui s'apparenterait à un redoublement de l'abstraction et de la réflexion dans une expérience intensionnelle qui contribue à ouvrir le domaine du savoir et de la science formalisée[1].

Ces opérations conceptuelles n'ont pas de répondant dans la réalité du domaine matériel étudié, mais ne permettent pas moins de trouver un rapport entre la configuration formelle et la situation matérielle. D'où une expression de la correspondance avec le paradoxe de Skolem : matériel et formel sont relativisés l'un à l'autre, mais l'opération de relativisation elle-même ne peut se trouver dans le paysage, ce qui restaure l'autonomie opératoire des domaines.

Nous pouvons étendre ce genre d'approche et d'analyse à bien d'autres couples (ou triplets) conceptuels et à bien des complémentarités de modèles. L'important consiste à identifier les correspondances entre domaines (fini, dénombrable, continu) et les opérations qui permettent les constructions combinatoires[2]. Pour repérer ces couples, il est possible de recourir à deux approches au moins, selon les situations rencontrées :

(i) soit on peut considérer la façon dont se pose une problématique complexe et tenter de dégager les pôles constitutifs de la signification propre de cette problématique, pôles que l'on ramènera à des paires de concepts de base ;

(ii) soit on peut, à l'inverse, examiner le champ conceptuel qu'ouvrent le rapport et l'interférence de deux concepts déjà constitués et définis (*cf.* chapitre XIII, à propos de l'analyse de tels champs conceptuels). Si ce champ conceptuel se révèle pertinent relativement à une problématique théorique - quitte éventuellement à recadrer les concepts initiaux -, on pourra prendre en considération ces concepts.

Un exemple de la première approche est fourni par nos considérations du paragraphe précédent sur les problématiques des langages et métalangages (où, pour le dire sommairement, on discerne les pôles syntaxe et sémantique).

Un exemple de la seconde démarche se trouve dans le cas du rapport entre matériel et formel tel que nous l'avons considéré, ou avec les complémentarités de modèles présentées par réductionnismes/théories auto-.

2.2. Déduction/induction. Démarches scientifiques

Restons dans le registre des démarches de connaissance scientifique et de l'analyse des modes de raisonnement, pour étendre un peu notre champ d'investigation tout en utilisant les mêmes méthodes.

Ainsi, pour comparer formellement entre eux des modes de raisonnement abstraits, tels ceux de la déduction et de l'induction, nous pouvons procéder conformément au schéma que nous avons utilisé dans l'analyse du fonctionnement langagier. Conférant à l'induction une correspondance avec le continu, à la déduction une correspondance avec le dénombrable et aux règles d'inférences proprement dites une correspondance avec le fini, nous serions conduits à considérer que la problématique de l'induction consiste, d'une part, à doter de signification un questionnement sur les règles elles-mêmes et, d'autre part, à traiter ces significations au moyen des "règles de fait" que constituent les énoncés dérivables dans la déduction (pour construire ainsi $\mathbf{n}^{\mathbf{d}} = \mathbf{c}$, et non plus seulement en demeurant dans le cadre déductif seul, $\mathbf{d}^{\mathbf{n}} = \mathbf{d}$). Si l'on accepte un tel schéma, on conçoit que le terme de validation change de sens quand on passe du déductif (que l'on peut ostensivement exhiber) à l'inductif (qui demeure largement dans la potentialité et dans l'inostensible du fait même du changement de niveau qu'il comporte lorsque l'on passe de la simple généralisation à la détermination réfléchissante).

[1] Techniquement, c'est un peu ce qui ne cesse de se produire dans le développement de la physique, par exemple, au fil de la "désubstantialisation" des objets d'étude au profit de la prise en considération des symétries et invariances formelles, qui dès lors déterminent les objets.

[2] Rappelons encore, pour éviter toute confusion, que l'assignation des cardinalités est essentiellement de nature formelle et qu'elle n'a pas de rapport direct avec le contenu propre du domaine considéré ; ainsi, la caractérisation comme fini d'un domaine de règles n'exclut en rien l'utilisation, pour représenter ces règles, par exemple de fonctions qui forment elles-mêmes un ensemble infini non dénombrable.

Dès lors, et si nous faisons à nouveau usage des résultats de Skolem, il est possible d'apporter un éclairage complémentaire à la question du statut quelque peu hybride de ce que l'on appelle une "loi physique" (ou, plus généralement une "loi scientifique"), en ce qu'elle provient souvent de la généralisation de l'observation expérimentale et de l'approche empirique et que néanmoins elle puisse faire l'objet d'une détermination formelle et de la déductibilité propre qui en découle. On pourrait en effet trouver là l'illustration de la relativisation des cardinalités ensemblistes et dire que tout ensemble d'énoncés inductifs satisfaisant complètement aux conditions posées, possède un modèle dans le déductif, bien que le passage de l'un à l'autre demeure hors de la déductibilité proprement dite. On peut trouver là, à nouveau, l'illustration d'une possibilité de réductibilité *a posteriori* qui préserve néanmoins l'aspect *a priori* de l'invention et de l'innovation, pour autant qu'on assimile la réductibilité à l'insertion dans un système purement déductif (logicisation, par exemple, ou encore, modélisation mathématique). Ce serait dégager un trait spécifique de scientificité que de pouvoir articuler le succès de ce genre de lois obtenues par induction avec celui des modèles déductifs fondés sur de grands principes posés plus ou moins *a priori* (relativement aux conséquences qui peuvent en être dérivées).

Tout en restant dans le domaine de la scientificité et de sa problématique, passons à un autre niveau de la mise en oeuvre des pratiques qui y ont cours et intéressons-nous, toujours selon le même schème d'analyse, aux rapports qui peuvent exister entre phénoménalité (correspondance avec le dénombrable), lois (en correspondance avec le continu) et mesures (correspondance avec le fini). D'une façon similaire à celle que nous avons considérée précédemment, on distinguerait deux types distincts de rapports entre phénomènes (scientifiques) et mesure. Le premier concerne la mise en oeuvre de mesures comme telles, quasiment comme phénomènes insérés dans le cadre des ensembles de phénomènes, en vue de les relier, les corréler, en estimer les intensités et les effets... : dans ce cas, l'opération de mesure s'effectue de plain-pied avec la phénoménalité et nous laisse évoluer dans son domaine sans en sortir (*cf.* $\mathbf{d}^{\mathbf{n}} = \mathbf{d}$). On peut y voir une illustration des positions épistémologiques de l'empirisme et du positivisme. Par contraste, le deuxième type de rapport consiste à considérer les mesures elles-mêmes comme des phénomènes à traiter par toute la combinatoire de la phénoménalité et de ses régulations empiriquement dérivées, ce qui ouvre la possibilité d'accéder à un domaine de lois scientifiques, qui jouent dès lors un rôle de détermination (*cf.* $\mathbf{n}^{\mathbf{d}} = \mathbf{c}$).

Ainsi, c'est le statut des rapports entre phénomènes et mesures qui joue un rôle particulièrement important : dans un cas l'essentiel est dans le phénoménal et sa diversité, que la loi induite par la mesure permet de généraliser de façon à jouer un rôle régulateur ; dans l'autre cas l'essentiel est dans le rôle constitutif et déterminant que joue la loi formelle relativement au complexe constitué par l'articulation entre phénomènes et mesures. En même temps, on voit bien comment des événements phénoménaux et des mesures associées sont toujours susceptibles d'être considérés comme un modèle d'un ensemble de lois, mais que néanmoins, ce n'est pas dans ce cours d'événements phénoménaux et de mesures que l'on peut trouver une quelconque représentation ou un quelconque répondant du passage de cet ensemble "légal" à son modèle phénoménal.

Le parallèle qui s'établit avec les rapports {induction, déduction, règles} ou, pour le langage, avec les rapports {métalangage, sémantique, syntaxe} est patent (pour autant, bien entendu que l'on se cantonne aux domaines de cardinalité, et que l'on ne fasse pas intervenir les modalisations de contenu qu'apportent les types d'ordre associés aux catégories).

2.3. Temps/événements

Pour varier un peu la nature des exemples tout en restant dans les considérations de domaines et de cardinalités, nous pouvons procéder à quelques brèves remarques à propos des concepts de *temps* et d'*événements*.

La représentation et la conceptualisation de ce qui a trait de façon spécifique au temps posent de redoutables problèmes de principes, de définitions et de raisonnements. Par exemple, et sans remonter aux philosophes et autres éléates de l'Antiquité, on continue à s'interroger sur la logique du cours des événements [4], [5], sur leurs propriétés (ou non) de ramification dans le futur ou le passé,

sur le caractère discret, dense ou continu (voire fractal [6]), de la description du temps comme paramètre.

En physique, depuis les succès théoriques et expérimentaux de la théorie de la relativité, on a pris l'habitude de ne pas distinguer de façon absolue les propriétés d'espace et les propriétés de temps (quitte à formuler explicitement la contrainte de causalité qui impose qu'aucun signal ne puisse se propager dans l'espace-temps à une vitesse supérieure à celle de la lumière). Selon ce point de vue, la cohérence exige alors que logique du temps et logique de l'espace, structure de dimension temporelle et structure de dimension spatiale, ne puissent être strictement séparées. Dès lors, à une représentation continue de l'espace doit correspondre une représentation continue du paramètre temps[1] et les ensembles associés dans la correspondance doivent posséder la même cardinalité *c*.

Cela étant établi, si l'on tente maintenant d'argumenter d'emblée sur les propriétés à assigner au paramètre temps, sans se référer à ce qu'en suppose l'application du principe de relativité, on pourrait proposer l'approche conceptuelle suivante :

(i) Le temps, fût-il considéré comme paramètre intuitif, ne se conçoit pas sans événements qui constituent ses repères au même titre que lui-même en constitue le repère (c'est en quelque sorte reprendre le vieil argument selon lequel temps et changements sont indissociables).
(ii) Des événements contemporains entre eux forment un ensemble abstrait, en général non dense, ayant la puissance du dénombrable : leur énumération ne s'épuise pas de façon finie, mais les découpages peuvent être disjoints.

(iii) La dimension temporelle est alors essentiellement constituée par la façon dont sont amenés à se combiner entre eux les effets de ces événements contemporains ; elle se trouve donc mise en correspondance avec l'ensemble formé par toutes les parties possibles de l'ensemble de ces événements contemporains et, par conséquent, avec un ensemble doté de la puissance du continu.

On peut considérer que l'ensemble dénombrable des événements constitue un modèle de l'ensemble continu temporel, mais il faut admettre que la correspondance entre ces deux modèles n'est pas de l'ordre de l'événementiel et ne trouve pas de répondant dans ce dernier ensemble.

Nous pourrions poursuivre avec d'autres illustrations du même genre mais il nous importe moins d'accumuler des exemples dont le fonctionnement a pu être dûment caractérisé et analysé que de dégager des procédures permettant de rendre opératoire et fécond le paradigme lui-même. Or, dans tout ce qui précède, nous avons travaillé exclusivement avec des caractérisations de domaines et des jeux de cardinalités, sans autre affinement catégorial. Dans l'exemple suivant nous ferons donc intervenir des catégories phénoménales et les types d'ordre correspondants.

3. SUITES ET INTERFERENCES

Dans tout ce qui suit nous nous placerons, sans chercher à en sortir, dans un domaine de cardinalité dénombrable.

Considérons une activité, dont l'origine est assignable (existence d'un premier terme), suite de faits repérables sur l'axe de ce qui a été accompli, et sans que l'on ait la perspective d'atteindre un dernier terme de cette suite ; on la mettra donc en correspondance avec le type d'ordre ω. Ce peut être la représentation d'une vue rétrospective de l'action qui s'effectue.

Si ensuite nous voulons représenter une suite comparable d'initiatives à engager (des "faire" en projet et non plus des "faits" accomplis) il nous faudra nous situer par rapport à deux axes et non plus un seul. En effet, il nous faudra prendre en compte deux types de déterminations distinctes : celui des nécessités qui s'imposent et suivent leur cours en échappant à nos choix et celui, à l'inverse, de nos capacités d'initiative susceptibles d'orienter le cours des événements. La correspondance mettra alors

[1] Insistons, pour éviter toute équivoque, sur le fait que c'est bien du paramètre temps comme dimension *a priori* qu'il s'agit ici et non d'un quelconque temps "propre" associé à un processus donné, à partir duquel on peut définir les notions de durée ou d'âge, et dont la nature topologique (discret, dense, continu) peut dépendre de la nature du processus pris en compte.

en jeu un type d'ordre w^2 (par exemple celui des rationnels bien ordonnés, *p/q*, où la suite des *p* et celle des *q* renvoient aux deux axes métaphoriques). On traduit de cette façon une différence fondamentale tout en établissant une comparaison : d'une part un déroulement effectué quoique inachevé, que l'on considère toujours sous l'angle de l'acquis et, d'autre part, la problématique des initiatives à prendre, qui tiennent compte de ce déroulement et s'inscrivent dans son cours, mais qui, en même temps constituent toujours les possibilités d'amorce d'une nouvelle série, d'une bifurcation.

Essayons de discuter sommairement cette seconde correspondance qui peut paraître quelque peu arbitraire : en effet, on aurait pu penser représenter cette situation par le type *w*.2 au lieu du type w^2. Mais ce faisant on aurait manqué ce qui constitue peut-être l'essentiel de ce qui est visé, à savoir le changement de "dimensionalité" dans la représentation. Le type d'ordre *w*.2 demeure unidimensionnel et se limite à décrire une répétition d'une séquentialité donnée, sans autre changement "qualitatif". Au contraire, le type w^2 fait appel à une représentation bidimensionnelle qui autorise l'intrication mutuelle des déterminations et des suites, comme elle permet d'envisager les éventualités de bifurcations multiples.

En prenant appui sur ces correspondances formelles, et du fait que nous évoluons au sein d'une même cardinalité infinie, il nous devient possible de concevoir sans paradoxe logique un éternel retour des faits (en *w*) qui ne contredit pas les potentialités associées aux incessantes singularités des "faire" (en w^2), qui pourtant les reprennent. De même pourrait-on traiter, ou illustrer, les jeux entre répétition et différences comme rapports entre $*w + w$ et $w\,2$ (ce qui demande évidemment une justification du même genre que celle que nous avons présentée dans cet exemple).

Abordons maintenant la problématique associée à l'interférence apparemment accidentelle ou aléatoire entre deux séries indépendantes de causes déterminées, interférence dont l'effet devient lui-même l'origine d'une série nouvelle. Ce thème est important dans l'analyse des phénomènes humains et R. Boudon [7] écrit à ce propos :

"<...> pour expliquer la simultanéité de certains événements il faudrait procéder à une double régression à l'infini <...>."

On peut prendre cette remarque au mot de l'infini qu'elle introduit et lui conférer une vigueur nouvelle en l'interprétant dans le cadre du paradigme. Admettons que chaque série causale régressant à l'infini soit représentée par le type d'ordre $*w$ (qui, donc, n'a pas de premier terme). On s'intéresse alors à la conversion (au sens technique du terme) qui de deux types d'ordre $*w$ peut conduire à l'apparition d'un troisième (la nouvelle série produite par l'interférence), de type *w* (puisque qu'elle est pourvue d'un premier élément assignable, provenant de l'interférence elle-même). Le schéma global du type d'ordre résultant (c'est-à-dire prenant en compte les deux séries se rencontrant et la troisième émergeant de cette rencontre) pourrait prendre des formes différentes, selon les présupposés (ou l'analyse des conditions objectives de leur survenue). Il pourrait être de type $*w^2 + w$ au cas où l'on décèlerait une interaction ou une influence mutuelle des deux séries d'origine (cette interaction serait-elle aléatoire relativement à l'événement de leur interférence) ; il pourrait être de type 2. $*w + w$ si l'on considère que ces deux séries sont complètement indépendantes l'une de l'autre ; etc.

Pour conclure plaisamment ce paragraphe, et en guise d'illustration quelque peu provocatrice, proposons une interprétation des prises de positions respectives de Hegel et de Marx relativement au statut de l'Histoire :

On pourrait soutenir que pour Hegel, l'ordre de l'Histoire était essentiellement à mettre en correspondance avec le type d'ordre $*w$ (thématique d'une possible "fin" de l'Histoire) et la problématique d'un Sujet de l'Histoire avec le type d'ordre $h + 1$ (thématique de l'avènement concomitant du Sujet réflexif). Marx, voulant remettre la dialectique sur ses pieds, fut conduit à proposer un type d'ordre *w* pour l'Histoire (son début correspondant à l'instauration de la société sans classe et le type d'ordre $*w$ correspondant dès lors à la sortie de la pré-Histoire) et $1 + h$ pour le Sujet (Humanité qui s'origine dans la suppression de l'exploitation et dans l'émancipation par rapport à l'aliénation).

4. SUR L'ARBITRAIRE DES AFFECTATIONS

La question du caractère plus ou moins arbitraire des correspondances et affectations ensemblistes que nous envisageons, peut se poser. En effet il semble que nous nous appuyions parfois sur une vague ressemblance, plus ou moins évocatrice mais peu rigoureuse et manquant d'exigence dans les règles de caractérisation. Il semblerait même, à première vue, que peu de modifications permettraient de passer d'une mise en correspondance à une autre, pas moins ni mieux fondée. Si tel était le cas, on voit mal l'intérêt conceptuel ou opératoire qu'il pourrait y avoir, en dehors d'un esprit de système quelque peu excessif, à effectuer ce genre de démarche.

Nous pensons toutefois que la correspondance s'appuie sur des raisons plus profondes et qu'elle peut s'argumenter de façon plus solide si l'on explicite les exigences de méthode qui doivent nous guider et les exigences de cohérence modélisatrice que nous voulons préserver. Il apparaîtra alors que les choix effectués ne répondent pas seulement à une imagination dans la représentation, mais aussi à une rigueur particulière, relative au respect des contraintes imposées par la nature des rapports qui s'établissent entre domaines. C'est ce que nous allons tenter d'illustrer, en nous limitant à l'affectation de cardinalités (déterminations de domaines), par la discussion d'un couple conceptuel dont l'analyse ne va pas de soi, celui formé par les concepts de **permanence** et de **changements**.

Un premier mouvement, fondé sur une imagerie sommaire, pourrait consister à considérer que la représentation quelque peu statique de la permanence (comme dans la synchronicité des "événements" contemporains envisagés plus haut au paragraphe **3.2.3**.) conduit à lui assigner une correspondance avec le dénombrable, d'autant qu'en même temps l'idée d'une dynamique (conçue comme combinatoire d'éléments statiques) conduirait à attribuer, complémentairement aux changements, un rapport avec le continu comme ensemble de parties. Mais une telle approche se révèle immédiatement bien trop naïve et superficielle : elle est complètement incapable de rendre compte des autres éléments que le modèle commande de dériver, que ce soit pour l'interprétation de la relativité des cardinaux (comment une permanence pourrait-elle valablement constituer un modèle dénombrable d'un ensemble de changements ?) ou pour la caractérisation d'une correspondance avec le fini.

En revanche, si, considérant un système quelconque, on attribue la cardinalité du dénombrable aux changements qui y prennent place (en argumentant par exemple sur l'énumérabilité des étapes des changements, même si le type d'ordre adéquat est dense, et en exhibant la possibilité de discrétisation) et si on attribue à la permanence la cardinalité du continu (en faisant valoir que l'ensemble de la combinatoire de tous les changements possibles d'un système donné constitue précisément la permanence de ce système comme tel, son identité maintenue à travers toutes ses transformations), on peut justifier un tel choix relativement aux conséquences que l'on peut en tirer dans le modèle lui-même.

En effet, d'une part on peut affecter le fini à l'ensemble des interactions qui, dans le système, gouvernent ses transformations et les régulent[1].

D'autre part, un modèle de changements permet de caractériser des "états" de changements (comme en dynamique on peut définir des états de mouvements que les principes de relativité peuvent identifier les uns aux autres), susceptibles de modéliser dans le dénombrable le modèle continu présenté par la permanence, et ce sans transgresser la règle d'irreprésentabilité dans le modèle de changements, de l'application qui permet la correspondance entre les deux modèles.

[1] On remarquera que dans une représentation physicaliste, une situation critique qui déplace la pertinence des interactions du niveau local au niveau global et du système conçu comme ensemble d'éléments au système conçu comme un tout, s'accompagne de renormalisations qui affectent aussi bien la caractérisation des composants que celle des interactions qui les relient. On pourra y voir, avec le mélange combinatoire entre composants et interactions, une illustration particulièrement expressive du couplage entre éléments (dénombrable) et règles (fini) conduisant à la formation par exponentiation d'un ensemble continu, à la façon schématique que nous avons plusieurs fois présentée, ainsi que le passage à la globalité permanente et holistique d'un système défini pourtant de façon extensive par ses éléments en interaction.

Ainsi, dans ce cas particulier, nous pouvons soutenir qu'a été levé, par exigence de cohérence et de complétude, l'arbitraire de départ qui semblait entacher la correspondance ensembliste dans ses affectations de cardinalités. Il est assez aisé de constater qu'un même genre d'analyse vaut dans les autres cas que nous avons envisagés ici, y compris lorsque nous avons pris en considération des affectations de types d'ordre.

5. STRUCTURES DE DECISION RATIONNELLE ET STRUCTURE DU PARADIGME

Les exemples que nous avons présentés jusqu'ici concernaient surtout des contenus théoriques, des descriptions de méthodes ou de structures relatives aux phénomènes. Pour les traiter nous avons fait appel à des rapports "locaux" soit entre domaines (cardinalités), soit entre catégories dans un domaine donné (types d'ordre). Pour prendre un autre point de vue, nous nous intéresserons à une phénoménalité qui engage la structure globale du paradigme, en nous attachant à analyser le mouvement par lequel se prend et s'applique une décision rationnelle à propos d'un problème.

Considérons donc, de façon schématique, la démarche par laquelle une décision rationnelle peut être prise et exécutée, relativement à un problème, après évaluation et délibération. Le champ phénoménal est constitué par le fait qu'une telle interrogation problématique existe et qu'une action est attendue suite à une prise de décision.

Pour constituer ce champ, caractérisons donc trois domaines en distinguant les questions afférentes au *problème* (A), à la *décision* proprement dite (B), à la *résolution* effective (C), qui en découle. Ce que l'on peut représenter par le schéma suivant :

A → B → C

La structuration de chacun des domaines et les transitions d'un domaine à un autre se font au moyen de procédures qui leur sont propres et que nous allons détailler un peu, en rapport avec chacun d'entre eux.

La première structuration, qui conditionne la transition de A à B, sera notée (*a*). Pour nous elle consistera à mettre en place des *valeurs de vérité* (V et F), grâce à quoi un problème prend signification et peut s'engager sur la voie d'une résolution en distinguant le vrai et le faux (valeurs référentielles, relatives à tout problème susceptible d'être résolu en logique binaire).

La deuxième structuration concerne le domaine B et la procédure de prise de décision (*b*). Il s'agira de la démarche de valuation proprement dite au sujet, cette fois, des données effectives du problème ; il s'agit donc d'établir la *table de vérité* paradigmatique (relativement à la connection des propositions), à partir de laquelle il deviendra possible de s'orienter et de conclure.

Enfin, entre la conclusion et la résolution effective (transcription dans le réel des décisions prises), on trouvera la troisième médiation, à savoir l'*intervention* qui fait passer dans les "faits", si abstraits soient-ils, les conséquences de la décision ainsi élaborée.

On obtiendra ainsi le schéma particulier suivant, qui correspond à la figure beaucoup plus générale que nous avons considérée au chapitre précédent, lors de la caractérisation des domaines, des catégories et des types d'ordre qu'on leur a associé.

MANQUE SCHEMA

6. EXPERIENCES DANS LE DOMAINE EXISTENTIEL

Dans toutes ces discussions portant sur divers problèmes relatifs à la connaissance et à la conceptualisation, nous nous sommes principalement cantonnés dans le registre de la démarche intellectuelle. Essayons de donner des exemples dans le domaine plus proprement relationnel, au registre de l'existentiel, en commençant par essayer de caractériser certains aspects formels du rapport intersubjectif lui-même.

S'intéresser à *quelque chose*, c'est s'installer dans le registre du fini et tenter d'appréhender, d'expliquer, de comprendre ; c'est parvenir à circonscrire et calculer dans la multiplicité des facettes et des occurrences.

Rencontrer *quelqu'un*, c'est - dit Levinas, notamment, [8] - se situer d'emblée dans le registre de l'infini ; sans renoncer à l'intelligibilité c'est établir la problématique d'un rapport toujours renouvelé où, de l'un à l'autre, seul l'infini est "à la hauteur", si l'on ne se résout ni à réifier, ni à instrumentaliser, si c'est vraiment à un "visage" que l'on s'adresse.

Ainsi, le "Soi", dans le rapport à soi-même et à l'Autre se situe-t-il dans cette bifurcation réitérée entre l'infini de la relation duelle d'humanité et le fini de la nature des choses que l'on explique et contrôle.

Une telle pensée peut-elle se dire en d'autres termes, formellement, dans un maniement objectivant de l'infini ?

Considérons tel domaine, un $\mathbf{aleph_j}$, et dans le cadre de cette cardinalité des ensembles caractérisés par des types d'ordre dont l'agencement fait ce que nous pourrions appeler une constitution G_1. Considérons dans cette même cardinalité d'autres types d'ordre, d'autres agencements qui font une autre constitution G_2.

La confrontation, la comparaison, entre les deux constitutions sont hautement problématiques : entre G_1 et G_2 certains types d'ordre sont semblables et d'autres non, certains agencements sont isomorphes et d'autres pas. G_1 et G_2 sont distinctes et pourraient même n'avoir aucun type d'ordre en commun. En cela elles sont irréductiblement différentes et leur altérité est désignable même si elle n'est pas mesurable au sens habituel du terme. Néanmoins chacune de ces constitutions est appelée à reconnaître en l'autre au moins une propriété partagée : leur communauté de cardinalité qui les assure qu'elles constituent des ensembles équivalents. Quoique infiniment distinctes selon une incommensurabilité qu'aucune combinatoire finie ne parviendrait à épuiser, cette équivalence entre elles demeure, qui se traduit par une bi-univocité de leur application réciproque. Égales et différentes.

Dérivons donc un peu dans la thématisation : la rencontre met en rapport les expériences, les pensées, certes, mais les "avidités" aussi, et là gît une menace pour la relation. Pourtant la relation demeure possible et peut s'instaurer, car nous savons que ce que notre existence comporte de ressenti (dans la puissance du dénombrable) et *a fortiori* d'abstraction (dans la puissance du continu) excédera toujours les menées finies d'une domination qui voudrait s'exercer, même si parfois des interactions se produisent. Ne peuvent se mesurer, c'est le cas de le dire, que les secteurs de maîtrise, le reste demeure incommensurable, comme demeurent incommensurables entre eux les multiplicités infinies des relations vécues, au fil du dénombrable, et les échanges intellectuels.

En soulignant, à propos de ces derniers, que c'est l'effet d'une unification abstraite qui instaure le continu du spéculatif qui lui-même relie, combine, thématise : penser les expériences excède les expériences, mais aussi, d'une certaine façon, les confond, ce qui leur permet d'être communicables même si elles demeurent singulières. Ce qui pourrait se dire que, dans les rencontres, "le coeur a *ses* raisons que *la* raison ne connaît pas".

Ainsi aura-t-on tendance, par généralisation, à considérer qu'à certains égards et relativement aux relations humaines, le *particulier* (et sa mutiplicité) trouve de façon privilégiée son répondant dans l'existentiel (domaine du dénombrable), tandis que l'*universel* (qui manifeste le plus souvent une certaine unité interne) le trouvera plutôt dans le spéculatif (domaine du continu). La transition entre les deux domaines étant associée à l'opération qui consiste à former l'ensemble des parties du premier, c'est-à-dire, pour transposer, à prendre en compte pour la recollectiviser, toute la combinatoire des agencements particuliers, en soulignant que dans cette opération il ne s'agit pas simplement de juxtaposer des combinaisons, mais aussi de les ensembliser.

Un tel traitement nous permet d'aborder sous un angle spécifique la question de la coexistence, dans une société donnée, des multiples manifestations de *différences* (société multiculturelle) qui ne

s'opposeraient pas nécessairement à l'affirmation d'une *universalité* de valeurs. Accepter la manifestation des différences pourvu qu'on les restreigne au cadre dénombrable de l'existentiel, en tant qu'il représente le particulier, et qu'on les accompagne de la relativisation au continu en tant que constitution de l'universel. Tenter de faire déborder les critères de l'universel sur l'existentiel particulier, menace sans doute de préparer le lit du totalitarisme, mais à l'inverse, tenter de faire déborder ceux du "différentiel" sur le spéculatif menace de ruiner les conditions de possibilité de la coexistence elle-même (et en tout cas menace de subordonner le droit au fait). L'opération de synthèse et d'intégration qui sépare et met en rapport les deux domaines doit demeurer, dans son autonomie et sa spécificité ; c'est elle qui permet à la fois l'objectivation, la mise à distance et la compatibilité. On peut trouver là une façon formalisée de parler, sans contradiction, de respect des différences en même temps que de respect des valeurs universelles ; c'est-à-dire de parler de laïcité.

Remarque annexe

Nous avons évoqué, dans une note du chapitre XII, un rapprochement éventuel entre la tripartition traditionnelle des domaines de la réflexion et de l'activité humaines et la trichotomie évolutive et fonctionnelle du cerveau humain. Nous nous proposons de discuter brièvement ce point, en prenant le maximum de précautions pour éviter tout danger de réductionnisme biologisant et de confusion des niveaux concernés, ce qui ne correspondrait nullement à notre objectif et même irait complètement à l'encontre de ce que vise notre entreprise.

Précisons donc bien, qu'avec cette brève digression biologisante, il ne s'agit nullement de rechercher des "assises" ou des "fondements" directement et immédiatement biologiques. Ce serait d'autant plus absurde que nous nous préoccupons justement de construire une objectivité propre pour ce qui apparaît comme un système de représentation et de catégorisation qui relève d'un niveau d'intégration bien plus élevé que celui des niveaux biologiques qui peuvent lui donner naissance, à savoir le niveau à partir duquel peut commencer à s'effectuer un travail méditatif et réflexif, à se déployer un jeu de significations, à s'enraciner des éléments de compréhension. Néanmoins il peut être éclairant de dégager ce que l'on pourrait appeler sans excessif abus de langage des homologies de type biologique, relatives à la façon dont nous pouvons nous-mêmes analyser le fonctionnement de notre propre cerveau (qui, par ailleurs, est aussi celui qui médite, réfléchit, comprend...). Et, à cet égard, l'hypothèse du cerveau triunique [9] et de la partition des fonctions spécifiques qu'assure la trichotomie correspondante peut constituer la base d'une telle homologie conceptuelle de structures d'organisation.

Rappelons en effet que les auteurs distinguent trois structures cérébrales fondamentales :

(i) le complexe R, ou cerveau reptilien, comprenant principalement les structures cérébrales striées, le thalamus, l'hypothalamus, fonctionnellement associé aux comportements de survie stéréotypés et répétitifs - rapports au territoire, agressivité et soumission, prédation... - tels qu'ils ont pu apparaître notamment chez les thérapsides.

(ii) le système limbique, ou cerveau paléo-mammalien, associé à l'affectivité et contemporain dans sa formation des premiers comportements des mammifères (prise en charge des petits, combat contre l'isolement, communication par vocalisation,...), leur permettant de manifester une plus grande capacité d'initiative et d'adaptation aux changements de conditions de l'environnement, voire de faire preuve d'innovation comportementale.

(iii) le néo cortex, enfin, cerveau néo-mammalien, associé aux capacités de symbolisation, d'anticipation, etc. ; cette partie voit se développer les aires associatives et conduit - avec la formation des organes correspondants - aux aptitudes au langage parlé et à la pensée.

Si cette hypothèse est exacte, il est tentant de rapprocher cette structure tripartite, tout intégrée qu'elle soit par ailleurs, de la structuration de l'expérience humaine en trois domaines principaux et d'envisager les comparaisons suivantes :

(i) le domaine de la *maîtrise* et de la domination, le rapport au territoire, les fonctionnements quasi-automatiques qui leur sont associés, avec le complexe R ;

(ii) le domaine de la *vie relationnelle* avec le système limbique ;

(iii) le domaine du spéculatif et du *pensé* avec le cerveau néo-mammalien et la capacité de conceptualisation.

On pourrait alors voir dans cette structuration cérébrale une sorte de corrélat biologique, phylogénétiquement élaboré, de la façon dont les humains en tant que tels sont conduits à conceptualiser les problématiques qui leurs sont spécifiques, relativement à leur propre condition d'humains.

Pourtant, à un examen plus approfondi, une telle corrélation se révèle bien trop grossière et demande à être affinée si l'on tient (en conservant encore entre parenthèse la critique plus fondamentale d'un réductionnisme sans fondement) à soutenir l'homologie.

En effet, les auteurs eux-mêmes tiennent à souligner très fortement que les fonctions carcatéristiques qu'ils dégagent en liaison avec chacune des sous-structures, sont non seulement intégrées dans un tout qui assure l'unité cérébrale, mais que de plus ces facultés ou fonctions elles-mêmes ne sauraient être mécaniquement attribuées à telle ou telle partie. Ils insistent en particulier sur l'erreur à ne pas commettre, qui consisterait à identifier sans autre précaution le système limbique avec le siège de l'émotivité et le néo-cortex avec celui, exclusif, de la cognition et du raisonnement. Le néo-cortex est aussi le lieu privilégié de l'élaboration de l'affectivité évoluée, du sentiment éthique, du lien social réfléchi. Similairement, le cerveau paléo-mammalien est, pour sa part, en interactions permanentes avec le complexe R et il contribue à en réguler les comportements automatiques et stéréotypés.

Aussi convient-il d'affiner quelque peu la nature des homologies que nous pourrions établir, afin de tenir compte de ces affectations plus complexes et plutôt que d'envisager les comparaisons avec les domaines eux-mêmes caractérisés par leurs contenus propres, il est sans doute plus adéquat d'effectuer le rapprochement avec les *coefficients opérateurs* qui assurent le *couplage* et la circulation entre ces domaines.

Ainsi, pour prendre en compte ces précisions et mises en garde, semble-t-il plus conforme à l'homologie de rapprocher le néo-cortex de l'opérateur I', dont le rôle est précisément de coupler le domaine de la pensée et du spéculatif à celui du vécu et du relationnel. De même rapprochera-t-on le système limbique du coefficient-opérateur F qui, pour sa part, couple le domaine du vécu relationnel à celui de la domination (et de tous les automatismes de fonctionnement associés à l'avidité relativement à l'intégrité et la territorialité). Tandis que le complexe R correspondrait au rapport qui peut s'établir entre ces relations au pouvoir et les états de fait auxquels elles se confrontent et qu'elles doivent traiter.

Ces précisions n'enlèvent évidemment rien aux impérieuses nécessités de ne pas confondre les différents niveaux dont nous parlons et de ne pas aller au-delà des ressemblances que ces rapprochements proposent.

REFERENCES DU CHAPITRE XIV

[1] G. BRUNO, cité par A. Koyré, in : *Du monde clos à l'univers infini*, Gallimard, Paris, 1973.
[2] E. BENVENISTE, *Problèmes de linguistique générale*, Gallimard, Paris, 1966.
[3] A. CULIOLI, La linguistique : de l'empirique au formel, in : *Sens et place des connaissances dans la société*, Tome 3, Ed. CNRS, Paris, 1987.
[4] J-L. GARDIES, *La logique du temps*, PUF, Paris, 1975.
[5] J. VUILLEMIN, *Nécessité ou contingence*, Minuit, Paris, 1984.
[6] L. NOTTALE, *Sur le temps de la microphysique*, C.R.Ac.Sc., 306, II, p.341, Paris, 1988.
[7] R. BOUDON, *La place du désordre*, PUF, Paris, 1984.
[8] E. LEVINAS, *Totalité et infini*, Ed. Fayard, LGF (Coll.Livre de Poche), Paris, 1990.
[9] P.D. MAC LEAN, R. GUYOT, *Les trois cerveaux de l'homme*, Laffont, Paris, 1990.

CHAPITRE XV

CORRESPONDANCES AXIOMATIQUES. STATUT EPISTEMOLOGIQUE

> "<...> *l'axiomatique, en décelant les analogies formelles, révèle des correspondances insoupçonnées entre divers domaines d'une même science, et même des parentés entre des sciences qui semblaient étrangères. En dégageant la structure invariante*[1] *commune à des théories apparemment hétérogènes, elle permet de les dominer par la pensée et d'embrasser du regard, en une vue plus synthétique, de vastes paysages intellectuels qu'on ne connaissait encore que par fragments.*"
>
> R. Blanché [1]

Dans les chapitres précédents de cette TROISIEME PARTIE nous avons présenté les correspondances formelles et leurs propriétés et nous avons discuté d'exemples d'applications possibles de ces correspondances. Pour ce faire, nous avons largement eu recours aux contenus théoriques et conceptuels de la théorie des ensembles et de la théorie des modèles. L'intérêt de ces théories, cependant, ne se limite pas au contenu qu'elles proposent, ni aux propriétés qu'elles permettent de dégager et d'utiliser ; elles-mêmes font appel à des fondements axiomatiques à partir desquels elles se construisent et qui contribuent à les caractériser (passage de la théorie "naïve" des ensembles à sa théorie axiomatique). À des choix axiomatiques particuliers correspondent des ensembles de propriétés différentes ou des problématiques distinctes quant aux difficultés à surmonter ou quant aux centres d'intérêt conceptuel mis en valeur (axiome de réductibilité et de constructibilité par rapport à une théorie des ensembles constructibles, par exemple).

On peut alors se demander si l'extension de ces correspondances entre contenus (des phénomènes humains aux transfinis) à des correspondances avec cette armature axiomatique conserve un sens et lequel. Peut-on interpréter en termes théoriques ou épistémologiques, relatifs aux phénomènes humains, les fondements des théories des ensembles, c'est-à-dire les axiomes eux-mêmes ? C'est la question que nous voulons aborder dans ce chapitre en nous limitant toutefois à la structure axiomatique la plus classique, celle de ZFC dans sa version la plus courante (nous avons placé en Appendice certains aspects plus spécifiquement logiques dont nous avons fait usage, sans nécessairement les expliciter, au cours de l'analyse).

Auparavant, toutefois, nous nous livrerons à quelques considérations de nature plus épistémologique qui permettront d'enrichir la discussion à ce propos.

1. CONSIDERATIONS EPISTEMOLOGIQUES

Rappelons tout d'abord que, malgré l'usage quelque peu instrumental que nous en avons fait nous-mêmes, la correspondance entre phénomènes humains et théorie des ensembles vise autant à introduire un paradigme de référence pour l'élaboration d'une intelligibilité qu'à se présenter comme un instrument théorique possible pour la construction d'une objectivité.

De ce point de vue, on avait trouvé un avantage épistémologique certain - pour représenter et modéliser des phénomènes humains - dans le recours aux ensembles infinis et à leurs propriétés, du fait, notamment, que l'on disposait ainsi d'ensembles qui pouvaient être équivalents à certaines de leurs parties propres.

[1] Souligné par l'auteur.

On peut y trouver un deuxième avantage épistémologique, au moins aussi important et qui peut-être, à un niveau profond, est lié au premier : en effet, avec cette représentation nous disposons de correspondances "calculables", telles que l'implication de l'observateur (ou du sujet épistémique) dans l'objet étudié - ou son interaction avec lui - ne constitue plus un obstacle à un savoir objectif. C'est ce que nous voulons examiner maintenant.

1.1. Rapports entre l'observateur et son objet

En matière d'analyses de phénomènes humains plus qu'en toute autre, l'observateur interagit avec son objet ; néanmoins, il peut le perturber gravement ou le laisser stable, selon les conditions dans lesquelles se place cet observateur. Notre système de correspondance permet de rendre compte de telles situations et de les discerner formellement.

En effet, d'une part, on devra concéder que la caractérisation phénoménale de l'observateur lui-même, dans son activité épistémique (qu'elle soit réflexive ou non), peut être mise - *via* la correspondance ensembliste - en rapport de comparaison, voire d'équivalence, avec les phénomènes que l'observateur analyse et étudie, et dont il cherche à construire, ensemblistement aussi, l'objectivité : il peut s'agir de cardinalités identiques, de types d'ordre comparables, etc. On verra donc là une manifestation flagrante de l'implication possible de l'observateur dans son objet qui, en l'occurrence, renvoie, d'une part, au fait que la construction de l'objectivité est aussi un phénomène humain et, d'autre part, que les phénomènes pris en compte peuvent aussi concerner, par leur nature, l'observateur qui les prend en compte.

Mais, d'un autre côté, du fait que nous travaillons avec des ensembles infinis, les interférences et perturbations apportées par l'observateur et par sa co-participation à ses objets d'étude, ne bouleversent pas nécessairement la représentation abstraite de leur texture ensembliste et de leurs rapports. Ainsi, par exemple, l'addition ou la multiplication d'une cardinalité dénombrable par une autre laisse stable cette cardinalité, ce que nous pouvons commenter en disant que l'"addition" ou le "produit" de deux domaines ne modifie pas nécessairement la nature de ces domaines (cette situation se rencontre soit si les deux domaines ont même cardinalité, comme dans l'exemple que nous avons pris, soit si le domaine observé est de cardinalité supérieure à celle du domaine "perturbateur" et en ce cas, c'est ce dernier dont la cardinalité se voit modifiée par les opérations). De telles propriétés ne pourraient plus être vraies si nous avions dû recourir à des nombres finis pour caractériser ce que nous voulions désigner. Dans certains cas (liés aux opérations que nous avons détaillées au chapitre XIII) il en va de même pour les types d'ordre. Mais, bien entendu, ces stabilités des objets sous l'observation ne sont pas vérifiées dans tous les cas et il convient d'accorder toute son attention à la "force" relative de la perturbation apportée par l'observation. Si nous reprenons l'exemple que nous avons déjà pris, il pourrait se traduire en disant que le fait de considérer des situations existentielles à partir de situations existentielles propres à l'observateur, ne modifie pas la nature existentielle du domaine d'observation (même si l'interférence peut y modifier les types d'ordre, c'est-à-dire le jeu des catégories, ce qui resterait à examiner). En revanche, si la perturbation avait consisté à aborder l'existentiel sous un angle purement spéculatif (puissance du continu), les opérations d'interaction auraient modifié la nature du domaine observé en le surdéterminant par le spéculatif (analyser de façon déterminante à partir de pensées *a priori*, au lieu de laisser la détermination aux faits existentiels étudiés, eux-mêmes. Les événements ont du mal à s'imposer à la représentation, pourrait-on dire).

Dans le cas des types d'ordre l'association, dans un domaine donné, de types d'ordre provenant de l'observateur à ceux issus de l'objet d'étude peut, ou non, modifier ce dernier selon, par exemple, l'ordre des interactions. Ainsi (et en notant entre parenthèses les caractéristiques de l'observateur), on aura :

$$(h + 1) + h = h \quad \text{(A)}$$

et :

$$h + (h + 1) = h+1 \quad \text{(B)}$$

Dans le cas (A), on a laissé la prévalence au type d'ordre de l'"objet" et c'est lui encore qui sort de l'interférence (la catégorie d'innovation subjective à quoi se trouve subordonnée, de par l'ordre

choisi, la catégorie historique subjective de l'observateur : la rupture apportée par le nouveau est reconnue comme telle malgré la position plus traditionaliste et continuiste de l'observateur).

Dans le cas (B), à l'inverse, c'est la configuration de l'observateur qui devient déterminante, occulte la nature de ce qui est étudié et finalement s'y substitue.

1.2. Le rôle de l'ordre

Sans nous attarder, comme nous venons de le faire à propos de cet aspect particulier que constitue l'analyse des rapports entre un observateur et ses objets d'étude, nous voulons revenir sur certains autres aspects de type épistémologique que comporte le paradigme proposé.

Commençons par rappeler, en les résumant, certaines de ses caractéristiques principales.

(i) D'un point de vue sémantique, nous pouvons dire qu'il permet une récupération opératoire des représentations de l'infini, dont on sait qu'elles jouent des rôles plus ou moins argumentatifs (*cf.* paradoxes de l'infini, ou régressions à l'infini, ou passages aux limites, etc.).

(ii) Dans cette ligne, nous avons pu thématiser l'équivalence possible entre un tout et certaines de ses parties propres en vue, notamment, de surmonter certains paradoxes apparents associés à l'analyse des phénomènes humains.

(iii) Nous venons d'évoquer et d'analyser la pertinence de sa "tolérance" à la co-participation de l'observateur à ses propres objets d'observation.

(iv) Enfin, et c'est ce que nous voulons aborder maintenant, il réserve un rôle important, d'un point de vue sémantique, conceptuel et épistémologique, au concept d'*ordre*.

En effet, ce paradigme, plus qu'à des grandeurs ou à des évaluations absolues, accorde une importance à des séquentialités (fussent-elles pluridimensionnelles) ; il s'attache à une représentation en termes d'ordre, où les concepts de prédécesseurs, de successeurs, de premier ou de dernier terme, de topologies denses, discrètes ou continues tiennent une place tout à fait essentielle. C'est la disjonction, propre au transfini, entre concepts de cardinalité et d'ordinalité qui autorise l'apparition de ces distinctions d'où peuvent découler nuances et finesses associées à l'ordre. En même temps la cardinalité elle-même perd ses traits proprement numériques, à quoi se trouve substitué le concept d'applications bijectives entre ensembles. Ce qui contraste avec les paradigmes du fini qui sont à l'oeuvre dans la scientifisation des phénomènes naturels, dans lesquels les éléments constitutifs sont de vrais nombres, pour qui valent les axiomes de Peano et pour qui la distinction - numérique - entre cardinaux et ordinaux n'a plus de pertinence.

Pour mettre en lumière le rôle conceptuel particulier que peut jouer la référence à l'ordre, prenons-en une illustration non technique. Considérons les énoncés suivants :

"*a* si et seulement si *b*"
et :
"*b* si et seulement si *a*".

Si *a* et *b* ne sont pas identiques (même si l'on considère l'énoncé comme une équivalence, au sens technique du terme), le rapprochement des deux énoncés semble exprimer une pure redondance. Mais, sous un autre angle, si l'on concentre son attention non plus sur les "produits" (que sont *a* ou *b*), mais sur le processus de leur genèse (*a à partir de b* ; *b à partir de a*) nous voici renvoyés, avec ce rapprochement, à ce que l'on a pu appeler la "galaxie auto-" [2].

Il est vrai que si de *a* à *b* et de *b* à *a* il suffit d'un nombre fini d'étapes pour établir la preuve ou fabriquer le produit, on devra s'en tenir à la stricte relation d'équivalence et au point de vue de la redondance. Mais si dans l'entre-deux, l'approche se trouve infinitisée, alors il peut en aller différemment : le cercle peut ne plus en être nécessairement un et l'"auto-" peut osciller entre la réalité et l'illusion, du fait qu'un troisième terme a en quelque sorte trouvé son autonomie et sa spécificité, à

savoir, l'entre-deux de *a* et *b*. En effet, si l'on considère que cet entre-deux se caractérise par la puissance du dénombrable, cela est possible de deux façons au moins.

(i) Soit que le type d'ordre qui mène de *a* à *b* diffère du type d'ordre qui mène de *b* à *a*. Il s'établit alors une "dissymétrie" du processus et le cercle devient orbite elliptique (si l'on peut oser la métaphore !). Les deux trajets ne s'équivalent plus (au moins en termes des types d'ordre mis en jeu) et l'on peut trouver un fondement pour établir une discrimination.

(ii) Soit, si les types demeurent équivalents (et le cercle demeure cercle), que les sous-ensembles associés à chacun des trajets, tout en conservant même puissance et même type d'ordre, se distinguent de par les éléments qui les spécifient (par exemple ils peuvent n'avoir aucun élément en commun, tout en ayant chacun la puissance de l'ensemble dont ils sont des parties propres, situation que seule permet la propriété infinitaire). C'est alors la nature des étapes des trajets qui fait la différence.

Ainsi, le rapprochement des énoncés (A) et (B), bien qu'il formule un résultat quant aux rapports de *a* et de *b*, pose aussi une question. Celle des moyens du passage effectif de *a* à *b* et de *b* à *a*, c'est-à-dire celle du parcours impliqué par l'expression apparemment neutre "si et seulement si". Du moins si l'on accepte de s'extraire d'une représentation strictement finie de la relation considérée[1].

1.3. Générativité, prédictibilité et démarches gnoséologiques

Le paradigme proposé n'a-t-il valeur que descriptive ? Les règles qu'il énonce, les calculs qu'il permet, peuvent-ils avoir certains côtés *prescriptifs* (au sens que Wittgenstein donnait à ce terme [4]), qui réuniraient les conditions d'une réelle construction d'objectivité ? Avec ces questions, essentielles du point de vue épistémologique, sont posées aussi des questions plus techniques relatives à la générativité intrinsèque du modèle, à sa prédictibilité éventuelle à propos des phénomènes qu'il étudie, comme à la stabilité de la formalisation et de l'interprétation qu'il est susceptible de présenter. Bien que ces questions soient en fait assez différentes les unes des autres et engagent des analyses sur des terrains bien distincts, nous les discuterons ensemble dans la mesure où elles s'inscrivent dans le cadre d'un même type d'interrogation épistémologique.

Nous avons déjà examiné la question de la générativité interne du modèle en évoquant et analysant les passages de domaine à domaine (de cardinalité à cardinalité) par passage à l'abstraction et à la combinatoire phénoménale, soit à partir de la combinatoire du domaine lui-même (formation de l'ensemble des parties), soit à partir de celle de ses catégories constitutives (formation de la classe des types d'ordre). L'utilisation de l'hypothèse généralisée du continu revient à affirmer l'équivalence des résultats de cardinalité obtenus par ces deux procédures. On peut l'interpréter en disant que l'on obtient un résultat identique de générativité (en termes de domaines) en composant phénomènes et constellations de phénomènes issus d'une analyse abstraite effectuée à partir d'un domaine, ou en parvenant à en abstraire la phénoménologie exhaustive. Ainsi, d'un point de vue méthodologique et dans ce cas précis, l'hypothèse généralisée du continu revient à poser l'équivalence des points d'aboutissement atteints par induction généralisante ou par démarche abductive.

De même, toujours dans le registre interne, nous avons pris en compte la générativité associée aux types d'ordre eux-mêmes (opérations d'ouverture et de fermeture, formation d'un bon ordre, discrétisation ou densification...). L'utilisation de ces opérations enrichit la phénoménologie du domaine tout en permettant d'assurer ce que l'on pourrait comparer à une "stabilité algébrique" du domaine : l'effet de ce genre d'opération de passage d'une phénoménologie à une autre dans un domaine donné, appartient toujours au domaine; pour en sortir il convient de recourir à des opérations ensemblistes d'une autre nature (celles que nous venons d'évoquer plus haut). En même temps cette générativité phénoménologique permet de considérer que si l'exhaustivité du domaine n'est

[1] Cette illustration et ces arguments trouvent un écho avec les relations mixtes (dites de connaissance) que J. Vuillemin [3] voit chez Aristote, à propos des types de relation, en distinguant entre connaissance (réelle) et objet connu (représentation idéale) : *a* R' *b* pour la connaissance et *b* R *a* pour la chose. La discussion menée par cet auteur sur le caractère logiquement contradictoire de telles relations indique que l'on n'a pas affaire à proprement parler à une relation logique, mais bel et bien à des parcours distincts (et en ce sens, c'est-à-dire en s'intéressant non seulement aux points de départ et d'aboutissement mais aussi à la nature des chemins parcourus, il est exact qu'un produit d'une telle "relation" par sa converse n'est plus l'identité).

évidemment pas à notre portée, néanmoins il n'est rien qui puisse s'y manifester que nous ne puissions traiter selon les approches et méthodes d'analyse proposées.

Il existe aussi une générativité que nous pouvons qualifier d'externe. En effet, à partir de concepts ou de propriétés propres à la théorie des ensembles, on peut rechercher si l'on peut dégager, dans l'objet d'étude lui-même, des éléments de réalité phénoménale qui leur correspondent. C'est-à-dire que l'on peut s'appuyer sur la dynamique autonome de la théorie formelle pour essayer de redistribuer de manière significative le champ d'étude et de caractériser ainsi de nouveaux éléments de réalité qui étaient restés masqués ou qui étaient agencés de façon différente. On verrait là une démarche réciproque de celle qui a gouverné la mise en place du paradigme : il ne s'agit plus de récupérer conceptuellement la sémantique et la structure du rapport infini pour les traiter rationnellement dans le champ des phénomènes humains, mais au contraire, à partir de cette rationalité constituée, d'enrichir les capacités de reconnaître le fonctionnement et l'usage du concept transfini, dans le paysage des phénomènes. Démarche qui, méthodologiquement, s'apparenterait, cette fois, plutôt à une approche hypothético-déductive.

Une telle position consiste en fait à postuler que l'infini en acte, tel que le traite le transfini, est a priori spécifique à tout modèle des phénomènes humains. Dès lors, il ne s'agit plus seulement d'aller chercher, dans une théorie logico-mathématique, des éléments d'analyse et d'intelligibilité permettant d'interpréter et de décrire ces phénomènes, mais au contraire, comme nous y avons déjà insisté, de les constituer objectivement. Ce qui revient à considérer que la théorie *pose* un paradigme spécifique à la modélisation de ces phénomènes. Il y a là, certes, un renversement de perspective, mais il n'est pas autrement surprenant : les théories logico-mathématiques nous renseignent autant sur les capacités et le fonctionnement de l'esprit humain que sur les idéalités objectives qu'il crée puis étudie. La deuxième partie de ce chapitre, qui traite des fondements axiomatiques et de leurs répondants, en donnera quelques exemples et nous y reviendrons dans le chapitre de conclusion.

Auparavant, nous voudrions évoquer brièvement la question d'une éventuelle prédictibilité, à propos des phénomènes humains, que pourrait fournir le recours au paradigme. Il est clair qu'une prédictibilité complète est exclue par principe, par les conditions axiomatiques, mais aussi par les théorèmes d'indécidabilité et d'incomplétude de la théorie des modèles que nous avons adoptée. Ce qui n'est nullement insatisfaisant si nous voulons prendre en considération les possibilités d'innovation et l'exercice de la liberté.

Néanmoins une prédictibilité partielle est non seulement concevable, mais aussi contenue dans la générativité du paradigme, ainsi que dans les moyens de calcul qu'il offre. Cette prédictibilité concerne la partie déterministe, soumise à des lois de nécessité (fussent-elles statistiques, ou même ne s'exerçant que sur une longue durée) des phénomènes humains et qui correspondent à leurs composantes systémiques (qui ne sont pas qu'économiques, mais aussi psychologiques et sociales, comme le montrent les sciences humaines et sociales). Les exemples que nous avons donnés au chapitre précédent, comme au chapitre XIII (à l'occasion de l'établissement des correspondances), montrent que l'application des opérations ensemblistes et des opérations de calcul transfinitaire (sur les cardinaux et les types d'ordre), conduisent à des résultats dont on peut considérer qu'ils sont "prévus" par l'application de telles opérations sur leurs données. Il en résulte, du point de vue épistémologique où nous nous plaçons ici, que bien des théories partielles ou locales que ces exemples nous suggèrent ou nous incitent à élaborer, peuvent se prêter à vérification et réfutation, y compris dans un sens de capacité "prévisionnelle", plus ou moins limitée mais réelle, car susceptible d'être soumise aux tests de l'observation.

Concluons cette partie par une digression, mais qui ne nous sortira pas d'une certaine forme de réflexion épistémologique.

Il fut un temps où l'on pensait que les phénomènes naturels étaient régis par un principe fondamental : "rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme". C'était l'époque de la recherche des principes de conservation (matière, énergie) et des lois d'invariance (symétries plus ou moins internes des objets d'étude). Malheureusement l'existence (avérée) et l'énoncé de tels principes - si féconds ont-

ils été et demeurent-ils - ne permettaient pas de dégager des critères d'évolution pour les processus dont les systèmes étaient le siège et que l'on observait empiriquement. La découverte de tels critères fut liée, on le sait, à la possibilité de définir des fonctions croissantes : malgré tout, quelque chose se perdait ou se créait, de l'entropie, de l'information, et bien des lois d'invariance furent avantageusement supplantées par des lois d'optimalisation. Curieusement pourtant, ce qui se créait ou se perdait, et qui revêtait un caractère si important, n'avait à proprement parler rien de "substantiel" (les lois de conservation restaient valables pour tout ce qui était substantiel) ; c'étaient des agencements, des probabilités, des ordres ou des désordres. Mais bien entendu on restait dans le cadre de la considération de quantités, de grandeurs finies (même si l'on recourait parfois, notamment dans le cas des transitions critiques, à des passages à la limite numérique infinie).

Voici maintenant, avec le transfini, une situation nouvelle, qui pourtant n'échappe pas à des caractères de naturalité et qui conserve d'ailleurs, à travers la pertinence des questions d'ordre, une certaine contiguïté conceptuelle avec les situations précédentes. Mais les dimensions quantitatives - et les questions de conservation et d'invariance associées - prennent un tout autre sens : dans le paradigme du transfini, on peut créer ou perdre des éléments, voire des types d'ordre entiers, sans pourtant modifier cardinalité ou ordinalité d'ensembles : ce qui se perd ou se conserve ne dépend plus de la mesure au sens usuel[1].

On admettra volontiers qu'il est peu de situations naturelles qu'on puisse y reconnaître. Sauf à considérer comme telle les jeux des phénomènes humains :

"Chacun en a sa part et tous l'ont tout entier"
ou, à l'inverse :
"Un seul être vous manque et tout est dépeuplé".

C'est là ce que révèle l'intuition du poète.

2. PHENOMENES HUMAINS ET FONDEMENTS ENSEMBLISTES. L'AXIOMATIQUE DE ZFC

Revenons à la question des fondements axiomatiques de la théorie des ensembles. La question que nous voulons aborder maintenant est de savoir si l'on peut trouver une correspondance, en termes de *principes* régissant les phénomènes humains en tant qu'objets d'étude (et leurs conditions de possibilité comme tels), avec les axiomes de la théorie (ZFC en l'occurrence ; voir [5] pour toute cette discussion). Dans ce but, nous considérerons successivement les différents axiomes (et schémas d'axiomes) qui constituent la panoplie axiomatique de ZFC (dans sa version la plus usuelle) et nous tenterons d'en donner une interprétation principielle relative à la phénoménalité.

Rappelons ces axiomes et interprétons-les au fur et à mesure de leur présentation (l'appartenance est représentée par le signe "$\in$", l'inclusion par "$\subseteq$" (l'inclusion stricte par "$\subset$"), le quantificateur existentiel par "E", le quantificateur universel par "$(\forall)$", l'implication par "$\rightarrow$", l'équivalence par "$\leftrightarrow$", la négation par "*"; la logique sous-jacente sera le calcul des prédicats du premier ordre avec égalité) :

I. Axiome d'extensionalité

Il s'écrit formellement, dans le langage que nous avons adopté, sous la forme :

$$(x)\ (y)\ [(z)\ (z \in x \leftrightarrow z \in y) \rightarrow x = y]$$

Il peut s'énoncer sous la forme plus explicite : "si $x <= y$ et $y <= x$, alors $x = y$", c'est-à-dire "si x est inclus dans y et si y est inclus dans x, alors x et y sont égaux". Cet axiome pose le caractère *extensionnel* des ensembles, c'est-à-dire le fait que tout ensemble est complètement défini par ses membres (la question de la définition intensionnelle, par une propriété, viendra plus tard avec les

[1] Par exemple, avec un seul ensemble de cardinalité dénombrable nous pouvons constituer deux ensembles disjoints - sans éléments communs - de même cardinalité dénombrable et présentant le même type d'ordre (ne serait-ce qu'en considérant, à partir de l'ensemble des entiers naturels, d'un côté les nombres pairs, et de l'autre les nombres impairs), etc.

schémas d'axiomes de compréhension et de séparation). Deux ensembles qui comprennent les mêmes membres seront donc égaux.

En principe, du point de vue de l'interprétation que nous pouvons en donner dans le cadre de la correspondance, cet axiome - qui ne fait pas intervenir l'ordre - ne concerne que les cardinalités, c'est-à-dire les domaines (en effet, rappelons que des ensembles présentant un type d'ordre différent peuvent être constitués des mêmes éléments, tandis qu'à l'inverse, des ensembles présentant des éléments différents peuvent présenter des types d'ordre identiques).

Transposé dans le champ phénoménal, l'axiome pose qu'un domaine (ou, le cas échéant, un sous-domaine) constitué par les mêmes phénomènes sont égaux, c'est-à-dire peuvent être traités de la même façon. Malgré son caractère apparemment trivial, cette transposition n'est pas anodine et, de fait, elle soulève des problèmes redoutables quant à la constitution de l'objet d'étude, c'est-à-dire, finalement, quant à la construction de l'objectivité du champ des phénomènes humains. En effet, cette transposition affirme qu'une extensionalité phénoménale caractérise sans ambiguïté ce champ d'étude. Il s'agit bel et bien d'une forme de réduction ensembliste, associée à une identification des composants. On pourra donc trouver dans cette prise de position une légitimation de principe d'une démarche scientifique analytique, appliquée aux phénomènes humains - psychologie, sociologie, ethnologie... -, visant à la constitution d'un champ de connaissance accessible aux méthodes objectives, par l'"énumération" et l'identification (fût-elle potentielle et jamais aboutie, puisque infinie) des constituants (la question de la caractérisation intensionnelle n'est évidemment pas envisagée ici ; elle viendra plus tard, avec l'étude des axiomes correspondants (**V** et **V'**)).

Toutefois, il nous faut remarquer que si nous nous en tenions à ce seul aspect, cette perspective irait tout à fait à l'encontre de l'idée que nous avons proposée, selon laquelle ce n'est ni la quantité, ni même la "composition" des ensembles qui joue un rôle essentiel, mais bien l'ordre qu'ils présentent. La compatibilité des points de vue exigerait donc de considérer, au moins provisoirement, que c'est de l'appartenance à un domaine phénoménal qu'il s'agit principalement ici (cardinalités), plus qu'à des catégories de phénomènes proprement dites (types d'ordre). A moins de nous situer d'emblée à un autre niveau d'analyse et de considérer que ce sont les types d'ordre eux-mêmes qui constituent des éléments d'un ensemble correspondant à un objet d'étude. De ce point de vue, ce qui est à identifier, ce sont ces types d'ordre (ces catégories phénoménales) constitutifs. L'axiome poserait alors que des ensembles de phénomènes dans lesquels on trouverait extensionnellement les mêmes types d'ordre sont égaux, c'est-à-dire complètement identifiables relativement à leur spécification ensembliste, et correspondent par conséquent à la même phénoménalité. Il nous semble que ce dernier point de vue est plus riche et plus conforme à la nature de la démarche que nous avons engagée ; c'est donc celui que nous retiendrons pour la suite, sans oublier pourtant qu'il n'est pas le seul que nous puissions adopter.

Nous ne pousserons pas plus loin cette discussion de l'interprétation de l'axiome d'extensionalité en termes de phénomènes humains, mais nous avons voulu au moins souligner ces points essentiels, pour montrer qu'en effet, le fait de soulever la question de la caractérisation extensionnelle n'est nullement anodin et conduit à engager une position épistémologique.

II. Axiome de la paire

Il s'écrit (ici "V" représente le connecteur "ou"):

$$(a)\ (b)\ \mathrm{E}\ y\ (x)\ [x \in y \leftrightarrow (x = a\ \mathrm{V}\ x = b)]$$

Il peut s'énoncer : "étant donnés deux éléments quelconques *a* et *b*, il existe l'ensemble qui contient exactement *a* et *b*". C'est cet ensemble qui est nommé la paire de *a* et *b* : {*a*, *b*} (ou {*b*, *a*} puisque, à ce stade, elle n'est pas ordonnée). Cet axiome autorise la construction d'ensembles variés (à un ou deux éléments) à partir d'éléments donnés.

Du point de vue de l'interprétation, cet axiome conduit à poser que l'appariement de deux phénomènes (ou, plus généralement de deux configurations de phénomènes) peut aussi être considéré

comme un phénomène (ou une configuration relevant de la phénoménalité). Là encore, comme pour l'axiome d'extensionalité, on peut y voir une assertion triviale ou, au contraire, un noeud de problèmes réels pour la constitution de l'objet d'étude.

En effet, il ne va nullement de soi que le simple rapprochement de deux phénomènes, par juxtaposition par exemple, constitue par soi-même un phénomène relevant d'une analyse du genre de celle que nous avons entreprise ; nous sommes en fait incité à construire le point de vue selon lequel cela devient possible. En termes ensemblistes ce rapprochement pourrait fort bien se réduire à la formation d'une classe dépourvue des propriétés d'ensembles, telle une collection ; en termes de phénomènes, on pourrait perdre la texture phénoménale dans la caractérisation individuelle de deux phénomènes, ou encore ne pas être en mesure de la constituer à partir de phénomènes avérés. L'axiome nous garantirait alors que des phénomènes isolés sont toujours susceptibles d'être réintégrés dans leurs relations phénoménales pour se présenter comme phénomène unifié et que l'analyse ou la synthèse ne modifie pas essentiellement la nature et la pertinence de l'objet d'étude. Cette fois, c'est surtout sous l'angle méthodologique que la garantie axiomatique devient tout à fait importante.

III. Axiome de l'union

Il s'écrit ("&" représente le connecteur "et") :

$$(a)\ \mathrm{E}\ y\ (x)\ [x \in y \leftrightarrow \mathrm{E}\ z\ (x \in z\ \&\ z \in a)]$$

Il peut s'énoncer : "quel que soit l'ensemble *a* il existe l'ensemble U*a* (l'ensemble union de *a*) dont les membres sont exactement les membres des membres de *a*". Associé à l'axiome de la paire, cet axiome permet d'élargir le champ offert à la construction d'ensembles.

Du point de vue de l'interprétation, cet axiome introduit la pertinence, sous un angle compositionnel, de certains niveaux de description, d'analyse, d'interprétation, des phénomènes par rapport à d'autre niveaux, sans perdre pour autant le caractère phénoménal (mais en restant dans un domaine donné ; voir plus bas). Ainsi, si une configuration de phénomènes est représentée par un ensemble de types d'ordre dont chacun est composé aussi par des types d'ordre plus "profonds", ce que l'axiome garantit, c'est que la réunion de ces types d'ordre "plus profonds" constitue aussi un ensemble phénoménal : il apparaît une sorte d'"homogénéité" phénoménale, relativement au niveau d'analyse (sans que, bien entendu, soit conservée pour autant la nature des ensembles - des phénomènes - eux-mêmes). Nous trouvons là un moyen d'enrichissement de la phénoménalité à étudier, à partir d'une phénoménalité donnée que l'on a analysée, en rassemblant, pour ainsi dire, les résultats de l'analyse. Toutefois il faut souligner le fait essentiel que cet axiome, du fait que sur le plan des ensembles il ne permet pas de changer de cardinalité infinie - y aurait-il une infinité dénombrable d'ensembles eux-mêmes de cardinalité infinie dénombrable, on ne pourrait construire ainsi le continu -, ne permet pas non plus aux phénomènes de changer de domaines infinitaires.

IV. Axiome de l'ensemble des parties

Il s'écrit :

$$(a)\ \mathrm{E}\ y\ (x)\ (x \in y \leftrightarrow x <= a)$$

Il peut s'énoncer : "quel que soit l'ensemble a, il existe l'ensemble P*a* (l'*ensemble des parties* de *a*) dont les membres sont exactement toutes les parties (tous les sous-ensembles) de a". Cet axiome, associé à l'axiome de séparation et à l'axiome de l'infini, est fondamental pour permettre la construction d'ensembles de cardinalités strictement supérieure à celle d'un ensemble (infini) de départ donné.

Du point de vue de l'interprétation, cet axiome est constitutif d'une générativité de l'analyse phénoménale qui permet notamment le changement de domaine phénoménal. En particulier, c'est à partir de son utilisation (une fois admises les correspondances avec les axiomes de séparation et de l'infini) que l'on peut passer du domaine existentiel (dénombrable) au domaine spéculatif (continu) par abstraction et combinaison entre les catégories et phénomènes existentiels. Le changement de niveau

est, cette fois, beaucoup plus radical que celui que permettait d'envisager l'axiome d'union. Il permet de considérer comme phénomènes pertinents toutes les combinatoires d'éléments et de parties que l'on peut obtenir à partir d'un ensemble donné, c'est-à-dire toutes les combinaisons phénoménales résultant de l'analyse d'une configuration donnée. Et, ce faisant, de s'"extraire" du domaine de délimitation de cette configuration pour la thématiser en quelque sorte à partir d'une position de surplomb, d'un "méta-point-de-vue", pourrait-on dire, relativement au niveau de phénoménalité de départ (sans quitter pour autant le champ des phénomènes).

Toutefois il faut remarquer que, de la même façon que, pour les ensembles, cet axiome ne permet la construction d'ensembles qu'à partir de sous-ensembles dont l'existence a *déjà été établie*, il ne doit en principe permettre de considérer de phénomènes qu'à partir de sous-configurations de phénomènes déjà repérées comme telles. La question qui se pose est donc de savoir comment *former* de tels sous-ensembles (et de telles sous-configurations correspondantes) bien au-delà de ceux que permet l'usage des axiomes de paires et d'union. C'est cette question qu'abordent les schémas d'axiome suivants, qui font entrer la caractérisation intensionnelle (et non plus seulement extensionnelle) dans le champ phénoménal.

V. et V'. <u>Schéma d'axiome de séparation et schéma d'axiome de compréhension</u>

Ce sont des schémas d'axiome dans la mesure où ils font intervenir des variables de prédicat quelconques, mais sur lesquelles la limitation à un langage du premier ordre interdit de quantifier. Nous les avons regroupés dans le même paragraphe non seulement pour les raisons bien connues qui ont conduit à leur distinction (paradoxe de Russell), mais aussi parce que leur correspondance dans le domaine phénoménal appelle une discussion qui traite de leurs rapports.

V. (Séparation)

Il s'écrit (A (x) est une condition sur x, les t_j sont les variables libres de A (x), autres que x, et y n'est pas une variable libre de A (x)) :

$$(t_1)\ldots(t_n)\ (a)\ \mathrm{E}\ y\ (x)\ [x \in y \leftrightarrow x \in a\ \&\ \mathrm{A}\ (x)]$$

Il peut s'énoncer : "Quels que soient l'ensemble a et la condition A (x) sur x, il existe l'ensemble qui contient exactement les membres x de a qui remplissent la condition A (x)".

V'. (Compréhension)

Il s'écrit (avec les mêmes notations et conditions que pour le schéma d'axiome précédent (**V**)) :

$$(t_1)\ldots(t_n)\ \mathrm{E}\ y\ (x)\ (x \in y \leftrightarrow \mathrm{A}\ (x))$$

et il peut s'énoncer : "pour toute condition A (x) sur x, il existe un ensemble qui contient exactement les éléments x qui remplissent cette condition".

Comme nous l'avons indiqué, ces schémas d'axiome permettent en principe de définir des ensembles et sous-ensembles en compréhension, à partir d'une propriété (A (x) en l'occurrence), et non plus en extension. S'ils jouent donc un rôle essentiel dans la théorie des ensembles, on peut s'attendre à ce que ce rôle soit plus important encore dans le cas du traitement des phénomènes humains. Ce qui les différencie est très clair : l'axiome de compréhension postule que les éléments qui vérifient A (x) peuvent être ensemblisés ; l'axiome de séparation ne le postule que pour les éléments qui appartiennent déjà à un ensemble.

Le recours à l'axiome de compréhension entraîne une contradiction dans la théorie des ensembles ; pour le voir il suffit de considérer, pour un ensemble, la propriété de ne pas appartenir à soi-même : s'il ne s'appartient pas il s'appartient, s'il s'appartient il ne s'appartient pas ; c'est le paradoxe de Russell. Le paradoxe est levé en considérant qu'il *n'existe pas* d'ensemble qui contient exactement tous les éléments qui ne se contiennent pas eux-mêmes. La levée du paradoxe exige donc que l'ensemblisation soit restreinte, ce qu'on obtient en exigeant l'appartenance à un ensemble de l'élément qui remplit la propriété, ainsi que l'énonce l'axiome de séparation ; dès lors si ce qui remplit la propriété n'est pas un ensemble, il n'y a plus de paradoxe.

Une situation comparable, et fondamentale pour notre propos, apparaît avec l'antinomie de Cantor : si l'on accepte de parler de l'ensemble de *tous* les ensembles, alors en considérant l'ensemble de ses parties on construit un ensemble strictement plus grand, ce qui doit être impossible puisque l'on est parti de l'ensemble de tous les ensembles ! Il faut donc renoncer à l'*existence* même d'un ensemble de tous les ensembles. Vu son importance épistémologique pour notre démarche, ce point relatif au statut de la totalité (qui apparaît aussi pour les nombres ordinaux avec l'antinomie de Burali-Forti) et de l'ontologie ensembliste sera repris plus bas ; nous ne nous y attarderons donc pas à ce stade.

Du point de vue de la correspondance avec les phénomènes humains, le schéma d'axiome de séparation engage à accepter dans le champ d'étude et de constitution des objectivités, tout ce qui, des phénomènes humains, peut être "qualifié" : la détermination par une "propriété" d'un phénomène nouveau, à partir de phénomènes déjà définis et déterminés comme tels. Une telle possibilité étend considérablement le champ de constitution, d'analyse et d'étude de l'objectivité des phénomènes ; elle permet de discerner des manifestations phénoménales là où la grossièreté d'une analyse interdisait de les reconnaître ; elle autorise même à décider les contours (ce qui ne garantit évidemment pas que l'ensemble ainsi déterminé ne soit pas vide). Pourvu toutefois que, pour ce faire, on ne recoure pas à des éléments extra-phénoménaux (il faut que les nouveaux ensembles soient des ensembles).

Si les raisons théoriques de ne prendre en compte que le schéma d'axiome de séparation sont bien claires, il faut pourtant ne pas laisser totalement de côté le schéma d'axiome de compréhension, non pas en tant que constitutif du paradigme que nous considérons, mais en tant qu'instrument d'analyse particulièrement bien adapté à la compréhension de certaines situations effectives. En effet, bien souvent, les caractérisations empiriques spontanées par attribution de propriétés, ne font guère cas de la nécessité d'une pré-caractérisation existentielle de l'ensemble implicite à quoi elles réfèrent (de la condition d'appartenance au champ des phénomènes de ce qu'elles caractérisent) ; leur interprétation, éventuellement leur critique, en invoquant l'usage abusif du schéma de compréhension est alors simple et directe. De même, bien souvent, fonctionne à plein, de façon intuitive et sans autre précaution, un postulat implicite de totalisation (individu réductible à la totalité de ses caractères, collectivité réductible à la totalité de ses moeurs et de ses individus, etc.) ; là encore le recours à une explication de ce type peut être éclairante.

Par ailleurs, bien que dans un registre un peu différent, il semble bien que certaines des antinomies formelles qui en résultent parviennent à trouver elles-mêmes une sorte de répondant dans des traits de langage relatifs aux relations humaines (et qui dans un langage purement épistémique ou aléthique seraient bel et bien contradictoires). Par exemple à la question : "Untel est-il crédible ?", il existe une réponse attestée et acceptée : "oui et non" ; ou encore trouve-t-on l'appréciation : "Untel est à la fois responsable et irresponsable". Ces non-sens apparents renvoient en fait à une économie dans l'analyse ou dans la formulation de la question ou de la réponse, économie qui revient à accepter le jeu de la totalisation au prix d'une virtualisation de la réponse. Ainsi, il est vraisemblable que dans certaines circonstances, sous certaines conditions, Untel est crédible (ou responsable), tandis que dans d'autres circonstances ou sous d'autres conditions il ne l'est pas ; la non discrimination entre ces situations revient à entériner une représentation globalisante qui induit l'antinomie : il est vrai que pris globalement dans une globalité de situation, Untel est potentiellement à la fois ceci et cela. Une telle configuration peut s'interpréter en y voyant l'attribution d'une propriété (en intension) sans que la phénoménalité correspondante (les situations effectives) soit arrivée à l'existence : elle n'est plus que potentielle ; c'est le fonctionnement (abusif) du schéma d'axiome de compréhension.

Revenons maintenant de façon plus précise à la question cruciale que nous avons évoquée au début de ce paragraphe, la question générale du statut de la totalité et de l'ontologie implicite de la théorie consistante des ensembles. Le schéma d'axiome de séparation qui met sous condition l'existence de certains ensembles, conduit, avons-nous vu, à exclure du champ de pertinence le concept d'un ensemble de tous les ensembles. Il en résulte pour nous une conséquence de principe tout à fait essentielle : la correspondance que nous postulons avec les phénomènes humains induit pour ces derniers une rationalité pour laquelle l'idée de totalisation ou de globalisation des phénomènes humains ne trouve plus aucun fondement (qui ne soit pas antinomique). Ainsi, le paradigme impose de

lui-même, au niveau du champ conceptuel qu'il constitue et de l'objectivité qu'il construit, qu'une telle représentation totalisante ou globalisante ne puisse servir de source à aucun concept valide. Ce qui conduit donc à écarter d'emblée toute représentation d'une clôture possible qui serait traitable dans un modèle relevant de ce paradigme.

Nous interpréterions volontiers cette situation, en forçant quelque peu la note, en disant que ce paradigme préserve ce qui, dans ce champ, relève de la création, de la production de singularité, de devenir non réductible ; il laisse intacte la place d'une liberté. En effet, bien que - sous l'égide du schéma d'axiome de séparation - il reste en mesure de traiter de tout ce qui fut produit, de tout "fait" humain, pourvu que la réalisation en ait été acquise au titre de phénomène humain, il impose, avec le rejet de l'axiome de compréhension, d'écarter dès l'abord toute prétention à une formalisation totalisante et prédifinie de ce que l'on appellerait abusivement *le* phénomène humain dans son devenir (et les enjeux du "faire"). Il invalide à la fois la position selon laquelle il existerait *un* phénomène humain (c'est-à-dire pris comme totalité) et celle selon laquelle la "condition humaine" serait tout entière réductible à ses phénomènes.

VI. Axiome de l'infini

Il s'écrit :

$$E\ z\ [0 \in z\ \&\ (x)\ (y)\ (x \in z\ \&\ y \in z \rightarrow x\ U\ \{y\} \in z)]$$

Il peut s'énoncer : "il existe au moins un ensemble infini *z*, c'est-à-dire tel que 0 en soit membre et que si *x* et *y* en sont membres, alors l'union de *x* et du singleton de *y* en sont membres". Cet axiome est évidemment fondamental pour toute théorie du transfini, puisque c'est lui qui garantit l'existence d'au moins un ensemble infini (les axiomes précédents garantissent l'existence d'un nombre infini d'ensembles, mais pas encore celle d'un ensemble infini). On peut le considérer comme une instanciation particulière, non paradoxale, du schéma d'axiome de compréhension. Par surcroît, il indique une procédure de formation d'un tel ensemble, par une série d'ensemblisations successives, à l'image de la construction des nombres ordinaux par von Neumann (construction simultanée de N et du nombre ordinal *w*)[1].

Du point de vue de l'interprétation, cet axiome joue le rôle d'un axiome d'existence de l'objet d'étude : il garantit l'existence même d'un champ des phénomènes humains (et ouvre ainsi la possibilité de son objectivation). En même temps il affirme le caractère constitutivement inépuisable de ce champ phénoménal. On peut même considérer qu'en association avec les axiomes précédents il permet de procéder à un premier repérage formel et à une première hiérarchisation, *via* l'usage des cardinalités et ordinalités transfinies qu'il fonde.

Sous un angle plus épistémologique, que nous reprendrons dans le chapitre de conclusion (chapitre XVI), nous pouvons considérer que la correspondance entre système axiomatique et phénomènes humains nous engage ici, avec cet axiome de l'infini et son interprétation, à adopter une position très particulière par rapport à ces phénomènes (relativement aux controverses sur l'infini en puissance et l'infini en acte) : une position qui consiste à *affirmer* qu'en tout état de cause l'infini en acte se trouve effectivement dans tout modèle des phénomènes humains, voire les détermine. Dans cette perspective, poser l'axiome de l'infini dans la théorie des ensembles revient à poser un paradigme spécifique à la modélisation de ces phénomènes humains et à créer les conditions *sine qua non* de leur objectivation. A la limite, cela pourrait revenir à renverser la perspective même selon laquelle il conviendrait d'aborder la correspondance. Nous reviendrons plus longuement sur ce point dans le chapitre de conclusion.

[1] Ici, le terme "fini" est pris au sens strict de l'absence de bijection entre l'ensemble et une de ses parties propres, c'est-à-dire au sens de formellement fini. C'est le lieu de rappeler, sans y revenir, la discussion du chapitre XIII, paragraphe 2.2.3, à propos des rapports entre fini et infini, avec l'introduction des distinctions entre formellement et calculablement fini (ou infini), en liaison avec l'existence de modèles non standard.

VII. Schéma d'axiome de remplacement

Il s'écrit (u, v, w, ne sont pas libres dans $f(t, x)$ et $z_1,..., z_n$ sont les variables libres de $f(t, x)$ autres que t et x) :

$$(z_1)\ldots(z_n)\ (a)\ [(u)\ (v)\ (w)\ (u \in a\ \&\ f(u, v)\ \&\ f(u, w) \rightarrow v = w) \rightarrow$$
$$\mathrm{E}\ y\ (x)\ (x \in y \leftrightarrow \times \mathrm{E}\ t\ (t \in a\ \&\ f(t, x)))]$$

Il peut s'énoncer : "quel que soit l'ensemble a, si A(t, x) est une condition fonctionnelle sur a, il existe un ensemble qui contient exactement les éléments x pour lesquels A (t, x) est vérifiée pour un t appartenant à a", ou encore : "si le domaine de variation d'une fonction est un ensemble, son domaine de valeurs est aussi un ensemble".

Pour la théorie des ensembles, l'intérêt de cet axiome est de permettre l'existence de certains ensembles, existence que les axiomes précédents ne garantissent pas (par exemple l'ensemble **E** constitué par la collection dénombrable des ensembles de cardinalités transfinies successives, les $\mathbf{Aleph_n}$; **E** présente la particularité que son ensemble union, **UE**, a un cardinal plus grand qu'un quelconque de ses membres, c'est-à-dire > = $\mathbf{Aleph_w}$; on peut ainsi prouver l'existence d'ensembles de cardinaux très grands). Cet axiome permet aussi de démontrer qu'à tout ensemble bien ordonné il correspond un nombre ordinal.

Du point de vue de l'interprétation, sans oublier la fonctionnalité mais en insistant plutôt sur la question des cardinalités, on y verra la possibilité de passer non seulement de niveau à niveau, mais aussi d'ensemble de métaniveaux (conçus eux-mêmes comme ensembles illimités de niveaux) à ensemble de métaniveaux. C'est, en quelque sorte, la garantie de possibilité d'une hiérarchie illimitée de systèmes d'*interprétations* des phénomènes humains, et donc un fondement formel au développement et à la poursuite d'une démarche herméneutique en général.

En même temps, et en insistant plutôt sur le caractère de fonctionnalité, cette fois, on peut y voir un postulat de *traductibilité* des phénomènes et de leurs systèmes d'interprétations les uns dans les autres (non seulement, donc, dans le cadre de la hiérarchie qui peut prévaloir dans une culture donnée, mais aussi de cadres hiérarchiques à cadres hiérarchiques entre cultures différentes). Ce qui revient à postuler une forme d'unité de la phénoménalité humaine, unité que manifeste la possibilité d'avoir une correspondance fonctionnelle qui ne fait pas sortir de la phénoménalité (la fonctionnalité ne fait pas sortir de la théorie ensembliste). Cette unité n'est pas à confondre avec une quelconque totalisation ou globalisation des phénomènes humains (*cf.* ci-dessus, la discussion à propos de l'axiome de compréhension) ; c'est celle - postulée - de la rationalité humaine qui permet à la communication d'exister (*cf.* les arguments relatifs au fondement transcendantal de la communauté communicationnelle [6], [7]).

Cet axiome fonde ainsi le postulat selon lequel il n'y a pas d'obstacle intrinsèque qui interdise de procéder à une étude objectivante, relativement à quelque phénoménalité humaine que ce soit : la correspondance de principe pourra toujours fonctionner. A la limite, des systèmes incommensurables d'interprétation (au sens épistémologique du terme), s'ils sont objectivement fondés, trouveront toujours un niveau d'abstraction et de formalisme où ils pourront néanmoins communiquer ; on considère donc que si incommensurabilité objective il y a, elle n'est pas absolue, mais relative à des niveaux d'interprétation.

VIII. Axiome du choix

Il s'écrit (ici le symbole "≠" signifie "différent de" et "*" représente la négation) :

$$(t)\ [(x)\ [x \in t \rightarrow \mathrm{E}\ z\ (z \in x)\ \&\ (y)\ (y \in t\ \&\ y \neq x \rightarrow {}^*\mathrm{E}\ z\ (z \in x\ \&\ z \in y))] \rightarrow$$
$$\mathrm{E}\ u\ (x)\ (x \in t \rightarrow \mathrm{E}\ w\ (u)\ [v = w \leftrightarrow (v \in u\ \&\ v \in x])]$$

Il peut s'énoncer : "pour tout ensemble disjoint qui ne contient pas l'ensemble vide, il existe au moins une fonction de choix sur t, c'est-à-dire une fonction dont le domaine de variation est t et telle que pour tout membre s de t, $f(s)$ est un membre de s".

Intuitivement, cela revient à dire que si nous considérons un ensemble "global" formé d'ensembles "locaux" disjoints deux à deux, il est toujours possible de choisir un seul élément dans chacun de ces ensembles "locaux" pour former un nouvel ensemble (l'ensemble de choix). Ce qui suppose donc qu'il est possible de "marquer", pour le choisir, un membre particulier dans chaque ensemble local membre de l'ensemble global. Cet axiome permet notamment de démontrer le théorème de Zermelo, selon lequel il existe un bon ordre sur tout ensemble (même si on ne sait pas le construire, comme c'est le cas pour le continu). Notons toutefois que ce résultat est subordonné à l'acceptation supplémentaire de l'utilisation d'une procédure *imprédicative*, c'est-à-dire, en quelque sorte, faisant usage d'une circularité auto-référentielle[1].

Par ailleurs, sa consistance relative et son indépendance par rapport aux autres axiomes de ZFC ont été démontrées [8], [9].

L'axiome du choix tient une place spéciale dans la théorie des ensembles, dans la mesure où il a concentré sur lui de très nombreuses discussions sur les fondements, du fait notamment qu'il affirme essentiellement une existence (celle de l'ensemble de choix), sans fournir de moyens d'une construction effective d'un tel ensemble (*cf.* sur ce point, les controverses épistémologiques des logiciens et mathématiciens, en particulier autour de la critique intuitionniste [5], [10]).

Du point de vue de l'interprétation, nous pouvons suivre plusieurs approches selon les aspects examinés.

Par exemple nous pouvons considérer que cet axiome nous permet de distinguer et d'isoler des éléments, ainsi que de former avec eux une catégorie phénoménale nouvelle, à partir de choix opérés dans des sous-phénomènes composant eux-mêmes une catégorie phénoménale.

Ou bien, *via* le théorème du bon ordre, nous pouvons considérer que l'axiome nous permet d'affirmer que l'on peut toujours, par exemple dans le domaine existentiel (dénombrable), définir et caractériser sous l'angle de l'historicité, des opérations effectuées par le sujet (mise en bon ordre d'un ordre discret), voire les positions du sujet elles-mêmes (mise en bon ordre d'un ordre dense). En ce cas, il est clair qu'il faudra définir et préciser une correspondance avec l'imprédicativité et se situer vis-à-vis d'elle. En fait, cette question ne semble pas soulever de difficultés de principe importantes lorsqu'il s'agit de phénomènes humains : leurs caractérisations empiriques comme leurs définitions théoriques, lorsqu'elles existent, sont très souvent situées dans un cadre d'auto-référenciation qui semble propre aux constructions de significations (*cf.* par exemple notre discussion du chapitre XIII sur la définition des champs conceptuels et leurs classifications ; voir aussi l'analyse de Popper [11] à ce propos).

Sous un autre angle encore, et de façon peut-être plus concrète et tournée vers l'opérativité, l'axiome indique qu'une "manipulation" est toujours possible, au niveau de chaque domaine : en formant un ensemble fini, par choix d'un élément de chaque catégorie de base du domaine (elles sont en nombre fini, avons-nous vu, même si leur combinatoire peut être illimitée), on aboutit à une sorte d'hypostase réifiée et instrumentalisée du domaine, susceptible désormais de faire l'objet d'une maîtrise (le fini)[2].

Si on se situe du point de vue des qualités, l'axiome affirme que l'on peut isoler des composants appartenant aux configurations qui constituent ces qualités et que l'on peut rassembler ces composants pour caractériser une configuration nouvelle qui ne partage avec chacune des configurations de départ que le composant que l'on y a distingué.

Il semble en fait que l'aspect le plus général sous lequel cet axiome peut être interprété concerne la *détermination* de la phénoménalité elle-même. Soit que l'on considère qu'il rend possible d'opérer un "découpage" du donné, découpage qui caractérise la construction d'objets d'étude spécifiés

[1] Une définition ensembliste est dite imprédicative lorsqu'elle fait référence à une totalité à laquelle l'ensemble ainsi défini appartient lui-même. Remarquons à cette occasion que l'axiome de séparation est lui-même imprédicatif.

[2] On peut en trouver aisément des illustrations dans l'expérience : la réduction mutilante à partir des catégories phénoménales et le jeu de la combinatoire des éléments ainsi séparés constituent des instruments privilégiés des manipulations psychologiques ou sociales.

au sein d'une manifestation phénoménale complexe, soit que l'on considère qu'il rend possible la constitution conceptuelle de nouveaux objets d'étude à partir de ceux qui avaient été pris en compte.

IX. Schéma d'axiome de fondation

Il s'écrit (les z_j sont les variables libres de $f(x)$ autres que x et y n'est pas libre dans $f(x)$) :

$$(z_1)\ldots(z_n)\ [\mathrm{E}\ x\ f\ (x) \rightarrow \mathrm{E}\ x\ (f\ (x)\ \&\ (y)\ (y \in x \rightarrow {}^*f\ (y)))]$$

Il peut s'énoncer : "s'il y a un élément x qui remplisse la condition A (x), alors il existe un élément minimal qui remplit A (x)", c'est-à-dire : "aucun membre de cet élément minimal ne remplit A (x)".

Dans la théorie des ensembles, cet axiome affirme que les ensembles sont "bien fondés", c'est-à-dire que l'on peut les organiser en niveaux hiérarchiques tels que les ensembles d'un niveau ont pour éléments des ensembles de niveaux inférieurs, ce qui conduit à affirmer qu'il n'y a pas d'ensemble qui se contienne lui-même (l'image intuitive consiste à commencer, au niveau le plus bas, par des individus, puis, au niveau suivant, à former des ensembles d'individus, puis à un niveau encore plus élevé, à partir de ces ensembles, à en former de nouveaux, et ainsi de suite, démarche qui présente quelque parenté avec la théorie des types logiques). De plus, cet axiome entraîne la conséquence que tout ensemble est bien fondé ; il en résulte que l'on doit écarter le concept d'une hiérarchie enchevêtrée des niveaux et par conséquent de circularité à leur propos. De même se trouve éliminée la possibilité de régression infinie quant à la relation d'appartenance.

Du point de vue de l'interprétation, on peut considérer que l'admission ou le rejet de l'axiome de fondation est associé à deux attitudes épistémologiques et gnoséologiques fort différentes, que nous avons d'ailleurs déjà évoquées au titre des exemples du chapitre XIV : la démarche qui postule un réductionnisme total et celle qui fait appel aux concepts d'auto-organisation et d'auto-référence. En effet, si l'on admet l'axiome on sera conduit, par la correspondance, à poser un réductionnisme de principe des phénomènes humains (et des qualités). Les catégories seront considérées comme une organisation hiérarchique de niveaux, dont l'analyse, ni ne se boucle sur elle-même, ni ne régresse à l'infini, mais aboutit à la caractérisation de composants élémentaires (correspondants aux individus). Il s'agit donc bien d'une réduction analytique et atomistique des objets d'étude[1].

A l'inverse, la position qui consiste à accepter un point de vue de hiérarchie enchevêtrée, d'opérativité de l'auto-référence, de "clôture organisationnelle" (pour reprendre le vocabulaire de l'auto-organisation [12]), pour les catégories, revient à rejeter, relativement à la caractérisation des objets eux-mêmes, l'axiome de fondation : il peut y avoir des phénomènes qui sont "membres" d'eux-mêmes, des qualités qui s'appartiennent à elles-mêmes, etc. Il en va de même si l'on accepte une procédure de régression à l'infini de l'analyse phénoménale.

Ces considérations concernant une possible variation de l'axiomatique suivant les présupposés théoriques nous conduisent à introduire ici, pour la discuter, la distinction classique dans les sciences humaines et sociales entre modèle de l'observateur et modèle de la chose étudiée. La nécessité de cette distinction épistémologique est due, le plus souvent, à deux facteurs principaux qui coïncident parfois : le fait que l'observateur participe de l'objet à étudier et, plus généralement, le fait que la construction de l'objectivité de l'objet d'étude est par trop incomplète pour en permettre une formalisation suffisante. Nous avons largement analysé ces deux aspects dans la première partie de ce chapitre ainsi que dans le chapitre XIII (quand nous avons présenté les raisons que nous avions de recourir au paradigme du transfini pour modéliser des phénomènes humains) et nous n'y reviendrons pas. La question que nous voulons soulever brièvement est celle de savoir si cette distinction est pertinente dans l'établissement du cadre axiomatique lui-même : par exemple, le point de vue réductionniste qui tend à intégrer l'axiome de fondation et le point de vue "auto-", qui tendrait plutôt à l'écarter,

[1] De ce point de vue l'analyse que nous avons proposée des champs conceptuels (chapitre XIII) conduirait à conclure que les concepts comme tels ne forment pas toujours nécessairement des ensembles, puisque la caractérisation de l'idéologie fait appel à l'appartenance (médiée, mais effective) de certains concepts à eux-mêmes.

renvoient-ils à des controverses concernant des modèles de l'observateur ou, au contraire, et dans quelle mesure, renvoient-ils fondamentalement à la constitution de l'objectivité ?

Si seuls les modèles de l'observateur devaient gouverner la mise en place de l'axiomatique et de la formalisation qui peut en découler, il est clair que la perspective de constituer un réel cadre d'objectivation des phénomènes humains serait manquée. Dès lors, s'il s'agit de la caractérisation de l'objet théorique, la position axiomatique doit découler de la théorie et de sa confrontation avec la phénoménalité. A cet égard l'analyse que nous avons proposée à titre d'exemple (chapitre XIV, premier paragraphe) du problème épistémologique des rapports entre modèles relevant du réductionnisme et modèles relevant de l'approche "auto-" (à savoir rapports entre modèles dénombrables et modèles continus d'une même théorie formelle), tend à situer ce débat comme une controverse entre différents modèles de l'observateur plus que comme établissement d'une objectivité (qui serait donc à rechercher dans la théorie formelle en question). L'acceptation de l'axiome de fondation comme constitutif d'une théorie des phénomènes humains renvoie à une constructivité génétique puis épigénétique de ces phénomènes ; elle les rapporte à une évolution et à une histoire qui sont censées pouvoir en rendre compte complètement ; l'approche "auto-" peut alors être considérée comme un traitement de l'irréversibilité d'un processus à quoi on n'a pas toujours accès du fait que ses conditions initiales et les contraintes auxquelles il a pu être soumis nous échappent, et comme un traitement de la complexité (terme que nous devons prendre ici avec ses diverses connotations techniques) à laquelle il a abouti.

Une autre façon d'aborder la même question consiste à distinguer entre aspects épistémiques et aspects ontologiques des démarches et prises de position. Ainsi en va-t-il de la question de l'auto-référence, telle qu'elle se trouve engagée dans ce débat entre réductionnismes et théories auto-. Au niveau épistémique où elle se pose d'abord, elle reste très largement indépendante de la discussion précise sur l'axiomatique. L'analyse que nous en avons proposée en termes de rapports de cardinalités correspond à ce caractère épistémique de notre approche, du fait qu'elle se situe d'emblée dans un cadre *a priori* fourni par ZFC, cadre qui, à ce stade, ne fait pas lui-même l'objet d'une analyse approfondie. Mais l'enjeu change de nature, et l'on tend à passer de l'épistémique à l'ontologique, si l'on reporte la question au niveau axiomatique lui-même. En effet, l'axiomatique se veut constitutive de l'objet étudié et déterminante pour lui ; elle lui confère quasiment un statut ontologique. L'existence ou non de l'axiome de fondation joue alors un rôle essentiel quant à la recevabilité d'une attitude ou d'une autre, puisqu'elle intervient au stade de la constitution de l'objet.

Avec cette analyse des correspondances axiomatiques, nous avons donc essayé d'interpréter et de reformuler la série des axiomes de la théorie des ensembles ZFC en termes d'axiomes correspondants relatifs, cette fois, au cadre d'objectivation et d'intelligibilité des phénomènes humains tel que nous l'avons présenté. Pour conclure, nous résumerons cette analyse en rappelant cette liste et en tentant d'attribuer aux axiomes correspondants des noms, plus ou moins adéquats, transposés à ce cadre (nous avons mis entre parenthèses le nom ensembliste classique) :

I. (Extensionalité) : Axiome d'extensionalité
II (Paire) : Axiome d'appariement
III (Union) : Axiome d'analyse et de composition
IV (Parties) : Axiome d'organisation en niveaux
V (Séparation) : Axiome de caractérisation et d'ouverture
VI (Infini) : Axiome d'existence et d'inépuisabilité
VII (Remplacement) : Axiome d'interprétation et de traductibilité
VIII (Choix) : Axiome de détermination
IX (Fondation) : Axiome de réduction

Nous pensons être ainsi parvenu à étendre la portée du paradigme, que nous proposons loin, au-delà de la mise en correspondance proprement dite, de sa formalisation et de ses possibilités de calcul. En effet, c'est maintenant au niveau des fondements que peut se situer la comparaison et celle-ci permet de dégager et d'expliciter certains principes et certains postulats qu'induit l'application de ce paradigme dans l'objectivation et l'étude des phénomènes humains. Ce qui en permet une approche critique plus précise, en même temps qu'un éclairage épistémologique différent.

APPENDICE AU CHAPITRE XV

A.1. SUR LA QUESTION DES TYPES ET LE ROLE DE L'AXIOMATIQUE.

En métamathématique et théorie des modèles, des variétés *isomorphes* représentent le même *type* (une variété est un ensemble muni d'un système de relations et de fonctions, dont la mise en correspondance avec les symboles primitifs d'un langage logique constitue un modèle d'un système axiomatique, si les axiomes de ce système y sont des propositions vraies - on sait que deux modèles d'un même système d'axiomes ne sont pas nécessairement isomorphes, *cf*. les modèles non standard -). C'est en ce sens, comme l'a souligné Lorenzen [13], que Cantor a introduit le terme dans ses *types* d'ordre. C'est aussi dans ce sens que nous utilisons ces *types* d'ordre pour établir les correspondances avec des catégories à l'intérieur d'un domaine.

De ce fait, se trouve posée la question d'une autre correspondance, celle que l'on pourrait établir avec les systèmes axiomatiques et leurs langages de vérification, cette fois. Pourrait-on, dans l'esprit de notre démarche, mettre en rapport avec les catégories phénoménales que nous avons dégagées, non seulement des types d'ordre d'ensemble, mais aussi des modèles axiomatiques, de sorte que s'établisse une articulation (pas nécessairement biunivoque, d'ailleurs) entre des énoncés recteurs (axiomatiques) et des phénomènes référenciés (catégories), ainsi qu'il semble devoir en aller de toute normativité qualitative.

Ce n'est pas évident, car l'on sait que l'axiomatique sous-détermine le modèle et qu'il faut introduire des critères supplémentaires pour distinguer entre un modèle standard et un modèle qui ne l'est pas.

Par exemple, il semble naturel de faire intervenir systématiquement l'axiomatique de Peano (notamment par son schéma d'axiome d'induction) partout où l'association peut se faire avec le type d'ordre *w* (nombre ordinal). Ainsi, puisque ce type d'ordre a été mis en rapport avec la catégorie dite de l'*histoire* (sous l'angle des opérations effectives du sujet), on serait conduit à associer une axiomatique de type Peano pour cette suite (ce qui, du point de vue intuitif, n'a rien de choquant). Mais il est clair que le phénomène de sous-détermination du modèle par l'axiomatique exige de préciser ici que le modèle considéré est standard (sinon on peut obtenir, par exemple, le type d'ordre de *N (c'est-à-dire $w + (^*w + w).\ h$), que l'on a associé à l'opérateur de transition entre le domaine fini et le domaine dénombrable). Il semble donc que le mieux que l'on puisse exiger est donc la spécification d'une axiomatique compatible, même si elle n'est pas catégorique. Une telle démarche reviendrait alors à dégager, et finalement à énoncer explicitement, une certaine cohérence paradigmatique qui soit relative à la phénoménalité envisagée.

Entre l'abstraction la plus formelle de ce qu'est un type d'ordre (en l'occurrence le couple ($h + 1,\ w$)) et l'abstraction la plus signifiante de la désignation d'une phénoménalité humaine (en l'occurrence, l'"histoire"), le système axiomatique jouerait alors un rôle (non univoque) d'articulation, de médiation, en ce que d'un côté il permet de "réaliser" formellement un type d'ordre et en ce que, de l'autre côté, il abstractise une phénoménalité censée correspondre à ce type d'ordre.

A.2. RECOURS AU TRANSFINI ET CONSIDERATIONS LOGIQUES.

Il peut être utile de souligner un point technique sur le rapport de notre approche, notamment dans son recours systématique aux propriétés de l'infini, avec certains aspects propres à la logique mathématique (dans la suite "$\in$" est le signe d'appartenance, "*" est la négation et "$\neq$" signifie "différent de").

La logique mathématique porte essentiellement sur des entités (individus, classes, relations) qui partagent la propriété fondamentale d'être des *éléments* ce qui s'exprime (*cf*. Quine, par exemple [14]) par la propriété d'appartenance à la classe universelle V ($x \in V$ peut se traduire : "*x* appartient à V" ou encore : "*x* est un élément"). Cette classe universelle elle-même, se caractérise comme celle de

toutes les entités identiques à elles-mêmes : V = $\hat{u}$ ($u = u$), où $\hat{u}$ représente l'abstraction en terme de classe ("la classe des u tels que ..."). Par contraste, la propriété de ne pas être identique à soi-même caractérise la classe vide Y = $\hat{u}$ ($u \neq u$).

Maintenant, il nous faut insister sur le point suivant : si nous nous situons d'un point de vue "métaconceptuel", les entités que nous voulons traiter en termes de phénomènes humains (ou de qualités) ont ceci de particulier, logiquement parlant, que, précisément elles ne sauraient être des éléments ($x^* \in$ V). En effet, excepté dans les cas de réification ou d'instrumentalisation - associés au fini et à la maîtrise -, d'une part elles ne se définissent pas en termes d'appartenance à des classes et, d'autre part, le principe d'identité, au sens de la logique mathématique, est problématique pour elles (ce qui permet d'ailleurs de mettre en valeur la question de la genèse et du devenir et, concomitamment, de ne pas pouvoir procéder à une réduction en termes d'attributs - c'est-à-dire de ne pas pouvoir ramener l'entité à une simple somme de ses propriétés -).

Or, précisément, il faut souligner que tout non-élément (toujours dans le cadre de la logique mathématique) diffère de quelque élément que ce soit d'une infinité de manières (c'est-à-dire, d'une infinité de membres de classe). Car, si ce n'était pas le cas et qu'il y ait simplement un nombre fini de caractérisations logiques qui fasse différer un non-élément d'un élément, on pourrait toujours ramener l'un à l'autre par une suite d'opérations. En particulier, tout non-élément diffère de Y et V par une infinité de nombres. Notre recours à des cardinalités infinies (sauf, justement, dans la modélisation de la domination et de la maîtrise) permet, en particulier, de rendre compte, formellement, d'une telle situation et d'éviter les réductions excessives.

REFERENCES DU CHAPITRE XV

[1] R. BLANCHE, *L'axiomatique*, PUF, Paris, 1980.
[2] P. DUMOUCHEL, J-P. DUPUY, Ed., *L'auto-organisation*, Colloque de Cerisy, Seuil, Paris, 1983.
[3] J. VUILLEMIN, *De la logique à la théologie. Cinq études sur Aristote*, Flammarion, Paris, 1967.
[4] J. BOUVERESSE, *La force de la règle*, Minuit, Paris, 1987.
[5] A.A FRAENKEL, Y. BAR-HILLEL, A. LEVY, *Foundations of Set Theory*, North-Holland, 1984.
[6] K.O. APEL, *L'éthique à l'âge de la science*, P.U Lille 1987.
[7] J. HABERMAS, *Morale et communication*, Le Cerf, Paris, 1986.
[8] K. GÖDEL, The Consistency of the Axiom of Choice and the Generalized Continuum Hypothesis, *Proc. Nat. Acad. Sci.* p.556, 1938.
[9] P.J. COHEN, *Set Theory and the Continuum Hypothesis*, Benjamin, Québec, 1966.
[10] G. HEINZMANN, *Entre intuition et analyse. Poincaré et le concept de prédicativité*, Blanchard, Paris, 1985.
[11] K. POPPER, Self Reference and Meaning in Ordinary Language, in : *Mind*, 63, p.162, O.U.P., 1954.
[12] F. VARELA, *Autonomie et connaissance*, Seuil, Paris, 1989.
[13] P. LORENZEN, *Métamathématique*, Gauthiers-Villars, Mouton, 1967.
[14] W.V.O. QUINE, *Mathematical Logic*, Harv. Univ. Press, 1983.

CHAPITRE XVI

FORMALISATION TRANSFINITAIRE DES PHENOMENES HUMAINS : QUELQUES REFLEXIONS

> "*Si l'on veut garder la devise de Dedekind il faut dilater la notion de numération plus loin que l'application, plus loin qu'un transfini déterminé, plus loin même qu'un nombrement quelconque, pour qu'elle marque la solidarité effective d'un développement réglé dont la justification intelligible est à la fois hors de la condition humaine - pour être intégrale - et pourtant - au moins en idée - peut-être une de ses caractéristiques essentielles.*"
>
> J. Cavaillès [1].

Nous ne reviendrons pas sur les raisons théoriques et épistémologiques que nous avons largement exposées, plus particulièrement aux chapitres XII et XV, pour lesquelles nous proposons le recours au paradigme du transfini, à la théorie des modèles et à la théorie des ensembles pour formaliser et modéliser les phénomènes humains[1].

Nous nous contenterons de quelques remarques et réflexions qui viendront compléter toutes nos considérations précédentes.

1. Tout d'abord, et ainsi que nous l'avons déjà souligné à plusieurs reprises, nous rappelons, pour y insister, que toute notre démarche implique, par delà la séparation radicale (et acceptée) de nature et de contenus entre secteurs de connaissances scientifiques et secteurs de savoirs et d'enjeux relatifs aux phénomènes humains, une sorte de postulat de l'unité de la rationalité humaine, indépendamment du secteur d'analyse ou d'étude à quoi s'applique la recherche.

En effet, nous avons bien vu, au fil de cette Troisième Partie, que, par delà la caractérisation des objets et des contenus, nous nous sommes effectivement et essentiellement appuyés sur l'utilisation de modes de raisonnement et l'analyse de structures logico-mathématiques associées à ces modes de raisonnement. Illustrant en cela nos considérations suivant lesquelles ces logiques et théories ne nous éclairent pas seulement sur la nature et le comportement des idéalités abstraites qu'ils traitent et étudient habituellement (structures mathématiques, modèles logiques...), mais aussi sur les structures et modes de fonctionnement de la pensée rationnelle en général. De ce point de vue, on ne s'étonne donc pas que l'exigence de compréhension scientifique puisse faire appel à tous les acquis formels en ce domaine, quel que soit le secteur où l'on cherche à les appliquer et moyennant les précautions qui consistent à ne pas confondre les objets d'étude de deux champs distincts et à ne pas hypostasier en les réifiant des méthodes d'analyse et des structures de compréhension.

On peut, dès lors, concevoir qu'à un niveau différent, non plus celui du développement théorique lui-même, mais celui de l'argumentation *à propos* de théories concernant les phénomènes humains ou la situation de la réalité humaine relativement à la nature et au monde, ce genre d'analyse puisse contribuer à enrichir l'équipement conceptuel utilisable, y compris en matière philosophique ou métaphysique, et permet de le rendre opératoire. Prenons un exemple.

---

[1] Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment, rappelons que c'est également dans ce secteur théorique logico-mathématique que vient puiser A. Badiou [2*a*, [*b*] pour revivifier et renforcer, par l'introduction de "mathèmes", la réflexion et l'analyse philosophique. C'est aussi dans ce secteur que l'on assiste, notamment autour de l'analyse non standard sous sa forme syntaxique (*cf.* E. Nelson et IST [3]) à un renouveau du débat intuitionniste en mathématiques accompagné du développement de la réflexion en philosophie des mathématiques (*cf.* J. Harthong, G. Reeb, J-M. Salanskis, etc. [4], [5], [6*a*], [6*b*]).

Dans son livre *L'esprit et la matière* [7], E. Schrödinger présente en ces termes ce qu'il appelle "le paradoxe arithmétique"[1] :

"La raison pour laquelle notre ego sentant, percevant et pensant n'est rencontré nulle part dans notre tableau scientifique du monde peut être aisément indiquée en quelques mots : parce qu'il est lui-même ce tableau du monde. Il est identique au tout et ne peut par conséquent être contenu en lui comme une de ses parties. Mais bien entendu, nous nous heurtons ici au paradoxe arithmétique ; il semble y avoir une grande multitude de ces ego conscients, et cependant le monde est seulement un."

En faisant appel à nos considérations ensemblistes infinitaires, nous pouvons souligner le fait qu'il n'y a paradoxe - avec toutes les conséquences qui s'ensuivent - que parce que l'auteur ne s'installe *a priori* que dans le cadre d'une représentation finie. Le paradoxe qu'il dénonce - et utilise comme raison de développer sa propre théorie des rapports entre monde et esprit - s'évanouit, si l'on conçoit ce que Schrödinger appelle l'esprit non pas comme ce qu'il caractérise comme unicité arithmétique, mais comme ensemble transfini de même cardinalité que celle de l'ensemble que l'on pourrait associer au monde. En ce cas, en effet, comme nous l'avons déjà indiqué, le tout peut être équivalent (en termes de cardinalité ou de type d'ordre) à la partie, tout en la contenant strictement en tant que partie propre. Ainsi l'esprit peut-il être identique (en ce sens de cardinalité ou de type d'ordre) au tout et, en même temps, être contenu par lui.

Pourquoi convient-il de recourir à des ensembles de même cardinalité ? Pour respecter le contenu essentiel de l'énoncé de Schrödinger sur les rapports "monde-esprit". En effet, si l'on supposait la cardinalité transfinie de l'ensemble correspondant à l'esprit supérieure à celle de l'ensemble correspondant au monde, c'est le monde qui pourrait être contenu dans l'esprit. A l'inverse, si la cardinalité de l'esprit était inférieure à celle du monde, on ne pourrait dire que l'esprit est, sous ce rapport du moins, "identique" au monde.

Tout cela concerne principalement les structures d'intelligibilité. Mais en même temps, le recours à ces structures formelles, aux conditions de leurs existences, à leurs conséquences dérivables, peut contribuer, nous l'avons vu, à la construction des objectivités du secteur d'investigation (à l'image, en partie - voir plus bas -, de ce qui peut se passer en physique). Les "vérités" que l'on peut en inférer fonctionnent alors autant dans le registre de la cohérence (non-contradiction, compatibilités formelles, démontrabilité, décidabilité et indécidabilité...) que dans celui de l'adéquation, dont nous rappelons qu'en matière de phénomènes humains, c'est essentiellement à la description et à la constitution d'objectivité de *rapports* qu'elle s'attache et non à la définition d'objets proprement dits, au sens plus ou moins substantiel du terme. Il est clair que dans cette perspective, le centre d'intérêt se déplace : au poids des propriétés des idéalités vient s'ajouter l'importance de la nature de l'axiomatique. Elle détermine l'existence des entités et formule leur définition ; parallèlement, elle joue un rôle déterminant dans la constitution des objectivités correspondantes.

Ces éléments d'objectivation se manifestent aussi par les résultats des calculs auxquels ils se prêtent dans ce cadre, ce qui renvoie à la question du tenant lieu de la "mesure" dans le cas des phénomènes humains (en dehors de toutes considérations classiques de mesure, statistique par exemple, comme dans le cas des sondages). Nous avons vu qu'il semblait bien que ce soit l'importance de la notion d'*ordre* qui vienne ici remplir ce rôle. La mise en ordre ne quantifie pas mais contribue à la qualification ; elle ne délimite pas, mais néanmoins demeure pertinente pour opérer des distinctions. Là encore de façon relative : un ordre donné peut être attribué plus ou moins arbitrairement, mais le rapport entre deux ordres relatifs l'un à l'autre doit remplir des exigences d'adéquation et de cohérence. Ce qui, en passant, nous conduirait à modifier quelque peu l'aphorisme de Protagoras et à considérer que, plutôt que la *mesure* de toute chose, l'homme est l'*ordonnateur* de toute phénoménalité humaine.

2. Mais nous ne voudrions pas terminer cette partie sans formuler quelques remarques complémentaires, visant à redéfinir la perspective dans laquelle vient finalement s'inscrire notre démarche.

[1] Le même type d'analyse pourrait s'appliquer à la citation de Sherrington que rapporte et discute Schrödinger dans son livre.

Ces remarques sont à certains égards de nature épistémologique, mais en un sens assez particulier. En effet elles n'aboutissent pas tant à porter un regard analytique sur la façon dont s'élabore tel savoir sur tel domaine pour en dégager et en comprendre les ressorts cognitifs, philosophiques, gnoséologiques profonds, mais bien plutôt à renverser les rapports qu'entretiennent traditionnellement une modélisation à son objet d'étude, une formalisation à son secteur de pertinence.

Pour le montrer, avançons progressivement en rappelant ou en éclairant les implicites et les principes de notre démarche et en commençant par reprendre nos hypothèses et postulats :

En tant qu'ils sont humains, les rapports mis en jeu et mis en oeuvre dans les phénomènes humains sont justiciables d'une compréhension et d'une objectivation en termes de transfinis, car ces rapports, comme nous l'avons longuement discuté, engagent d'emblée les propriétés de l'infini. À ce titre la théorie des ensembles et la théorie des modèles proposent un cadre formel relativement bien adapté dont il convient d'exploiter - prudemment - les ressources.

Mais il est clair qu'en prenant une telle orientation *a priori*, nous ne sommes plus confrontés au problème de savoir comment scientifiser un champ phénoménal, par exemple en transposant dans un domaine qui ne leur est pas pertinent la notion (et les opérations) de mesures telles qu'on les rencontre dans les sciences de la nature. Ni, non plus, pour prendre un autre exemple, au problème de savoir comment faire tendre vers l'infini et faire passer à la limite, une grandeur théorique qui aurait déjà trouvé un correspondant dans les phénomènes.

En effet nous nous référons d'emblée à un champ conceptuel autonome qui, tout en mettant en jeu (ô combien !) la rationalité d'une logique, ne dépend pas d'un secteur de phénoménalité qu'il conviendrait d'élargir. En fait, le champ conceptuel et théorique de la théorie des ensembles et de la théorie des modèles se constitue sur des prémisses théoriques qui n'ont rien à voir avec celles qui conduisent à repérer et découper le champ des phénomènes humains tel que nous le considérons ; les contenus sont radicalement distincts, ce ne sont que les logiques et structures axiomatiques que l'on juge comparables et que l'on utilise dans la modélisation en vue de construire l'objectivité et de conférer une intelligibilité.

Cette situation contraste avec celle que l'on rencontre habituellement dans le secteur des sciences de la nature. Pour faire ressortir ce contraste, forçons un peu la note et faisons appel à des comparaisons, toutes grossières et schématiques qu'elles puissent apparaître :

(i) La physique (pour dire vite), se constitue dans le mouvement de mathématisation des phénomènes. Ce mouvement est en général conçu (avec toutes les nuances interprétatives qui l'accompagnent selon qu'on adopte des positions empiristes, positivistes, rationalistes, critiques, etc.) comme un processus selon lequel s'établissent des rapports étroits (plus ou moins constitutifs, ou régulateurs, ou descriptifs, selon les positions) entre une intelligibilité mathématique (interprétante ou déterminante, descriptive ou prescriptive) et une réalité phénoménale (donnée ou construite).

Dans cette perspective il paraîtrait incongru et étrange de prendre un point de vue inverse en considérant que le mouvement de théorisation a pu consister pour l'essentiel à caractériser des classes de phénomènes à partir de réalités mathématiques disponibles[1] et comme expressions factuelles de ces idéalités. C'est-à-dire de voir dans ces phénomènes comme une illustration bien choisie, une thématisation concrète adéquate, de l'effectivité possible de cette réalité mathématique qui la "comprendrait" (aux deux sens de l'expression : rapportée à l'intelligibilité d'une part, à une forme d'englobement, de l'autre).

L'adoption d'un tel point de vue est d'autant plus difficile que, pour l'essentiel, le rapport entre ces deux secteurs - celui des phénomènes naturels et celui des mathématiques - se thématise dans le traitement du fini et se manifeste par la mesure. De ce fait, l'intelligibilité mathématique semble excéder le phénomène, ce qui entraîne la conséquence que bien des secteurs de ce qu'elle a pu élaborer

[1] "Disponibles" est un terme utilisé ici pour signifier : "historiquement établies et mises à jour". Les mathématiques sont librement créées, mais c'est bien dans l'histoire que s'inscrit le mouvement de leur création effective.

ne trouveront pas à s'illustrer factuellement dans les phénomènes, alors qu'au contraire on postule que le tout de la physique doit être mathématisable pour être compris et se révéler traitable. En ce sens on peut donc dire qu'en effet, on mathématise des phénomènes et que l'on ne "phénoménalise" pas des mathématiques (quand bien même ces dernières jouent un rôle constitutif dans la construction de l'objectivité physique et la détermination des lois physiques).

(ii) Si, maintenant, par un saut - même excessif - nous nous interrogeons sur une éventuelle calculabilité mathématique du qualitatif et des phénomènes humains, nous avons vu que nous ressortissions d'emblée au rapport à l'infini, à tel point que s'inverse immédiatement le rapport que nous venons de considérer entre mathématique et physique. Ce sont les phénomènes humains qui excèdent en leur richesse l'appareillage logico-mathématique disponible ; et ce, d'autant plus que l'innovation et la création se trouvent engagées, quasiment par définition, en même temps que la relation et au même titre qu'elle, dans la phénoménalité humaine.

Il en résulte que la démarche de mise en correspondance entre cette phénoménalité et les structures d'intelligibilité conceptuelle de type mathématique ou logique, non seulement doit avoir recours à tout ce qui débute par la formalisation et la logique des ensembles infinis, mais encore ne peut le faire qu'accompagnée de ce renversement de perspective que nous venons d'évoquer : on ne mathématise pas, épistémologiquement parlant, les phénomènes humains au sens où on le fait pour les phénomènes physiques. C'est-à-dire qu'on ne trouve pas dans le vaste corpus mathématique ce qui résonne avec les phénomènes (naturels) ; au contraire, on trouve dans les phénomènes (humains) de quoi illustrer, mais sans pourtant jamais pouvoir s'y épuiser, la force conceptuelle et la capacité objectivante de l'infini logico-mathématique. En ce sens, ce sont les phénomènes humains qui se présentent comme constitutifs des mathématiques et de leurs logiques (alors que c'étaient les mathématiques qui pouvaient être considérées comme constitutives des phénomènes physiques).

Finalement, en ce domaine de phénoménalité humaine, plutôt que de voir dans les mathématiques une abstraction possible des phénomènes, on verra plutôt l'expression à travers les phénomènes d'une conceptualité qu'ils comportent. Bien entendu, dans ce cas aussi, on tente d'établir une correspondance qui soit la plus complète possible, mais elle est prise à rebours : c'est dans l'infini qu'on trouve une illustration de l'humain. La rationalité, bien qu'elle demeure elle-même invariante, est abordée sous un angle différent.

Ainsi en vient-on à inverser en quelque sorte, mais sans lui ôter sa portée opératoire, la mise en perspective de notre proposition de départ : si le transfini, à côté de bien d'autres raisons déjà évoquées dans l'introduction et le corps du texte, est en effet ce qui s'impose conceptuellement et objectivement de façon dominante à travers l'expérience de ce qui est proprement humain, il ne s'agit plus de trouver, dans le style de la physique, le correspondant factuel de ce qui s'y exprime (concept ou axiome). Il s'agit plutôt de déceler en quoi, au contraire, le recours à un tel concept et à ses caractérisations axiomatiques, rend plus ou moins bien compte de phénoménalités humaines spécifiques, censées en contenir le suc.

Pour terminer, permettons-nous de prendre un peu de recul et quelque distance "ironique" par rapport à notre entreprise. Où se situe l'ironie dans le traitement par l'infini et quant à ce traitement ?

La réponse est directe, tout à la fois démystifiante et encourageante : en ce qu'il thématise sa propre incomplétude[1], laquelle laisse en suspens, précisément, toute une zone de décidabilité intrinsèque. Ainsi, ce qui autorise une théorisation visant à abolir une distance, est aussi ce qui la redouble. La théorie est nécessaire, mais toujours déjà incomplète ; curieusement - et là est l'encouragement - c'est aussi en cela qu'elle devient acceptable : elle ne se présente jamais comme clôture possible. L'ironie qu'on lui porte ne sera donc pas dérision, mais renvoi assumé à cette séparation constituante de la réalité humaine entre les faits à théoriser et les "faire" à accomplir, entre les nécessités que nous expliquons et la liberté qu'il nous revient d'exercer.

[1] Voir, en plus de la discussion à propos de l'axiome de compréhension, les nombreux théorèmes d'incomplétude et d'indécidabilité que comportent les théories.

REFERENCES DU CHAPITRE XVI

[1] J. CAVAILLES, *Transfini et continu*, Hermann, Paris, 1946.
[2a] A. BADIOU, *L'être et l'événement*, Seuil, Paris, 1988.
[2b] A. BADIOU, *Le Nombre et les nombres*, Seuil, Paris, 1990.
[3] E. NELSON, Internal Set Theory, *Bull. Am. Math. Soc.*, 83, 6, p.165, 1977.
[4] J. HARTHONG, G. REEB, Intuitionnisme 84, in : *La mathématique non standard*, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[5] J. HARTHONG, Commentaires sur l'intuitionnisme 84, in : *La mathématique non standard*, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[6a] J-M. SALANSKIS, Le potentiel et le virtuel, in : *La mathématique non standard*, Ed. CNRS, Paris, 1989.
[6b] J-M. SALANSKIS, *Le continu mathématique*, Colloque de Cerisy, 1990.
[7] E. SCHRÖDINGER, *L'esprit et la matière*, Seuil, Paris, 1990.

CHAPITRE XVII

CONCLUSION

Nous avons cherché, avec ce travail, à contribuer à une caractérisation plus claire et une catégorisation plus rigoureuse des concepts, méthodes, structures engagés, selon les disciplines, dans les démarches de connaissance scientifique. Nous avons essayé d'approfondir les relations qu'entretiennent entre elles certaines de ces démarches disciplinaires, non seulement pour en comprendre les fonctionnements, mais aussi pour parvenir à situer les unes par rapport aux autres les disciplines dans leurs différences et leurs correspondances, avec leurs limites intrinsèques et leurs technicités propres. Nous avons tenté d'en présenter des aspects qui, grâce à leurs diversités mais aussi à leurs corrélations révèlent une structure dynamique, concourant à une composition pour ainsi dire "organique" relativement à la constitution de "la science" comme mouvement et comme programme : articulation entre la scientificité, notion abstraite, asymptotiquement unifiante, et les sciences effectives en cours d'élaboration, diverses, non réductibles mais sans cesse en cours de mutuelles coordinations, de dialogue. Nous avons même tenté, dans cet esprit, de proposer et de construire, en nous appuyant sur les contenus théoriques et conceptuels de la théorie des ensembles et de la théorie des modèles, avec ce que nous avons appelé le paradigme du transfini, un cadre théorique et conceptuel nouveau (quoique fondé d'un côté sur des acquis "sapientiaux" traditionnaires et de l'autre sur des théories mathématiques et métamathématiques) visant à l'objectivité et à l'intelligibilité formelle des phénomènes humains eux-mêmes. Par-delà, que visons-nous ?

Il s'agit sans doute, nous l'avons déjà évoqué à l'occasion de la présentation de l'anneau, du **jeu de l'unité et de la multiplicité.**

Ce jeu, toujours présent dans la représentation lorsqu'il s'agit de rapporter conceptuellement les variétés phénoménales empiriques à la généricité théorique de lois et de principes, se trouve aussi dans la construction des objectivités disciplinaires lorsqu'il s'agit de décrire des processus de genèse qui rendent compte de l'apparition "historique" des diversités observées à partir d'une situation originaire unifiée qui comprendrait "en puissance", mais de façon nécessaire, ces manifestations. Quitte à envisager un système de relations qui manifeste l'unicité de l'origine dans la multiplicité des effets, ou même la perspective d'une réunification asymptotique, essentiellement théorique mais parfois empirique.

Ainsi en va-t-il en physique où, à la recherche de l'unification théorique des interactions fondamentales est indissociablement associée celle de la caractérisation objective d'un état primitif de l'univers qui comportait effectivement une telle unité des forces (l'état qui donne naissance au *big bang*). Le processus de diversification et de production de multiplicité renvoie alors à des processus physiques quantitatifs (tels l'expansion de l'univers, la diminution de sa température, la diminution de sa densité) et qualitatifs (les brisures de symétrie successives qui découplent les interactions les unes des autres, la séparation entre matière et rayonnement). La reconstitution d'une unité éventuelle se trouve conceptuellement dans l'universalité des lois et principes physiques, dans la recherche de l'élaboration d'une "théorie de tout" (avec les théories des cordes et supercordes ; voir, pour des discussions sur ces perspectives, par exemple [1]) ; elle peut se trouver aussi d'un point de vue plus objectif et mesurable dans les propriétés (bien établies) de non séparabilité des objets quantiques d'une part ou, d'autre part (mais cela n'est pas sûr), dans la perspective d'un éventuel *big crunch* de l'univers lui-même. En tout état de cause se trouve directement posée, tout particulièrement à cette occasion, la question fondamentale de l'irréversibilité ou non de tels processus (*cf.* pour une analyse approfondie, par exemple [2]).

Ainsi en va-t-il aussi en biologie où c'est la théorie de l'évolution qui se fait support de la représentation de l'apparition du multiple, les embranchements, classes, genres, espèces concrétisant à leur manière l'équivalent des brisures de symétrie et des diversifications qui s'ensuivent à partir d'une situation originaire où s'enracinerait toute l'histoire du vivant. Mais aussi, et de façon plus immédiatement tangible et observable, en biologie du développement, avec les processus de

différenciation accompagnant la constitution d'un organisme complexe à partir de l'unité porteuse de potentialités que représente l'oeuf fécondé. Dans ces cas, la manifestation de l'unité originaire se trouve dans l'universalité du code génétique par exemple, ou, à un niveau très différent dans l'unité d'un organisme intégrateur et régulateur relativement à toutes les différenciations qui le composent, ou encore, plus globalement, dans l'établissement d'un équilibre (dynamique) écologique, dans lequel les espèces interagissent entre elles pour constituer un système.

Mais ce n'est pas que dans les sciences de la nature que se repèrent un tel mouvement et une telle "dialectique". Dans les sciences humaines et sociales également les rapports entre unité et multiplicité contribuent très fortement à la catégorisation et à l'objectivation du réel. Le cas de la linguistique est exemplaire à cet égard (voir, par exemple, [3]). Dans son étude de ce qu'il appelle "les parentés génétiques" des langues, Hjelmslev met en évidence les différents niveaux hiérarchiques d'intégration des langues (branches, groupes, classes, familles) qui remontent, y compris d'un point de vue historique, vers la caractérisation de familles de familles, voire d'une langue originaire (unité première) dont les diverses langues dérivent de façon irréversible par différenciations successives (multiplicité observée), en occultant ou en recouvrant le plus souvent leurs sources du niveau supérieur par les transformations qu'elles leur imposent. Quant à une réunification terminale, elle serait essentiellement de nature épistémique et théorique, mais en même temps l'inter-traductibilité, les capacités de communication et d'apprentissage des langues constituent une indication de commensurabilité (que, par ailleurs, on peut aller jusqu'à faire remonter à des aptitudes neurobiologiques innées [4]).

C'est un peu de façon semblable, formellement parlant, que se pose actuellement, d'un point de vue scientifique, la question d'une origine unique du genre humain d'où se différencieraient ensuite, au fil du temps, par migrations successives et développements plus ou moins séparés, les diverses composantes de l'humanité [5] et celle de la perspective, à un niveau supérieur, d'une nouvelle unification à l'échelle planétaire (en termes de communication mais aussi en termes de prise de conscience intersubjective).

On soulignera au passage le fait qu'il est clair que, dans la plupart de ces domaines, les processus de différenciations qui conduisent de l'unité originaire à la multiplicité observée détiennent un statut de réalité, quasi-ontologique, (c'est ainsi que l'on postule que les choses se sont réellement passées), tandis que le mouvement d'unification est, lui, en général de nature épistémique et s'inscrit dans le mouvement de théorisation et d'objectivation scientifiques du réel (même si, comme dans le cas de l'évolution de l'univers physique, on peut envisager un processus inverse, vers le *big crunch*).

Mais, ainsi que nous l'avons déjà évoqué à la fin du chapitre XI, ce jeu de l'unité et de la multiplicité se décèle à un niveau plus global encore, relativement à la rationalité elle-même, presque comme invariant de catégorisation, voire d'explication, scientifique. L'unité se perçoit notamment à travers le traitement des distinctions : on est finalement capable de comparer et d'établir des correspondances mutuelles, de transposer grâce à des propriétés de traductibilité, de retracer des processus de genèses et de transformations à partir de sources unifiées ; la multiplicité s'impose en ce que ces distinctions sont non seulement fondées et légitimes en ce qu'elles sont observables, mais de plus en ce qu'elle se révèlent rationnellement irréductibles du point de vue phénoménal. Dans la perspective de l'illustration qu'en fournit l'anneau, cela se traduit, pour la multiplicité, par l'impossibilité de fusionner entre eux les secteurs de l'anneau, et pour l'unité, par la représentation annulaire comme telle, avec ses correspondances, ses renvois, son bouclage global. Peut-on trouver un corrélat objectif à cette unité que propose la représentation ?

Nous avons discuté assez longuement, notamment au chapitre VI, du rôle unificateur que pouvait jouer la **mathématisation des disciplines**, grâce à l'unité propre des mathématiques elles-mêmes et à la dialectique qu'elles savent entretenir dans la dynamique du jeu entre unité et multiplicité. Elles sembleraient pourtant, à première vue, manquer doublement à cette fonction : d'une part elles apparaissent comme un secteur de l'anneau parmi d'autres et en cela disjointes, et d'autre part la représentation qui a été fournie de l'anneau n'est pas elle-même formalisée ni mathématisée. Sur le premier point la difficulté n'est qu'apparente : les mathématiques ont déjà montré qu'elles savaient se

prendre pour objet (fondements, logique mathématique, théorie des modèles, métamathématique) ; cela fait partie de leur jeu propre grâce à quoi, notamment, elles deviennent ce paradigme rationnel du rapport entre unification et diversification. Quant au second point, peut-être pourrait-on le considérer comme une perspective programmatique (*cf*. dans un esprit un peu comparable les travaux de Sneed et Stegmüller commentés par Kuhn [6], [7*a*], [7*b*], [8]) ?

Cependant, si l'on prend quelque recul, un autre secteur disciplinaire semble pouvoir se présenter, non sans légitimité, comme candidat à l'illustration et à l'explication de ce même jeu : **la philosophie**. Son domaine d'intervention propre - le conceptuel comme tel - n'engage-t-il pas et ne mobilise-t-il pas des problématiques tout aussi universelles et essentielles, dont la pertinence s'impose pour tout regard quelque peu synthétique relativement aux connaissances scientifiques, voire plus généralement à tout le domaine des savoirs ? Mais il y manque, selon nous, pour pouvoir aller jusqu'au bout, le caractère d'une formalisation autonome et intrinsèque, qui en même temps puisse opérer sur soi-même et assurer, ce faisant, l'unité de la discipline elle-même; qui puisse faire qu'à travers un "calcul" exact, le contenu puisse être traité et aboutir à des conclusions et des résultats valides. Le jeu de l'un et du multiple a besoin, pour pouvoir être mené à son terme, d'un secteur de vacuité de contenu sémantique, mais qui se révèle et demeure syntaxiquement opératoire relativement à ces contenus et à leurs transformations. C'est cette aptitude que seules, pour l'instant, les mathématiques comportent, au moins dans le domaine de l'explication, de la mise en forme des résultats obtenus et de leur abstraction conceptuelle.

Mais aussi, soulignons-le à nouveau, dans ces seuls domaines. Car en ce qui concerne l'obtention de ces résultats, l'activité créatrice en tant que telle relève d'un imaginaire et d'une liberté qui ne se rabattent pas sur le plan de l'anneau des disciplines ; ils le produisent, le peuplent et l'organisent comme par ailleurs ils produisent, peuplent et organisent les autres dimensions (non épistémologiques) de ce qui fait la condition humaine en sa problématique, en sa genèse.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tous les participants au Groupe "3bis" (Collège de France) grâce à qui bien des idées contenues dans ce texte ont pu être développées et approfondies au fil de nombreuses réunions et discussions, et en particulier Evelyne Andreewsky qui a permis la publication d'une partie de cet ouvrage dans un numéro spécial de la Revue Internationale de Systémique. Cette première rédaction n'aurait elle-même pu être mise en forme et présentée sans l'aide et la gentillesse de Danièle Triboulet, responsable de la Formation Permanente au groupe des Laboratoires du CNRS de Bellevue, que je remercie tout spécialement.

Je voudrais dire un mot de l'intervention et du soutien constants de mon collègue, de mon ami, Gérard Cohen-Solal, avec qui j'ai déjà partagé de nombreuses entreprises. Il est évident pour moi que ce texte n'aurait jamais vu le jour sans ses incitation ; mais il y a plus : le contenu de ce texte est aussi alimenté par les discussions de fond que nous avons longuement poursuivies, des années durant, sur nombre des thèmes qu'il aborde. A ce titre il est partie prenante de ce travail (dans la limite, bien sûr, des points de vue qu'il en accepte !) ; merci Gérard.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé et qui m'ont encouragé à engager ce travail, puis à le mener à son terme et en particulier ma femme, Danielle.

REFERENCES DU CHAPITRE XVII

[1] P. DAVIES, J. BROWN, Ed., *Superstrings. A theory of everything?*, C.U.P. Cambridge, 1988.
[2] H. ZEH, *The Physical Basis of The Direction of Time*, Springer-Verlag, New York, 1989.
[3] L. HJELMSLEV, *Le langage*, Gallimard, Paris, 1991.
[4] J. MEHLER, G. DUPOUX, *Naître humain*, Odile Jacob, Paris, 1990.
[5] Y. COPPENS, Origine de l'homme, in : *Les origines*, L'Harmattan, Paris, 1988.
[6] J.D. SNEED, *Philosophical Problems in the Empirical Science of Science: a Formal Approach*, Erkenntnis, 10, p.115, 1976.

[7a] W. STEGMÜLLER, *Accidental ("non Substantial") Theory Change and Theory Dislodgement: to What Extent Logic can Contribute to a Better Understanding of Certain Phenomena in the Dynamics of Theories*, Erkenntnis, 10, 1976, p.147.
[7b] W. STEGMÜLLER, A Combined Approach to the Dynamics of Theories, in : *The Structure and Development of Science*, Reidel Publ. Co. 1979.
[8] T.S. KUHN, *Theory-change as Structure-change: Comments on the Sneed Formalism*, Erkenntnis, 10, p.179, 1976.

TABLE DES MATIERES

	Pages
PREFACE de Giuseppe LONGO……...	**2**
INTRODUCTION de Robert VALLEE……	**7**
AVANT-PROPOS de Francis BAILLY……	**9**
CHAPITRE I. INTRODUCTION. PRESENTATION……	**10**
PREMIERE PARTIE : ANALYSES……..……...	**13**
CHAPITRE II. A PROPOS DES CADRES CONCEPTUELS DE REFERENCE : ORDRES……..	**13**
1. Considérations générales……..…..	**13**
2. Exemples. Discussions……	**13**
3. Analyses formelles……..	**17**
CHAPITRE III. A PROPOS DES CONCEPTS THEORIQUES ET DE LA CONSTRUCTION DES OBJECTIVITES : NIVEAUX D'ORGANISATION……..…..	**27**
1. Introduction……	**27**
2. Niveaux et complexité……	**28**
3. Niveaux et émergence……	**31**
4. Niveaux d'organisation et fonctions biologiques……..…	**33**
5. Discussions……...…	**36**
6. Conclusion…….…..	**39**
CHAPITRE IV. A PROPOS DES PRESUPPOSES THEORIQUES ET DES CONCEPTS GNOSEOLOGIQUES : FINALITE, REDUCTIONNISMES, APPROCHES "AUTO-"……	**41**
1. Niveaux et finalité……...	**41**
2. Réductionnismes……	**42**
3. Théories auto-……	**47**
Annexe: Quelques remarques sur l'auto-référence et l'imprédicativité……...	**51**
CHAPITRE V. A PROPOS DES OPERATIONS THEORICO-PRATIQUES DE TRAITEMENT DU REEL : MESURE…….……...	**55**
1. Mesures mathématiques. Mesures physiques……	**55**
2. Observabilité et inobservabilité en physique……..	**56**
3. Présupposés et conditions de possibilité de la mesure ; pratiques disciplinaires de la mesure……..…….	**61**
4. Conclusion……..	**65**
DEUXIEME PARTIE : L'ANNEAU DES DISCIPLINES……	**60**
CHAPITRE VI. L'ANNEAU DES DISCIPLINES……	**67**
1. Introduction……..…….	**67**
2. L'anneau des disciplines : présentation……...…...	**67**
3. Exemples. Discussions……...……	**73**
4. Unification et diversification…….....	**81**
CHAPITRE VII. ENTRE PHYSIQUE ET BIOLOGIE…….....	**86**
1. Causalités……	**86**
2. Objectivités……	**89**
3. Structures formelles……...…	**97**

CHAPITRE VIII. A PROPOS DE L'OBJET SCIENTIFIQUE ET DE LA COUPURE SUJET/OBJET……. 100
1. Objets, interactions, repérages : stabilités et instabilités relatives des catégorisations conceptuelles 111
2. La coupure sujet/objet : coupure universelle ou coupure décisive ?..... 111

CHAPITRE IX. LANGAGES DISCIPLINAIRES ET SIGNIFICATIONS…….. 120
1. Introduction. Présentation…….. 120
2. Physique, mathématique, logique et langue…… 124
3. Significations, langages spécialisés, enjeux……..… 127

CHAPITRE X. SCIENCE ET SENS……..... 135
1. La science, insensément……..….. 135
2. Contenus théoriques; positions politiques…….. 139
3. Concepts théoriques, herméneutique et significations……...… 142
4. Sens épistémique et sens existentiel……..…… 146

CHAPITRE XI. RATIONALITE……..… 150
1. Essai de caractérisation du concept de rationalité…….. 150
2. Rationalité et "transcendance"……..… 155
3. Phénomènes humains, significations et formalisation……..… 158

TROISIEME PARTIE : PHENOMENES HUMAINS ET STRUCTURES FORMELLES. INTRODUCTION DU PARADIGME DU TRANSFINI…… 160

CHAPITRE XII. LA QUESTION DE LA FORMALISATION DES PHENOMENES HUMAINS. PRESENTATION……..... 160
1. Introduction…… ……..…. 160
2. Présentation et mise en perspective……. 162

CHAPITRE XIII. PRINCIPES DE CORRESPONDANCES……..…. 170
1. Domaines et cardinalités……. 170
2. Catégories et types d'ordre……..….. 172
3. Calculs et opérations……..... 180
4. Remarques à propos de la détermination des "objets"……...… 182
5. Conclusion……... 185

CHAPITRE XIV. EXEMPLES ET DISCUSSIONS…….. 187
1. Langages et métalangages; règles et thématisations…….. 187
2. Couples conceptuels ; couples de méthodes et complémentarité de modèles….. 189
3. Suites et interférences…….... 194
4. Sur l'arbitraire des affectations……...… 196
5. Structures de décision rationnelle et structure du paradigme…….. 197
6. Expériences dans le domaine existentiel…….. 197

CHAPITRE XV. CORRESPONDANCES AXIOMATIQUES. STATUT EPISTEMOLOGIQUE…… 201
1. Considérations épistémologiques……...… 201
2. Phénomènes humains et fondements ensemblistes. L'axiomatique de ZFC……. 206

CHAPITRE XVI. FORMALISATION TRANSFINITAIRE DES PHENOMENES HUMAINS. QUELQUES REFLEXIONS……..... 218

CHAPITRE XVII. CONCLUSION…….…. 223

TABLE……..... 227