

# Société romande de philosophie : séance du 30 mai 1976 à Rolle : la science et l'imagination du possible

Autor(en): **Scheurer, Paul B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue de Théologie et de Philosophie**

Band (Jahr): **26 (1976)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-381080>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Séance du 30 mai 1976 à Rolle

## LA SCIENCE ET L'IMAGINATION DU POSSIBLE

C'est à la fois un plaisir et un honneur que de pouvoir me présenter à cette société en tant que philosophe des sciences. Dans la Suisse actuelle, malheureusement, la philosophie des sciences est une discipline plutôt délaissée, alors qu'elle connaît des triomphes partout ailleurs. Cela explique en particulier mon exil en Hollande, pays où elle bénéficie d'une tradition solide. Mais la situation en Suisse est enfin en train de changer, et j'espère voir prochainement la fin de cet exil, par ailleurs non dépourvu d'avantages certains.

Qu'il me soit permis de commencer par saluer deux pionniers de la philosophie des sciences en Suisse : Gonseth et Piaget.

Ferdinand Gonseth est brusquement décédé en décembre dernier, à 85 ans. Je ne retracerai pas ici sa longue et fructueuse carrière. J'évoquerai plutôt notre dernière rencontre, à quelques semaines de sa mort. J'avais fait sa connaissance tardivement, mais malgré la grande différence d'âge qui nous séparait s'était établie entre nous une réelle amitié. Nous nous sentions de la même famille spirituelle, opposés à tout dogmatisme et toujours à la recherche de l'ouverture. Ce jour-là, il s'était animé de façon inaccoutumée contre la philosophie exacte et ses exorbitantes prétentions. Il trouvait là un des moments de cette lutte incessante entre stratégie des fondements et stratégie de l'ouverture, dont il avait fait une de ses préoccupations essentielles.

Pour Jean Piaget, c'est heureusement le souhait d'un glorieux anniversaire que je puis exprimer, à l'occasion de ses 80 ans. Incontestablement, l'épistémologie génétique représente une des grandes créations scientifiques de ce siècle. Mais davantage que ne veut l'admettre Piaget lui-même, son entreprise repose sur des présupposés qui relèvent entièrement de la philosophie, et c'est par là qu'elle intéresse le philosophe des sciences. Je lui souhaite de pouvoir encore longtemps animer ses admirables recherches <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Il n'est pas sans intérêt de noter que le thème du symposium d'épistémologie génétique de cette année concerne l'ouverture vers de nouveaux possibles !

*Tendances contemporaines en philosophie des sciences*

La philosophie des sciences (en France, on dirait aujourd'hui plus volontiers l'épistémologie) est une activité, seconde, qui, sous certains aspects, se rapproche de l'activité scientifique proprement dite sur laquelle elle porte. Comme le dit excellemment R. Blanché dans son petit ouvrage sur *L'épistémologie*, il faut justement apprécier « les efforts qu'il [l'épistémologue] fait pour transférer sa problématique du plan de la discussion philosophique sur celui de l'objectivité scientifique, et juger que, dans la mesure où il y parvient, il a fait réellement progresser notre connaissance ». Indubitablement, quelle que soit notre orientation philosophique, il nous faut bien nous accorder sur la reconnaissance d'un indéniable progrès dans l'évolution de cette problématique. Certains problèmes ne sont désormais plus traitables, ou du moins pas selon certaines voies, et sont bien souvent proprement remplacés par des problèmes entièrement nouveaux.

Dans ce domaine, en particulier, il est devenu impossible de méconnaître l'immense littérature produite par la philosophie analytique anglo-saxonne. Même un J. Habermas, si démarqué pourtant d'une telle philosophie, se doit de le reconnaître dans les premières pages de *Erkenntnis und Interesse*. Ce qui n'est malheureusement pas le cas de l'école française, qui n'a d'égale à son ignorance en ce domaine que sa propension à la logorrhée (laconisme/lacanisme est une opposition pertinente — *Punkt*). Mais il nous paraît hors de doute que, aujourd'hui, en ce domaine, on ne saurait faire œuvre valable sans tenir compte des travaux des diverses tendances qui se sont affrontées au cours de ce siècle. Ceux des maîtres de l'empirisme logique, comme R. Carnap et H. Reichenbach, puis C. Hempel et E. Nagel, partisans d'une stricte séparation entre langage d'observation et langage théorique, ou du criticisme rationnel, comme K. Popper ; de leurs critiques, ensuite, plutôt modérés comme W. v. O. Quine ou H. Putnam, ou franchement « radicaux », comme S. Toulmin, N. R. Hanson et surtout T. S. Kuhn et P. K. Feyerabend, ce dernier se qualifiant même d'anarchiste ; des conciliateurs enfin qui se sont manifestés dans la dernière décennie, aussi bien I. Lakatos et M. Hesse que J. D. Sneed et W. Stegmüller. On ne saurait ignorer également le grand courant sémantique de la théorie des modèles, qui, de Frege, via Carnap, s'étend à S. A. Kripke, J. Hintikka, R. Montague, et même M. Bunge.

Mais derrière les acteurs de ce théâtre de l'épistémologie du XX<sup>e</sup> siècle, le grand metteur en scène, celui de qui presque tout procède, c'est le magnifique et déroutant Wittgenstein.

Dans la direction de la réduction logique du monde, nul en effet ne s'est avancé plus loin que l'auteur du *Tractatus*. Carnap et l'empirisme logique procèdent directement de ce premier Wittgenstein. Mais pour survivre à ce monde glacé, il fallait bien secouer le joug de

fer du logicisme et du mathématisme, comme finit par l'accomplir le Wittgenstein des *Philosophische Untersuchungen*. De ce Wittgenstein-là se sont naturellement inspirés les radicaux Toulmin, Hanson et Kuhn. En somme, c'est la passion wittgensteinienne qu'illustre et amplifie l'épistémologie contemporaine. Œuvre de longue haleine, qui se projette devant moi dans un avenir encore relativement éloigné. Aussi n'en ferai-je pas le thème de mon exposé d'aujourd'hui.

### *Le problème du progrès scientifique*

Je me restreindrai à un aspect seulement de la problématique de l'épistémologie. C'est un aspect que je connais assez bien, puisque j'ai le bonheur de pouvoir l'approcher du dedans, en quelque sorte, par la pratique effective d'une science : la physique théorique. C'est le problème de l'accroissement constant de nos connaissances scientifiques, ou, pour simplifier, celui du progrès scientifique. Popper en fait le problème majeur de l'épistémologie, à côté des deux autres qu'il prétend avoir résolus : celui de Hume pour l'induction, et celui de Kant pour la démarcation entre science et métaphysique, résolution obtenue selon lui par son recours à la déduction du *modus tollens* et à la méthode de falsification. Si je ne suis pas Popper dans ses prétentions, au moins je m'accorde avec lui sur l'importance du problème du progrès scientifique.

Comment la science s'accroît-elle en effet ? Précisons immédiatement : la science occidentale moderne. Précision des plus nécessaires : notre science est loin d'épuiser tous les types possibles. Elle n'est certainement pas la science des bergers, aryens ou autres, ni celle des prêtres, égyptiens, babyloniens ou mayas, encore moins celle des mandarins chinois. C'est une science d'intellectuels, c'est-à-dire de gens pourvus de loisirs par la classe dominante, ecclésiastiques d'abord par les prébendes, puis bourgeois par accumulation du capital. Elle se manifeste comme une activité essentiellement productrice, dans laquelle on peut reconnaître des modes de production, tout comme dans l'activité économique : artisanal aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, manufacturier dans la chimie et l'électricité au XIX<sup>e</sup>, et industriel au XX<sup>e</sup>. La production des instruments de mesure, en particulier, présente exactement cette succession de modes. Tout ceci est encore bien sommaire, nous en convenons volontiers, et demande d'être affiné. Malheureusement, à cause du gigantisme de la tâche, personne jusqu'ici, et surtout pas les marxistes, n'a été capable d'élaborer une théorie de la science comme production.

Aussi, de nécessité faisant vertu, tout le monde se rabat-il sur une restriction de l'analyse à celle des produits de la science : œuvres, articles et résultats. C'est à ce point que Reichenbach peut introduire

sa distinction devenue fameuse entre contexte de découverte et contexte de justification (la justification me paraissant personnellement devoir être d'abord celle des philosophes des sciences eux-mêmes, mais passons !). Ainsi notre problème devient-il : comment les connaissances, produits de l'activité scientifique, s'accroissent-elles ?

Ici, les réponses s'ordonnent essentiellement selon deux types, que Gonthier précisément qualifie de recherche des fondements et de recherche de l'ouverture. Dans le premier cas, l'accent est mis sur la fermeture, la réduction et l'unicité du but à atteindre comme vérité ultime. Dans le second cas, on privilégie au contraire l'éventail des choix, et la liberté ou la convention dans la formulation du choix, toujours sujette à une révision ultérieure.

Incontestablement, du premier type relèvent les néo-positivistes et les empiristes logiques (Mach, Reichenbach, Carnap). Chez eux, la science est conçue comme une entreprise rationnelle logique. Elle s'accroît essentiellement par un processus d'accumulation continue et linéaire : ce qui est vérifié reste acquis définitivement. Il n'y a jamais de perte. Les découvertes nouvelles peuvent élargir le domaine de validité d'une théorie existante, ou au contraire en restreindre le domaine d'application, lorsqu'elles se trouvent en conflit avec certaines prédictions de la théorie. Ainsi les théories anciennes ne sont pas rejetées, mais au mieux réduites comme cas limites de théories nouvelles plus englobantes. En remplaçant adéquatement les procédures de vérification par celles de falsification, on peut placer Popper dans ce même cadre, non sans quelque violence, nous en convenons.

Aux tenants de l'accroissement continu s'opposent les partisans d'une croissance discontinue ; la science progresserait essentiellement par bonds et sauts brusques, entre certaines périodes d'accroissement cumulatif et linéaire, il est vrai. De la sorte, la science serait d'abord une entreprise subjective, voire irrationnelle. De tous les partisans d'une telle thèse, celui qui a incontestablement éveillé le plus d'échos est bien T. S. Kuhn. Pour nous, la raison en est simple : au lieu de venir à l'épistémologie à partir de la logique, comme c'est généralement le cas, Kuhn y est arrivé avec une formation de physicien et d'historien des sciences ; c'est donc qu'il connaît la pratique scientifique de l'intérieur (Popper, autre non-logicien notoire, psychologue d'origine, ne bénéficie pas des mêmes avantages !). C'est essentiellement par réflexion sur la science qu'il a appris à pratiquer, la physique, que Kuhn est parvenu à son schéma général de distinction entre deux types de science : d'une part, la science normale, qui explore les possibles ouverts à un paradigme retenu pour ses avantages du moment, et, d'autre part, une science extraordinaire, qui s'articule d'un paradigme à l'autre, à travers anomalies, crises et révolutions

scientifiques. Critiquant Kuhn, Toulmin a beau jeu de montrer que l'essentiel du schéma kuhnien se trouve en fait déjà chez Coolidge, et que la nécessité, reconnue par Kuhn lui-même, d'accepter des microrévolutions en science conduit à une liquidation de la théorie même, comme ce fut déjà le cas pour la théorie des catastrophes de Cuvier, lorsque Agassiz fut contraint d'y introduire des microcatastrophes. Aussi Toulmin tient-il les sauts dans le savoir pour autant de mutations dans un processus évolutif. Feyerabend, quant à lui, se déclare opposé à toute méthode, il voit dans la science une entreprise éminemment irrationnelle, et pousse la radicalité du changement entre théories jusqu'à l'incommensurabilité complète. Finalement, on peut adjoindre aux auteurs précédents les marxistes eux-mêmes. Dans la mesure où Lénine, Staline et Mao se sont prononcés sur la science, ils en font essentiellement un processus dialectique, soumis au renversement des rapports entre quantité et qualité. Curieusement, chez eux, le changement quantitatif est continu, progressif, lent, tandis que le changement qualitatif serait nécessairement discret, imprévisible et soudain. Selon nous, une telle combinaison de processus devrait trouver sa formalisation naturelle dans la théorie nouvelle des catastrophes de R. Thom. Mais ceci est une autre histoire ! et n'empêche pas les marxistes de se montrer d'une pauvreté affligeante sur le problème qui nous concerne.

Comme la discussion précédente l'aura montré, notre problématique connaît un nouvel avatar : l'accent est maintenant placé sur les relations entre théories scientifiques successives. Nous ne reviendrons pas sur le premier groupe des néo-positivistes et assimilés : le sort d'une théorie déjà vérifiée n'est pas d'être rejetée, mais d'être englobée ou réduite par une autre.

Dans le second groupe des plus ou moins radicaux, nous relèverons plus particulièrement les trois points suivants. Premièrement, chez Kuhn et chez Feyerabend est envisagée une radicale incommensurabilité entre théories qui ne peuvent même plus être dites rivales puisque, en fait, non comparables entre elles. Les mêmes termes changent radicalement de sens d'une théorie à l'autre, comme par exemple la masse en mécanique classique et en mécanique relativiste. En conséquence, quoi qu'il y paraisse, les énoncés formellement semblables sont en fait tous différents. Cette thèse, inévitable si l'on prend les théories pour des ensembles de propositions, paraît néanmoins excessive. Deuxièmement, nos deux auteurs rejoignent Toulmin et Hanson pour traiter le changement de théorie comme un véritable changement de vision du monde. Ce changement est comparé à un soudain *Gestaltswitch*, et à ce propos Hanson n'hésite pas à transposer le couple fameux de Wittgenstein des canards et des lapins en un couple de pélicans et d'antilopes. En fait, c'est toujours une théorie

qui se trouve à l'origine d'une vision du monde. Quant à l'observation, il ne saurait en exister de neutre : celle-ci est toujours nécessairement « theory laden ». La meilleure illustration de cette thèse se trouve chez Hanson, avec la scène historiquement possible de Brahé et de Kepler assistant ensemble au lever du Soleil : l'un et l'autre voient la distance entre l'horizon et l'astre régulièrement augmenter, mais si Brahé voit effectivement le Soleil se mouvoir, en partisan d'un système géocentrique de son cru, Kepler, lui, en fidèle disciple de Copernic, voit l'horizon basculer et découvrir un Soleil immobile. Comme physicien, je ne puis d'ailleurs que m'étonner de cette façon de se borner aux seules données astronomiques : le même regard ne perçoit-il pas en même temps également le rouge de l'astre, le bleu du ciel et le blanc des nuages ? Là encore, la thèse est peut-être excessive, mais quand même mieux défendable que la thèse adverse des néo-positivistes. Troisièmement, et en conséquence de la thèse précédente, les changements de théorie constituant et entraînant des changements de vision du monde, les visionnaires partisans d'une nouvelle thèse ne peuvent qu'essayer de persuader leurs confrères de partager leur vision. Le progrès n'est donc plus un acte de pure raison, mais fait intervenir tout un procès extrêmement compliqué qui relève plutôt de la psychologie et de la sociologie des communautés scientifiques. Par là intervient également la civilisation en tant que telle : Kuhn a excellemment illustré ce point pour la révolution copernicienne dans son ouvrage du même nom.

Par rapport à un changement de vision du monde que serait un changement de théorie, il importe d'aller plus loin, et c'est ici qu'il me paraît approprié de faire intervenir L. Althusser. Du moins l'Althusser du premier chapitre de *Lire le Capital*, qui nous présente les deux modes de lecture chez Marx et la dialectique du non-vu dans le vu. Dans une première lecture de Smith, Marx se contente d'appliquer sa propre grille sur celle de Smith, pour en marquer les concordances et les discordances, pour relever les présences et les absences, pour signaler les vues et les bévues. Mais se pose alors un problème essentiel : celui du 'tenir ensemble' de ces vues et de ces bévues dans le discours même de Smith. C'est alors qu'intervient la deuxième lecture : la grille même de Smith devient grille de ses propres absences, de ce qu'il n'a pas su voir dans ce qu'il était capable de voir.

Dans l'histoire de la science, cette dialectique du non-vu dans le vu joue en fait un rôle considérable. Je me contenterai ici de deux exemples bien choisis. J'emprunte le premier à Kuhn lui-même, mais le poursuis bien plus loin qu'il ne le fait. Il s'agit de la découverte d'Uranus par Herschel en 1781. Découverte exemplaire à bien des égards. Le rôle de l'instrument d'abord : Herschel, en bon artisan, s'était façonné un télescope plus puissant que ceux de ses confrères,

qui lui permettait de voir un petit disque là où ils ne pouvaient voir qu'un point lumineux. Le non-vu dans le vu, ensuite, pour lequel Kuhn avance précisément cet exemple. Dans les cent ans qui ont précédé, Uranus avait été probablement observée au moins 17 fois. Mais la prévalence du paradigme alors en cours depuis l'observation du ciel par Galilée au moyen de la lunette était qu'un point lumineux doit être une étoile (ce n'était pas le cas auparavant : à l'œil nu une étoile présente un diamètre apparent!). Aussi ces observations furent-elles mises au compte de celles d'étoiles. Même une observation de quatre nuits consécutives ne permit pas à un astronome pourtant renommé de noter le déplacement systématique de l'astre dans sa position. C'est que prévalait aussi un autre paradigme, encore plus prégnant que le précédent : celui du nombre fixe des planètes, dont l'abandon conduisit à une véritable révolution scientifique. Mais curieusement, et Kuhn le tout premier, personne ne s'est encore avisé de la présence d'une telle révolution, qu'il nous faut bien qualifier de *supercopernicienne*. Pour Copernic comme pour Ptolémée, en effet, le nombre des astres errants reste fixé à sept, la Terre et le Soleil échangeant seulement leur centrisme et leur immobilité. Une première entorse au paradigme fut l'introduction dans le système solaire des comètes par Brahé, puis Halley et Newton. Mais le nombre des planètes n'était pas changé, du moment que les astres médicéens étaient rangés parmi les satellites, comme la Lune pour la Terre. Aussi ne faut-il pas s'étonner du premier raisonnement de Herschel : un astre pourvu d'un disque, et en déplacement dans le ciel, ne pouvant être une étoile, se devait d'être... une comète. Ce fut Lexell qui, quelques mois plus tard, démontra que l'orbite suivie par Uranus était bien celle d'une planète. Le paradigme une fois rompu, on put se mettre à la chasse de nouvelles planètes, et le tableau fut bien vite à s'enrichir de nouvelles prises : il est en fait toujours ouvert ! Mais s'il y a révolution supercopernicienne, ce n'est pas seulement que le système solaire se soit peuplé ; c'est la population du ciel tout entière qui s'est mise à changer, dans un mouvement qui n'a pas encore trouvé son terme. Avec la découverte du mouvement propre des étoiles, Halley minait définitivement le concept fondamental de sphère des fixes. Herschel découvrait l'apex du Soleil, et concevait la Galaxie. A leur tour, les galaxies se sont multipliées par milliards, se groupant en superstructures de toute sorte : nous n'en avons pas fini de les reconnaître ! Et un tel éclatement ne serait pas une révolution ? N'est-ce pas simplement que les historiens de la science, pris de vitesse, n'ont pas encore passé par là ?

Mon deuxième exemple rapproche d'une façon étonnante, jusque dans les mots, le physicien Dirac du philosophe Althusser ! Dans les dernières pages de son discours de réception du Prix Oppenheimer,



Dirac rappelle comment il en vint à concevoir l'existence de l'anti-électron. En ces temps-là, dit-il, au laboratoire Cavendish, certains physiciens faisaient état de clichés où, curieusement, des électrons semblaient remonter à leur source, mais pour s'empressement de les rejeter comme jouets de fâcheuses coïncidences. Il ne venait à l'idée de personne qu'il pût s'agir là d'une particule de même masse que l'électron, mais de charge opposée. Et Dirac d'ajouter : ces gens-là n'étaient pas capables de voir vraiment ce qu'ils voyaient.

Après cela, on ne devrait plus s'étonner de mon recours à Althusser et à sa structure du champ du visible. D'autant que, avec F. Jacob, il constitue une des attaches où vient s'ancrer mon propre concept de champ des possibles. C'est donc à dessein que je présente les trois citations suivantes de *Lire le Capital I*, empruntées à la même page (26). Tout d'abord, le champ du visible structure par là même l'invisible, en tant que son exclu défini : « C'est le champ de la problématique qui définit et structure l'invisible comme l'exclu défini, *exclu* du champ de la visibilité, et *défini* comme exclu, par l'existence et la structure propre du champ de la problématique ; (...) ». Par conséquent : « Là encore l'invisible n'est pas plus fonction de la *vue d'un sujet* que le visible : l'invisible est le non-voir de la problématique théorique sur ses non-objets, l'invisible est la ténèbre, l'œil aveuglé de la réflexion sur soi de la problématique théorique, lorsqu'elle traverse sans les voir ses non-objets, ses non-problèmes, *pour ne pas les regarder*. » Il existe ainsi un certain rapport de nécessité entre visible et invisible : « L'invisible d'un champ visible n'est pas, en général, dans le développement d'une théorie, le *n'importe quoi* extérieur et étranger au visible défini par ce champ. L'invisible est défini par le visible comme *son* invisible, *son* interdit de voir : (...) ». Pour que cet invisible entre à son tour dans un champ de visibilité, et, à défaut de mieux, en se rabattant sur une métaphore spatiale, il faut déplacer son horizon par « un changement de terrain ».

A ce point, il serait naturel que j'enchaîne par l'introduction de mon concept de champ des possibles. Néanmoins, je désire rendre cette introduction encore plus plausible, sinon nécessaire, par une brève discussion du statut des théories scientifiques.

### *Qu'est-ce qu'une théorie ?*

Dans un ouvrage récent sur la structure des théories scientifiques, F. Suppe (à ne pas confondre avec son presque homonyme statisticien et logicien P. Suppes) prétend que, pour l'essentiel, l'épistémologie actuelle se ramène à la problématique du statut des théories scientifiques. Il est de fait que ces dernières années ont vu fleurir quantité de travaux sur la structure des théories, pour ce qui concerne leur

aspect statique, et sur ce qu'on se met à appeler la dynamique des théories.

En omettant les détails pour la commodité de l'exposé, on peut ordonner ces travaux en les classant en trois groupes. Dans le premier, on retrouve les conceptions classiques des logiciens ; une théorie est un ensemble de propositions, structuré par déduction. Les problèmes spécifiquement traités sont ceux de la réduction, de la comparabilité et de l'éventuelle incommensurabilité entre théories. Dans le second groupe figure la conception par exemple exposée par M. Bunge dans sa *Scientific Research* : une théorie est un ensemble de formules, fermé par la déduction logique, sujet à diverses interprétations sémantiques. Par conséquence de cette fermeture, dans une théorie, tout est donné d'un seul coup, intemporellement. Mais les théorèmes, eux, ne sont pas donnés à l'avance ; il faut les construire un à un. Se manifeste ainsi une profonde opposition entre formel d'une part, et factuel d'autre part. Sur le plan formel, pour qu'une théorie présente au moins autant d'intérêt que l'arithmétique, il est nécessaire qu'elle fasse preuve d'incomplétude.

En troisième lieu, nous plaçons les travaux récents de J. D. Sneed, repris presque en paraphrase par W. Stegmüller, sur la structure logique des théories de la physique mathématique. Ces travaux reprennent d'ailleurs, sans le dire, certains articles de E. Beth et de R. Montague parus naguère dans *Synthèse*. Une théorie se présente sous la forme d'un couple formé d'un prédicat donné dans le langage de la théorie des ensembles et d'un ensemble d'applications conçues comme modèles possibles. Le prédicat, de la forme : « X est un S » (par exemple « X est un groupe »), représente le noyau de la théorie, et sera étendu de diverses façons au cours de la recherche par autant de spécialisations et/ou de contraintes. Cette recherche se rapproche ainsi de la science normale de Kuhn ou du programme de recherches de Lakatos. Ces extensions diverses autorisent l'application de concepts comme ceux de comparabilité et de progrès. Quant à l'ensemble des modèles possibles, qui est donc donné en intension, il contient toujours un sous-ensemble décrit extensionnellement qui est celui des applications réussies prises en tant que paradigmes. De la sorte, il est possible de développer la théorie par modification de cet ensemble, soit par adjonction de nouveaux éléments, soit par retrait partiel. De même devient-il possible de décrire de façon précise ce qu'il faut entendre par l'expression : « quelqu'un dispose d'une théorie ». La théorie qui sert de paradigme à l'exposé entier de Sneed est celle de la dynamique des particules de Newton : il est clair dans l'œuvre de Newton même que la cinématique constitue un modèle possible d'une telle théorie.

En gros, ma position s'accorde avec celle de Sneed, chez qui on rompt enfin avec le traditionnel *corpus* fini de propositions ou de

formules. Je lui reprocherai seulement de ne pas pousser assez loin son argumentation. Mes critiques à son égard peuvent se résumer comme suit : premièrement, Sneed a tort de se restreindre à la seule physique mathématique, et son exemple paradigmatique du rapport entre cinématique et dynamique doit être retourné (voir plus loin). Deuxièmement, et ceci expliquant en partie cela, en bon Anglo-saxon, Sneed a négligé de lire avec sérieux les *Eléments* de Bourbaki. S'il l'avait fait, il aurait vu que son couple est l'analogie exacte de celui que donne Bourbaki pour l'espèce de structure. Une espèce de structure, en effet, est formée du couple d'un schéma de construction  $T$  dans l'échelle d'ensembles sur une base donnée et de l'ensemble  $A$  des axiomes de la structure. Il est clair que, dans ce couple,  $T$  représente une sorte de modèle possible, capable de servir de support à  $A$  ! La façon même dont Sneed discute du concept de groupe devrait suffire à établir notre assertion. Mais ce faisant, Sneed aurait pu comprendre que son argumentation, loin de se confiner à la seule physique mathématique, concerne en fait toute structure.

Aussi n'hésiterai-je pas à généraliser de la façon suivante : une théorie présente nécessairement un couple d'aspects, l'un syntaxique, l'autre sémantique. Par là, on rejoint l'analyse du discours scientifique que j'ai proposée assez récemment.

J'y distingue en effet le langage du discours proprement dit. Le premier désigne un système de communication, plus ou moins formalisé, en dehors de toute référence explicite : il détermine ce qu'on peut dire et comment le dire. Le second se rapporte à une performance, en tant qu'elle se réfère à des objets ou à des relations spécifiques. Il est organisé par un faisceau de concepts régulateurs, plus ou moins axiomatisés. Tout comme chez Sneed, d'ailleurs, mon analyse prend appui sur une situation historique exemplaire : la séquence des différents discours sur le mouvement de la matière inerte posés dans les langages mathématiques qui se sont succédé depuis le XVII<sup>e</sup> siècle. On peut y repérer au moins cinq étapes. Le discours galiléen s'exprime dans le langage géométrique d'Euclide et d'Archimède ; celui de Newton, dans le langage, forgé par lui-même, de l'analyse numérique. Pour son discours, Maxwell recourt à l'analyse vectorielle ou linéaire, et Einstein à l'analyse tensorielle ou multilinéaire. Enfin, l'analyse intrinsèque des variétés différentiables permet de formuler un discours physique encore plus cohérent<sup>1</sup>.

Dans une telle séquence, s'il l'analysait, un néopositiviste ne manquerait pas de reconnaître une suite d'emboîtements, chaque nouveau langage, plus puissant, contenant tous ceux qui le précèdent.

<sup>1</sup> Cf P. B. SCHEURER : *Vers un nouveau paradigme de la mécanique quantique relativiste*, C.R. des Séances, SPHN Genève, NS 8, 1-3, 32-37 (1973).

De cet étagement de la puissance, l'expression du champ électromagnétique suffit à nous convaincre : s'il faut quatre équations vectorielles à Maxwell, deux suffisent à Einstein, et une seule dans le langage des variétés. Quant à moi, je préfère analyser cette puissance en termes des nouveaux possibles que chaque langage ouvre à l'expression du discours physique, faisant ainsi usage de ce concept de champ des possibles que je propose d'introduire.

### *Le champ des possibles*

Une première constatation s'impose : dans la science contemporaine, la recherche des structures dans les formes du donné ne peut plus se confiner au seul examen de *corpus* finis, actuels et extensionnels. Quelques exemples à l'appui de cette affirmation. La théorie conçue comme un ensemble de propositions représente un tel *corpus* : nous en avons marqué les limites tout à l'heure. En linguistique, Chomsky et son école oppose compétence à performance : une langue ne peut plus être étudiée à partir d'un *corpus* fini recueilli d'une manière ou d'une autre. La créativité présente dans chaque locuteur impose la prise en considération de l'ensemble de toutes les phrases possibles d'une langue donnée. En électrodynamique quantique, à la suite de Feynman, les physiciens sont obligés de prendre en compte tous les états virtuels d'un électron afin de pouvoir en calculer le mouvement actuel. Enfin, de façon plus abstraite, il est possible de prétendre que, contrairement à Aristote, s'est désormais constituée une science de l'unique, en tant que l'actuel est rapporté à l'ensemble de ses possibles virtuels. Il peut s'agir d'un ensemble spatial, celui des virtuels simultanés d'une population d'identiques : l'ensemble statistique en est une bonne illustration : qu'on pense aux molécules d'un gaz, aux individus d'une société, à moi et les autres, à la société humaine parmi les sociétés animales, etc. Ou l'ensemble peut être temporel, comme celui de tous les états possibles dans le temps ouverts à un être donné. Celui-ci est ainsi plongé dans une histoire : trajectoire d'un mouvement, espace de phase, ou moi dans le déroulement de ma propre vie, etc.

Dans ces exemples, l'infinitude et la virtualité sont plus apparentes que l'intensionnalité. Cette dernière mérite de retenir l'attention quelques instants. De nos jours, l'intension est particulièrement représentée par la sémantique des mondes possibles, selon l'expression de Hintikka. En fait, on est reparti de la vieille idée de Leibniz de considérer le nécessaire comme ce qui est vrai dans tous les mondes possibles. De là, Kripke et Hintikka sont parvenus à produire une véritable sémantique de la modalité. Ce faisant, on est passé du possible et du nécessaire comme opérateurs modaux au concept d'un

ensemble de mondes possibles, accessibles ou non au monde actuellement donné. Dans cette sémantique, l'intension d'un concept ne se présente plus comme classiquement ou encore chez Bunge sous la forme d'un ensemble de propriétés de ce concept. Elle est maintenant constituée par la totalité des extensions du concept dans tous les mondes possibles. Ainsi, si l'extension se donne comme une application du signe d'un langage (ou d'un concept) dans les référés d'un modèle, l'intension se définit comme une fonction des mondes possibles dans les extensions. En fait, les logiciens, peu familiers des structures de fibrés, ne remarquent pas une situation assez usuelle en mathématiques. L'intension qu'ils manipulent se comporte exactement comme la section d'un fibré dont la base est l'ensemble des mondes possibles, et la fibre l'interprétation du modèle. La lecture de Montague est révélatrice à ce sujet. Or une telle situation se retrouve en dynamique avec la structure d'espace de phase. Ce n'est donc pas un heureux hasard si la sémantique des mondes possibles récupère si facilement la théorie de Frege de *Sinn und Bedeutung* (intension et référence). C'est tout simplement à cause d'une homomorphie des structures.

Deux rapides exemples pour illustrer ma pensée sur ce point. Le premier concerne le couple fameux de Frege de *Morgenstern* et *Abendstern*. Les deux expressions ont même extension, même référé : la planète Vénus, mais des intensions, des sens différents. Elles ne sont pas substituables l'une à l'autre dans les exposés dits obliques (à la référence), tels ceux commençant par savoir que, croire que, etc. En passant, on peut d'ailleurs se demander si toute la science n'est pas finalement intentionnelle et oblique ! Mais voilà qui nous entraînerait fort loin ! Demandons-nous plutôt comment, empiriquement et historiquement, on a pu parvenir à l'identification de *Morgenstern* avec *Abendstern*. La réponse se trouve dans les alternances des présences de l'une avec les absences de l'autre ! Il devenait ainsi possible d'en faire les états mutuellement incompatibles d'un même système, ce qui, du même coup, dissipe l'obliquité. Il en va de même pour mon second exemple, également fameux : Kepler ne savait pas que le nombre des planètes est plus grand que six ; or ce nombre est égal à neuf ; donc Kepler ne savait pas que neuf est plus grand que six ! Mais ici le logicien commet des fautes qui font bondir l'historien et le physicien. Qu'est-ce que ce nombre des planètes ? Sans nul doute, pour Kepler il était clairement défini. Mais pour nous ? Il y a des centaines de planètes connues dans le système solaire, et ce nombre varie constamment. Qu'on veuille se rabattre sur le nombre des planètes majeures ? L'égalité à neuf n'est valable que depuis la découverte de Pluton dans les années trente ! Cette identification n'est donc pas valable pour l'état du savoir de Kepler. Il est aberrant de vouloir ainsi mêler des états de savoir inhomogènes dans le temps.

Qu'on tienne compte au contraire de cette distribution des états du savoir humain dans le temps, et l'obliquité disparaît.

Ces deux exemples illustrent une des thèses que j'ai posées dans mon adresse de cette conférence. Si l'intension est logiquement antérieure à l'extension, et je suis ici en accord avec Frege (il faut comprendre le sens d'un concept pour pouvoir reconnaître à quoi il peut bien s'appliquer), alors *l'état est antérieur au système*. Un système physique est d'abord une certaine trajectoire dans un espace d'états possibles, dont certains sont précisément actualisés en tant que système. Telle est la position prise par Giles dans son exposé de la thermodynamique, ainsi que la nôtre propre dans notre livre sur la même matière <sup>1</sup>.

Venons-en enfin à notre concept de *champ des possibles* (ouverts à un concept, une formule, une théorie). Nous en articulerons l'exposé en trois parties : nos motivations à l'introduction d'un tel concept ; l'illustration du concept par un exemple plutôt que sa description abstraite ; les avantages qu'on peut en retirer.

Nos motivations d'abord. Il y a quelques années, dans un article sur le milieu humain comme projet scientifique, à propos de la méthode de préparation des systèmes, nous avons été amené à décrire l'ensemble des états possibles, accessibles au mouvement d'un système pris initialement dans un état donné. Ensuite, c'est un concept que nous avons nommément trouvé chez le biologiste F. Jacob, dans sa *Logique du vivant*. Mais il nous a paru que Jacob ne savait pas tirer tout le parti possible d'un tel concept. En outre, nous avons déjà fait état de l'écho qu'ont éveillé en nous la structure de champ du visible d'Althusser et la sémantique des mondes possibles. Mais surtout, nous avons été conduit par la réflexion que nous a imposée la pratique effective d'une science de la nature : la physique théorique. Un thème central de cette réflexion s'est fixé sur la problématique du *statut d'un même objet* pris dans le réseau de théories différentes. Comme précédemment, nous pensons que nous nous ferons mieux comprendre par des exemples plutôt que par un exposé abstrait.

Un objet mathématique d'abord : l'ellipse. Nous pouvons aisément nous accorder sur tel tracé, comme celui du massif d'un jardin. Mais s'agit-il du même objet pour un Ménechme, qui ne le reconnaissait point nommément, sinon comme membre de sa triade, pour un Apollonios, qui le nomma « défaut » d'après sa façon de le construire, pour un Descartes, qui le soumit à l'algèbre, pour un Desargues, dont les géométries le rendirent équivalent au cercle ? Ainsi voyons-nous dans un cercle une ellipse dégénérée, là où les Grecs lisaient la perfec-

<sup>1</sup> E. C. G. STUECKELBERG DE BREIDENBACH et P. B. SCHEURER : *Thermocinétique phénoménologique galiléenne*, Birkhäuser, Bâle 1974.

tion. Que des idéalités mathématiques on veuille se ramener aux objets concrets, le même problème se repose. Vénus est-elle le même astre, lorsqu'elle était encore dichotomisée en *Morgenstern* et en *Abendstern*, lorsqu'elle fut pourvue de phases par la lunette de Galilée, ou visitée par des sondes venues de la Terre ? Ce bloc de cristal reste-t-il le même, suivant que je considère ses symétries globales, locales ou moléculaires ? Et qu'est ce fossile sur mon bureau, si je m'en rapporte aux interprétations ahurissantes mentionnées par Jacob ?

Et une étoile ? Considérons brièvement le va-et-vient théorique auquel a donné lieu la question de son diamètre apparent.

C'est ce diamètre apparent à l'œil nu qui fut une des raisons pour lesquelles Brahé refusa le système de Copernic. Aucune parallaxe n'étant observée, Copernic était obligé d'éloigner la sphère des fixes jusqu'à ce que l'orbite de la Terre autour du Soleil apparût presque comme un point. Mais alors, pour garder leur diamètre apparent, les étoiles devaient présenter des dimensions monstrueuses, ce que Brahé refusait sainement d'admettre. Nul doute que, sur ce point, l'argumentation vraiment scientifique se trouvait du côté de Brahé ! Mais les étoiles perdirent leur diamètre, lorsque Galilée, les observant dans sa lunette, les ramena à de simples points lumineux. Momentanément seulement, puisque Millikan, par sa méthode d'interférences optiques, finissait par mesurer indirectement un de ces diamètres. Et l'an dernier, en employant le scanning, une équipe américaine a réussi à produire une photo du disque de Bételgeuse, comme s'il s'agissait de notre vulgaire Soleil ! Ajoutons à cela que nous avons doté les étoiles d'une évolution, du diagramme de Herzprung-Russell jusqu'aux trous noirs, et nous commencerons à nous faire une faible idée des avatars d'un objet apparemment aussi stable qu'une étoile !

De tels exemples mettent en évidence qu'un même référentiel peut être pris dans des faisceaux d'intensions extrêmement différentes, qui constituent autant de lignes possibles de développement pour sa mise en place dans un réseau de cohérence explicative. On peut considérer ces lignes comme les lignes de force d'un champ : celui des possibles ouverts aux intensions de l'objet. Plutôt que de nous lancer dans une description générale de ce champ, nous nous contenterons d'une illustration : celle du champ des possibles d'une formule de la relativité restreinte.

Considérons en effet la formule qui lie entre elles la vitesse  $v$  d'un point matériel, celle  $c$  de la lumière dans le vide, la masse  $m$  et la masse au repos  $m_0$ . On peut l'établir au moins sous les trois formes suivantes :

$$1) \quad m = m_0 / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

$$2) \quad m^2 v^2 - m^2 c^2 = -m_0^2 c^2$$

$$3) \quad \Gamma = v^2/c^2 + (\Gamma/m)^2/(\Gamma/m_0)^2$$

Ces trois formes, à cela près que les deux dernières sont le carré de la première, sont mathématiquement équivalentes. Mais il n'y a certainement pas équivalence des caractéristiques physiques auxquelles elles mènent la réflexion. La première, usuelle en dynamique relativiste, entraîne à des considérations de limites : quand  $v$  s'approche de  $c$ , alors ou  $m$  devient infini (cas de la particule matérielle), ou  $m_0$  devient nul (cas du photon). La seconde conduit naturellement à des questions de métrique (le quadrivecteur énergie-impulsion est de genre temps) et à l'équivalence de la masse et de l'énergie (le fameux  $E = mc^2$ ). La troisième enfin, inédite semble-t-il, au lieu de la formulation hyperbolique habituelle, se ramène à la donnée d'une ellipse : elle a le mérite de mettre sur un pied d'égalité le facteur cinématique et le facteur dynamique. Elle rend ainsi possible un doute majeur : est-il vraiment fondé, en mécanique, de considérer la cinématique comme antérieure à la dynamique ? (Nous répondrons à cette question tout à l'heure.)

Recourons à une métaphore topologique et montagnarde ! La formule est comme le sommet d'une montagne : elle présente plusieurs faces, qui dominent autant de bassins d'attraction différents. Issus pourtant du même point, les mouvements de descente ne peuvent que diverger de plus en plus. Ce recours au langage de la dynamique qualitative dépasse d'ailleurs la simple métaphore. Comme le montre R. Thom, c'est probablement le langage adéquat pour formaliser la notion de champ morphogénétique. Mais voilà qui nous entraînerait beaucoup trop loin !

Passons plutôt à notre troisième partie : les avantages. Nous pourrions même parler au singulier. L'avantage majeur, en effet, de l'introduction du concept de champ des possibles, réside dans la grande souplesse de son emploi, trop grande même nous reprocheront certains. Cette souplesse se manifeste au moins de trois façons. D'abord, comme nous l'avons esquissé plus haut, le champ des possibles ouvert à un concept donné prend ce concept dans un réseau d'intensions différentes, et en général largement divergentes : du même concept on peut poursuivre des évolutions fort dissemblables. Ensuite, ces évolutions sont elles-mêmes diversement caractérisables. Dans les cas les plus simples, comme celui de l'évolution d'un système physique dans son espace de phase, on peut assez facilement caractériser cette évolution par une structure mathématique spécifique, à l'aide d'une certaine dynamique. Dans certains autres cas, il faut se contenter de caractériser la dynamique en jeu de façon qualitative seulement. Et dans les cas les plus complexes et les plus généraux,



la caractérisation reste encore bien plus vague. Enfin, dans un tel concept interviennent aussi bien la logique, par exemple sous la forme de la sémantique des mondes possibles, que la psychologie, la sociologie et l'histoire.

Ainsi dépassons-nous les limites trop restreintes ordinairement assignées (par le néo-positivisme surtout) au statut de la connaissance scientifique et de son expression au moyen des théories. Notre conception nous paraît devoir remédier aux excès divers qui s'attachent aux écoles que nous avons précédemment passées sous revue.

Les excès du logicisme et du néo-positivisme, d'abord, avec cette conception étriquée du rationnel comme purement logique (et même formalisé !). Mais faut-il rappeler que souvent, en épistémologie, le faux a pu engendrer le vrai ? Ne citons ici pour mémoire que le cas fameux de Dalton, qui a ressuscité l'atomisme moderne à partir d'hypothèses toutes erronées. Et d'ailleurs, pourquoi faudrait-il restreindre le rationnel au seul logique, alors que la logique ne constitue finalement qu'une structure parmi un grand nombre d'autres ? Ainsi le calcul classique des propositions est muni d'une structure qu'on peut décrire de différentes manières, ne serait-ce que par la méthode fort peu intuitive de l'unique opérateur de Sheffer. Le concept de structure est plus large que celui de logique. Qu'on ne se hâte pas d'ailleurs de nous taxer de structuralisme. La structure, pour nous, est loin de constituer le dernier mot. Plus générale encore est la morphologie, comme nous aurons l'occasion de le préciser dans un instant.

Les excès de l'historicisme, ensuite. L'histoire, nécessaire, peut néanmoins masquer les structures, par une sorte de distorsion. Un seul exemple : c'est ainsi que, conceptuellement, il faut se déprendre du fait historique que, si l'action a été reconnue avant l'énergie, au contraire la chaleur le fut avant l'entropie, pour se trouver en état de rétablir une équivalence structurelle entre action et entropie, considérées comme deux formes de l'information.

Puis les excès de ce qu'Althusser appelle la philosophie spontanée des savants. Comme Kuhn l'a mis excellemment en évidence, au cours de leurs études, les hommes de science, surtout ceux d'aujourd'hui, sont formés à une vision stéréotypée et déformante de leur science. Un seul exemple aussi nous suffira ici. Parmi les physiciens, l'opinion quasi générale est que, dans leur science, avant Galilée, il n'est rien de valable. Rien représentant en particulier Aristote. Malgré les efforts méritoires des historiens des sciences, cette vision manichéenne prévaut toujours.

Enfin, les excès de ce qu'on peut appeler le réductionnisme à la seule fonction. De ce point de vue, on peut soutenir que la fonction a détrôné la cause. La fonction, en effet, est devenue pratiquement le

seul type de relation accepté. C'était bien là le travers dans lequel est tombé le premier Wittgenstein, et dont il a su se dépêtrer par la suite. Il faut savoir l'écouter quand il nous met en garde contre tous les oublis que nous commettons lorsque nous réduisons la langue à la seule fonction, en particulier lorsque nous la traitons en calcul.

En fait, la science est d'abord une forme définie de la praxis humaine, et c'est sous cette forme seulement que nous pouvons prétendre l'appréhender dans sa totalité. Par son ampleur, par sa plasticité, notre concept de champ des possibles nous en donne enfin les moyens.

Nous ne savons s'il faut ici parler d'avantage, mais il est un autre caractère marquant de notre théorie : elle se présente indissolublement liée à un contenu heuristique nouveau. Trop souvent, en effet, l'épistémologie se complaît à la pure virtuosité de jeux formels et vides. Après lecture, force nous est de constater que notre vision du monde ne s'est point enrichie. Chez nous, au contraire, c'est l'heuristique de la recherche qui a précédé et induit l'épistémologie. A nous avancer ainsi en terrain découvert — il n'est plus question de nous camoufler derrière un prétendu contexte de justification, qui ne peut venir qu'en arrière-garde — nous prenons des risques certains, mais, croyons-nous, payants. Comme, par goût, nos réflexions se portent d'abord sur la réalité du monde physique et sur nos moyens de la dire, nous avancerons quelques-unes de nos vues sur la nouvelle image du monde physique d'une part, et d'autre part sur d'autres possibles du langage scientifique.

### *Heuristique : une nouvelle image du monde physique*

Le temps nous pressant, nous nous contenterons d'une brève présentation, aussi peu technique que possible, de deux thèses : l'une portant sur la double nature géométrique du temps réversible, et l'autre, sur l'antériorité de la dynamique sur la cinématique.

Sur le temps, d'abord. Commençons par une distinction nette entre temps réversible (de la mécanique) et temps irréversible soumis à une (ou plusieurs s'il faut en croire D. Layzer ; mais ceci est douteux) flèche : celle des processus thermodynamiques, de l'évolution de la vie et du cosmos. Il s'agit ici du temps réversible. Ce concept recouvre en fait deux entités de nature géométrique différente, qu'il importe désormais de distinguer soigneusement : le temps *paramètre* et le temps *coordonnée*. Cette distinction pratiquée, il est alors possible de produire un schème mathématique *unique*, rendant compte aussi bien de la mécanique de Newton (avec le temps paramètre) que de celle d'Einstein (avec le temps coordonnée). Ainsi, à la question de la commensurabilité ou non de ces deux théories, apportons-nous une

réponse définitive par une *construction* explicite, donnant tort sur ce point aux radicaux. Même si la masse relativiste dépend de la vitesse, alors que la masse classique n'en dépend pas, et qu'on puisse donc attribuer à ces masses des sens différents, il n'en reste pas moins que l'une et l'autre demeurent dans un rapport constant avec la nature du temps, la première devant être prise comme coordonnée, et la seconde comme paramètre (ce qui fait qu'elles demeurent également dans le même rapport avec d'autres grandeurs, comme la quantité de mouvement et la force, ainsi qu'on l'a déjà remarqué).

Antériorité de la dynamique sur la cinématique, ensuite. Ici, c'est à un redressement d'une distorsion historique que nous procédons. Par cette expression, nous entendons une distorsion du champ de la relation, produite par l'ordre historique de découverte, d'énoncé et de traitement. La forme « elliptique » de la formule relativiste entre masse et vitesse nous a déjà montré que, en relativité, dynamique et cinématique doivent se placer sur le même pied. Mais c'est la mécanique quantique qui va nous imposer de renverser l'ordre traditionnel, et d'accorder l'antécédence physique de la dynamique sur la cinématique. Ce n'est qu'en dynamique, en effet, que se manifestent les *quanta* (quantum d'action de Planck). Ce sont également les statistiques quantiques qui imposent des propriétés de symétrie spéciales aux populations de particules identiques. Or les points de l'espace homogène, tous identiques pourtant, ne révèlent pas de tels caractères. Et surtout, on reconnaît à la réflexion que, physiquement, il est impossible de suivre le mouvement d'un point de l'espace (c'est-à-dire cinématiquement) parmi ses semblables, à moins de le distinguer de ceux-ci par une marque de reconnaissance, qui est toujours de nature dynamique (par exemple masse, spin, charge électrique). Il nous faut donc considérer la cinématique pour ce qu'elle est : une dégénérescence de la dynamique ; c'est ce qu'on obtient, quand on fait abstraction du porteur dynamique du mouvement.

Mais ainsi précisément avait procédé Newton, en réduisant les planètes à des points matériels. D'ailleurs, à l'époque, un tel programme se justifiait parfaitement. Il importait alors de produire une théorie qui rendît cohérente l'accumulation de résultats cinématiques, comme les lois de Kepler. Comme Newton ne manque pas de le dire expressément dans les *Principia*, il s'agissait bien de partir de l'observation du mouvement, pour en trouver les lois de force par induction générale, et d'appliquer ensuite ces lois de force à d'autres phénomènes. Mais depuis, l'étude de la matière, que Newton lui-même a abordée de façon prudente et interrogative dans les *Queries* de son *Optique* — c'est un domaine dans lequel, contrairement à l'astronomie, il ne pouvait disposer de beaucoup de résultats sûrs antérieurement acquis, mais où son extraordinaire sens physique l'avertissait d'avoir à balan-

cer l'attraction par quelque force répulsive — cette étude nous a révélé l'importance des phénomènes des quanta. Aussi nous faut-il renverser l'ordre historique, et établir la priorité de la dynamique sur la cinématique. C'est en particulier ce qu'aurait dû faire Sneed dans son analyse logique des théories de la physique mathématique. Techniquement, d'ailleurs, il n'est pas très difficile d'obtenir les équations cinématiques des transformations de Lorentz à partir d'une condition dynamique d'invariance des formes d'action sur l'espace-temps, ce que j'ai fait par ailleurs.

Ma nouvelle lecture du monde physique ne s'arrête pas à ces deux thèses, tant s'en faut. Mais je préfère terminer en me tournant vers de possibles nouveaux langages de la science.

### *Heuristique : autres langages de la science*

Appliquons l'imagination des possibles au langage scientifique lui-même. Pourrait bien s'annoncer une véritable Révolution Qualitative. Je m'explique.

Il y a déjà quelques années, j'ai introduit le terme de *logomathique* (vers une mathésis au moyen d'un logos !) pour décrire les langages scientifiques, tant naturels que formalisés, tels que la science les a utilisés dans sa pratique jusqu'à présent. J'ai constaté depuis que, dans *L'institution imaginaire de la société*, C. Castoriadis emploie le terme de « legein » dans un sens assez voisin, parallèlement à celui de « teuchein » pour le faire technique. C'est par rapport à ses symboles qu'un langage peut être le plus simplement caractérisé. Une logomathique se détermine alors par les quatre caractéristiques suivantes :

- 1) symboles complètement déterminés et distincts sans ambiguïté,
- 2) symboles indéfiniment itérables,
- 3) symboles en nombre fini,
- 4) symboles présentés séquentiellement (concaténation unidimensionnelle).

Toute langue naturelle est ainsi logomathique, ainsi que la mélodie d'un instrument de musique classique, en tant qu'elle soit écrite. Mais la logomathique a trouvé son expression la plus efficace dans le *langage des structures*, basé sur la théorie des ensembles, et dont les concepts clés sont : la relation (comme partie d'un ensemble), la structure (à partir de la notion d'espèce de structure, et non pas seulement un paquet de relations à la Lévi-Strauss), le morphisme, la catégorie (rien à voir avec Aristote ni Kant !), et le foncteur (pour comprendre Montague !). Qu'on me pardonne ma brièveté, mais il m'est impossible de développer un cours.

Cette mise en évidence du caractère structural de la logomathique rend compte du développement historique de la science, ou du moins en propose une possible lecture nouvelle. La science apparaît comme une recherche, lente, et peu à peu conscientisée, des structures dans les formes stables du réel. Ici, l'épistémologie génétique de Piaget révèle pourquoi les structures génétiquement découvertes les premières ne sont pas les plus élémentaires formellement. Ainsi les trois grands domaines de la science grecque mettent-ils en jeu : pour l'arithmétique, la structure de monoïde, celle de groupe multiplicatif des fractions n'étant pas reconnue ; pour la géométrie, la structure de groupe des déplacements euclidiens (elle aussi non explicitement reconnue) ; pour la logique enfin, la structure relativement complexe de treillis de Boole. Par contraste, une structure simple comme celle d'équivalence n'a acquis droit de cité qu'au XX<sup>e</sup> siècle. A cet égard, la dissymétrie de destin entre deux structures aussi étroitement apparentées que celle d'ordre et celle d'équivalence (elles ne diffèrent entre elles que par leur antisymétrie, respectivement symétrie) est extrêmement révélatrice. La première fut reconnue bien avant la seconde. Et si l'on parle indifféremment de relation ou de structure d'ordre, il n'est pour ainsi dire personne pour qualifier l'équivalence de structure. Et même en tant que relation, elle eut bien du mal à recevoir un nom, comme en témoigne encore A. Tarski dans son *Introduction à la logique*. De fait, l'équivalence est une structure si omniprésente dans notre intuition, que nous ne la percevons pas. L'enfant la trouve dans les noms des choses, dans les couleurs et dans les nombres. On la trouve nécessairement à l'origine de toute science, pour la définition de l'objet propre à chacune d'elles. De ce point de vue, la phonologie, que L. Prieto considère comme paradigmatique pour les sciences de l'homme, ne se distingue des autres sciences que par sa reconnaissance explicite de la façon dont elle constitue son objet. Mais comme je l'ai explicitement montré dans mon analyse du premier chapitre du premier livre du *Capital*, Marx fonde l'économie politique dans une démarche absolument analogue. En dialectique, d'ailleurs, le concept de représentant d'une classe d'équivalence joue un rôle essentiel, comme lieu simultané de l'identification et de la différenciation. Mais je ne puis en dire plus dans cet exposé.

J'en reviens à cette lente reconnaissance des structures dans le développement de la pensée scientifique. A partir du premier tiers du XIX<sup>e</sup> siècle, la prise de conscience s'accélère. Chez les mathématiciens d'abord, avec Galois, puis Riemann, Cantor, etc. La physique, la chimie et la biologie suivent plus difficilement. Au XX<sup>e</sup> siècle, c'est l'éclosion des structuralismes, en linguistique, en anthropologie, et jusque dans les arts.

Mais dans le même temps qu'elle triomphe, la logomathique nous révèle ses limites, et dessine le profil de ses successeurs possibles. Il suffit pour cela de recourir au champ des possibles ouverts aux quatre caractéristiques précédemment établies. On peut ainsi obtenir une rhéomathique, en admettant un nombre infini de symboles, ou une stéréomathique, en présentant les symboles multidimensionnellement. On peut naturellement combiner stéréo et rhéo, pour obtenir une stéréorhéomathique qui devrait se comporter en véritable *langage des formes*. Plus généralement même, on peut imaginer des symboles qui ne soient que partiellement déterminés, et ambigus à reconnaître : on s'approcherait de la sorte du magma qu'envisage Castoriadis. Il semble d'ailleurs que cette indétermination et cette ambiguïté ne puissent pas totalement être éliminées d'une rhéomathique. Quant à l'itération, il est douteux qu'on puisse s'en passer : comment pourrait-on connaître sans d'abord reconnaître ?

Ainsi se dessinent des étapes nouvelles pour le langage de la science. Déjà, une bonne partie des mathématiques contemporaines se font en diagrammes. Il est vrai, ces diagrammes sont réductibles à des catégories, mais il est indéniable qu'ils en diffèrent énormément par le champ des possibles qu'ils entraînent avec eux. Déjà, certains enfants apprennent l'arithmétique au moyen d'une stéréologomathique, celle de la méthode des réglettes Cuisenaire. Quant au langage des formes, il est probablement en voie de construction : la théorie des catastrophes de R. Thom, celle des bifurcations de E. Hopf semblent devoir en constituer les premiers balbutiements. Ils autorisent déjà une recherche des morphologies présentes dans les formes, et non plus seulement des structures.

Ainsi pouvons-nous imaginer de façon sûre un certain avenir possible de la science, dans un état où les formes stables du réel pourront être directement traitées en tant que telles, sans qu'il soit nécessaire de passer au préalable par la réduction mutilatrice de ces formes aux structures qui les portent. Cette image, d'ailleurs, servira de conclusion à l'exploration du possible par l'imagination scientifique à laquelle je viens de vous convier, une exploration qui représente elle-même un possible parmi beaucoup d'autres.

PAUL B. SCHEURER.

## DISCUSSION

F. BRUNNER : Quand on construit une maison, le nouveau est connu : c'est la brique qu'on pose sur la brique selon le plan de l'architecte. Depuis Kuhn, il est impossible de ne pas porter attention aux discontinuités en histoire des sciences et de faire sa part à l'imprévisible, comme si le matériau de la construction et le plan lui-même changeaient. Il semble cependant que l'image de la construction reste valable, puisque, dans la perspective de la discontinuité pure, la théorie nouvelle serait sans rapport avec l'ancienne, alors qu'elle sert à résoudre les difficultés auxquelles l'ancienne achoppait. La science se développe donc harmonieusement, puisqu'elle surmonte les « anomalies » successives. Même si l'on ne connaît pas à l'avance le plan de l'édifice, il se construit quelque chose, selon certaines règles admises par tous. De Laplace à Heisenberg, la ligne peut être brisée, elle n'est pas rompue. En conséquence, ne peut-on pas dire que le symbole de l'accumulation linéaire rappelle utilement l'unité et les caractères propres de ce que j'appellerais une *certaine* démarche de l'intelligence ? — Ma seconde question concerne l'imagination. M. Scheurer s'efforce brillamment de dégager l'aspect logique de l'invention scientifique, et de le formaliser. Il a fait une brève allusion aux aspects psychologique et sociologique de l'invention. Qu'en est-il, à ses yeux, du problème de l'imagination créatrice ? Et dans quelle mesure peut-on dissocier l'étude logique de l'invention de son étude psychologique ? — Enfin, je me demande quelle est la nature du champ des possibles dans l'invention scientifique ou plutôt quelle est la nature de la possibilité de ces champs. S'agit-il d'une sphère intemporelle de possibilité, comme chez Leibniz, présente une fois pour toutes à une intelligence ? Sinon, quel est le statut de cette possibilité ? Il semble qu'il soit assez difficile à préciser : avant son invention, la théorie nouvelle était possible, puisqu'elle a eu lieu, mais ce possible non discerné était comme n'étant pas ; et, un jour, la théorie nouvelle deviendra impossible, quand sa possibilité rencontrera l'obstacle qui la détruira. On a dit que la meilleure théorie n'était que l'impasse de la plus grande longueur. Qu'est-ce que ce possible qui fut impossible et le deviendra ?

P. B. SCHEURER : Il faut s'entendre sur l'expression d'accumulation linéaire. Pour m'en rapporter à votre métaphore de l'édifice en construction, je préciserai que, s'il est bien vrai que, en gros, sa masse augmente sans cesse, ce n'est pas pourtant qu'on puisse y distinguer les apports respectifs de chaque génération ; cette masse est constamment remaniée, réorganisée, restructurée. Certaines parties sont complètement éliminées, de nouvelles autres ajoutées. Quant aux ruptures, il est certain que Kuhn les accentue par dramatisation. Elles ne se produisent d'ailleurs pas toujours là où il les signale. Par exemple, ce n'est pas par perception d'une anomalie que Conway a inventé les nombres surréels, une invention qui bouleverse toutes nos habitudes sur les nombres, mais bien plutôt par jeu pur (voir par exemple son jeu des populations sur ordinateurs, qui fait actuellement des ravages dans les universités américaines). De même, ce n'est pas une anomalie qui est à l'origine de la biologie moléculaire, mais le fait que certains cristallographes, pris d'intérêt pour la biologie, y ont transporté leurs méthodes. Faut-il rappeler encore que Einstein, loin de voir une révolution dans la relativité, la plaçait au contraire dans le droit fil des travaux de Maxwell. — Pour la seconde question, ma désapprobation de l'opposition que fait Reichenbach entre contexte de justification et contexte de découverte montre bien que je ne dissocie pas l'étude logique de l'invention de son étude psychologique. Mais que savons-nous au juste de l'imagination créatrice ? C'est pour

moi un problème entièrement ouvert. — Enfin, quant à la nature du champ des possibles, je ne pense pas qu'on puisse dire qu'on a affaire à un possible qui fut impossible et le deviendra. Il reste en tant que possible, mais qui, pour quelque raison, nous fut longtemps inaccessible, et que nous finirons par désertir un jour.

J.-P. LEYVRAZ : Ma première question porte sur la distinction frégréenne entre *Sinn* et *Bedeutung*. S'il va de soi que votre position n'est pas celle de Frege, il est pourtant intéressant de se demander ce qu'elle devient en termes frégréens. Vous dites que l'ensemble de la connaissance scientifique pourrait être préfacé, dans un discours oblique, par l'expression : « Nous savons que... ». Selon Frege, la conséquence d'une telle affirmation serait la réduction à zéro de la théorie de la référence, et l'équivalence entre science et *Dichtung*. Ne peut-on pas être inquiet d'une telle conséquence de vos positions dans le système de Frege ? Ne peut-on craindre que l'épistémologie, ainsi traitée, ne vire à la mythologie ?

Ma seconde question concerne le champ des possibles. Ne faudrait-il pas mieux marquer la différence entre possibilité logique et possibilité réelle ? Est-on autorisé à identifier une analyse structurale des transformations conceptuelles avec ce qu'on peut appeler une transformation historique des croyances ? L'histoire des sciences ne risque-t-elle pas de devenir alors un roman non testable de la science ?

P. B. SCHEURER : S'il est un problème actuel, c'est bien celui de la référence, et il me serait bien difficile de faire état de réponses qui n'existent pas encore. Néanmoins, je dirai que je ne suis guère effrayé par la mythologie, car elle est déjà partout présente dans l'épistémologie. Il n'est point nécessaire pour cela de remonter à Galilée et à la Tour de Pise. Au XX<sup>e</sup> siècle, pour la théorie de la relativité, le rôle attribué par les épistémologues à l'expérience de Michelson-Morley est proprement mythologique. Aussi, encore trop souvent l'histoire des sciences n'est-elle qu'un roman de la science. Quant au traitement de ce que j'appelle les distorsions historiques (relativement à une certaine structure), il importe à tout prix d'éviter de confondre les deux plans : celui de l'histoire réelle, et celui des possibilités de la structure.

H. LAUENER : I. Vous avez fait allusion aux vues de Hanson concernant l'observation. (Ce sont, dans les grandes lignes, également celles de Toulmin, Kuhn et Feyerabend.) Selon celles-ci, en passant d'une tradition scientifique à une autre, on transformerait radicalement non seulement le sens des termes et les critères métathéoriques, mais aussi le caractère des observations. (Cf. exemple du coucher de soleil selon l'optique géocentrique et héliocentrique.) Poussant à l'extrême, Toulmin va jusqu'à prétendre que chaque théorie détermine elle-même ce qui pourra être considéré comme un fait ou non. (Cf. *Foresight and Understanding*, p. 57, 95.) A l'occasion d'une révolution scientifique il n'y aurait donc pas interprétation différente des mêmes données, mais une altération fondamentale de ces mêmes données (*Gestalt-switch*). Cette notion de l'observation me semble reposer sur la confusion entre le terme « voir que » d'une part et les termes « savoir que » ou « croire que » d'autre part. Le trop célèbre exemple de l'antilope et du canard, tout à fait artificiel, ne se présente jamais dans la pratique scientifique. Les auteurs mentionnés n'expliquent pas comment une observation se constitue ; le problème épistémologique de la perception est



escamoté. Si la théorie en question détermine par elle-même ce qu'est une observation possible, nous nous trouvons privés de tout moyen de mise à l'épreuve empirique, puisqu'il est décidé par avance quels énoncés particuliers seront vrais ou faux. Cette conséquence me paraît inacceptable sinon absurde. En fait nous recourons à un langage observationnel neutre par rapport à la théorie même, bien que conditionné par une autre théorie que l'on peut appeler *background theory*. Il est vrai que des théories différentes déterminent des champs d'expérience différents, mais cela ne veut pas dire que ce que nous voyons a changé. C'est plutôt notre manière de considérer les choses qui varie : nous dirigeons notre attention sur d'autres relations, nous procédons à des sélections différentes et, de ce fait, certaines observations, neutres en tant que telles, prennent un autre poids, sans pour autant transformer les perceptions telles qu'elles se présentent. Une modification du centre d'intérêt peut évidemment provoquer la création de nouveaux concepts, de nouveaux instruments, etc., ou nous obliger à reconsidérer notre manière d'employer les anciens — mais tout cela ne signifie pas que nous soyons forcés d'admettre la thèse radicale. L'incommensurabilité entre théories n'est que relative et peut être dépassée à l'aide de traductions adéquates. Si tel n'était pas le cas, l'évolution scientifique se ferait dans une anarchie totale — non pas une anarchie verbale telle que celle proférée par Feyerabend dans les salons de l'avant-garde. Car cette thèse radicale équivaut à une isolation complète des théories, de sorte qu'un choix éventuel ne pourrait se faire que par les moyens de la propagande. Le progrès dépendrait d'une entreprise entièrement irrationnelle. Il faut donc opposer à cette conception une vue d'ensemble basée plutôt sur des considérations extensionnelles et référentielles (cf. Goodman, Quine et al.) qui garantirait, dans un grand nombre de cas, une certaine invariance de l'observation. Seules les théories, dont l'ontologie serait radicalement divergente, resteraient incommensurables, car, dans une telle situation, il n'y a effectivement plus moyen de trouver une métalangue nous permettant de décrire le domaine commun aux deux théories.

2. A la fin de votre exposé vous employez le terme de « champ possible » en insistant sur l'utilité des intensions. Vous avez cité plusieurs exemples de Quine. J'en ajouterai un : il y a un homme possible chauve et un homme possible obèse sur le seuil de la porte. Combien d'hommes possibles avons-nous ? Un ou deux ? S'il est sage d'adopter le principe « Pas d'entité sans identité », il me semble difficile de décider si un nom employé dans différents mondes possibles désigne le même objet. Comment résoudre le problème de l'identité à travers les mondes possibles ? Je suppose que vous choisirez une solution du genre de celle proposée par Kripke dans *Naming and Necessity* — avec tout l'appareil logique et conceptuel qu'elle implique : *rigid designator*, nécessité a priori, nécessité a posteriori, etc. Je ne pense pas que l'introduction de telles notions ait été clairement justifiée.

P. B. SCHEURER : Je ne suis pas loin de penser comme vous, sauf que je ne crois pas à la totale neutralité de l'observation. Quoi qu'il en soit, nous sommes bien obligés de rapporter nos observations dans un certain langage, qui charrie avec lui des théories parfois fort anciennes. Quand on dit Walfish, on fait de la baleine un poisson. A un degré plus sophistiqué, Sneed a enfin produit une distinction valable entre concepts théoriques et d'observation. Les premiers sont théoriques, en tant que pour les tests qui les concerne, on est obligé de faire appel à la théorie à laquelle ils appartiennent. Les seconds sont testables sans un tel recours, et peuvent donc appartenir aux modèles possibles de cette

théorie. Pour le problème de la « transworld identity », je vous dirai qu'il ne me préoccupe pas trop. Je n'ai rien à faire d'un Nixon qui n'aurait pas connu le Watergate, ni d'un Aristote qui n'aurait pas écrit la Métaphysique. Il ne m'importe guère non plus de savoir si les propriétés de l'or sont nécessaires a posteriori, mais j'attache du prix à savoir si la transmutation est possible, et dans quelles conditions. Les possibles ne m'intéressent donc qu'en tant qu'ils me sont réellement accessibles.

M<sup>me</sup> F. ASSAAD : C'est un fâcheux sentiment de malaise que je voudrais exprimer. Celui que l'on a lorsqu'on découvre l'illusion d'avancer quand en fait on s'est épuisé sur place. Tout au long de votre exposé, je pensais à mon maître Bachelard, au maître de mon vieux maître Léon Brunschvicg. Bachelard a montré le progrès dialectique dans la pensée scientifique. Il a prévu toutes les ruptures. Brunschvicg a montré à travers l'histoire de la pensée le progrès d'un réseau de relations mathématiques, une forme qui pourrait englober tous les possibles. Pouvez-vous me dire si dans le domaine de la philosophie des sciences — je ne parle pas de la science — nous avons fait des progrès depuis Brunschvicg et Bachelard ?

P. B. SCHEURER : Très certainement. Mais votre intervention me permet de réparer une injustice commise envers l'épistémologie française, du moins celle antérieure à 1968. Le concept bachelardien d'obstacle épistémologique constitue pour jamais une pièce essentielle à toute épistémologie. Pour Brunschvicg, je serai nettement moins positif : la vision contemporaine de la mathématique s'est considérablement écartée de la sienne.

R. SCHAEERER : Vous semblez assimiler l'imprévisible au discontinu. Je les distinguerais pour ma part. Certes une théorie nouvelle intervient à la faveur d'une rupture. Mais, quand on renverse le mouvement de l'avenir sur le passé, on voit apparaître aussitôt une continuité évidente, on voit Newton précéder, annoncer Einstein. La relation d'indétermination eût paru peut-être incompréhensible aux Grecs, et pourtant Heisenberg déclarait (je l'ai entendu) : « Mon système prolonge celui d'Aristote ».

Concernant le problème des structures, je suis frappé par l'analogie qui rapproche vos développements des thèses de la linguistique contemporaine : l'objet de science, comme le mot, s'inscrit dans un contexte historico-social-opérationnel sans lequel il n'aurait aucun sens.

Enfin une question : on dit souvent que la science se complique en progressant. L'inverse n'est-il pas également vrai, dans la mesure où chaque loi nouvelle éclaire de sa lumière un domaine jusqu'alors embrouillé et confus ? L'astrologue du Moyen Age avait-il la tâche plus facile que le physicien d'aujourd'hui, moins de problèmes à résoudre ?

P. B. SCHEURER : Si vous renversez la flèche du temps, vous tuez l'arbre ! La structure d'arborescence ne présente de bifurcations que dans un seul sens ; dans le sens opposé, elle converge sans histoires vers sa base. Quant à l'astrologue du Moyen Age, le domaine où il pouvait imaginer sans contrainte était bien plus vaste que celui, rétréci comme une peau de chagrin, qui reste accessible au physicien d'aujourd'hui. Pour la complication et la simplification, elles marchent de pair en effet.

Y. CHESNI : Voici quelques vues sur le progrès de la science qui, je l'avoue, ont séduit en moi, ces dernières années, le praticien et l'apprenti philosophe.

Sous des vocables parfois quelque peu différents, ou à l'état de germe, ou de confirmation, il me semble y reconnaître un certain nombre des idées remarquables présentées par le Professeur Scheurer. Vérité ? Illusion ?

Et d'abord, la science n'est-elle pas plus qu'un simple *miroir de nous-mêmes* ? N'a-t-elle pas une valeur de *relation* ? Ses progrès ne signifient-ils pas une *augmentation de la corrélation* entre les parties de plus en plus différenciées à l'intérieur du Tout, c'est-à-dire une certaine *réunification sans coïncidence* respectant la diversité, la richesse du Multiple ? N'est-elle qu'une *illusion* de plus, dont il convient de se défaire comme des autres ?

P. B. SCHEURER : Le moins que je puisse dire, c'est que votre problématique est fort éloignée de la mienne. La science, comme augmentation de corrélation entre parties d'un tout, constitue-t-elle nécessairement un progrès ? Mais qui peut le dire, sinon la fin de notre histoire.

M. GHELBER : Est-ce que l'amoralité et l'aspiritualité, qui accompagnent souvent la démarche scientifique, ne sont pas aussi coupables des immenses nuisances que les applications de la science ont pu apporter au monde ? Est-ce qu'on ne pourrait pas proposer à la création scientifique le modèle de la démarche Spirituelle ?

Au lieu de la découverte-déclic, prolifération des possibilités confinant le vide, parce que sans référence spirituelle — au lieu de l'imagination débridée, projetée d'une manière narcissique dans l'extériorité, bloquant le contact du Réel — au lieu de l'« ouverture » qui n'est que disponibilité gratuite vers l'arbitraire — au lieu de l'objectivité qui devient choséification et reflet de la cybernétique, la démarche Spirituelle propose une sensibilité intégrale de l'Être, réceptivité, communion, consubstantialité à Dieu, à la nature, à l'Existence. A l'intérieur de cette sensibilité créatrice, la pureté incandescente du regard, de la contemplation rejoignent l'émerveillement perpétuel. — Est-ce que l'expérience de la théologie négative ne suggère pas, par sa nuit lumineuse, l'endroit où les possibilités humaines, fussent-elles les plus grandes, seront infusées, à force d'humilité absolue, par les possibles Divins ?

La sublime humilité de l'expérience de la transcendance Divine rejoint substantiellement en nous la sublime affirmation, proclamation et pratique de la Présence Divine — Amour, comme la plus profonde et la plus consubstantielle à nous.

P. B. SCHEURER : La science n'épuise pas la connaissance. Je ne sais pas non plus ce que sera la science du XXI<sup>e</sup> siècle. Peut-être vos préoccupations auront-elles alors quelque rapport avec la pratique scientifique.

CH. GAGNEBIN : La production des instruments scientifiques se tient à un modèle euclidien. N'est-ce pas dire qu'il existe des constantes, donc des indéformables sinon des indéformables, des invariants liés aux instruments mêmes ?

P. B. SCHEURER : La réponse à votre question, vous la trouverez dans le conventionalisme de Poincaré. Tant que nos mesures restaient extrêmement locales, il était impossible de mettre en évidence quelque écart par rapport à la norme euclidienne. Mais maintenant que nos radars vont fouiller le cosmos à des milliards d'années-lumière, certains de ces écarts deviennent détectables. L'évidence semble se déclarer pour un Univers non euclidien, courbe et fermé, mais la certitude n'est pas encore pour aujourd'hui.

D. CHRISTOFF : Les théories ordonnées selon le schéma de la continuité (de tous ordres, épistémologique, scientifique, ontologique, historique) paraissent susceptibles d'être ordonnées selon d'autres schémas, et le sont en fait ; si (pour reprendre une image de l'exposé) les faces de la montagne, considérées de leur sommet, appartiennent à la même montagne, au même système, comment le savoir sans introduire de nouveaux concepts ?

Si cette cohérence évite les stratégies dites « du fondement » et permet un pluralisme, n'est-ce pas en vertu d'une philosophie du « vu » et du « non-vu » qui justifie son « voir » et son « non-voir » par l'intention des formes ? La phénoménologie n'est-elle ici d'aucun secours ?

Quel est le rapport d'une telle philosophie avec « l'effet de structure » (effets de structures d'ordre, effets de structures d'équivalence) dont il a été question, et quelle en est la compatibilité ?

P. B. SCHEURER : Il est de fait qu'une même structure peut se définir selon plusieurs schémas d'axiomatisation : ainsi le treillis de Boole de la logique classique des propositions peut-il se donner en structure d'ordre ou en structures algébriques. Mais pour les diverses faces de la montagne, qui se déploient à partir du même sommet, elles appartiennent intrinsèquement au déploiement d'une singularité. Point n'est besoin de recourir à de nouveaux concepts. C'est le concept même qui, intrinsèquement, se déploie dans son champ des possibles.

Quant à la phénoménologie, en effet, la façon dont Husserl traite de l'objet intentionnel ne va pas sans rappeler l'analyse de Frege de *Sinn und Bedeutung*. Stegmüller établit même une complète analogie entre Frege d'une part, qui, à la traditionnelle dichotomie nom-objet, substitue la trichotomie nom-sens-objet, et Husserl d'autre part, qui, à la dichotomie de Brentano acte de conscience-objet, substitue la trichotomie acte de conscience-objet-noëma. De plus, l'intention phénoménologique des formes présente des rapports certains, mais encore inconnus, avec le langage des formes dont j'ai parlé ici.

Pour ce qui est du concept althussérien de « l'efficace d'une structure sur ses éléments », j'avoue le trouver redondant : si une structure existe effectivement, elle ne peut manquer de faire sentir sa présence en tant que structure. Mais peut-être suis-je ici d'une rigueur trop exigeante ! Plus souplement, je dirai que, en quelque sorte, la structure sert à organiser le champ des possibles de ses éléments. Au phénoménologue alors de me dire s'il s'y retrouve !