

LOGIQUE TRANSCENDANTALE ET HERMENEUTIQUE MATHÉMATIQUE :
LE PROBLÈME DE L'UNITÉ FORMELLE ET DE LA DYNAMIQUE HISTORIQUE
DES OBJECTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Jean PETITOT

Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales
Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales
54, boulevard Raspail - 75006 - Paris - France

1990

INTRODUCTION.

La pensée de Giulio Preti est une pensée forte. Elle me paraît être encore présentement d'une grande actualité dans la mesure où elle peut nous aider à élaborer une épistémologie rationaliste plausible et moderne, adaptée au génie théorique et à l'ouverture historique des sciences formalisées. Pour élaborer une telle épistémologie, il faut arriver à dépasser l'alternative entre le dogmatisme positiviste et le relativisme post-positiviste. Dans mes travaux j'ai développé la thèse que cela est possible à deux conditions :

- (i) actualiser et redéployer la doctrine *transcendantale* de la constitution des objectivités, en la pluralisant et en l'historicisant en un *système d'ontologies régionales* ;
- (ii) repenser le rôle des *mathématiques* dans les sciences objectives formalisées en montrant qu'il ne se réduit pas à celui d'une syntaxe logique mais concerne au contraire la possibilité de transformer en *modèles opératoires* les *contenus catégoriaux* (transcendants) de l'expérience (redéfinition de la fonction du synthétique a priori).

Dans cette perspective, je me propose de revenir sur trois thèmes qui sont caractéristiques de l'empirisme critique de Preti et qui concernent les possibilités de maintenir dans la tradition néo-positiviste de l'empirisme logique certains aspects de la tradition critico-phénoménologique :

- (i) les rapports entre la sémantique formelle et le concept transcendantal d'objectivité ;

(ii) les rapports entre l'idée d'unification des sciences et l'idée d'un système d'ontologies régionales ;

(iii) le problème de l'historicité possible des a priori constitutifs.

Dans sa préface aux *Saggi Filosofici*, le professeur Dal Pra a insisté sur ces thèmes. Selon lui, en tant que synthèse entre un rationalisme non mentaliste et un empirisme relevant de la tradition logico-sémantique, l'empirisme critique de Preti ne refuse pas les structures *de contenu* constitutives des ontologies régionales. Mais pour lui, ces contenus transcendants sont *logiques*. Ils ne possèdent aucune autonomie ontologique. Ce sont des règles formelles permettant, en la transposant et en la systématisant, de conférer une intelligibilité à l'expérience, d'opérer la *traduction* entre, d'un côté, des protocoles empiriques exprimés dans un langage d'observation et, d'un autre côté, des langages théoriques formalisés. À ce titre, les catégories spécifiques des ontologies régionales sont des a priori formels, conventionnels et historiques possédant la fonction d'*axiomes empiriques*. Ce sont des cadres pour l'interprétation théorique des phénomènes et non pas des hypothèses sur la réalité.

Ce point de vue est, je pense, essentiellement valable, mais à une réserve près, fondamentale. La conception d'une Analytique comme d'un système conventionnel de règles formelles ne fait que reprendre l'idée kantienne d'une *légalisation* de l'expérience (avec la différence essentielle entre le prescriptif-normatif et le descriptif-empirique). Mais une légalisation conventionnelle ne s'identifie pas à une constitution transcendantale. Elle en est une condition nécessaire mais non suffisante. En termes husserliens, on peut dire qu'elle a trait à une *ontologie formelle* et non pas à des *ontologies régionales matérielles*. En effet, toute ontologie régionale matérielle présuppose que la légalisation de l'objet spécifie un *contenu* matériel. Elle présuppose que les catégories régionales acquièrent un contenu transcendantal *synthétique*. Cette remarque fonde le concept de synthétique a priori.

Relativement à l'ontologie physique, Preti l'a rappelé lui-même dans son article de 1957 "L'ontologia della regione 'natura' nella fisica newtoniana", cette question est chez Kant d'abord celle de l'*Esthétique transcendantale*, puis celle du *Schématisme* et enfin celle de la "*construction*" mathématique des catégories en termes de géométrie différentielle (cf. les *Premiers principes métaphysiques d'une science de la Nature*). Cette construction est géométrique-synthétique et non pas logique-analytique.

Transcendamment parlant, la légalisation analytique s'appuie sur le développement mathématique d'une Esthétique transcendantale et non pas sur une Syntaxe logique. La formellité des règles concerne la façon dont les moments catégoriaux de l'objectivité se trouvent *interprétés mathématiquement* (fonction du synthétique a priori) et non pas la façon dont le concept d'objet se trouve *logiquement pensé*. C'est la limite de l'empirisme logique que de ne l'avoir pas suffisamment compris. La géométrie des groupes de Lie que sont les groupes de relativité des théories physiques, le théorème de Noether associant à ces symétries des lois de conservation des grandeurs physiques, le fait que certains groupes d'invariance ne sont pas simplement connexes et admettent donc des revêtements universels (d'où la théorie des spineurs), la théorie des représentations de ces groupes (en particulier dans des espaces fonctionnels permettant de décrire les états des systèmes physiques), les théories de jauge (des jauges abéliennes de l'électromagnétisme aux jauges non abéliennes de la théorie quantique des champs actuelle), etc. constituent autant de prolongements hautement significatifs de la "construction" mathématique des catégories en physique.

Le point de vue formaliste qui reste celui de l'empirisme critique de Preti n'est donc pas, bien que supérieur à celui du logicisme, suffisant. Il n'accorde pas suffisamment d'importance à la différence entre ontologie formelle et ontologies matérielles. Pour Preti, il n'existe entre ces deux types d'ontologies qu'une simple différence de degré de formellité. Les ontologies régionales *restent formelles* par rapport aux contenus empiriques des sciences qui relèvent de leur juridiction. À travers *l'axiomatique*, l'Esthétique transcendantale et le synthétique a priori peuvent en quelque sorte être "résorbés" dans une Analytique formelle. Je vais tenter de rectifier cette thèse désormais standard en partant de problèmes spécifiques de logique mathématique pour m'acheminer progressivement vers des problèmes concernant l'implication des mathématiques pures dans les régions d'expérience.

1. LOGIQUE FORMELLE ET MÉTA-MATHÉMATIQUE.

Dans ses nombreux textes sur Bolzano, Frege, Husserl, Russell, Tarski et Carnap, Preti analyse les diverses étapes de la formation des concepts de syntaxe et de sémantique ayant abouti à la théorie logique des modèles. À travers celle-ci, le projet initial d'une analyse logique de contenus idéaux (qui sont autonomes relativement aux actes

mentaux corrélatifs) peut être considéré comme mené à bien, du moins sur le plan des principes. On connaît les problèmes fondamentaux que cela a posé, problèmes qui sont à l'origine des conflits philosophiques entre le logicisme, le formalisme, l'intuitionnisme et le constructivisme : non catégoricité de certaines théories du premier ordre et modèles non standard, incomplétude de certaines théories d'ordre supérieur et divergence entre la déductibilité syntaxique et la validité sémantique, rétablissement de la complétude par la considération de modèles non réguliers au sens de Henkin, etc. Il n'est pas pertinent de rentrer ici dans les détails¹. Ce que l'on peut retenir pour l'instant est la remise en cause des deux idées reçues suivantes :

- (i) celle de la réductibilité des mathématiques à la logique : les mathématiques seraient de nature algorithmique, elles consisteraient en transformations réglées de formules et d'énoncés destinés à être interprétés sémantiquement dans des modèles ;
- (ii) celle de la réductibilité des formes logiques et des axiomes à des postulats conventionnels.

Dans son important article de 1953 “Linguaggio comune e linguaggi scientifici”², Preti analyse en détail (pp. 161-170) la façon dont des axiomes conventionnels définissent implicitement les termes primitifs d'une théorie et, par conséquent, comment, dans un langage formel, l'analyse des énoncés équivaut à la construction de leur sens. Dans son article de la même année “Il problema della L-verità nella semantica carnapiana”, il analyse également la façon dont, dans la sémantique formelle tarskienne-carnapienne, le sens équivaut à l'ensemble des conditions de vérification, autrement dit la façon dont les règles de formation des énoncés sont identiquement des règles pour la construction de leur dénotation.

Ces idées qui dominent encore la tradition de la sémantique formelle, ne permettent pas de rendre compte du statut des mathématiques. En effet, non seulement celles-ci ne se réduisent pas à la logique mais elles ne se réduisent même pas à ce qu'en énonce méta-mathématiquement la théorie des modèles. Elles sont *structurales et conceptuelles*, ce qui signifie (au moins) trois choses.

- (i) Leur fin est d'explorer, de clarifier, des contenus fondamentaux et des problèmes centraux : distribution des nombres premiers, hypothèse de Riemann, “labyrinthe” du

¹ Pour une introduction élémentaire à la théorie logique des modèles, cf. Petitot [1979a] et, surtout, sa bibliographie.

continu, classification des groupes de symétrie, rapports entre différents niveaux de structure dans un même objet, etc. Pour ce faire, elles investissent des *contenus formels* au sens que Gilles Gaston Granger a donné à ce terme³. En mathématiques il existe une dualité entre les actes opératoires syntaxiquement réglés et leurs corrélats objectaux, ce que Gödel appelait le concept “hautement transfini de vérité mathématique objective”. En vertu de cette corrélation, les théories mathématiques intéressantes (c'est-à-dire incluant *l'infini*) sont non tautologiques. L'objectal y déborde irréductiblement l'opérateur et c'est dans cet écart que se constituent des contenus formels. D'où la pertinence en mathématiques d'une “dialectique du concept” au sens de Cavaillès et de Lautman. Le point de vue analytique du logicisme se caractérise par la thèse qu'il n'existe pas de contenus formels et que les idéalités mathématiques ne sont, comme le dit Granger, que “l'ombre vide” des systèmes opératoires de règles qui en régissent l'usage. Or cette thèse est fautive en général. Elle n'est valable que pour la logique élémentaire. Dans ce cas l'objet n'est plus que la forme de pensée de l'objet en général. Kant l'avait déjà bien compris. Mais il existe bel et bien des contenus formels. Et selon moi la version moderne du transcendantalisme consiste à affirmer : d'abord que les contenus catégoriaux et les a priori synthétiques caractéristiques d'une ontologie régionale matérielle doivent être construits mathématiquement dans des contenus formels fournis par une esthétique transcendantale appropriée, et ensuite que de telles constructions déterminent le contenu objectif des phénomènes tombant sous la législation de cette ontologie régionale.

(ii) Dire que les mathématiques modernes sont structurales et conceptuelles, c'est dire également qu'elles analysent conceptuellement des structures pouvant apparaître à des niveaux *très différents* des procédures hiérarchisées de construction des objets mathématiques “concrets”. Il suffit de penser à l'universalité de structures comme les structures algébriques ou topologiques, voire même de structures géométriques plus spécifiques comme les stratifications ou les singularités.

(iii) Enfin, et peut-être surtout, c'est dire *qu'elles associent des structures à d'autres structures* afin de pouvoir *traduire* certaines propriétés des premières dans certaines propriétés des secondes. Le cas le plus vulgarisé est celui de la topologie algébrique

² Toutes les références et citations de Preti renvoient aux *Saggi Filosofici* (Preti [1976]).

³ Cf. Granger [1988].

permettant de traduire des informations topologico-géométriques en informations algébriques (groupes d'homotopie, d'homologie, de cohomologie, etc.). Mais les exemples sont innombrables (pensons par exemple à la façon dont la théorie des adèles et des idèles de Claude Chevalley et André Weil a permis d'appliquer à l'arithmétique la théorie de l'analyse harmonique sur les groupes localement compacts). C'est dans cette capacité indéfinie *de traduction et d'entre-expression* qu'il faut voir la forme moderne des anciennes méthodes "synthétiques" : les mathématiques modernes sont indéfiniment auto-interprétantes et auto-modélisatrices et c'est à cela qu'elles doivent leur non-trivialité et, surtout, leur *unité*.

Ce dernier point est capital. Il implique en effet qu'en mathématiques modernes les déductions formelles n'opèrent que "localement". C'est pourquoi Jean Dieudonné a eu raison d'affirmer :

"Vouloir réduire les mathématiques à la logique, c'est comme vouloir réduire les oeuvres de Shakespeare ou de Goethe à la grammaire"⁴.

Cette boutade est profonde. La sémio-linguistique a en effet montré avec précision en quoi les structures sémio-narratives, figuratives, discursives, énonciatives d'un texte littéraire ne sont pas réductibles à la grammaire phrastique, à la sémantique lexicale et à la sémantique dénotative. Ces structures constituent un autre niveau. Il en va de même en mathématiques où les théories sont irréductibles à leur syntaxe logique et à leur sémantique formelle. Il est donc nécessaire d'adjoindre aux philosophies des mathématiques qui se sont focalisées sur l'organisation syntactico-sémantique des théories une autre philosophie qui se focalise quant à elle sur cet autre niveau, entre-expressif, de l'auto-interprétation et de l'auto-modélisation. J'ai montré ailleurs que l'on peut trouver l'esquisse d'une telle philosophie des mathématiques alternative dans l'œuvre d'Albert Lautman⁵.

2. LOGIQUE FORMELLE ET ONTOLOGIE FORMELLE.

À la recherche d'une synthèse entre Husserl et Carnap, Preti est revenu plusieurs fois

⁴ Dieudonné [1981].

⁵ Petitot [1987a], [1987b].

sur les rapports entre logique formelle et ontologie formelle. Dans son grand article de 1953 “La filosofia della matematica di Russell”, il explique comment (p. 264) c'est la possibilité de développer une ontologie formelle en termes de logique (projet allant de Leibniz et Lambert à Bolzano et Frege) qui a justifié la thèse de la réduction des mathématiques à la logique. Dans l'article, déjà cité, “Il problema della L-verità nella semantica carnapiana”, il explique comment Carnap a, selon lui, réussi dans le projet husserlien d'élaboration d'une Apophantique (p. 345 sq.). Celle-ci doit inclure, on le sait, une morphologie pure (i.e. les règles de formation des expressions bien formées dans le langage formel considéré), une logique de la conséquence (i.e. une composante syntaxique avec des règles de déduction), et enfin une logique de la vérité (i.e. une composante sémantique reposant sur le concept d'interprétation, d'*Erfüllung* chez Husserl, et de validité). Le lien entre syntaxe et sémantique repose sur la reconnaissance du fait que les principes de l'Analytique pure ne sont pas seulement des règles syntaxiques de transformations d'énoncés en énoncés mais également des conditions de construction des référents leur servant de dénotation (i.e. des conditions de satisfaction):

“Cosi (...) i principi e regole dell'Analitica trovano una loro traduzione e trasvalutazione sul terreno delle Logica della Verità, divenendo condizioni per la possibilità della Erfüllung” (p. 346).

Dans une certaine mesure, cette affirmation reformule la thèse kantienne que l'Analytique dérivée des formes logiques du jugement s'identifie à un principe de *cohérence* pour la *pensée* d'un objet en général. L'apophantique se convertit (côté sémantique) en ontologie formelle dans la mesure où, garantissant une forme cohérente de pensée, elle garantit du même coup la possibilité d'un renvoi intentionnel à des objets. Preti conçoit donc l'ontologie formelle comme la sémantique dénotative des langages formels dans un univers de théorie des ensembles. En conclusion de son article (p. 376) il affirme que l'on peut penser

“che il *significato logico* sia sintatticamente determinato, e che la semantica non sia altro che l'interpretazione *transcendentalistica* della sintassi, ossia l'analisi-costruzione delle condizioni di interpretabilità di un sistema sintattico in generale”.

D'où la thèse qu'une telle sémantique formelle explicite les “condizioni generali di

pensabilità di ogni universo possibile” et, par là même, les conditions de la scientificité en général. Elle me paraît fort problématique et, selon moi, doit être soumise à critique.

3. LOGIQUE FORMELLE ET LOGIQUE TRANSCENDANTE.

Même améliorée et approfondie, l'ontologie formelle associée à la sémantique formelle dénotative tarskienne-carnapienne ne concerne la construction des objets qu'en tant que ceux-ci sont les référents de langages formels dans un univers de la théorie des ensembles. La question est alors de savoir si elle permet de penser le rapport existant dans les disciplines scientifiques *empiriques* entre les théories formalisées et les phénomènes empiriques. Cette question est celle du rapport entre sémantique formelle dénotative et constitution transcendantale d'un objet, autrement dit, celle, classique, entre logique formelle et logique transcendantale. Elle est loin d'être résolue par l'empirisme logique même le plus libéralisé. En effet, on ne peut pas passer simplement de l'objet conçu au sens ensembliste à l'objet d'une ontologie régionale. Car il faut franchir la *différence ontologique* entre phénomène (ontique) et objet (ontologique). Selon la différence ontologique, l'objet n'est pas un phénomène simplement “chosique”. C'est un phénomène *qualifié* comme objet par un certain nombre de structures eidético-constitutives. Si donc le rapport de dénotation entre syntaxe et sémantique qui existe en théorie logique des modèles peut éventuellement être généralisé au rapport dénotatif qui existe entre des fragments de langages de choses et des fragments d'univers de choses (protocoles empiriques, faits, états de choses) il ne peut pas en revanche être généralisé au rapport *non* dénotatif existant entre une théorie formalisée et les phénomènes qu'elle détermine comme objets, ou encore qu'elle *objective* en en *transposant* les moments phénoménologiques. Comme l'affirme Preti lui-même à plusieurs reprises, la relation entre les théories scientifiques formalisées et les langages de choses dénotatifs est celle d'une *traduction* – de transposition au sens de Banfi⁶ – opérée par les *catégories* régionales. Il y s'agit donc *de l'interprétation mathématique de la légalisation catégoriale des objets*.

Dans son article de 1950 “Due orientamenti nell'epistemologia”, Preti explique que l'empirisme critique tel qu'il le conçoit est à même de tenir compte de cette traduction

⁶ Pour une analyse de l'épistémologie d'Antonio Banfi, cf. Petitot [1987c]

scientifique progressive des langages de choses dans des théories mathématiques. C'est même ainsi que, selon lui, se réintroduit le thème transcendantal que la sémantique néo-positiviste cherche à éliminer. Mais, bien que non logiciste, sa conception du transcendantal demeure malgré tout *formaliste*. Il existe selon lui des énoncés formels sans contenu empirique (et donc ni confirmables, ni réfutables) qui possèdent une fonction systématique et

“costituiscono l'insieme di regole secondo cui si devono organizzare le definizioni per corrispondenza (o, secondo la logistica, la peculiare ‘interpretazione’) che permette la continua traduzione delle parti formali del discorso nei protocolli e nel linguaggio di cose (e vice versa)” (p. 65).

Dans cette perspective, les a priori kantien (catégories et principes) opèrent comme *choix* d'un système conventionnel de règles de traduction. Et Preti ajoute :

“l'autonomia di ogni singola scienze, se esiste, consiste principalmente nelle peculiarità della sua dimensione trascendentale” (p. 66).

Dans l'article déjà cité “Linguaggio commune e linguaggi scientifici” il revient sur ce problème qu'il considère comme “central” et “vital”. Il y revient à propos de l'induction et des lois scientifiques. Selon lui l'induction ne doit pas être conçue comme chez les empiristes, à la manière d'une généralisation opérant le passage de la régularité de faits observables à des lois mais plutôt, comme chez Aristote, à la manière d'un passage du fait à la signification (passage au typique, au générique). En tant que telle, elle n'est pensable qu'à partir de la traduction qui confère aux faits une signification (en les légalisant). Les lois scientifiques sont des axiomes empiriques conventionnels, des “tautologies conventionnelles vides” qui n'affirment rien sur la réalité et les contenus d'expérience, des “principi di *descrizione sistematica*” (dans “Grammatica e Logica”, p. 325).

Il s'agit là du noeud du rapport entre l'empirisme critique de Preti et la philosophie transcendantale. Dans son article “Dalla critica della metafisica alla metafisica critica”, Fabio Minazzi explique comment le transcendantalisme grammaticalisé de Preti constitue une sorte de “nominalisme intentionnaliste” reprenant l'idée leibnizienne et

wittgensteinnienne *d'une force de la forme logique et de la règle*. Les formes autonomes de la pensée sont des critères interprétatifs de la réalité, des normes prescriptives, des formes de légalité et le dogmatisme (tant dénoncé par Wittgenstein) consiste à transformer l'instance prescriptive des règles en une instance descriptive d'une réalité en soi. On voit les parallèles avec Kant :

- (i) chez Kant, l'esprit transforme les intuitions empiriques en jugements d'expérience (i.e. détermine objectivement les phénomènes) à travers des catégories schématisées qui, initialement, sont des formes logiques de jugement ;
- (ii) chez Preti, les faits acquièrent une signification théorique à travers des lois opérant comme axiomes empiriques.

C'est dire que Preti reformule à sa façon l'Analytique des Concepts, mais, comme tous les formalistes, sacrifie l'Esthétique transcendantale, le schématisme et donc la “construction” mathématique des catégories à partir d'une Esthétique transcendantale. Or cette construction est, selon Kant, constitutive de toute science “proprement dite”.

Précisons. L'empirisme critique a raison de centrer son épistémologie sur la question de la traduction comme choix d'un univers du discours mathématique. Mais dans cette interprétation grammaticale du transcendantalisme tout dépend de la conception que l'on se fait des mathématiques. L'alternative est grosso modo la suivante.

- (i) Soit l'on part d'une conception logiciste-formaliste des mathématiques. On aboutit alors à une conception à la Carnap-Wittgenstein. Le transcendantal se trouve identifié aux règles de légalisation et la traduction est une traduction dans un langage formel.
- (ii) Soit l'on part de la conception structurale-conceptuelle des mathématiques esquissée plus haut. On reconnaît par conséquent leurs *contenus* idéaux ainsi que leur capacité indéfinie de thématization conceptuelle, d'entre-expression, d'inter-traduction et d'auto-interprétation. La conception du transcendantal se transforme alors profondément. Il ne s'agit plus de traiter les catégories comme des règles syntaxiques sans contenu, comme des formes vides destinées à être empiriquement remplies. Il s'agit au contraire *d'interpréter leur sémantisme par des structures mathématiques spécifiques*. Et la règle d'or est que ces structures doivent être *issues* de l'Esthétique transcendantale servant de “structure d'arrière-fond” et de cadre à la *manifestation* des phénomènes considérés. Il s'agit non seulement de schématiser les catégories mais de les “construire”

mathématiquement. La traduction devient alors une *herméneutique* mathématique (et non pas une formalisation syntaxique) de la légalisation catégoriale. Telle est la fonction constituante du *synthétique a priori*.

Ce point de vue, que l'on peut qualifier *d'herméneutique mathématique de l'objectivité*, permet de comprendre immédiatement deux choses.

(i) Les procédures de choix des univers de discours mathématiques à travers lesquels s'opère la traduction. Dans une perspective syntaxique, le choix des règles conventionnelles devient incompréhensible. Dans une perspective herméneutique, il devient le résultat d'une *abduction* fondée sur une *analogie sémantique* (interprétative) entre des contenus catégoriaux et des structures mathématiques spécifiques.

(ii) Le fait que la traduction soit une *résolution* objectivante de l'expérience (au sens de Banfi), une résolution qui autonomise l'objectivation théorique par rapport au monde commun phénoménologique et qui ôte par conséquent à la connaissance scientifique toute valeur naïvement représentative. Si la légalisation transcendantale se limitait à une mise en ordre syntaxique d'un langage de choses à contenu purement empirique, la connaissance scientifique posséderait au contraire une valeur représentative et ne serait donc pas une résolution théorique des moments phénoménologiques de l'expérience. Kant est le premier à avoir compris que la légalisation transcendantale ne se réduisait pas à une Analytique logique et qu'elle devait permettre une *reconstruction mathématique* des phénomènes qu'elle pré-déterminait comme objets d'expérience.

Mais en plus l'herméneutique mathématique permet de clarifier de nombreuses autres difficultés épistémologiques considérées jusqu'ici comme particulièrement délicates, voire même parfois comme insurmontables.

4. CONVENTIONNALISME ET SYNTHETIQUE A PRIORI.

Dans son texte de 1954 “Le tre fasi dell'empirismo logico”, Preti revient sur les “libéralisations” successives (au sens de Carl Hempel) du logicisme phénoméniste du premier Cercle de Vienne. Il réaffirme la nécessité de dépasser la réduction (dogmatique) du sens cognitif des énoncés à leur méthode de vérification, et donc, la réduction, par éliminations des termes théoriques, des énoncés théoriques à des énoncés protocolaires. Après Otto Neurath, Hans Reichenbach et le second Carnap (celui du physicalisme), il insiste sur la dualité entre la vérité correspondance et la vérité

cohérence, entre les données factuelles et les structures théoriques. Il existe dans les sciences une ambivalence du sens. L'usage empirique des constituants théoriques n'épuise pas leur sens cognitif et c'est à cela qu'est due "la feconda tensione tra sintassi e fattualità" (p.307).

Dans la mesure où elle repose sur une conception non purement syntaxique des théories formelles, l'herméneutique mathématique précise cette ambivalence. Pour elle, la "tension féconde" ne se produit pas seulement entre d'un côté des axiomatiques logiquement conventionnelles et sans contenu et d'un autre côté des mises en correspondance avec des données empiriques. Les axiomatiques s'y déploient en concepts spécifiques (et sophistiqués) hautement *non primitifs* mathématiquement parlant, concepts interprétant des catégories régionales qui, elles, sont des concepts *primitifs* théoriquement parlant. Preti a bien saisi le statut des concepts catégoriaux. Par exemple, dans l'article de 1958 "Il mio punto di vista empiristico", il note que le réductionnisme empiriste n'est pas tenable car les contenus théoriques "sono ... *modi di complessi reticoli categoriali*" (p. 503) qui portent sur les faits, qui s'y appliquent, mais sans pour autant les signifier. Toutefois son formalisme le conduit à partager l'erreur principale du logicisme qui est de confondre dans les sciences formalisées la *prescriptivité syntaxique* et la *construction mathématique*. L'aspect essentiel du rationalisme critique que l'empirisme logique (ni même l'empirisme critique) n'a pas su redéployer est que :

- (i) la dimension prescriptive est supportée par les catégories (différence ontologique, i.e. légalisation des phénomènes en objets conformément à une essence objective) ;
- (ii) les catégories sont, pour chaque ontologie régionale, *spécifiquement* "construites" à partir de structures mathématiques spécifiques et hautement élaborées (fonction du synthétique a priori) ;
- (iii) ce n'est qu'à travers cette *interprétation* que les mathématiques s'appliquent, en héritant des catégories qu'elles schématisent leur fonction prescriptive ;
- (iv) il n'existe donc pas de corrélation directe entre d'un côté la syntaxe logique des catégories et d'un autre côté l'axiomatique des structures mathématiques qui les interprètent ; c'est même dans *l'écart* entre les deux que se jouent les problèmes fondamentaux de toute épistémologie critique.

L'herméneutique mathématique permet également de développer l'idée de

conventionnalisme dans une perspective plus proche de l'idée initiale de Poincaré. Il est convenu de distinguer deux conceptions du conventionnalisme.

(i) Une conception formaliste et relativiste selon laquelle les axiomatiques sont logiquement arbitraires, sans contenu, et constituent donc de pures conventions grammaticales. Dans "Criticità e linguaggio perfetto" (1953), Preti remarque à son propos :

"Il termine 'convenzionalismo' ha in sostanza un significato prevalentemente negativo: significa solo che non esiste nessuna forma di discorso logicamente privilegiata, nessun discorso assoluto e che quindi ogni analisi critica si muove e resta sul terreno della relatività storica" (p.122).

(ii) Une conception pragmatiste et opérationnaliste selon laquelle les structures formelles sont, en tant que postulats juridico-normatifs, des instruments pour l'activité qu'est la connaissance.

C'est la première conception qui est la plus répandue. Preti montre excellemment qu'elle amalgame deux idées :

- (i) l'idée qu'il n'existe aucun langage parfait, "absolu", logiquement autofondé ;
- (ii) l'idée d'une nécessaire pluralité, historiquement ouverte, des discours scientifiques.

Je considère qu'elle est erronée pour les raisons suivantes. La catégorialité constitutive d'une ontologie régionale *n'est pas* arbitraire sur le plan du *contenu*. Qui plus est, sa "construction" mathématique (au sens kantien) s'effectue à partir d'une Esthétique transcendantale qui, elle non plus, n'est pas arbitraire. Ce n'est que si l'on élimine la sémantique catégoriale et les formes de l'intuition au profit de la syntaxe logique que les règles eidético-constitutives apparaissent comme arbitraires. Il est donc légitime de rétablir dans leurs droits respectifs l'Esthétique et l'Analytique transcendantales.

Alors apparaît le sens authentique du conventionnalisme. L'Esthétique transcendantale d'une ontologie régionale concerne les conditions de la *manifestation* des phénomènes, les formes pures servant de cadre à leur apparaître. En tant que telle, elle n'est donc pas de nature mathématique. Toutefois, pour qu'une herméneutique mathématique de l'objectivité puisse développer, encore faut-il que les catégories régionales puissent être mathématiquement construites à partir de l'Esthétique. Cela exige *une détermination mathématique* de cette dernière, ce que Kant appelait, à

propos de l'espace, la transformation d'une *forme de l'intuition* (l'espace comme médium phénoménologique de l'apparaître) en *intuition formelle* (l'espace comme objet de la géométrie). Or une telle transformation rencontre en général de grandes difficultés.

(a) Soient les mathématiques appropriées n'existent pas (ce qui fait obstruction au déploiement d'une ontologie régionale en science “proprement dite”).

(b) Soit elles existent mais entretiennent avec le contenu intuitif (synthétique) qu'elles doivent déterminer un rapport de *sur-* ou *sous-détermination*. Il faut donc opérer un *choix* parmi les structures possibles (par exemple celui d'une structure euclidienne ou non euclidienne pour l'espace physique) et c'est ce choix qui est conventionnel au sens de Poincaré. Dès que l'on sacrifie l'Esthétique transcendantale, alors les formes de l'intuition (que les structures mathématiques ont pour vocation de transformer en intuitions formelles) font défaut et, du coup, ces structures, qui sont évidemment *logiquement* arbitraires, apparaissent également comme *transcendantalement* conventionnelles. Mais en fait, insistons-y, elles sont transcendantalement motivées par l'Esthétique.

5. L'UNITE FORMELLE DES SCIENCES ET LEUR DYNAMIQUE HISTORIQUE.

C'est peut-être dans l'idée que l'on peut se faire de l'*unification* des sciences (le grand thème du Cercle de Vienne) que l'herméneutique mathématique manifeste le plus clairement son originalité.

Dans l'article de 1950 déjà cité “Due orientamenti nell'epistemologia”, Preti aborde ce problème lui aussi “central” et “vital”. Eu égard à leur technicité, les sciences spécialisées sont non seulement diversifiées mais fragmentaires et morcelées. Pourtant *l'unité systématique* est l'Idée régulatrice par excellence des sciences.

“Ma come puo dare unità cio che non ha in sé tale unità ?” (p.55).

Quels peuvent donc être le principe et le moteur du projet d'unification ? L'unité ne pouvant être celle d'une super- ou méta-science générale et globale, elle ne peut être, selon Preti, qu'épistémologique :

“l'unità della scienza non può essere data che da un'epistemologia unitaria” (p. 59).

Ce ne sont donc pas les contenus matériels des sciences qui, toujours selon Preti, doivent être unifiées, mais le *Concept* même de science :

“E la realtà della scienza come spirito oggettivo quella che deve venir definita unitariamente” (p.59).

À la suite de Banfi, Preti va ainsi penser l'unité des sciences comme l'unité transcendantale d'une *méthodologie critique*. Et dans la mesure où pour lui, nous l'avons vu, le transcendantal s'identifie à la composante logique conventionnelle des théories, il va en conclure que la seule unité pensable est “l'unità del linguaggio scientifico” (p.61). Contrairement aux physicalistes comme Neurath, le second Carnap ou Quine, il ne va donc pas penser l'unité en tant que réduction générale et uniforme des langages scientifiques à un langage de choses universel. Pour lui, l'unité est au contraire celle de la traduction progressive et indéfinie du langage de choses dans des langages scientifiques formalisés, celle de la transposition-résolution *rationnelle* des moments phénoménologiques de l'expérience. Elle est, comme chez Banfi, un horizon, une Idée régulatrice.

Dans son article tardif de 1965 “Pluralità delle scienze e unità eidetica del mondo scientifico”, Preti revient sur cette question. Il y analyse les diverses conceptions de l'unité et en particulier les deux suivantes.

(i) Les conceptions *matérielles* visant une unification des contenus scientifiques et, éventuellement, la réduction de toutes les sciences à une science de base (par exemple un atomisme ou un énergétisme).

(ii) Les conceptions *épistémologiques* visant soit la réduction à un langage “chosique” universel, soit une unité méthodologique.

Après avoir rappelé les difficultés du réductionnisme physicaliste bien mises en lumière par Hempel (impossibilité d'éliminer les contenus logico-transcendantsaux des théories), il aboutit à la conclusion que le problème de l'unification est en définitive celui, husserlien, du rapport entre une ontologie formelle et un système d'ontologies régionales.

Ici apparaît la question si difficile et si profonde de *l'historicisation* des ontologies.

Comment penser une dimension historique de l'objectivité sans s'engager pour autant dans un scepticisme relativiste ? Il faut comprendre comment l'interprétation de la sémantique catégoriale dans le cadre d'un transcendantalisme grammaticalisé fait des ontologies régionales des *constructions* “storicamente mobile” (p. 486). C'est de là que vient la possibilité de développer ce que Preti appelle fort bien “la dinamica storica della scienza nella sua unità formale” (p.72). Dans cette perspective, l'histoire profonde des sciences apparaît comme une *histoire transcendantale des ontogenèses objectives*, comme une histoire des règles eidético-constitutives elles-mêmes et

“dei parametri fondamentali logico-formali e logico-trascendentali”
(p.77).

Cette synthèse dialectique de la vérité objective des sciences et de leur valeur historique représente un des apports majeurs des traditions épistémologiques italiennes, d'Antonio Banfi et de Giulio Preti jusqu'à Ludovico Geymonat. L'herméneutique mathématique permet de la préciser de la façon suivante.

De nouveau, le problème est celui de la différence entre le formel et le matériel ainsi que celui de la différence entre la dimension logico-syntaxique des théories mathématiques et leur dimension structurale et conceptuelle. Revenons donc un instant, puisque Preti s'en inspire, sur la conception husserlienne du formel et du matériel⁷. Pour Husserl, nous l'avons vu, l'ontologie formelle est une Analytique de l'objet en général corrélée à une Apophantique formelle. En revanche les ontologies régionales sont “matérielles” et caractérisées par des lois d'essence synthétiques a priori. Ces lois sont obtenues à partir de la manifestation sensible au moyen d'une abstraction *idéatrice* qui, chez Husserl, s'oppose drastiquement à l'abstraction *formalisante* dont procèdent les formes catégoriales (les catégories formelles, vides de tout contenu, de l'objet en général). Le formalisme de Husserl tient tout entier dans la thèse fondamentale que seules les lois analytiques issues de l'abstraction formalisante sont mathématisables et que, par conséquent, les lois synthétiques des a priori matériels provenant de l'abstraction idéatrice ne le sont elles-mêmes que dans la mesure où elles sont subordonnées aux lois analytiques de l'ontologie formelle. Ce qui est formalisable dans une loi d'essence matérielle n'est que la *forme pure* de la loi et non pas son contenu

⁷ Pour des précisions, cf. Husserl [1982] et Petitot [1986].

synthétique. Husserl conclut de ce principe de subordination du matériel au formel à une *unité formelle* des sciences car l'Analytique pure qu'est l'ontologie formelle prescrit aux ontologies régionales une législation commune.

Je considère que cette thèse n'est pas tenable et que la véritable unification des sciences doit être accomplie au niveau *matériel*. L'unité formelle n'en est qu'un préalable, une condition nécessaire et non suffisante. En fait, comme l'atteste sans conteste l'histoire de disciplines comme la physique fondamentale, le synthétique a priori est mathématisable en tant que tel et ce sont même les développements mathématiques (conceptuels, structuraux, entre-expressifs, auto-interprétants) des Esthétiques transcendantales régionales qui constituent l'un des principaux facteurs de progrès des sciences. Le synthétique a priori est mathématisable, mais chaque fois à travers des structures mathématiques spécifiques et dans la limite du conventionnalisme à la Poincaré. La subordination généralisée des ontologies régionales à l'ontologie formelle ne fait donc que répéter la réduction généralisée des théories mathématiques à la syntaxe logique de la théorie des ensembles.

La boutade citée plus haut (§1) de Jean Dieudonné trouve en ces matières une grande pertinence. On peut tenter d'élaborer une théorie unifiée des genres littéraires en partant du constat que tout texte est composé de phrases et qu'il existe par conséquent une unité syntaxique (grammaire) et sémantique (lexique). Il est pourtant évident que cette unité n'est pas pertinente et que ce n'est pas à ce niveau que Goethe et Shakespeare dialoguent avec Homère, Dante ou Proust. Comme les mythes de Lévi-Strauss, les oeuvres littéraires “se parlent entre elles” mais à un niveau *ni grammatical ni lexical*, au niveau structural, sémiotique et herméneutique de la *narrativité*. Il en va de même pour les théories scientifiques. Elles “se parlent entre elles” bien au-delà de leur unité formelle. Leur véritable unité est matérielle et porte sur le synthétique a priori. Mais, eu égard à la thèse fondatrice de l'herméneutique mathématique de l'objectivité, le matériel et le synthétique a priori relèvent de la schématisation-construction des catégories régionales. Au-delà de leur unité analytique-formelle, l'unité synthétique-transcendantale des sciences ainsi que leur dynamique historique renvoient par conséquent au problème correspondant de *l'unité* et de *la dynamique historique* des théories *mathématiques* elles-mêmes.

Mais, en ce qui concerne les mathématiques, il existe une réponse à ce problème de

la dialectique de la vérité objective et de la valeur historique. Elle nous est fournie par Albert Lautman⁸. L'unité des mathématiques n'est pas seulement celle, formelle et a-historique, fournie par la logique. Elle est également, et avant tout, celle *d'Idées problématiques* s'incarnant historiquement, à travers une authentique *Dialectique du Concept*, dans des théories mathématiques effectives qui “se parlent entre elles” grâce à leur capacité entre-expressive indéfinie de thématization et d'inter-traduction. Car, chaque fois que des structures mathématiques nouvelles permettent de schématiser et de construire des catégories régionales qui ne pouvaient pas l'être jusque-là, une solidarité ontologique inédite s'établit entre l'ontologie régionale considérée et les autres ontologies régionales où ces structures sont déjà impliquées. Un exemple récent, et spectaculaire, nous est fourni par celui de la construction des catégories du structuralisme en termes de schématisation topologico-dynamique⁹. Celle-ci a permis de faire apparaître des liens fondamentaux et imprévus entre les disciplines structurales (biologie, psychologie cognitive, sémio-linguistique) et les disciplines physiques et thermodynamiques.

Ainsi conçue, l'histoire transcendantale de la constitution mathématique des objectivités implique des transformations progressives de la “géographie” des régions ontologiques par rapport à la “géographie” des domaines phénoménologiques. C'est dire que la différence ontologique entre phénomène et objet est elle-même travaillée dynamiquement par une “historicité” indéfinie.

CONCLUSION.

La pensée forte de Giulio Preti nous parle encore aujourd'hui. Elle nous parle de la science non seulement dans ses contenus techniques mais également *dans sa valeur culturelle*. Ce dont nous avons actuellement le plus grand besoin. Je conclurai sur ce point par une phrase du maître (p.512) :

“La filosofia della scienza (...) come sempre la filosofia, ha per oggetto le forme e le condizioni di una civiltà : in questo caso, *la civiltà delle scienze*”.

⁸ Cf. Lautman [1937-1939] et Petitot [1985a].

⁹ Cf. Thom [1972], [1988] ainsi que Petitot [1985a], [1985b].

BIBLIOGRAPHIE

- BOUVERESSE, J., 1987, *La force de la règle*, Paris, Minuit.
- DAL PRA, M., 1976, Préface à *Preti 1976*.
- DIEUDONNE, J., 1981, Bourbaki et la philosophie des mathématiques, *Un siècle dans la philosophie des mathématiques*, 178-188, Archives de l'Institut International des Sciences Théoriques, Bruxelles, Office International de Librairie.
- GEYMONAT, L., 1985, *Lineamenti di filosofia della scienza*, Milano, Mondadori.
- GRANGER, G.G., 1988, *Pour la connaissance philosophique*, Paris, Odile Jacob.
- HUSSERL, E., 1982, *Ideen II, Recherches phénoménologiques pour la Constitution*, (trad. E. Escoubas), Paris, Presses Universitaires de France.
- KANT, E., 1786, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, Œuvres complètes (G. Hartenstein éd.), IV, 355-462, Leipzig, Voss, 1867.
- LAUTMAN, A., 1937-1939, *Essai sur l'unité des mathématiques et divers écrits*, (M. Loi éd.), Paris, Christian Bourgois, 1977.
- MINAZZI, F., 1986, Dalla "critica della metafisica" alla "metafisica critica", *Quaderni della Antologia Vieusseux*, 5, *Omaggio à Giulio Preti*, (A. Peruzzi, éd.), 51-78.
- PETITOT, J., 1979a, Infinitesimale, *Enciclopedia Einaudi*, V, 443-521, Torino, Einaudi.
- PETITOT, J., 1979b, Locale/Globale, *Enciclopedia Einaudi*, VIII, 429-490, Torino, Einaudi.
- PETITOT, J., 1983, Théorie des catastrophes et structures sémio-narratives, *Sémiotique et théorie des catastrophes, Actes Sémiotiques*, V, 47/48, 5-37.
- PETITOT, J., 1985a, *Les Catastrophes de la Parole. De Roman Jakobson à René Thom*, Paris, Maloine.
- PETITOT, J., 1985b, *Morphogenèse du Sens*, Paris, Presses Universitaires de France.
- PETITOT, J., 1986, *Le "morphological" turn de la phénoménologie*, Document du CAMS, Paris, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- PETITOT, J., 1987a, Refaire le "Timée". Introduction à la philosophie d'Albert Lautman, *Revue d'Histoire des Sciences*, XL, 1, 79-115.
- PETITOT, J., 1987b, Mathématiques et Ontologie, *La Scienza tra Filosofia e Storia in Italia nel Novecento* (F. Minazzi, L. Zanzi éd.), 191-211, Roma, Edizione della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

PETITOT, J., 1987c, Attualità di una teoria della Ragione, *Ragione : Scienza e Morale*, Nuova civiltà delle machine, V, 3/4, 39-48.

PRETI, G., 1976, *Saggi Filosofici*, Firenze, La Nuova Italia.

THOM, R., 1972, *Stabilité structurelle et Morphogenèse*, New-York, Benjamin, Paris, Ediscience.

THOM, R., 1988, *Esquisse d'une Sémiophysique*, Paris, InterÉditions.