

STRUCTURALISME ET PHENOMENOLOGIE :
LA THEORIE DES CATASTROPHES ET LA
PART MAUDITE DE LA RAISON

Jean PETITOT

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

Exposé au Colloque
"Logos et Théorie des Catastrophes"
Cerisy la Salle - 7-17 septembre 1982

1. INTRODUCTION. (1)

De façon ni trop rhapsodique ni trop systématique j'aimerais proposer quelques remarques sur certains aspects de la Théorie des Catastrophes (T.C.) auxquels les scientifiques n'accordent en général que peu ou pas d'importance. Ils ont trait au structuralisme et à la phénoménologie et concernent au premier chef la T.C. *dans sa seconde voie*. Mon hypothèse est qu'ils possèdent une éminente dignité rationnelle, tant scientifique que philosophique, mais une dignité qui se trouve occultée dès que l'on mesure la T.C. à l'aune de ce mixte de positivisme et d'empirisme logique, de conventionalisme et d'opérationalisme, d'applicationisme et de pragmatisme qui constitue l'essentiel de l'épistémologie contemporaine.

Une bonne compréhension de sa seconde voie est nécessaire à une bonne évaluation de la portée ontologique et de la signification rationnelle de la T.C. Or, elle se heurte à de notables difficultés car, elle concerne une opération

spéculative qui échappe aux critères d'adéquation expérimentale, de confirmation/réfutation et de prédictibilité qu'il est devenu commun d'imposer à toute entreprise scientifique de modélisation.

Pour y accéder il est nécessaire de rétablir la mémoire et de renouer avec le souci d'interrogations proprement ontologiques (critico-phénoménologiques au sens kantien et husserlien du terme) que les scientifiques et les philosophes, pour une fois d'accord, se sont accordés à saborder. ^(Cela me paraît impératif) car il est bien étrange que des propositions théoriques qui, on peut le penser avec une quasi-certitude, auraient enthousiasmé un Goethe, un Maxwell, un Riemann, un Cassirer, un Husserl, un Weyl, un Valéry ou un Lautman, fassent désormais autant question. Il y a là une sorte de scandale pour l'esprit que je voudrais contribuer autant que faire se peut à dissiper.

Dans sa première voie, voie que l'on peut appeler réductionniste ou physicienne, la T.C. concerne on le sait l'application de théories mathématiques comme celle de la stabilité structurelle, des déploiements de singularités, des espaces stratifiés et des bifurcations de systèmes dynamiques à des processus dont on suppose les équations dérivables de principes et de lois générales. Dans ce cas on peut, en droit sinon en fait, *déduire* les infrastructures catastrophiques du phénomène considéré : explicitement connues, les dynamiques internes déterminent *causalement* les ensembles catastrophiques se manifestant dans les espaces externes de déploiement.

(1) Pour plus de précisions, Cf. notre Présentation.

Il suffit par exemple de rappeler les remarquables résultats de M. Berry sur les caustiques en optique ondulatoire ou ceux de J.M.T. Thompson sur le flambage élastique. Mais il est clair que, aussi spectaculaires soient-ils, de tels progrès présupposent que soient acquises les conditions de possibilité d'une mathématisation objective des phénomènes. Si donc l'on appelle *problème de la constitution des objectivités* précisément celui des conditions de possibilité d'une implication déterminante des mathématiques dans la réalité empirique, on peut dire que, dans sa première voie, la T.C. est *sans portée constitutive*. Elle enrichit, de façon parfois décisive, une possibilité acquise, celle d'une physique mathématique de la Nature. Elle ne la fonde pas. Elle s'applique à des régions phénoménales qui sont *déjà* constituées dans leur sens d'objet, c'est-à-dire dans l'aperception de leur sens d'être.

Il n'en va plus du tout de même lorsque l'on aborde la seconde voie de la T.C. et ses applications non physiques, que ce soient celles proposées, dans le cadre d'une théorie générale des systèmes "revisited", par Zeeman en psychologie, en psychopathologie, en éthologie ou en sociologie, que ce soient celles, plus spéculatives, proposées par Thom en biologie, en linguistique et en sémiotique. Dans cette voie, que l'on peut appeler *structurale et interprétative* ("herméneutique" comme aime à le dire Thom),

- i) on ne suppose qu'à titre *implicite* l'existence des dynamiques internes génératrices des morphologies (des infrastructures catastrophiques), observées, et
- ii) on cherche à "remonter" de celles-ci jusqu'à *des contraintes* sur celles-là.

C'est évidemment dans cette recherche que des théorèmes comme celui des singularités résiduelles ou celui du déploiement universel ou encore celui d'existence de formes normales et de classification des catastrophes élémentaires acquièrent toute leur importance. L'exemple prototype en reste le célèbre modèle de Zeeman pour l'influx nerveux.

Mais si on la pratique dans le cadre épistémologique des mathématiques appliquées dont l'idéal ^{reste} celui de la *première* voie, une telle méthodologie ne peut que susciter une controverse et se heurter aux critiques suivantes, devenues standard :

- i) ses modèles sont qualitatifs et non quantitatifs ;
- ii) ils sont non prédictifs ;
- iii) ils sont descriptifs et non explicatifs : reflétant la phénoménologie immédiate et manifeste ils ne font que redoubler des descriptions effectuelles en langue naturelle ;

iv) "herméneutiques", ils ne sont ni confirmables ni réfutables.

Apparemment fort pertinentes, ces critiques dérivent de deux préjugés. D'abord de ce que l'on extrapole *analogiquement* à de nouvelles régions d'être une conception de la modélisation valable pour la région physique alors que, pour ces régions, *on ne sait pas au préalable* ce que signifient des termes comme "phénomène", "expérience", "objectivité", "vérité", etc., alors que les phénomènes n'y sont pas au préalable constitués dans leur sens d'objet, dans l'aperception de leur sens d'être, le problème de la constitution de leur objectivité n'étant pas réglé. Ensuite de ce que l'on admet comme allant de soi que, pour être scientifique et objective, toute connaissance doit nécessairement rompre avec *l'apparaître* (avec la manifestation phénoménologique) et avec le rapport d'adéquation descriptive que celui-ci entretient avec la langue naturelle. Mais l'on peut renverser le problème et poser que le "progrès" (qui pour n'être pas que scientifique n'en est pas moins strictement et purement rationnel) représenté par la T.C. dans sa *seconde* voie consiste précisément à montrer *comment l'objectivité mathématisée peut "rejoindre" la manifestation phénoménologique et la description linguistique, à condition que l'on arrive à constituer mathématiquement de nouvelles "couches" d'être, de nouvelles ontologies régionales (au sens de Husserl).*

Telle est l'hypothèse que j'aimerais maintenant développer. Elle me semble être la clef du passage d'un usage modélisateur exact des mathématiques (première voie) à un usage "herméneutique" (seconde voie), ce que dans sa John von Neumann Lecture de 1976 Thom appelait "le statut épistémologique radicalement nouveau" de la T.C. (1). J'insiste sur le fait qu'il ne s'agira ici que de questions philosophiques dont, comme le remarquait Heidegger dans *Qu'est-ce qu'une chose ?*, "la dignité de question est masquée par les résultats et les progrès du travail scientifique" (2).

(1) Thom [1977], p.189.

(2) Heidegger [1962], p.105.

2. MODELISATION, SCHEMATISATION, DESCRIPTION : LES TROIS DIMENSIONS DE LA SECONDE VOIE.

L'accent quasi exclusif mis sur les problèmes d'efficacité de la modélisation a parfois fait oublier l'envoi inaugural de la T.C., à savoir le titre même d'un des articles princeps de Thom *Biologie et Structuralisme* (1). D'emblée (il s'agit de la première phrase), Thom pose la question suivante : "Les recherches structuralistes récentes dans les sciences humaines, telles que la Linguistique et l'Anthropologie, peuvent-elles apporter des méthodes nouvelles pour l'édification d'une science expérimentale comme la Biologie ?". On ne saurait être plus clair. D'emblée l'arc est tendu entre les sciences expérimentales jusqu'ici réductionnistes et le structuralisme théorique, jusqu'ici sémio-linguistique. Thom n'a jamais varié là dessus. Dans un de ses derniers articles, *Darwin, cent ans après*, il affirme par exemple à propos des motifs qu'il y a de s'opposer au darwinisme : "je partage ceux des tenants de ce que l'on pourrait appeler le "structuralisme biologique", cette tradition qui, de Goethe et Geoffroy Saint-Hilaire à d'Arcy Thompson, voit dans le problème du plan général de l'organisme, de la "Morphogenèse" en général, le problème central de la Biologie. Pour les esprits qui adhèrent à ce point de vue, le triomphe du Darwinisme dans le dernier tiers du XIXème siècle, associé à la montée irrésistible de la Génétique, a entraîné la disparition quasi-totale de la problématique de la forme en Biologie. Le dernier carré de résistance - à savoir les embryologistes de tradition classique, les Driesch, les Spemann, les Waddington - ont disparu, faisant place à des Biochimistes..." (2).

Dépasser le réductionnisme physico-chimique vers un structuralisme dynamique se concevant comme une doctrine épigénétique et relationnelle de l'organisation, exige avant tout l'élaboration d'une *théorie* des formes et de leurs transformations. Comme le proclame *Dynamique globale et morphologie locale chez les êtres vivants*, "il est temps de redonner au problème de la forme en Biologie son éminente dignité" (3), et de ne plus le considérer comme *dérivé* par rapport à celui de la matière, même si l'on

(1) Thom [1968].

(2) Thom [1983], p.12 (article paru après le Colloque). Pour le structuralisme en biologie, cf. les articles d'Y. Bouligand et de B. Goodwin dans ce volume.

(3) Thom [1983(a)].

doit évidemment requérir de toute analyse structurale des processus de morphogenèse d'être compatible avec le déterminisme physico-chimique des substrats. Mais pour cela, il faut nécessairement nouer ensemble *trois*

problématiques dont chacune possède son histoire, ses concepts, ses méthodes, ses finalités, son partage disciplinaire et ses institutions propres. C'est dire que la divergence des spécialités,

la sociologie morcelée et polémique des groupes de recherches, ainsi que la lutte pour le pouvoir inhérente à toute politique des sciences - tous facteurs impliqués par la soumission de la pensée à l'impératif productiviste de la division du travail - constituent autant d'obstructions quasi-insurmontables à la compréhension d'une telle approche.

La première problématique est celle de l'émergence des morphologies hors des substrats, celle de l'(auto)organisation de la matière, ^{de} sa structuration. Elle concerne essentiellement la première voie de la T.C. et a fait, on le sait, l'objet d'un développement spectaculaire ces quinze dernières années (1). Mais, même s'il se trouve être ainsi solidaire d'applications scientifiques ^(et incontestables) fécondes ^{de mathématiques} profondes et sophistiquées, le renouveau structuraliste proposé par René Thom ne s'y réduit pas. En effet, comme cela est manifeste chez tous les maîtres du structuralisme sémio-linguistique, que ce soit Saussure, Husserl, Jakobson, Tesnière, Hjelmslev, Benveniste, Levi-Strauss ou Greimas, le structuralisme est un *rationalisme* (et non un empirisme) fondé sur un principe d'*autonomie ontologique* de la forme par rapport à la substance - sans se réduire pour autant à un simple holisme idéaliste (la matière amorphe informée par l'action en elle d'essences idéales). Comme doctrine épigénétique et relationnelle de l'organisation, il postule que les morphologies et les structures ne se réduisent pas à du physico-chimique "complexe" mais relèvent d'un niveau de réalité autonome possédant ses a priori, ses principes, ses contraintes, sa syntaxe et ses lois propres. Il postule en conséquence qu'il existe des concepts spécifiquement structuraux construits à partir de concepts *primitifs* que, en tant que concepts purs et a priori caractéristiques d'une ^(ontologie) régionale spécifique, il est légitime d'appeler les *catégories* du structuralisme. Conçues comme prédicats ontologiques, ces catégories déterminent un sens d'être (un sens noématique selon Husserl), une aperception transcendant-

(1) Cf. également, lorsqu'ils paraîtront, les deux autres Colloques consacrés par le Centre de Cerisy à ce thème : *L'Auto-organisation* et *Temps et Devenir* (sur les structures dissipatives et la thermodynamique de non équilibre).

tale, une objectivité dont l'essence était, jusqu'ici, purement sémio-linguistique (non physique). Le structuralisme catastrophiste vise donc la synthèse (inouïe il faut bien le dire) entre, d'un côté, des modèles mathématiques de la morphogenèse, c'est-à-dire des applications de mathématiques spécifiques à des phénomènes naturels d'un certain type, et, d'un autre côté, des contenus catégoriaux permettant de subsumer des "phénomènes" d'un tout autre ordre de réalité. C'est dans cette *bimodalisation de l'objectivité* qu'il rejoint sa signification rationnelle et trouve sa portée ontologique.

Mais, pour être scientifique, une telle synthèse présuppose que l'on sache assigner un contenu mathématique explicite aux catégories structurales et aux concepts qui en dérivent. En effet, ainsi que Thom l'affirme dans *Formalisme et Scientificité*, "l'idéal méthodologique en science passe par l'élimination [du sémantisme] des concepts" (1). Or, bien qu'évident depuis toujours en physique et en particulier dans la physique moderne (2), cet impératif fondamental de "géométrisation du concept" est en général fort mal compris dans les sciences humaines, qui s'accommodent fort bien de théories purement conceptuelles-descriptives. Il concerne non pas le rapport entre mathématiques et phénomènes (i.e. les procédures et les techniques de modélisation) mais celui *entre mathématiques et catégories* ; non pas celui entre mathématiques et réalité empirique, mais celui *entre mathématiques et aperception*. Pour le distinguer de la modélisation, j'ai proposé de lui réattribuer le nom que Kant lui donnait (évidemment dans un tout autre contexte), à savoir celui de *schématisation* : l'on modélise des phénomènes mais l'on schématise des concepts en substituant à leur sémantisme une construction mathématique explicite. La science n'est pas un jeu à deux entre mathématiques et expérience, mais un jeu à trois entre mathématiques, concepts purs a priori (obtenus non inductivement) et expérience. Kant, et après lui Husserl l'ont irrévocablement établi : un phénomène n'est *objet* d'expérience que si sa manifestation empirique est ramenée synthétiquement à l'unité catégorialement déterminée d'une aperception (d'un sens noématique) définissant son sens d'être et son essence objective. Ainsi que l'énonce superbement Husserl dans les *Ideen II* qui viennent d'être traduites, "une théorie bien fondée ne peut rien faire d'autre que de déterminer sous forme prédicative, dans la pensée médiate, ce que l'intuition donatrice originaire (dans notre cas, l'expérience)

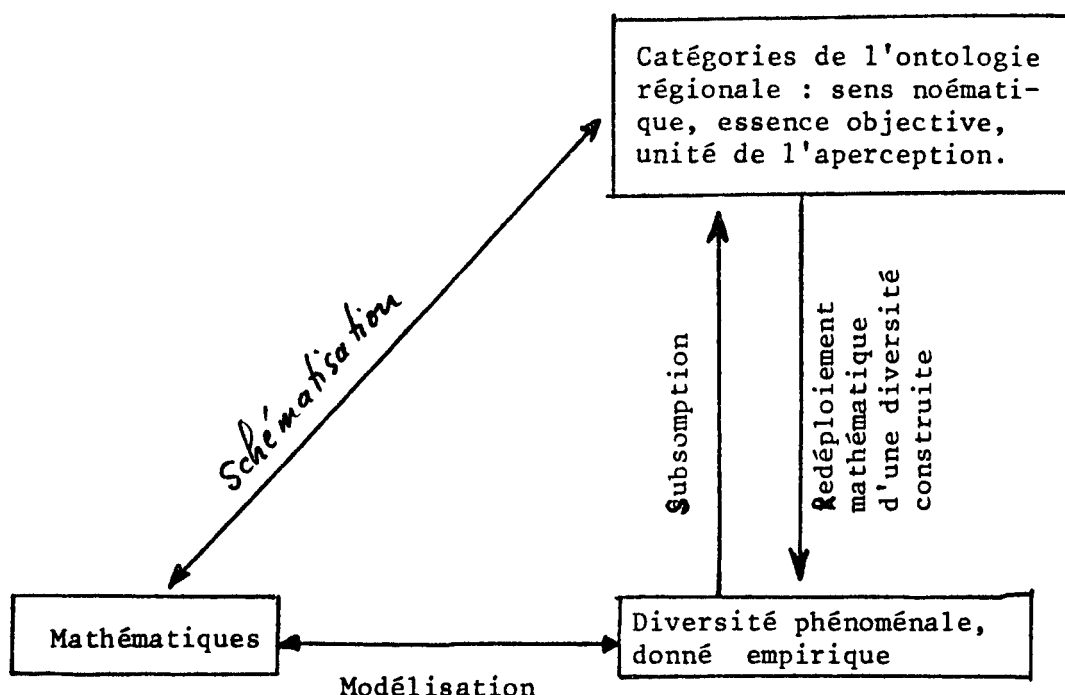
(1) Thom [1978], p.177.

(2) Cf. les exposés de G. Lochak et de G. Chatelet dans ce volume.

a tout d'abord posé d'une manière simple comme un étant et, ce faisant, comme un étant d'un "contenu" ou d'un sens déterminé (...). Ainsi se dessine une règle universelle concernant l'élucidation fondamentale, qui est valable pour tous les concepts régionaux - donc pour tous les concepts qui enclosent le domaine objectal d'une ontologie régionale (et partant, de toutes les disciplines particulières et empiriques de la sphère régionale concernée). (...) Il s'agit [non pas de procéder empiriquement] mais *d'examiner dans l'intuition éidétique, l'essence de ce qui fait l'objet de l'expérience en général et en tant que tel*, tel qu'il se montre dans une expérience quelconque, (...) afin de saisir alors par l'intuition, dans le développement des intentions qui résident par essence dans une telle expérience, le sens de ce qui fait l'objet de l'expérience en tant que tel - c'est-à-dire le sens du genre d'objectivités régionales qui est ici en question - et de l'exprimer dans une analyse et une description rigoureuse" (1). Si l'on admet ce credo critique - et, quant à moi, je ne vois pas comment les sciences non physiques peuvent prétendre encore différer le moment de leur constitution transcendantale - le problème formel central de toute science originale dans son principe et rationnellement fondée (i.e. légitimée a priori) *devient d'arriver à redéployer en modèles la subsomption de la diversité phénoménale sous l'unité catégoriale d'une aperception*. Il est d'arriver à dériver du *séantisme* catégorial une diversité *construite* pouvant être comparée à la diversité *empirique*. Et c'est précisément parce que, contrairement à ce qu'affirment les positivistes et les empiristes logiques, les catégories sont "a priori", i.e. obtenues *autrement que par induction et par abstraction*, que la possibilité effective de leur faire rejoindre adéquatement la manifestation empirique dans sa diversité est toujours un "miracle".

Or c'est précisément à ce "redéploiement" des concepts que servent les mathématiques avec leur générativité intrinsèque. Comme Lautman l'a admirablement montré, dans une conception rationaliste de l'objectivité, les mathématiques ne se rapportent pas directement aux phénomènes mais seulement indirectement, à travers les catégories sous lesquelles ceux-ci se trouvent subsommés. Principe que j'appelle la règle d'or critique : *la modélisation doit se factoriser à travers une schématisation*. Ce n'est que de cette façon que l'on peut unifier la confirmation/réfutation expérimentale des modèles (justification a posteriori) avec leur fondation rationnelle (justification a priori).

(1) Husserl [1982], p.138.



Il y a là une vaste problématique philosophique sur laquelle je ne m'étendrai pas ici (1). Qu'il me suffise d'indiquer que chez Thom les *modèles* mathématiques de phénomènes critiques, de morphogenèse, d'(auto) organisation et de régulation (première voie de la T.C.) sont également des *schèmes* pour les catégories du structuralisme (seconde voie). Le transfert des concepts structuraux aux sciences expérimentales de l'organisation s'y double donc naturellement, *dans l'autre sens*, d'une mathématisation *dynamique* du structuralisme qui est "conforme aux choses mêmes" (i.e. à son essence régionale) et qui permet à ce dernier d'échapper (enfin) au formalisme. Autrement dit, *l'extension de l'ontologie régionale physique se corrèle à la constitution d'une nouvelle ontologie régionale, l'ontologie structurale* et si la biologie se trouve au cœur du débat c'est tout simplement parce que, dans ce nouveau partage rationnel, l'objet biologique devient *ontologiquement bimodal*.

Ceci dit, il existe une troisième dimension ^{problématique} du structuralisme catastrophiste, que j'appellerai celle de *la question phénoménologique* et sur laquelle je reviendrai plus bas. Catastrophiquement interprétées, les morphologies en lesquelles se résout la structuration qualitative des états de choses cons-

(1) Pour quelques précisions, Cf. Petitot [1982] et [1983].

tituent en effet les infrastructures de la *manifestation* des phénomènes, le *corrélat objectif* de leur appréhension et de leur description par le complexe perception-langage. Leur objectivation conduit donc naturellement à la question du *contenu objectif des descriptions effectuées en langue naturelle*. Or l'idée d'une *objectivité* (purement phénoménologique) de la langue bouleverse nombre de nos idées reçues puisque l'on a toujours admis qu'un des critères de la scientificité était précisément la *scission* entre l'explication théorique (mathématique) de l'être objectif et la description linguistique de la manifestation sensible.

3. LE STRUCTURALISME DYNAMIQUE COMME VITALISME METHODOLOGIQUE.

3.1. Les principes de la méthodologie catastrophiste.

La solidarité irréductible des trois problématiques du structuralisme catastrophiste, celle de la modélisation des processus de morphogenèse, celle de la schématisation des catégories structurales et celle de la question phénoménologique, est manifeste dans nombre de textes de Thom et commande me semble-t-il sa "philosophie". Citons à nouveau par exemple *Biologie et Structuralisme*. "Bien que l'entreprise structuraliste n'ait abouti, jusqu'à présent, que dans un très petit nombre de cas (Linguistique, Anthropologie), on ne saurait sous-estimer son importance dans l'histoire générale des Sciences. Elle représente sur le plan qualitatif l'homologue du célèbre "Hypotheses non fingo" de Newton. On se propose en effet, dans l'optique structuraliste, non pas d'expliquer une morphologie à l'aide d'éléments empruntés à une autre théorie supposée plus fondamentale, ou plus élémentaire [réductionnisme], mais simplement d'améliorer la description formelle de la morphologie empirique [objectivité des descriptions], en mettant en évidence ses régularités, ses symétries cachées, en exhibant son caractère global par la description d'un processus formel qui l'engendre axiomatiquement" (1).

Il est clair que, pour être applicable, ce point de vue présuppose que l'on puisse identifier "phénomène" et "morphologie" et que, pour être opératoire, il présuppose que l'on puisse accéder à une idéalisation mathématique de la notion primitive de morphologie. Ce qu'expriment - une fois reconnue par l'oeil de l'esprit (par l'imagination schématisante) la valeur phénoménologi-

(1) Thom [1968], p.142.

que des concepts *mathématiques* de singularité, de déploiement, de bifurcation, etc. - les trois postulats de la T.C. :

- i) toute science est l'étude d'une phénoménologie ;
- ii) tout phénomène peut être considéré comme une morphologie ;
- iii) toute morphologie se manifeste à travers un ensemble de discontinuités qualitatives sur un espace substrat.

On cherchera donc d'abord à décrire les morphologies du corpus empirique considéré à l'aide d'un atlas fini de champs morphogénétiques ou de chréodes (pour tenir compte de l'évolution temporelle) et ensuite à décrire la "syntaxe multidimensionnelle" des chréodes conditionnelles (i.e. les associations stables de chréodes) afin de rendre compte *sur un plan purement morphologique* des notions d'ordre et de hiérarchie.

A partir de là les quatre principes méthodologiques du structuralisme catastrophiste deviennent transparents.

a) *Le principe de relèvement phénoménologique et de réduction des dynamiques internes.*

Au lieu de chercher à dériver de lois physiques explicites la dynamique interne génératrice de la morphologie externe observée, on se borne nous l'avons vu, à la postuler à titre implicite et l'on cherche à remonter de la morphologie externe à des contraintes sur elle. "L'essentiel de la méthode préconisée dans cet ouvrage consiste à admettre *a priori* l'existence d'un modèle différentiel sous-jacent au processus étudié et, faute de connaître explicitement ce modèle, à déduire de la seule supposition de son existence des conclusions relatives à la nature des singularités du processus"(1). On remarquera que ce principe *inverse* l'orientation naturelle de toute explication physique qui va des principes généraux et des lois aux dynamiques internes et de celles-ci à la phénoménologie. "L'idée essentielle proposée ici est que les [processus de morphogenèse] sont en fait déterminés par une dynamique sous-jacente, qu'en général il sera impossible d'expliciter. (...) On pourra dans une certaine mesure, classifier et prévoir les singularités de la morphogenèse du système, même sans connaître, ni la dynamique sous-jacente, ni la dynamique d'évolution macroscopique (...). En fait, dans la plupart des cas, on procèdera en sens inverse ; *de l'examen macroscopique de la morphogenèse d'un processus, de l'étude locale ou globale de ses singularités, on s'efforcera de remonter à la dynamique qui l'engendre*" (2). Dans les bons cas,

(1) Thom [1972], pp.23-24.

(2) Thom [1980(a)], p.101.

les contraintes imposées par la phénoménologie sont telles qu'elles permettent même de reconstruire, du moins localement et qualitativement, une dynamique génératrice de complexité minimale dont on peut alors affirmer que la dynamique réelle est une complexification phénoménologiquement non pertinente.

Il y a dans ce cas possibilité de *réduction* (locale) de la dynamique interne. Visant "une classification analogique de la situation dynamique qui est supposée engendrer la morphologie expérimentale" (1), les modèles structuraux de la T.C. sont donc par définition des modèles qui réintègrent l'apparaître dans l'être, des modèles descriptifs de compréhension qui sont identiquement des modèles mathématiques d'explication.

b) *Le principe de neutralité ontologique.*

"Un des intérêts essentiels de la méthode des modèles locaux ici préconisée, est qu'elle ne préjuge en rien de la nature ultime de la réalité ; même si cette dernière devait se révéler à l'analyse d'une complexité défiant toute description, seuls certains de ses aspects entrent finalement dans la description macroscopique, ceux qui déterminent les paramètres "observables" du système" (2). Ce principe est assez analogue au principe de neutralité ontologique qui gouverne l'*époché* husserlienne. Mais il faut bien voir que, étant donné l'équivalence entre la modélisation du niveau morphologique-structural dans les sciences de la nature et la schématisation des catégories structurales dans les sciences sémio-linguistiques, ce principe qui est un principe de neutralité relativement à l'ontologie régionale physique est au contraire un principe constitutif relativement à l'ontologie régionale structurale.

c) *Le principe d'hylémorphisme ou d'indépendance par rapport au substrat.*

L'ambition de la T.C. est, on le sait, de "créer une théorie de la morphogenèse *in abstracto*, purement géométrique, *indépendante du substrat des formes et de la nature des forces qui les créent*" (3). "Dans la théorie des catastrophes, il y a une exigence de synthèse qui, dans une certaine mesure, reprend l'héritage de la vieille *Naturphilosophie*.(...). La théorie des catastrophes élémentaires est en quelque sorte une théorie [locale] du substrat le plus général, du substrat indifférencié, je dirai de la *materia*

(1) Thom [1972], p.20.

(2) Ibid. p.23.

(3) Ibid. p.24.

prima des scolastiques" (1). C'est certainement ce principe qui est le plus choquant pour l'empirisme et le positivisme. "L'idée essentielle de notre théorie, à savoir qu'une certaine compréhension des processus morphogénétiques est possible sans avoir recours aux propriétés spéciales du substrat des formes, ou à la nature des forces agissantes pourra sembler difficile à admettre, surtout de la part d'expérimentateurs habitués à tailler dans le vif, et continuellement en lutte avec une réalité qui leur résiste" (2). "On peut y voir [dans ce principe local] une résurgence du schéma aristotélien de l'*hylémorphisme* : la matière aspirant à la forme. Cet idéalisme sous-jacent explique dans une large mesure les réticences rencontrées chez les Biologistes devant les modèles embryologiques de la T.C." (3). Ces réticences sont dues en grande partie à la tradition physique qui a imposé le primat ontologique de la force sur la forme. "Or il n'y a aucune raison de penser que la force ait en principe un statut ontologique plus profond que celui de la forme" (4).

Bien qu'apparemment choquant, le principe d'hylémorphisme est constitutif pour la seconde voie de la T.C. Réhabilitant la causalité *formelle* au-delà de la causalité matérielle, il affirme que, *comme tout ordre de réalité*, l'ordre morphologique-structural est contraint par un *eidos* mathématique, par des idées platoniciennes - en l'occurrence des "lois de la forme" - que la "nature" est "obligée" de réaliser. Insistons sur le fait qu'il n'est valable que *localement*, l'intégration des accidents locaux en une structure globale stable redonnant tous leurs droits aux dynamiques internes réelles et spécifiques, non réduites, i.e. à la "matière". "La matière impose souvent des contraintes supplémentaires de rigidité, de symétrie, d'invariance de certains volumes, etc. et, suite à ces contraintes, la théorie des singularités se trouve modifiée". "L'apparence macroscopique globale, la forme au sens usuel du terme, provient de l'agrégation d'un grand nombre d'accidents locaux ; et la statistique de ces catastrophes locales, les corrélations qui régissent leur apparition au cours d'un processus donné, sont déterminées par la structure topologique de la dynamique interne. (...). C'est par la richesse topologique des dynamiques internes, leur caractère plus ou moins intégré, que s'explique finalement la diversité presque infinie des apparences du monde extérieur" (5).

(1) Thom [1980(d)].

(2) Thom [1980(a)], p.10

(3) Ibid., p.87.

(4) Thom [1980(d)]

(5) Ibid.

i) *Le principe de stabilité structurelle.*

Le principe est un *a priori* de l'existence des phénomènes. On peut le considérer comme un *principe de raison* (non causal) pour l'ordre de réalité morphologique-structural.

3.2. Le vitalisme "revisited".

On a souvent reproché à Thom son vitalisme, et il est vrai qu'il n'a jamais hésité à provoquer les biologistes sur ce terrain. Il affirme par exemple dans *Stabilité Structurelle et Morphogenèse* : "des deux points de vue traditionnellement opposés en Biologie, le point de vue vitaliste et le point de vue réductionniste, c'est, contrairement à l'opinion courante, le point de vue réductionniste qui est métaphysique, car il postule une réduction des faits vitaux à la pure Physico-chimie qui n'a jamais été établie expérimentalement. Au contraire, le vitalisme s'appuie sur l'ensemble impressionnant des faits de régulation et de finalité qui couvrent la presque totalité des activités vitales" (1). Mais il faut bien voir que le vitalisme ici invoqué est :

- i) méthodologique et géométrique,
- ii) compatible au déterminisme physico-chimique local des substrats,
- iii) strictement structural,

et qu'il n'a donc plus grand chose à voir avec le vitalisme naïvement idéaliste qui sert au réductionnisme de repoussoir pour éluder la problématique structurale. Le point étant particulièrement important, je rappelle les positions essentielles de Thom à ce sujet.

Selon Thom, le problème central de la biologie - problème remontant au débat historique ayant opposé Geoffroy Saint-Hilaire et son principe de connexion spatiale à Cuvier et à son principe de corrélation fonctionnelle - est d'arriver à intégrer les mécanismes métaboliques cellulaires locaux en un tableau cohérent de la dynamique globale de l'organisme. Il est d'arriver à traduire en contraintes pour une générativité des formes les principes *a priori* de localité (la structure comme système de connexions : Geoffroy) et de finalité (le contrôle des corrélations par la synergie fonctionnelle globale : Cuvier). Dans le schématisme catastrophiste, l'*a priori* de localité se trouve traduit par la contrainte de *stabilité structurelle* impliquant la généricité des bifurcations des régimes locaux (des "transitions de phases" métaboliques) et l'*a priori* de finalité par l'attribution d'une *signification*

(1) Thom [1972], p.166.

fonctionnelle à la différenciation cellulaire, autrement dit par une interprétation fonctionnelle *exprimée en langue naturelle* de la topologie des attracteurs des dynamiques métaboliques locales. C'est ce dernier principe qui semble faire le plus problème pour les biologistes car c'est en lui que se concentre le "néovitalisme" de la T.C. Il est pourtant assez naturel si l'on remarque avec Thom qu'il est impossible, *pour des raisons de principe*, d'accéder en biochimie à des descriptions explicites exactes et fondamentales et cela pour deux raisons :

- i) parce que les systèmes différentiels de la cinétique chimique métabolique sont des systèmes non linéaires énormes manifestant certainement tous les subtils phénomènes de complexité et de chaos que manifestent déjà les systèmes non linéaires simples (attracteurs étranges, sensibilité aux conditions initiales, etc.) (1) ; et
- ii) parce que la catalyse enzymatique dépend de la configuration tertiaire des protéines.

Cette impossibilité impose, par substitution d'une "herméneutique" à une modélisation scientifique exacte, d'en revenir à une *description structurale "linguistique" du métabolisme*, par exemple, comme l'admettent tous les biologistes, en termes de "cybernétique" et de théorie des systèmes (2)

C'est là que nous rencontrons l'obstacle épistémologique qui, concernant *l'aperception* du vivant, se trouve au cœur de la controverse. Pour mieux le mettre en perspective autorisons-nous de l'exemple de la physique pré-galiléenne et prénewtonienne. Pour cette physique qui était une métaphysique de la nature, la mathématisation du mouvement (avec tous les paradoxes de l'infini dégagés à l'époque de la Renaissance) constituait le problème central, problème *aporétique* faute d'outils mathématiques appropriés (absence du calcul intégral-différentiel). On s'en tirait alors par un mixte d'observation et de cosmologie formelle arithmético-géométrique (harmonie des sphères, solides platoniciens, etc.) en postulant que, par une sorte d'harmonie pré-établie, la nature était toute prête à "incarner" la cosmologie formelle. Il en va dans une certaine mesure de même actuellement en Biologie. Le reproche que Thom lui adresse est de ne pas admettre que son problème central - *aporétique* faute d'outils mathématiques appropriés - concerne la morphogenèse, ou, plus précisément, de résoudre ce problème "métaphysiquement" en postulant

(1) Cf. les exposés de M. Berry, D. Ruelle et M. Farge dans ce volume.

(2) Sur les modèles de théorie des automates en Biologie, cf. par exemple Petitot [1977].

que, par une sorte d'harmonie préétablie, la matière vivante est toute prête à "incarner" une cybernétique purement *formelle*, alors que, au contraire, tout le problème est d'arriver à comprendre comment peuvent "émerger" du substrat biochimique et de ses dynamiques locales métaboliques des structures qui, une fois stabilisées dans leur activité fonctionnelle, deviennent susceptibles de la description "linguistique" qu'est la modélisation systémique. Thom a toujours été catégorique sur ce point : "l'approche purement technologique de la Cybernétique laisse intact (...) le mystère de la genèse de l'être vivant et de son développement au stade embryonnaire et juvénile" (1). Ce genre de théorie (comme celle, par exemple, des automates autoreproducteurs de von Neumann) "soulève de très graves difficultés dès qu'on veut passer du schématisme abstrait à une réalisation matérielle dans l'espace-temps" (2). Il n'est valable "que pour des mécanismes partiels, tout montés, et en pleine activité fonctionnelle". "[Il] ne saurait en aucun cas s'appliquer à la structure globale des êtres vivants, à leur épigénèse et à leur maturation physiologique" (3). Il faut donc, pour accéder à une conception *synthétique* (moniste) des êtres vivants, arriver à engendrer les cinématiques formelles des descriptions systémiques à partir des dynamiques métaboliques sous-jacentes et, pour cela, comprendre de façon générale *comment des descriptions structurales et "linguistiques" peuvent être associées à des bifurcations de systèmes dynamiques, à des singularités de processus, à des phénomènes critiques*, ce qui nous ramène tout naturellement et inéluctablement au nœud des trois problématiques de la seconde voie de la T.C.

Le "vitalisme" géométrique et méthodologique de la T.C. n'a donc rien d'un holisme idéaliste. C'est un structuralisme scientifique, mathématique et rationaliste, ayant pour les disciplines empiriques et expérimentales de la sphère structurale, la même valeur que la "coupure" galiléenne pour la sphère physique. Son propos est de ramener à une *racine morphologique commune* le biochimique et le cybernétique. "Ecartelée entre ces deux modèles, le modèle atomique ou réductionniste d'un côté, le modèle cybernétique de l'autre, tous deux visiblement insuffisants, la Biologie théorique pourra-t-elle sortir de l'impasse ? Le seul espoir d'en sortir est de reconnaître qu'il n'y a pas de hiatus entre les deux types de systèmes, et qu'on peut les plonger dans une famille continue qui les relie

(1) Thom [1980(a)], p.178.

(2) Ibid.

(3) Thom [1972], p.207.

tous les deux. Ceci obligera à renoncer - au moins provisoirement - à ce qui fait l'attrait des deux modèles : l'aspect quantitatif et calculable du premier, l'aspect diagramme-cybernétique du second. Il faut revenir à cela seul qui reste commun aux deux types de systèmes, c'est-à-dire leur extension spatiale, leur morphologie" (1).

Je rappelle les points essentiels de cette conception morphologique-structurale.

i) Au départ il y a la notion de modèle métabolique ou sémantique c'est-à-dire d'une dynamique interne (complexe, non réduite) se déployant dans un substrat de façon "canalisée", par paliers, de strates en strates, en y engendrant par des transitions de phases généralisées des différenciations morphogénétiques. La dynamique interne est celle de la cinétique biochimique du métabolisme cellulaire (compatibilité au déterminisme physico-chimique) et le rapport dynamique interne/morphologie externe est assimilé à un rapport *d'expression* entre une sémantique et une syntaxe (modèle sémio-linguistique de l'embryogenèse et de la régulation).

ii) Localement, on réduit la dynamique interne à une dynamique minimale par une sorte de moyennage thermodynamique sur les attracteurs. On passe ainsi de modèles sémantiques globaux à des modèles statiques locaux de chréodes. "Il est bon de postuler *a priori* qu'il n'y a rien de plus dans une chréode que ce qu'on peut y déceler phénoménologiquement, c'est-à-dire son ensemble de points catastrophiques, et de procéder à l'analyse dynamique de la chréode qui soit la plus économique (*conservative* comme on dit en anglais). Dans cette optique, la *signification* d'une chréode n'est autre que la structure topologique des catastrophes qu'elle contient et éventuellement l'analyse dynamique qu'on peut en faire, qui conduit à définir le centre organisateur de la chréode"(2). Par retour du local au global, les dynamiques internes non réduites rendent compte de la synthèse dynamique et de la combinatoire *intrinsèque* agrégeant entre elles les chréodes. Mais une telle approche des modèles sémantiques globaux ne suffit pas à rejoindre le contenu finaliste de la notion waddingtonienne de *paysage épigénétique* (qui explicite celle de régulation globale). Il y faut une hypothèse supplémentaire.

iii) Comme nous l'avons vu, cette hypothèse, qui a pour fonction de concilier le principe de connexion de Geoffroy Saint-Hilaire et le principe de corrélation fonctionnelle de Cuvier, consiste à attribuer à la *topologie* d'un

(1) Thom [1980(a)], p.145.

(2) Thom [1972], p.125.

attracteur déterminant un régime métabolique local *une signification fonctionnelle et régulatrice* pour le tissu (la phase biochimique) correspondant. Elle permet de faire équivaloir différenciation et spécialisation fonctionnelle.

iv) Cette hypothèse est la conséquence d'une autre, authentiquement "vitaliste" et structurale, selon laquelle le métabolisme local d'une cellule germinale (qui se déploie au cours de l'embryogenèse en une cascade de transitions de phases biochimiques) *simule la figure de régulation globale* de l'organisme complet dans son unité fonctionnelle, figure constituant selon Thom le véritable patrimoine génétique. Il y aurait donc "un isomorphisme relativement strict entre les grandes "phases" biologiques (i.e. les grandes différenciations cellulaires) et les types qualitatifs d'espaces intervenant dans la régulation globale" (1), "la gamétogenèse s'interprétant - à l'échelle de l'organisme - comme le retour du métabolisme cellulaire au "centre organisateur" de la structure de régulation" (2). Avant la fécondation, cette structure dynamique globale se trouve "cristallisée" en structures macromoléculaires nucléaires et cytoplasmiques qui en "codent" l'information. Après la fécondation, "avec le déblocage de nombreux degrés de liberté biochimiques, la mise en route de nombreux cycles de réactions" (3), elle se reconstitue. Si donc les modèles catastrophiques de différenciation ont bien pour principal intérêt de rendre l'approche morphologique compatible à un déterminisme physico-chimique local, ils rompent ^(néanmoins) avec l'idée réductionniste que ce déterminisme engendre *causalement* la morphologie et la régulation. Il existe pour Thom des *a priori* de la régulation qui se trouvent biochimiquement *réalisés* et non pas biochimiquement *causés*. Cette "réalisation" constitue la composante *finaliste* des organismes, mais dans la mesure où elle s'est trouvée fixée au cours de l'évolution, elle ne relève plus désormais que d'un simple déterminisme physico-chimique.

v) Dans les organismes complexes, la régulation s'exprime à travers l'organogenèse qui, en localisant des fonctions "initialement labiles sur un tissu partout compétent" dans "des organes fixes, à structure héréditairement transmise", transforme "la régulation thermodynamique, essentiellement différentiable, en une régulation génétique qui fait intervenir de manière discontinue des mécanismes biochimiques de contrôle héréditairement transmis par des

(1) Thom [1980(a)], p.148.

(2) Ibid. p.149.

(3) Thom [1972], p.218.

structures moléculaires spécialisées" (1). Le rôle coordinateur du système nerveux est alors de reconstituer les champs fonctionnels primitifs rompus par les catastrophes de l'organogenèse.

vi) La caractéristique de la prédation est d'être une régulation s'effectuant à travers *une catastrophe à actants*. Elle exprime la contradiction "dialectique" de devoir concilier la persistance de l'ego avec la périodicité d'actions mettant en jeu d'autres actants que l'ego.

vii) L'hypothèse fondamentale est alors que de telles catastrophes à actants réalisent, *convertissent*, sous forme d'interactions actantielles génétiquement programmées la signification fonctionnelle des tissus différenciés par les catastrophes de l'embryogenèse. C'est elle qui justifie cette analogie, que beaucoup ont considérée comme scandaleuse, entre la différenciation triploblastique dans la gastrulation et la structure syntaxique de la phrase transitive munie de sa sémantique canonique de capture. La conversion signifie que les significations fonctionnelles *internes* du métabolisme se trouvent *externalisées* sous forme d'interactions spatiotemporelles entre actants.

viii) La règle de cette conversion est donnée par l'organogenèse : chaque feuillet embryologique se convertit en l'élément (actant ou verbe) associé dans la catastrophe de régulation aux organes qu'il fabrique au cours de l'organogenèse.

ix) L'existence de régulations par catastrophes à actants exige que le schème biactantiel de la capture actualisé dans un processus concret de prédation *préexiste* à ses actualisations concrètes, autrement dit, qu'il existe une proie en quelque sorte générique et "virtuelle" *constitutive* du psychisme du prédateur. On retrouve ici l'idée classique *d'objets intentionnels internes immanents* à la subjectivité. Cela revient à définir le prédateur comme un "sujet" intentionnel de manque aliéné dans l'image "fantasmatique" de la proie. La perception d'un objet réel sur lequel peut se projeter l'objet interne fonctionne alors comme une "catastrophe" de perception réintégrant le prédateur dans son identité et déclenchant un programme neuromoteur de capture.

x) Ce rapport "dialectique" entre sujet de manque et objet intentionnel interne exprime le fait que, dans une catastrophe de régulation à actants, les actants *se définissent réciproquement*, leur couplage étant présent dans

(1) Thom [1972], p.230.

chacun des psychismes. Il se double dans le modèle minimal qu'est le modèle du cusp, du phénomène typique de *confusion des actants* (le prédateur affamé "est" sa proie) qui est un phénomène d'*identification*. Dans une conception 'dialectique' de l'identité, l'identification prime l'identité (reprise du principe structural selon lequel la différence prime l'identité). Comme le dit Thom, il existe une aliénation primitive. On voit que nous sommes ici assez proches de la métapsychologie freudienne.

xi) Dans l'hypothèse précédente (sur la conversion externalisant les significations fonctionnelles en actants d'une catastrophe de régulation) c'est la proie comme objet interne qui intervient. Mais d'autre part, le processus ne peut être effectif que si une proie externe est reconnue comme telle à travers une catastrophe de perception déclenchant un programme de capture. Or, elle l'est soit à partir de signaux, d'indices, soit à partir de sa forme et de ses caractères figuratifs. D'où la problématique de la *prégnance* et de la *saillance*.

xii) La proie est une forme prégnante, mais comme il est difficile de faire l'hypothèse que le génome code pour une forme, on est conduit - suivant un geste qui n'est pas sans rappeler le geste freudien ayant distingué la pulsion de l'objet de la pulsion - à distinguer les prégnances et les formes saillantes sur lesquelles elles viennent s'*investir*. La prégnance a pour corrélat l'objet intentionnel interne et sa source est le champ fonctionnel que convertit actantiellement ce dernier.

xiii) La prégnance diffuse donc en s'investissant dans des objets saillants et c'est la circulation de ces objets qui en détermine les parcours.

xiv) On peut alors faire l'hypothèse que le rapport entre une prégnance et son objet interne corrélatif est lié à l'*image mentale du corps propre*, c'est-à-dire à l'impossibilité de subjectiviser la structure de son propre organisme. Les champs fonctionnels associés aux régulations par catastrophes à actants seraient, pour reprendre l'image de Thom, des sortes de "trous noirs" psychiques, des représentations *inconscientes*, sources de prégnance.

3.3. La schématisation du concept d'Entéléchie.

Historiquement et philosophiquement parlant, le conflit entre réductionnisme et structuralisme (entre mécanisme et vitalisme) remonte à Kant, qui, dans la *Critique de la faculté de juger téléologique* (seconde partie de la troisième Critique) explique pourquoi, dans le cadre juridico-transcendental établi par la première Critique, l'objet biologique caractérisé par son (auto)

organisation, par sa régulation et par sa reproduction (finalité interne) ainsi que par son adaptation (finalité externe) relève nécessairement de deux "maximes" du jugement, de deux principes heuristiques pour sa compréhension, d'une part la maxime causaliste, objective, du jugement *déterminant* et d'autre part la maxime finaliste, non objective, du jugement *réfléchissant*. Pour Kant, ce conflit qui ne devient une véritable antinomie de la Raison que si l'on prétend faire de la finalité - i.e. du concept d'organisation - un concept objectif, est irréductible. Il faut en chercher l'origine *dans la contingence morphologique des formes naturelles*. Dans des pages admirables, Kant explique en effet que puisque la connaissance scientifique culmine dans la catégorie ^{de} *nécessité* - Thom dirait dans la réduction de l'arbitraire des descriptions - si l'explication "mécaniste" du vivant était effective, elle devrait faire apparaître de la nécessité (des lois de la forme) derrière la contingence morphologique, *elle devrait pouvoir la réduire par le formalisme génératif de la géométrie et du calcul différentiel* (c'est-à-dire par les mathématiques associées à la schématisation des catégories de l'objectivité). Mais cela présupposerait l'existence d'une *géométrie en quelque sorte morphologique*, d'une "analysis situs" structurale conforme à la description linguistique des phénomènes d'embryogenèse et de régulation. Or pour Kant (comme d'ailleurs pour Buffon, comme pour Diderot, comme pour Husserl, comme pour Driesch), une telle géométrie "morphologique" était *introuvable* (1). Non schématisables, non par hasard mais par essence, les concepts structuraux sont par conséquent sans valeur objective. Bien qu'empiriquement conditionnés, on ne saurait en faire un usage déterminant. Bien qu'heuristiquement nécessaires à la compréhension des phénomènes d'organisation et de régulation, ils n'appartiennent pourtant pas à leur explication, mais seulement à leur description. Ils ne sont que *régulateurs* pour la faculté de juger réfléchissante. Et c'est pourquoi le principe de finalité n'est pas un principe constitutif. Pour Kant cette limite indépassable de l'objectivité était intimement solidaire du fait que, *précisément parce que contingentes*, les formes naturelles sont intrinsèquement porteuses de *signification* (Critique de la faculté de juger esthétique) : le défaut de détermination objective ouvre l'horizon du Sens dans la Nature, ce lien *entre Forme et Sens* ayant lui-même pour cause la *finitude* de l'entendement humain, sa nature discursive (subsumer le particulier sous le général) et non intuitive (2).

(1) Cf. plus bas § 4.3.

(2) Pour plus de précisions, Cf. Petitot [1982(a)] et [1983(a)].

Mais, dans la mouvance de la *Naturphilosophie* de Schelling et du Romantisme de Schlegel, on peut répondre à Kant comme le faisait par exemple Goethe en transgressant les résultats de la troisième Critique pour développer un vitalisme spéculatif. Dans ses longues études de morphogenèse végétale (de 1770 à 1800), Goethe n'a pas tant cherché à comprendre les processus physico-chimiques et mécaniques sous-jacents aux organismes que *le principe auquel un organisme est ce qu'il apparaît*. La recherche de ce principe constituait pour lui le *problème central* posé par ce qu'il appelait "le grandiose édifice idéal des lois concertantes de la formation" (le flux héraclitéen de la transformation des formes). Entre un point de vue abstrait général et formel et un point de vue empiriste accumulant les données expérimentales, il visait, au niveau des principes, l'intelligibilité. Très vite, il aboutit à la conclusion que ce qui sépare organisme et machine est que dans l'organisme l'apparence extérieure est dominée par un principe interne et qu'il y existe un principe producteur de *la connexion spatiale des parties*. D'où sa solidarité complète avec Geoffroy Saint-Hilaire.

Pour Goethe il existait un schème de l'*Idée* de connexion qui était susceptible de variations concrètes infinies. La variation n'était donc pas pour lui un obstacle au repérage d'un "archétype". Comme le remarque Steiner en faisant le parallèle avec les transitions de phases, alors que Darwin s'occupe exclusivement des paramètres internes et externes qui *contrôlent* la variabilité de ce schème et en fait le résultat d'un hasard historique, Goethe au contraire cherche à l'imaginer et à le comprendre en tant que tel (1). Car si on ne comprend pas le *principe idéal constitutif* c'est-à-dire les *lois formatrices* des organismes, on ne peut comprendre leur *réponse* aux sollicitations tant internes qu'externes. Cela implique selon Goethe que l'environnement n'agit pas de façon *causale* sur l'organisme mais que c'est le "logos" (comme dirait Thom) de l'organisme qui s'y adapte de façon optimale.

Le principe idéal constitutif de la morphogenèse des plantes, Goethe va le reconnaître dans le *déploiement spatio-temporel d'une force organisatrice interne passant à l'existence et se manifestant ainsi spatio-temporellement*. Selon lui, une plante est une alternance de déploiements-contractions d'un principe morphogénétique *entéléchique*. Et il ajoute qu'alors que dans les phénomènes physiques concept et phénomène coïncident, si l'organisme n'est pas un mécanisme c'est parce que son *apparaître* n'est pas la conséquence

(1) Steiner [1984].

de son mécanisme interne (1) et que donc concept et phénomène y divergent. La compréhension exige dans ce cas - comme Kant l'avait bien vu - un principe *suprasensible* i.e. nouménal : le principe entéléchique est une *Idée*. Or, d'après Kant (il s'agit là d'un des acquis majeurs de la *Critique de la Raison pure*), une *Idée* ne peut être que *pensée*. Elle demeure irrémédiablement disjointe des intuitions de l'espace et du temps. C'est un concept non géométrisable, non schématisable. C'est donc contre Kant, par un véritable crime de lèse Critique, que Goethe introduit la notion de *Concept intuitif*. Alors qu'en physique le concept est *abstrait* du monde sensible et permet d'exprimer discursivement sa structure en pensant l'unité de ses relations, ici le concept s'auto-détermine. L'unité du concept se donne à elle-même sa forme. Autrement dit, l'unité des relations est *réelle*, concrète, *perceptible* : le concept fusionne avec l'objet. C'est cela l'*entéléchie* qui en se déployant spatio-temporellement, commande la morphogenèse et détermine l'apparaître morphologique. L'entéléchie est une "*idée efficace*" qui engendre ce qui se perçoit. C'est non pas une loi mais un *type* qui n'a pas à être déterminé physiquement mais au contraire *détermine* par déploiement et variation les formes observées. Goethe a ainsi dégagé l'*a priori* constitutif de l'univers des formes et c'est pourquoi Steiner n'a sans doute pas tort d'en faire le Képler du monde organique.

La réponse gœthéenne à l'aporie de la forme en biologie est donc *spéculative*. Elle est à l'origine du vitalisme idéaliste. Mais elle n'en possède pas moins une éminente valeur historique et épistémologique dans la mesure où le structuralisme biologique en est resté, implicitement ou explicitement, solidaire. Pour le voir, référons-nous à la récente et remarquable défense du structuralisme proposée par B. Goodwin et A. Webster (2).

Pour Goodwin et Webster, il s'agit d'analyser historiquement et épistémologiquement le conflit classique et récurrent entre le point de vue structuraliste et le point de vue néo-darwiniste. Pour eux, le structuralisme s'oppose à l'empirisme historiciste néo-darwinien non pas au niveau des faits, mais comme un *rationalisme* posant que ce sont des concepts *a priori*, des catégories et des principes qui commandent l'explication théorique des données empiriques. Le problème central dont ils s'occupent est bien entendu celui de la forme et de la morphogenèse et ils s'interrogent

(1) Sur cet aspect de la question phénoménologique, Cf. plus bas § 4.2.

(2) Cf. Goodwin et Webster [1982] ainsi que l'exposé de B. Goodwin dans ce volume.

sur le *type* de catégorialité dont il faut disposer pour faire accéder le concept de forme à l'intelligibilité. Or le paradigme néodarwiniste est un système conceptuel dont l'apparente "évidence" rend précisément *inintelligible* la raison des phénomènes morphologiques et ne peut que l'attribuer à un hasard évolutif en niant toute nécessité dans l'ordre des formes, toutes "lois" de la forme.

Cela est essentiellement du au fait que, dans ce paradigme, on identifie subrepticement le concept de *contrôle* et la catégorie de *cause*. Le génome contrôle la forme et le développement et la maîtrise de ce contrôle permet par conséquent de maîtriser (et de manipuler) ses effets. Mais cela ne signifie évidemment pas pour autant qu'il n'existe pas des contraintes autonomes et spécifiques auxquelles doivent satisfaire les formes. En faisant équivaloir le contrôle génétique à une cause déterminante, on postule sans plus d'enquête qu'il n'y a rien à expliquer du côté de ce qui est contrôlé. Conception historiciste et dualiste, le néodarwinisme postule donc l'existence d'une instance organisatrice de la matière. C'est à la fois un réductionnisme et un holisme matérialiste qui admet le primat du fonctionnel, réduit la connexion structurale et l'organisation positionnelle des parties à une simple *contiguïté* spatiale, et subordonne la "finalité interne" à la "finalité externe", c'est-à-dire à l'adaptation et à la sélection. Pour lui, la structure se réduit à l'hérédité. Elle est *donnée* historiquement et sa seule nécessité est celle de son évolution. Elle n'est donc que l'artefact de son contrôle, l'expression épigénétique de son programme génétique.

Le rationalisme structural dénonce dans ce point de vue l'inconséquence qu'il y a à faire de l'histoire non seulement la cause de l'évolution, mais également celle *de la stabilité et de l'invariance* des espèces. Pour lui, l'organisme n'est pas seulement un système physico-chimique complexe génétiquement contrôlé, mais aussi une *structure*, c'est-à-dire une totalité organisée par un système de relations internes satisfaisant à des "*lois*" formelles et à des *universaux*. L'univers des êtres organisés est un univers *contraint* manifestant une certaine *nécessité*. Les structures ne sont ni irréductiblement diverses, ni le résultat arbitraire d'une évolution.

L'hypothèse fondamentale du rationalisme structural est que l'expression du génotype par le phénotype demeure incompréhensible tant que l'on n'introduit pas une *information positionnelle* contrôlant la différenciation cellulaire. Il y aurait dans les êtres organisés une *efficacité de la position*,

la position sélectionnant certains régimes métaboliques en déclenchant certains gènes. Et c'est la compréhension d'une telle information positionnelle, d'une telle efficacité de la position, qui constitue le problème théorique central du structuralisme dynamique, non seulement en biologie, mais dans toutes les autres disciplines structurales. Les principaux caractères des structures organisationnelles sont :

- i) la genèse dynamique, l'autorégulation et la stabilité structurelle ;
- ii) l'équipotentialité, à savoir le fait que les structures ne se réduisent pas à des interactions de composants mais incluent une détermination réciproque de places, une détermination réciproque de valeurs positionnelles ;
- iii) l'équifinalité et l'homéorhèse, à savoir le fait que le développement est lui-même structurellement stable comme processus, son état final étant dans une large mesure indépendant de son état initial ;
- iv) la clôture des structures élémentaires et l'existence de contraintes, de "lois" de la forme ;
- v) la "générativité" des formes, l'ouverture de la clôture des structures élémentaires vers la complexité.

Ces concepts sont en fait de véritables *catégories* régionales pour la région des phénomènes morphologiques. Ils subsument des propriétés fondamentales de l'auto-organisation et renvoient tous en dernière instance à cette efficacité de la position selon laquelle un système de connexions n'est rien d'autre qu'une organisation relationnelle et dynamique de valeurs positionnelles. Leur catégorialité qui, remarquons-le, est plus *linguistique* que physique, détermine le type de théorie dont on doit disposer pour rendre intelligible le concept morphologique et dynamique de structure. Mais l'on voit que tout le problème est d'arriver à définir pour eux, une *valeur objective* leur permettant d'échapper à un usage simplement réfléchissant et permettant par là-même au structuralisme dynamique de dépasser le stade, non scientifique, d'un vitalisme spéculatif.

Or, il est clair que c'est très précisément ce que permet la T.C. qui, par application de la règle d'or critique exposée en 2.1., permet :

- i) de schématiser ces catégories et en particulier le concept intuitif d'entéléchie ;

- ii) d'en dériver des modèles pour la morphogénèse qui soient compatibles au déterminisme physico-chimique des substrats ;
- iii) de réconcilier, en le faisant passer du jugement réfléchissant au jugement déterminant, le principe de finalité interne avec l'explication objective ; et donc, en définitive,
- iv) de dépasser l'antinomie des maximes du jugement préjugée depuis Kant être objectivement indépassable.

4. INTRODUCTION A LA QUESTION PHENOMENOLOGIQUE.

En ayant longuement traité ailleurs (1), je ne parlerai pas ici de l'importance de la T.C. pour le structuralisme sémio-linguistique. Je me bornerai à indiquer qu'une analyse approfondie permet de montrer que le formalisme catastrophique est bien, non seulement pour des raisons de fait, mais également pour des raisons *de droit*, le formalisme *adéquat* dans ce domaine et qu'il permet de mathématiser (de schématiser et de modéliser) conformément "aux choses mêmes" (i.e. en accord avec la règle d'or critique) :

- i) les notions saussuriennes, fondatrices, de valeur et de paradigme ;
- ii) les descriptions jakobsoniennes des paradigmes phonologiques ainsi que les phénomènes dits de perception catégorielle qui en prouvent la réalité psychologique ;
- iii) les théories actantielles (casuelles) de la syntaxe (Tesnière, Fillmore, Anderson) (2) ;
- iv) la théorie greimassienne des structures sémio-narratives issue des travaux de Propp, de Hjelmslev et de Levi-Strauss.

Et j'en viens tout de suite à la troisième problématique de la T.C. dans sa seconde voie, celle de la question phénoménologique.

4.1. Le rapport entre description et objectivité chez René Thom.

C'est la *thématisation* du problème de la *description* dans les sciences qui conduit directement et naturellement à la question phénoménologique. En effet, les descriptions qualitatives effectuées en langue naturelle *doivent*

(1) Cf. Petitot [1982], [1982(b)], [1982(c)], [1983(a)] et [1984].

(2) Cf. l'exposé de W. Wildgen dans ce volume, ainsi que son ouvrage paru après le Colloque : Wildgen [1982].

être fondées dans l'objectivité des phénomènes. Dès l'envoi de *Stabilité Structurale et Morphogenèse*, Thom affirme par exemple : "Un des problèmes centraux posé à l'esprit humain est le problème de la succession des formes [naissance, développement et destruction, stabilité et transformation]. Quelle que soit la nature ultime de la réalité, il est indéniable que notre univers n'est pas un chaos ; nous y discernons [perception] des êtres, des objets, des choses, [des processus] que nous désignons par des mots [langage]"(1) La stabilité et la transformation des formes sont les conditions de possibilité de la structuration et de l'organisation du monde par le complexe perception-langage. Comprendre la dynamique des formes c'est donc comprendre, du côté de l'objet, la valeur objective des descriptions linguistiques, situées apparemment du côté du sujet. De même, dans *Formalisme et Scientificité*, Thom remarque que "dès que l'on aborde des objets de la réalité macroscopique associés aux noms communs de la langue naturelle", on doit avoir recours à des classes d'équivalence conceptuelles permettant "une systématisation considérable du réel observé". Avec leur aide "on pourra souvent constituer une combinatoire spatiale qui présente tous les aspects d'une syntaxe. Ces processus locaux pourront souvent être décrits linguistiquement par des propositions acceptables grammaticalement et sémantiquement" (2). Effectivement phénoménologique au sens husserlien du terme, la question du rapport entre description et objectivité est donc celle d'une conception ontologique — réaliste — de l'intelligibilité sémio-linguistique du monde. Comme il est dit dans *Morphologie du Sémiotique* : "on peut penser que c'est par une analyse fondamentalement introspective des contraintes sémiotiques de l'organisation perceptive du réel que l'on pourra tout à la fois sauver l'intelligibilité du monde, et accéder à un "réalisme" qui demeure, malgré tout, le but ultime de la science" (3).

Si, bien que philosophiquement traditionnelle et cruciale, cette question n'a jamais pu jusqu'ici être traitée comme une question scientifique c'est en vertu de "l'évidence" qu'il existe de droit une scission entre objectivité et phénoménologie, scission renvoyant à la disjonction entre l'a priori mathématique et l'a priori linguistique dans les sciences objectives, et scission constitutive de ce que Husserl appelait l'attitude naturelle

(1) Thom [1972], p.17.

(2) Thom [1978], p.175.

(3) Thom [1981], p.309.

c'est-à-dire de ce corpus "d'évidences" que nous admettons de façon a-critique sans jamais en faire explicitement le titre d'un problème et dont les principales sont sans doute les cinq suivantes :

- i) la nécessité de l'arrachement de l'objectivité idéale et exacte hors des données originaires, qualitatives et inexactes, du monde de la vie (de la Lebenswelt husserlienne) (1) ;
- ii) le partage consécutif entre sciences et philosophie, la philosophie s'attribuant la part maudite de la raison que les sciences doivent indéfiniment expulser pour se constituer comme telles ;
- iii) la destitution du langage comme lieu de la vérité objective ;
- iv) le lien d'essence entre l'objectivité et l'opérationalité technique : mesure, prédictivité, instrumentalité ;
- v) l'alliance de droit entre mathématiques et opérationalité instrumentale.

Or, de ces "évidences", la dernière n'en est certainement pas une. On ne voit pas en effet pourquoi l'application des mathématiques à la réalité objective devrait, pour des raisons de droit, corroborer systématiquement l'hypostase techniciste de l'idéalité théorique des sciences, autrement dit concerner les progrès dans la *maîtrise* des phénomènes au détriment de ceux dans leur *intelligibilité*. C'est même précisément cet "a priori" fallacieux que, dans sa seconde voie, la T.C. se propose de "déconstruire" en impliquant *les mathématiques de l'objectivité dans la thématization même de la question de la description*. C'est cela la T.C. *comme théorie de l'analogie*. Ainsi que l'affirme Thom dans une correspondance avec G. Granger : le synthétique a priori kantien "c'est l'ensemble des conditions nécessaires à la réalisation du consensus intersubjectif qui fonde toute ontologie scientifique. A ce qu'il semble, cet "a priori" est actuellement d'une double nature : mathématique d'une part (...) et linguistique d'autre part. Jusqu'à présent (...) la pensée scientifique n'a pas trop souffert de cette "schize" interne de ses racines ontologiques, parce que le dialogue interdisciplinaire était pratiquement nul. Qu'il arrive un moment où ce dialogue s'ouvre, et alors le problème de résorber cette faille fondamentale ne pourra manquer de retrouver son actualité".

Il est impossible d'évacuer les descriptions linguistiques qualitatives dans les sciences. Fondées dans les choses mêmes, elles interviennent à tous

(1) C'est cet arrachement conduisant au divorce entre vérité (au sens subjectif-transcendantal) et méthode, que Husserl analyse, de façon à mon avis indépassable, dans la *Krisis* (Husserl [1976]).

les niveaux d'observation et conditionnent l'intelligibilité des phénomènes. "Il est clair qu'on ne saurait bannir du savoir scientifique ces "explications" tirées du langage usuel ; et ceci d'autant moins que ces formulations langagières (...) sont l'une des racines les plus sûres du sentiment de la réalité que peut ressentir l'observateur en face d'un phénomène" (1).

D'ailleurs "de nombreuses sciences (même parmi les sciences dites "exactes") n'admettent aucune modélisation quantitative, aucune loi précise du style des lois physiques. Dans ces sciences, les phénomènes sont décrits en langage ordinaire, et les évolutions temporelles nécessaires y sont décrites qualitativement en langue usuelle" (2). Il y a bien là un "problème central".

Mais à partir du moment où, suite à l'avènement

des modélisations structurales-catastrophistes, l'on peut postuler que le corrélat objectif des descriptions linguistiques est constitué par les infrastructures catastrophiques des phénomènes, l'on peut dépasser la scission du subjectif et de l'objectif et traduire ce problème central en un problème scientifique : si l'on adopte la doctrine standard de l'explication objective par des entités invisibles (forces, atomes, champs, etc.) gouvernées par des principes et des lois susceptibles d'être définies mathématiquement à partir de la géométrie de l'espace-temps, comment peut-on "redescendre" d'une telle réalité objective mathématiquement déterminée aux morphologies visibles ? Ainsi reformulée, la question phénoménologique nous ramène à la première ^{problématique} de la seconde voie de la T.C., celle concernant "l'émergence" des morphologies par (auto)organisation des substrats matériels.

S'il est si difficile d'arriver à penser du côté de l'objet les conditions de possibilité de la structuration ^{qualitative} du monde dans sa manifestation, c'est qu'il faut pour cela en revenir à l'opposition entre le phénomène comme *apparaître* et le phénomène comme *objet d'expérience* et comprendre que la physique ne peut déterminer mathématiquement le second qu'en ravalant le premier au rang négligeable d'une simple apparence subjective-relative. L'objet de base de la physique est constitué par la géométrie de l'espace-temps et par son groupe d'invariance dans la mesure où tous les espaces de description qu'elle fait intervenir en dérivent d'une façon ou d'une autre.

(1) Thom [1983(a)].

(2) Ibid.

Il faut donc distinguer dans un phénomène, d'un côté, les discontinuités observables à travers lesquelles il se manifeste dans son apparaître et, d'un autre côté, son objectivation physique. Thom est parfaitement clair sur ce point. Citons par exemple *Formalisme et Scientificité* : "les phénomènes physiques sont ceux qui, bien que caractérisés par des discontinuités observables [le phénomène comme apparaître], n'en admettent pas moins pour groupe de symétrie sous-jacent l'un des grands groupes d'automorphismes de l'espace-temps [le phénomène comme objet d'expérience]" (1); certes ils brisent la symétrie totale de l'espace-temps mais cette brisure est formalisable par l'emploi de concepts de nature non spatiale (comme par exemple la masse ou la charge électrique) "dont le comportement spatial fait l'objet précisément des lois physiques" (2). Thom va très loin dans cette critique phénoménologique de la physique puisque dans sa *John von Neumann Lecture* il va jusqu'à dire de façon assez provocante que la physique "ne décrit pas les phénomènes eux-mêmes" (3). C'est que, pour en être un, un phénomène doit apparaître et la manifestation représente un cas par excellence de processus irréversible. Reversibles, les lois physiques ne décrivent donc pas une phénoménologie à proprement parler, mais plutôt "si l'on peut dire, comment le même phénomène local irréversible peut être perçu par différents observateurs" (4). "De façon plus abrupte, j'oserais dire que la réversibilité des lois physiques n'est probablement rien de plus que l'expression d'une contrainte sociologique, à savoir celle de la communication entre observateurs" (5). Mais s'il existe bien une telle scission entre l'objectivité physique mathématiquement déterminée et la structuration qualitative du monde en phénomènes linguistiquement descriptibles, comment ne pas faire de l'apparaître une simple apparence subjective-relative ? Comment accéder à une doctrine réaliste et à une conception ontologique "des contraintes sémiotiques de l'organisation perceptive du réel" ? Comment penser et constituer transcendalement une objectivité de la pure manifestation

→ Tout simplement, insistons-y, en identifiant manifestation et morphologie.

"L'analyse proprement géométrico-topologique (...) permet d'associer à tout

(1) Thom [1978], p.174.

(2) Ibid.

(3) Thom [1977], p.194.

(4) Ibid.

(5) Ibid.

processus spatio-temporel certains invariants de nature combinatoire (...) dont on peut raisonnablement penser qu'ils jouent un rôle essentiel, de par leur caractère fondamental, dans la description verbale du processus. Telle est l'origine, selon nous, du schématisme originel qui régit l'organisation linguistique de notre vision du monde" (1). "Ne peut-on admettre (...) que les facteurs d'invariance phénoménologique qui créent chez l'observateur le sentiment de la signification proviennent de propriétés *réelles* des objets du monde extérieur, et manifestent la présence *objective* d'entités formelles liées à ces objets, et dont on dira qu'elles sont "porteuses de signification" (2). D'où le principe : "le message porteur d'une signification autonome hérite de la structure de la catastrophe extérieure qu'il prétend signifier" (3).

Les facteurs d'invariance phénoménologique, les infrastructures catastrophiques des phénomènes, constituent un tiers terme - *jusqu'ici absolument manquant* - entre description et explication, entre apparaître et objectivité. C'est pourquoi toute compréhension scientifique de l'épigenèse de structures (auto)régulées (première voie de la T.C. et première dimension de la seconde voie) est inséparable d'une conception ontologique et réaliste des structures sémiolinguistiques. Etant donné la corrélation entre la manifestation et le sens, *la synthèse entre phénoménologie et objectivité permet de fonder le sens dans l'objectivité phénoménologique*. Comme théorie générale des modèles visant "une classification analogique de la situation dynamique supposée engendrer la morphologie expérimentale" (4) (première voie), la T.C. peut dès lors viser aussi (seconde voie) une "modélisation géométrique de la pensée verbale ordinaire" permettant de remplacer "l'intuition sémantique, avec son caractère subjectif immédiat, par l'intuition géométrique, qui spatialise son objet, et le distancie du sujet pensant" (5). Autrement dit, *dans son usage herméneutique, la T.C. brise le cercle herméneutique en fondant les structures du sens dans l'objectivité phénoménologique de la forme*.

(1) Thom [1980(b)], p.24.

(2) Thom [1980(a)], p.170.

(3) Thom [1972], p.329.

(4) Ibid. p.20.

(5) Thom [1980(a)], p.123.

4.2. La dignité philosophique de la question phénoménologique.

Concernant le rapport de mimesis et de connaturalité entre l'apparaître et le langage, entre le phénoménal et le discursif, la question phénoménologique est dans une certaine mesure la plus ancienne des questions philosophiques, celle des *catégories*. Elle

commande la conception traditionnelle de la vérité comme adéquation des énoncés aux choses. On peut distinguer cinq moments de sa formulation, de sa dénégation et de sa résolution :

- i) le moment métaphysique : en l'absence d'une doctrine mathématique de l'objectivité, la mimésis est *indécidable* : le monde est-il structuré par le placage sur lui des formes du langage ou bien, au contraire, les formes du langage sont-elles conditionnées, dans ce qu'elles ont d'universel, par une structuration qualitative objective du monde ?
- ii) le moment critico-scientifique : avec l'apparition d'une mathématique de la nature, la question phénoménologique se trouve à la fois scientifiquement liquidée et profondément repensée philosophiquement par l'idéalisme critique ;
- iii) le moment logiciste : régression au moment métaphysique sous le déguisement de la question logico-linguistique de la référence ;
- iv) le moment phénoménologique ;
- v) le moment catastrophiste : synthèse phénoménologie-objectivité.

. Pour en mesurer toute la dignité philosophique et la problématicité interne, il suffit de rappeler le questionnement de *Qu'est-ce qu'une Chose ?* l'un des ouvrages consacrés par Heidegger à la *Critique de la Raison Pure*. "Nous demandons : est-ce simple hasard si la détermination de l'essence de la chose, et celle de l'essence de la proposition et celle de l'essence de la vérité s'accomplissent simultanément, ou bien ces déterminations sont-elles toutes, l'une par rapport à l'autre, en état de connexion nécessaire ? Si tel est le cas, *comment* ces déterminations sont-elles interdépendantes" (1). "L'homme a-t-il lu la structure de la proposition dans la structure de la chose, ou bien a-t-il transféré dans les choses la structure de la proposition ? Si ce dernier cas devait être retenu, alors surgirait aussitôt la question ultérieure : comment la proposition, l'énoncé, parvient-elle à fournir la mesure et le modèle, selon lesquels les choses doivent être déterminées

(1) Heidegger [1962], p.55.

dans leur choséité ?" (1). "L'essence de la chose et celle de la proposition ne sont-elles structurées en miroir que parce qu'elles se déterminent l'une et l'autre ensemble à partir de la même racine, enfouie plus profondément ? Que doit donc être et où doit donc être ce fondement commun de l'essence de la chose *et* de la proposition, et de leur provenance ? Est-ce l'inconditionné ?" (2). "Dans les catégories sont dites les déterminations les plus générales de l'être d'un étant. Choséité de la chose, cela veut dire : l'être de la chose en tant qu'étant. Nous ne pourrions jamais assez souvent ni d'une manière assez pénétrante nous mettre sous les yeux l'état de fait ici dégagé, à savoir que ces déterminations qui constituent l'être d'un étant, donc de la chose elle-même, doivent leur nom aux énoncés sur la chose. (...). Dans cette dénomination des déterminations de l'être comme modes de l'énonciation, réside une interprétation de l'être, d'un genre unique. Que depuis lors, dans la pensée occidentale, les déterminations de l'être s'appellent "catégories", c'est là l'expression la plus tranchante de ce que nous avons déjà fait ressortir, à savoir que la structure de la chose va de pair avec la structure de l'énoncé" (3). C'est dans ce cadre que prend son véritable sens ce que nous avons dit au § 2.1. de la schématisation des sens d'être noématiques catégorialement déterminés.

Comme nous l'avons vu, la T.C. propose la première réponse à la question phénoménologique *qui soit à la fois scientifique et généalogiquement conforme à sa problématique philosophique*. C'est pourquoi elle ne peut que se heurter, côté sciences, à la liquidation de cette dernière opérée par la physique. Ainsi que le remarque Cassirer dans le troisième volume de *La philosophie des formes symboliques* consacré à la *Phénoménologie de la connaissance*, la logique, la géométrie, la science et la philosophie sont nées ensemble chez les grecs de la scission entre l'ontologie et l'apparaître (arrachement de la Lebenswelt, l'ontologie comme doctrine des catégories) : "pour se trouver elle-même, [la connaissance doit] avoir préalablement accompli la grande scission spirituelle, la *krisis* de pensée [Cf. plus haut la "schize" évoquée par Thom] par laquelle elle se sépare du mythe et du langage. Cet acte de séparation définit l'heure natale de la philosophie, de même qu'il forme le point de départ de la recherche empirique et de la détermination

(1) Ibid.

(2) Ibid. p.57.

(3) Ibid. p.75.

mathématique de la nature" (1). La pensée grecque accomplit pour la première fois cette opération "et ce, grâce à une assimilation à première vue suprêmement étrange et paradoxale de la réalité sensible elle-même à une simple réalité verbale, à un être nominal" (2). Après l'avènement d'une conception constructiviste de l'objectivité, cette "krisis" s'est trouvée reformulée en un conflit opposant la physique comme mouvement de substruction mathématique de la nature et la reformulation logiciste - qui est une dénaturation - de la question phénoménologique. Ce conflit engage toute l'épistémologie moderne, de la doctrine kantienne des catégories au conventionalisme de Mach et au positivisme de Wittgenstein et de Carnap. D'abord l'impossibilité d'exposer en quoi c'est le même phénomène qui est à la fois une manifestation et un objet d'expérience mathématiquement déterminable dans son être conduit spontanément la physique à la monstruosité philosophique de l'*objectivisme*, c'est-à-dire à la position naïvement réaliste selon laquelle l'objectivité mathématiquement déterminée ^{s'identifierait à} une objectivité "en soi" qui serait la cause de l'apparaître. C'est pour conjurer cette dérive nouménale qu'avec Hertz puis Mach la physique deviendra phénoméniste en postulant que le monde reconstruit par les théories physiques n'est qu'un monde symbolique de représentations conventionnelles qui ne renvoient à aucune réalité sous-jacente aux apparences de la manifestation. Fidèle à Berkeley, Mach pose que la perception immédiate et primitive constitue le seul réel, qu'elle est un "langage" qui s'oppose à celui, discursif, des concepts généraux ainsi qu'à celui, mathématique, des formalismes et que, par conséquent, les théories discursives formalisées ne sont qu'*indices* et non pas réalité.

Husserl a également dénoncé, mais de façon plus profonde, l'absurdité philosophique de l'objectivisme physicien.

→ Dans la *Krisis* et dans son appendice qu'est *l'Origine de la Géométrie*, il remarque que le caractère fondamental de l'axiomatique (euclidienne) est de permettre d'anticiper a priori la construction et les propriétés de toutes les entités qui existent idéaliter dans un univers rationnel infini et cela, comme il le dit, "par une méthode systématique a priori omni-englobante". Cette possibilité "inouïe" est due à la substitution d'une praxis *idéale* à une praxis réelle, praxis idéale permettant d'atteindre l'exactitude et de déterminer, par une méthode univoque, les idéalités considérées dans une identité absolue. L'idéalisation

(1) Cassirer [1929], p.29.

(2) Ibid., p.30.

permet de passer de la doxa à l'épistémé. Elle est une "prestation de la méthode" conduisant à dépasser "l'incomplétude empirique" des choses vers une complétude théorique qui n'est qu'une Idée régulatrice (au sens de Kant), celle d'une détermination objective complète, fonctionnant comme horizon de sens et à travers laquelle la pensée conquiert "l'infinité du monde de l'expérience". Mais ce gain théorique possède un prix. Car la géométrie n'a pu devenir ce qu'elle est et accomplir indéfiniment son sens d'origine que parce qu'elle s'est "arrachée" au "flux héraclitéen" de la transformation des formes sensibles et des données changeantes de l'expérience préscientifique, que parce qu'elle a "refoulé" l'univers des "essences morphologiques vagues" et des formes anexactes protogéométriques dans leur rapport d'adéquation aux concepts descriptifs de la langue naturelle. Or, à partir de Galilée, la physique se caractérise selon Husserl par l'idée "encore plus inouïe" que, comme prestation idéalisante de la méthode, les mathématiques sont adéquates au réel et donc qu'une science "posant que la totalité infinie de l'étant en général est en soi une unitotalité rationnelle dominable sans reste par une méthode systématique" (1) est une science possible. Mais cette Idée possède, comme la géométrie, son "refoulé". D'abord, comme la géométrie, celui "du flux héraclitéen des morphologies sensibles remplissant la spatialité intuitive" (p.32). Ensuite celui des *qualités* sensibles à travers lesquelles les phénomènes se trouvent concrètement donnés dans leur manifestation. Selon Husserl, ces morphologies protogéométriques et ces qualités secondes ne sont pas mathématisables directement et "l'évidence galiléenne" consiste à postuler que, comme indices d'objectivité, elles le sont *indirectement* et peuvent être objectivées en formes spatio-temporelles, champs, etc. (on comparera avec l'affirmation de Thom que, en physique, les espaces sémantiques de description sont toujours dérivés de l'espace-temps de base et de son groupe d'invariance et en héritent d'une façon ou d'une autre les propriétés, par exemple celles d'analyticité). Mais, du coup, en tant que constitutives de l'apparaître, elles deviennent ipso facto subjectives-relatives. Dans leur rapport à la langue naturelle, elles ne sont plus qu'apparences et ne possèdent plus comme seule dignité ontologique que celle, résiduelle, d'indices d'une objectivité sous-jacente. D'où la disjonction entre manifestation et être physique, ^{ainsi que} la substitution, au monde préscientifique donné dans l'intuition, d'une substruction théorique, la substitution, à "la légalité concrète universelle" de la nature,

(1) Husserl [1976], p.27. Nous indiquons dans le texte les pages citées de la *Krisis*.

d'une apodicticité mathématique et d'un universum de causalité *déductive*. "La science plane comme dans un espace vide au-dessus du monde de la vie tout en prétendant être apodictiquement valable pour ce monde" (p.495).

On feint d'oublier ou de traiter pour scientifiquement négligeable, le fait que le "sol" du monde intuitivement prédonné, immédiatement perçu et linguistiquement décrit constitue un *présupposé absolu* de toute pratique scientifique.

C'est pourquoi il faut bien *thématiser en tant que tel* le problème du sens d'être de ce présupposé et en constituer une "science", par définition non objectivante. Car le mépris des scientifiques pour le subjectif-relatif n'empêche pas celui-ci de leur être indispensable (p.141). "Le savant croit surmonter le subjectif-relatif, mais celui-ci *fonde en dernière instance toute confirmation objective*" (p.143). En effet, c'est précisément parce que les substructions théorético-logiques des sciences *se fondent* dans les évidences originaires de la Lebenswelt que les sciences objectives ont un *rapport de sens* (et pas seulement un rapport technique de maîtrise) à ce monde (p.147). Le monde préscientifique "possède les mêmes structures que celles que les sciences objectives présupposent comme structures a priori et qu'elles déploient en des sciences normatives du Logos" (p.158). Comme y insiste Husserl, "le catégorial du Monde de la vie *porte le même nom*" que celui de la science, "mais ne se soucie pas de substruction logico-mathématique" (p.159). "Tout a priori objectif réfère à un a priori du Monde de la vie, cette référence constituant une *fonction de validité*" (p.159).

On aura remarqué la saisissante communauté de présentation de la question phénoménologique chez Husserl et chez Thom. Elle débouche sur le double statut de la *catégorialité* (exprimant la forme ontologique de la réalité): par son sémantisme celle-ci établit un rapport de sens avec la manifestation, tandis que par sa schématisation puis par sa formalisation, elle conduit à la mathématisation des théories.

Husserl rejoint également Thom dans sa dénonciation d'un "objectivisme" qui arrive à ce paradoxe de rendre incompréhensible la physique elle-même. Dans le § 52 des *Ideen* (1), "La chose selon la physique et la "cause inconnue" des apparences", il développe ce thème avec son acuité habituelle. Doit-on soutenir que l'apparaître perçu n'est que l'indice d'une vérité physique

(1) Husserl [1950]. Nous indiquons dans le texte les pages citées.

transcendante, qu'il n'est que pure apparence subjective, "simulacre", "image-portrait", "signe" de la "vraie" chose physique (p.171). "Pouvons-nous dire maintenant au sens du "réalisme" si répandu, que ce qui est réellement perçu (et ce qui, au premier sens du mot, apparaît) doit de son côté être considéré comme l'apparence, comme la base instinctivement pressentie de quelque chose d'autre qui dans son intimité lui est étranger et en est séparé ?" (p.171). "Faut-il voir dans cet autre chose une réalité qu'on demande d'accepter à titre d'hypothèse, à seule fin d'expliquer le cours des vécus de l'apparence, et une réalité totalement inconnue qui serait à l'égard de ces apparences une *cause* cachée qu'on pourrait seulement caractériser de façon indirecte et analogique par le biais de concepts mathématiques ?" (p.171). Cela est absurde philosophiquement parlant car "dans la méthode physique c'est *la chose même que nous percevons* qui est toujours et par principe *précisément la chose qu'étudie le physicien et qu'il détermine scientifiquement*" (p.172-173). L'aperception catégoriale de l'objet d'expérience se constituant au détriment de la manifestation, elle ne saurait, même mathématisée, être prise pour la cause du phénomène dans son apparaître. Il faut ^{donc} ~~corrél~~er le X mathématiquement déterminé ("l'être physiquement vrai") à l'apparaître se donnant intuitivement comme "chose même" dans les déterminations sensibles du perçu. Car "la chose physique n'est pas étrangère à ce qui apparaît corporellement aux sens ; elle s'annonce dans cette apparence, et même a priori (pour des raisons eidétiques irrécusables) *ne s'annonce de façon originaire qu'en elle*. Dès lors le statut sensible de détermination du X, dont le rôle est de porter les déterminations physiques, n'est pas non plus un revêtement étranger à ces dernières et qui les dissimule ; au contraire, c'est seulement dans la mesure où cet X est le sujet des déterminations sensibles qu'il est aussi le sujet des déterminations physiques, lesquelles de leur côté *s'annoncent* dans les déterminations sensibles" (p.174). Encore une fois, on ne saurait être plus clair et il est étrange que la question phénoménologique ne se soit pas imposée, avec Husserl et avant Thom, comme le titre d'un problème *scientifique* majeur.

Evidemment, toute la difficulté était d'arriver à concilier - à "dialectiser" - un réalisme physique bien conçu et la description phénoménologique. Cela supposait un tour de force scientifique *et* philosophique : constituer un tiers-terme *phénoménologique* qui :

- i) soit un "langage" de la perception ;
- ii) conditionne les structures du langage permettant de décrire qualitativement le perçu ;

iii) soit dérivable des formalismes mêmes de l'objectivité physique.

C'est ce tour de force qui, jusqu'ici, manquait dramatiquement. En son absence, phénoménologie et objectivité sont tombées l'une hors de l'autre comme les deux termes d'une antinomie, ce qui a ouvert la voie complémentaire au conventionalisme, et à ^{cette} dénaturation logiciste de la question phénoménologique qui, pour reprendre une expression d'A. Lautman, "sépare comme à la hache" les mathématiques du réel. Par exemple, Wittgenstein était catégorique sur ce point. Pour lui la phénoménologie ne pouvait être que la "grammaire descriptive" des états de choses sur la base desquels la physique érige ses théories. La physique ne pouvait donc que lui demeurer à jamais étrangère.

4.3. Géométrie et eidétique descriptive chez Husserl.

La question phénoménologique est donc bien, comme l'affirmait Heidegger, la question "brûlante" des rapports entre la détermination mathématique objective des phénomènes et leur description linguistique. Mais le tiers-terme phénoménologique entre langage et réalité objective étant constitué par le niveau structural-morphologique, la question décisive est en fait, nous l'avons vu, celle de la possibilité d'une mathématique du morphologique en tant que tel, qui serait dérivable des formalismes de la physique fondamentale. Et c'est parce que, pour des raisons essentielles, on y a toujours répondu *négativement*, que la scission entre description et objectivité a été admise comme une obligation de la raison.

Buffon remarquait déjà, avec une extrême acuité, à propos de l'embryogénèse : "tout ce qui a immédiatement rapport à la position manque absolument à nos sciences mathématiques. Cet art que Leibniz appelait *Analysis Situs* n'est pas encore né et cependant cet art qui nous ferait connaître les rapports de position entre les choses serait aussi utile et peut-être plus nécessaire aux sciences naturelles que l'art qui n'a que la grandeur des choses pour objet ; car on a plus souvent besoin de connaître la forme que la matière" (1).

Mais c'est sans conteste Husserl qui a analysé le problème avec le plus de génie philosophique. C'est pourquoi, pour conclure, j'aimerais évoquer sa remarquable analyse des rapports entre géométrie et description qualitative

(1) Buffon [1774].

dans les *Ideen I* (1). Pour Husserl ce problème, décisif pour l'ensemble du projet phénoménologique, est celui de la possibilité d'une *eidétique descriptive*. Il le développe au chapitre "La phénoménologie comme eidétique descriptive - confrontation avec les mathématiques" et en particulier au § 74 "Contraste entre géométrie et science descriptive" (2). Je crois que ce texte est des plus essentiels pour comprendre la signification rationnelle de la T.C.

Husserl pose d'emblée la question : "une *eidétique descriptive* n'est-ce pas une *absurdité pure et simple* ?" (p.227). En effet les seules eidétiques connues étant les mathématiques, une eidétique descriptive devrait être une mathématique des phénomènes et des vécus immanents. Qui plus est, comme il s'agit ici d'eidétique matérielle et non de logique formelle (d'ontologies régionales et non d'ontologie formelle), une eidétique descriptive devrait être une géométrie. Mais, étant donné l'essence de la géométrie, il ne peut s'agir là que d'un "projet fallacieux" (p.228). Axiomatique (et Husserl reprend ici les grandes lignes de la conception hilbertienne), cette essence s'oppose en effet à la notion même de description. Ainsi que l'affirme Husserl - et il faudrait commenter mot à mot ces passages étonnants - "la géométrie ne procède pas de façon descriptive". Elle "ne saisit pas les différences eidétiques ultimes, ni donc les formes spatiales innombrables qu'on peut tracer dans l'espace en s'appuyant sur des intuitions singulières ; elle ne les décrit pas, ne les ordonne pas en classes, comme le font les sciences descriptives de la nature à l'égard des configurations empiriques que la nature présente" (p.231).

➤ Pour qu'une région matérielle puisse devenir une science dont le type théorique est analogue à celui de la géométrie, il faut, comme en physique, "que la formation des concepts comporte l'exactitude" (p.235). D'où la question : "Dans quelle mesure trouve-t-on des essences "exactes" dans un domaine d'essences ? Peut-on même découvrir, sous toutes les essences susceptibles d'être saisies dans une intuition véritable, et par là même sous toutes les composantes eidétiques, une infrastructure d'essences exactes ?" (p.235).

(1) Husserl [1950]. Nous indiquerons les pages citées dans le texte.

(2) Sous le titre d'eidétique descriptive, Husserl vise une "géométrie des vécus" (selon lui impossible). Mais, étant donné le rapport entre les vécus et leur expression dans le complexe perception-langage, cette "géométrie" (introuvable) serait également une géométrie morphologique.

Pour y répondre, il faut au préalable "élucider dans leur principe les rapports entre la *"description"* et ses *"concepts descriptifs"* d'une part, et d'autre part la *"détermination univoque"*, *"exacte"* et ses *"concepts idéaux"*" (p.235). En physique les essences exactes sont des limites idéales d'essences anexactes. Elles ne se donnent dans aucune intuition sensible, et en ce sens, le *procès d'idéalisation* qui porte des essences exactes à l'idéalité s'oppose à l'abstraction qui porte des essences anexactes à la *généricité* (p.237). Les concepts descriptifs sont des concepts *génériques* et "les concepts *génériques*, ou les essences *génériques*, qui ont leur champ d'extension dans le fluant ont une *consistance* et une *aptitude aux distinctions pures* qui ne doivent pas être confondues avec l'exactitude des concepts idéaux, et des genres qui ont exclusivement des objets idéaux dans leur extension" (p.237). Et encore : "le géomètre ne construit pas comme le savant dans une étude descriptive des *concepts morphologiques* portant sur des types vagues de formes qui seraient directement saisis en se fondant sur l'intuition sensible et qui seraient, quant aux concepts et à la terminologie, fixés de façon aussi vague que le sont eux-mêmes ces types" (p.236). Et encore : "La géométrie la plus parfaite et sa maîtrise pratique la plus parfaite ne peuvent aucunement aider le savant qui veut décrire la nature à exprimer dans des concepts de géométrie exacte cela même qu'il exprime d'une façon si simple, si compréhensible, si pleinement appropriée, par des mots comme dentelé, entaillé, en forme de lentille, d'ombelle, etc. ; ces simples concepts sont inexacts par essence et non par hasard, pour cette raison également, ils sont non-mathématiques" (p.236)...

Or, dans la mesure où l'archiprescription de la phénoménologie est qu'"il faut amener les données intuitives des choses à une expression conceptuelle appropriée *en respectant* leurs caractères eidétiques donnés dans l'intuition" (p.236), le verdict est pour Husserl implacable et définitif. Il consomme le divorce entre phénoménologie et mathématiques : "quel que soit le développement d'une science exacte, c'est-à-dire opérant avec des infrastructures idéales, elle ne peut résoudre les tâches originelles et autorisées d'une description pure" (p.237). On ne saurait concevoir d'eidétique descriptive géométrique. Et c'est pourquoi "la phénoménologie transcendante, conçue comme science descriptive des essences, appartient à une *classe fondamentale de sciences eidétiques* qui diffère totalement des sciences mathématiques" (p.241).

Après Husserl, la question phénoménologique s'est trouvée liquidée, comme une véritable part maudite, par une quadruple agression militante : celle des sciences exactes, celle des sciences humaines, celle du logicisme et celle des matérialismes. C'est ^{malgré tout} bien elle que réactive la T.C. de façon il faut bien le dire spectaculaire, puisqu'il suffit de reprendre un par un les caractères eidétiques que Husserl déniait à la géométrie pour obtenir une excellente définition de la T.C.. *La T.C. est une eidétique descriptive géométrique*. Les mathématiques dont elle dérive :

- i) décrivent et ordonnent en classes les formes spatiales (§ 72) ; et géométrisent même (schématisent) l'intuition catégoriale de classification (concepts de stratification et de déploiement) ;
- ii) construisent des concepts morphologiques vagues portant sur des types vagues de formes tombant sous l'intuition sensible (§ 74) ;
- iii) traitent des essences génériques qui ont une aptitude aux distinctions pures (§ 74) ;
- iv) arrivent à les distinguer de façon stable et à les saisir dans des concepts rigoureux (§ 75).

A ce titre, la T.C. peut être, en droit et en fait, considérée comme la première synthèse de la géométrie et de la phénoménologie, comme le moment dialectique où, devenant eidétique descriptive, la géométrie devient à même d'assurer les tâches d'une description pure en effectuant un "retour-
amont" vers la manifestation. En faisant l'économie du vécu, elle rectifie toutefois la conception husserlienne . Elle l'épure de sa "vision" quasi mystique des essences et en transforme la tâche philosophique en programme scientifique. Mais d'un autre côté, en en assurant implicitement l'héritage, elle renoue les fils épars d'un dialogue interrompu pour le ^{pi} entre les sciences et la philosophie et permet désormais d'entrevoir un autre horizon pour la pensée du sens de l'être que celui des suppléances existentielles et/ou matérialistes de l'Idée ruinée de Raison.

BIBLIOGRAPHIE.

- BUFFON [1774], *Oeuvres complètes*, tome IV, Imprimerie Royale, Paris.
- CASSIRER E. [1929], *La Philosophie des Formes Symboliques*, vol.3,
Minuit, 1972
[~1780-1830]
- GOETHE [†], *La Métamorphose des Plantes*, (trad. H. Bideau), Triades,
Paris, 1975.
- GOODWIN B.C., WEBSTER G. [1982], The Origin of Species : a structuralist
approach, *J. General Biol. Struct.* 1, 10-47.
- HEIDEGGER M. [1962], *Qu'est-ce qu'une Chose ?* (trad. J. Reboul et
J. Taminiaux), Gallimard, Paris, 1971.
- HUSSERL E. [1950], *Idées Directrices pour une Phénoménologie*, (trad.
P. Ricœur), Gallimard, Paris.
- HUSSERL E. [1976], *La Crise des Sciences Européennes et la Phénoménologie
Transcendantale*, (trad. G. Granel), Gallimard, Paris.
- HUSSERL E. [1982], *Idées Directrices pour une Phénoménologie II : Recherches
Phénoménologiques pour la Constitution*, (trad. E. Escoubas),
Presses Universitaires de France, Paris.
- PETITOT J. [1977], *Centrato/Acentrato*, *Enciclopedia Einaudi*, II, 894-954,
Einaudi, Torino.
- PETITOT J. [1982], *Pour un Schématisme de la Structure : De quelques impli-
cations sémiotiques de la théorie des catastrophes*, thèse,
Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- PETITOT J. [1982(a)], A propos de la querelle du déterminisme : de la
théorie des catastrophes à la Critique de la faculté de juger,
Traverses, 24, 134-151.
- PETITOT J. [1982(b)], *Paradigme catastrophique et perception catégorielle*,
Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales, Ecole des Hautes
Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- PETITOT J. [1982(c)], Sur la signification linguistique de la théorie des
catastrophes, *Mathématiques et Sciences humaines*, 79, 37-74.
- PETITOT J. [1983], A propos de "Logos et Théorie des Catastrophes", *Babylone* 213
Christian Bourgois, Paris.

- PETITOT J. [1983(a)], *Structure* (à paraître dans l'*Encyclopedic Dictionary of Semiotics*), Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- PETITOT J. [1984], *Théorie des catastrophes et Structures sémio-narratives*, Actes sémiotiques, Groupe de Recherches Sémiolinguistiques, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- STEINER R. [1884], préface à Goethe [1975].
- THOM R. [1968], *Biologie et Structuralisme, Towards a theoretical Biology II* (C.H. Waddington ed.), Univ. of Edimburgh Press.
- THOM R. [1972], *Stabilité Structurelle et Morphogenèse*, Benjamin, New-York, Ediscience, Paris.
- THOM R. [1977], *Structural Stability, Catastrophe theory and Applied Mathematics*, The John von Neumann Lecture 1976, *Siam Review*, 19, 2, 189-201.
- THOM R. [1978], *Formalisme et Scientificité*, *Les Etudes Philosophiques*, 2, 171-178.
- THOM R. [1980(a)], *Modèles Mathématiques de la Morphogenèse* (2ème ed.), Christian Bourgois, Paris.
- THOM R. [1980(b)], *Prédication et Grammaire universelle*, *Fundamenta Scientiae*, 1-24.
- THOM R. [1980(c)], *The role of mathematics in present-day science*, *Union internationale de philosophie des sciences*, Hanovre.
- THOM R. [1980(d)], *Parabole e Catastrofe* (G. Giorcello ed.), il Saggiatore, Milan.
- THOM R. [1981], *Morphologie du Sémiotique*, *Semiotic Inquiry*, 1, 4, 301-309.
- THOM R. [1983], *Darwin, cent ans après*, *Rivista di Biologia*, 76, 1, 11-22.
- THOM R. [1983(a)], *Dynamique globale et morphologie locale chez les êtres vivants*, *L'Explication dans les Sciences de la Vie* (H. Barreau ed.), Editions du C.N.R.S.
- WILDGEN W. [1982], *Catastrophe Theoretic Semantics*, Benjamins, Amsterdam-Philadelphia.