

Journée de philosophie des sciences Jean Largeault  
7 mai 1999, Sorbonne, Paris IV

**JEAN LARGEAULT ET RENE THOM :**  
**DE L'IDEALISME DU RATIONALISME PHYSIQUE AU REALISME**  
**DE LA PHILOSOPHIE DE LA NATURE**

**Jean Petitot**

EHESS, École Polytechnique

J'ai eu le privilège de pouvoir suivre pendant de longues années les discussions entre Jean Largeault et René Thom, en particulier lors des séances du fameux séminaire du samedi matin à l'Institut des Hautes Études Scientifiques. Cela reste pour moi une expérience et un souvenir inoubliables.

Jean Largeault a toujours reconnu sa dette intellectuelle envers l'auteur de *Stabilité structurelle et Morphogenèse*. Dès l'ouverture des *Systemes de la Nature*, il dit par exemple :

« Sur le fond des idées je dois tout à René Thom » (SN, p. 6).<sup>1</sup>

Mais cette reconnaissance allait plus loin que l'admiration pour un génie mathématique et philosophique unique. Elle reposait aussi sur une raison technique concernant une question essentielle de la philosophie des sciences, à savoir celle du *réalisme ontologique*. Jean Largeault était convaincu que l'extraordinaire renouveau de la philosophie de la nature idée par René Thom avait ouvert la voie à la possibilité d'un nouveau réalisme.

C'est sur cet enjeu critique que je souhaiterais faire ici quelques remarques. Je le ferai en deux temps :

- (i) D'où vient le nécessaire idéalisme constitutif du rationalisme de la physique mathématique ?
- (ii) En quoi une théorie dynamique de la morphogenèse peut-elle au contraire justifier un nouveau réalisme ?

## 1. L'IDEALISME PHYSIQUE

Jean Largeault a étudié avec une profondeur particulière la façon dont, dans la physique mathématique moderne, la légalisation objective des phénomènes par un système de lois et d'équations fondamentales avait éliminé la notion réaliste clé de *cause efficiente* ou de cause efficace. Il s'agit là d'un leitmotiv sur lequel toute son œuvre insiste à juste titre car selon lui

« l'énigme majeure est la cause efficace » (SN, p. 221).

L'éviction des causes efficaces depuis le développement de la mécanique vient du fait que la physique *légalise* les phénomènes. Elle « s'occupe de lois » (SN, p. 16), autrement dit de conditions déterminantes, mais

« pas de la *nature* des causes, qu'elle considère comme *inaccessible* (en soi) ».

Jean Largeault explique dans de fort nombreux textes que le mode de cette éviction est très particulier : il s'agit d'une transformation, (d'une transcription, d'une conversion, d'une traduction) des causes efficaces *en causalité formelle*. Tel est le cas par exemple du déterminisme en mécanique classique :

« Le déterminisme, mathématiquement exprimé, transcrit la causalité efficace en causalité formelle » (SN, p. 177).

Certes, la physique semble introduire des causes efficaces lorsqu'elle introduit des causes « génératrices ou propagatives » (des champs, des forces, des interactions). Mais en fait,

« en en faisant la théorie, (elle) les élève à la cause formelle » (SN, p. 222).

Évidemment, ce qui est essentiel dans ces citations est non seulement la conversion des causes efficaces en causalité formelle, mais aussi, et peut-être surtout, le fait qu'elle est une conséquence de la *mathématisation* de la physique.

Si cette conversion est si importante c'est parce que dans la causalité formelle

« la cause équivaut à l'effet » (SN, p. 109).

Si

« expliquer consiste à indiquer des causes efficaces » (SN, p. 177)

alors, depuis l'avènement de la mécanique rationnelle, la physique mathématique n'est *pas explicative*. Jean Largeault est catégorique sur ce point. Toujours par rapport au déterminisme mécaniste, il affirme par exemple :

« en soi, le déterminisme n'est pas explicatif (...). Il n'élucide pas le fonctionnement mécanique, s'il y en a un, il y substitue un logos génératif » (SN, p. 177).

Il s'agit là d'un point vraiment essentiel. Les lois et les équations fondamentales rendent compte « de la *structure* du réel » mais non pas de sa « nature intime » (PPR, p. 26).

Un exemple particulièrement évident de cette conversion concerne le rôle constitutif des *principes variationnels de moindre action* qui remplacent des causes efficaces *locales* par des causes formelles *globales* (souvent considérées d'ailleurs comme des avatars de causes *finales*). Avec les équations d'Euler-Lagrange

« la cause efficace se modèle sur une contrainte de forme » (SN, p. 113)

ce qui permet de réaliser l'idéal « malebranchien » d'une sciences *sans ontologie* où les lois légalisent les faits expérimentaux et les réengendre par la générativité mathématique.

Jean Largeault insiste également beaucoup sur la façon technique dont les formalismes physiques détruisent toute ontologie substantielle :

(i) Par exemple, grâce au théorème de Noether, les principes variationnels permettent de ramener les *lois de conservation* aux *symétries* des théories.

(ii) Le rôle constitutif des symétries s'est élargi de façon extraordinaire d'abord avec la relativité générale qui transforme la force gravitationnelle elle-même en cause formelle (courbure de l'espace-temps) (SN, p. 116), et ensuite avec les théories de jauge qui permettent de réduire les *interactions* à une *localisation* spatio-temporelle des symétries internes *globales* (PPR, p. 56).

(iii) De même, Jean Largeault a réfléchi sur le rôle constitutif du *théorème de Stokes* dans des théories comme l'électromagnétisme. Rappelons que ce théorème, qui est la base de la cohomologie de De Rham, dit que si  $M$  est une sous-variété à bord de dimension  $n$  et de bord  $\partial M$  ( $\partial M$  est une sous-variété de dimension  $n-1$ ) dans un espace ambiant  $E$  et si  $\omega$  est une  $(n-1)$ -forme différentielle sur  $E$  alors l'intégrale de  $d\omega$  (qui est une  $n$ -forme) est donnée par la formule  $\int_{\partial M} \omega = \int_M d\omega$ . Jean Largeault n'évoque pas à ce propos la relativité générale. Mais elle confirme son point de vue car, ainsi que l'a montré Wheeler, il existe une origine *cohomologique* des équations d'Einstein  $G = 8\pi T$ .

(iv) Jean Largeault consacre aussi tout un ensemble de réflexions techniques passionnantes à l'équation de Hamilton-Jacobi et aux systèmes intégrables en mécanique hamiltonienne. Dans le cas où l'hamiltonien  $H(q,p)$  ( $q = (q_1, \dots, q_n)$  et  $p = (p_1, \dots, p_n)$ ) ne dépend pas des positions  $q_i$ , la forme même des équations canoniques de Hamilton implique  $\frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} = 0$ . Les moments  $p_i$  sont donc constants : ce sont des intégrales premières du

mouvement. Du coup, comme  $\frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}(p) = cste$  on a  $q_i(t) = q_i(0) + t \frac{\partial H}{\partial p_i}(p)$  et les

trajectoires sont donc des mouvements rectilignes uniformes sur les hypersurfaces invariantes  $p = cste$ . Comme les transformations canoniques préservent la structure symplectique des équations de Hamilton, on cherche donc prioritairement des transformations canoniques  $(q, p) \rightarrow (Q, P)$  qui annulent la dépendance en  $Q$ . Pour cela on introduit des fonctions génératrices  $S(P, q)$  telles que  $P = \frac{\partial S(P, q)}{\partial q}$ ,  $q = \frac{\partial S(P, q)}{\partial P}$  et  $\det\left(\frac{\partial^2 S}{\partial q \partial P}\right) \neq 0$  (de façon à avoir un vrai changement de coordonnées) et qui satisfont

l'équation de Hamilton-Jacobi :  $H\left(\frac{\partial S(P, q)}{\partial q}, q, t\right) = H(P)$  exprimant que dans les nouvelles

coordonnées canoniques l'hamiltonien  $H$  ne dépend plus de  $q$ . (Pour la transformation identique la fonction génératrice est  $S = Pq$ .) Les  $n$  fonctions  $P_i(p, q)$  sont alors  $n$  intégrales premières du mouvement. Si elles sont indépendantes (i.e. si les  $dP_i$  sont linéairement indépendantes) et en involution (i.e. si leur crochet de Poisson  $\{P_i, P_j\} = 0$ ) alors, d'après le *théorème de Liouville*, le système est *intégrable*. Cela signifie que le mouvement

(a) se fait sur des tores invariants (du moins si les hypersurfaces de niveau  $P = cste$  sont compactes et connexes) paramétrés par  $n$  variables angulaires  $(\phi_1, \dots, \phi_n)$  et

(b) y est *quasi périodique*.

On rencontre là un *idéal d'explication* des phénomènes au moyen de leur *trivialisation*. Tout se passe comme si le processus de trivialisation pouvait, en sens inverse, être considéré comme un processus de *genèse* des phénomènes.

On voit que Jean Largeault a ainsi profondément investigué les conséquences philosophiques, dirimantes pour la question du réalisme, de la *géométrisation* de la physique. Par exemple, en relativité générale les effets d'un champ de gravité étant équivalents à une accélération constante de l'observateur et la physique d'un observateur en chute libre étant équivalente à la physique d'un observateur inertiel dans un espace sans gravité (PPR, p. 24), la force gravitationnelle devient *apparente*. Comme la vitesse en

mécanique galiléenne, elle devient éliminable par le choix d'un référentiel. C'est un cas particulier, tout à fait spectaculaire, du fait que les groupes de relativité et les symétries trivialisent les phénomènes.

Jean Largeault souligne à ce propos, je pense tout à fait à juste titre, que cette trivialisement des phénomènes — et donc cette *annulation* de l'être —, cette

« réduction de la réalité au néant » (PPR, p. 53)

constitue *l'idéal* de la légalisation déterminante en physique mathématique. En physique,

« les principes de conservation seraient la forme par excellence du principe causal »

et

« l'explication la plus parfaite correspondrait au cas où le phénomène se réduit à un changement de disposition spatiale » (PPR, p. 51).

Philosophiquement parlant, ce statut très particulier de l'objectivité physique donne, selon Jean Largeault, raison à Meyerson qui « voyait juste » (PPR, p. 51). Le rôle des symétries confirme le grand principe meyersonian de

« la tendance identitaire de la raison » (SN, p. 120).

Ce n'est pas le lieu de parler ici de mes propres travaux, mais je me permets néanmoins d'indiquer que la déréalisation opérée en physique par la causalité formelle constitue selon moi la raison principale de l'incompatibilité de principe disjoignant l'objectivité physique de toute ontologie substantielle. C'est la nature même de l'objectivité physique qui valide selon moi l'approche *constitutive-transcendantale*. C'est pourquoi j'ai tenté de développer dans un certain nombre d'études une interprétation néo-transcendantale de la relativité générale et de la théorie quantique des champs.

Ce statut très particulier (transcendantal) de l'objectivité physique découle tout simplement du fait suivant. Une science n'est une science « proprement dite » (au sens de Kant) que si elle arrive à résoudre ce que Jean Largeault appelle le « problème de Platon » :

« Comment concilier l'identité de l'être et la variabilité des phénomènes » (SN, p. 254).

Il faut éviter à la fois l'écueil parméniénien d'une ontologie sans phénoménologie (essence sans devenir) et l'écueil héraclitéen d'une phénoménologie sans ontologie (devenir sans essence). La physique résout cette antique aporie fondatrice de façon originale.

(i) D'abord elle se restreint aux purs phénomènes (trajectoires, raies spectrales, etc.) et en donne une description numérique à travers des mesures (elle traite les phénomènes comme des observables).

(ii) Ensuite elle pousse l'abstraction conceptuelle jusqu'à une Analytique catégoriale et des principes d'unité qui permettent la "subsumption" du divers empirique sous l'unité du concept.

(iii) Mais enfin — et surtout — elle résout *le problème inverse de l'abstraction conceptuelle*. Elle réussit à effectuer ce que j'appellerai la *synthèse computationnelle* des phénomènes au moyen de lois et d'équations fondamentales. Elle réussit à transformer pour ce faire le contenu de l'Analytique catégoriale *en algorithmes générateurs d'une diversité mathématiquement construite* qui peut être comparée à la diversité empirique mesurée. C'est dans ce sens qu'elle est *formelle* :

«Un formalisme inclut un algorithme génératif» (PPR, p. 48).

Il est évident qu'il ne saurait y avoir de contenu ontologique dans une synthèse computationnelle puisqu'il y s'agit de pures procédures de traitement d'information.

De façon générale, la philosophie transcendantale peut être conçue comme la philosophie qui thématise la synthèse computationnelle en tant qu'essence de la science.

Je pense qu'une grande partie des critiques systématiques et récurrentes adressées par Jean Largeault aux traditions dominantes de l'épistémologie sont des conséquences directes de ses analyses fines concernant le statut de l'objectivité dans la physique mathématique.

(i) Par exemple, il reproche fondamentalement à l'empirisme de Hume d'avoir éliminé les causes efficaces, non pas comme le fait la physique mathématique en les traduisant en causalité formelle, mais en les ramenant à « l'immédiateté présentationnelle » du visible. Pour Hume

« les causes sont inaccessibles » (SN, p. 10)

et

« l'envers du visible est inconnaissable » (SN, p. 11).

On ne peut qu'extraire par induction des régularités statistiques, en particulier temporelles, et les *typifier*. Ce faisant on *idéalis*e la causalité.

« Hume abordant la causalité sous l'angle de la présentation immédiate, a exclu l'efficacité causale » (SN, p. 12).

« Hume a transposé la notion de substance en celle d'impression de sensation » (SN, p. 13).

(ii) De même, il reproche au positivisme logique qui fut un

« aboutissement du rationalisme idéaliste » (SN, p. 235)

de redoubler la méconnaissance empiriste des causes efficaces par une autre méconnaissance, peut-être encore plus grave, à savoir que la déréalisation idéaliste de la causalité en physique mathématique dépend de la *géométrisation* des théories (variétés riemanniennes en relativité générale, connexions sur des fibrés en théories de jauge, etc.). La causalité formelle en physique est liée à la géométrie (cf. PPR, p. 50) et non pas à la logique.

## 2. PHILOSOPHIE DE LA NATURE ET PHILOSOPHIE REALISTE

Pourquoi et comment l'apport de René Thom a-t-il pu être si décisif pour Jean Largeault dans ce contexte épistémologique ? Je crois que son impact a essentiellement été dû au fait que la conquête d'un nouveau niveau de réalité — un niveau macroscopique et qualitatif de nature morphologique, morphogénétique, j'aime à dire morphodynamique — a permis de renouveler certaines traditions de la philosophie de la nature et, ce faisant, de repenser les questions des causes efficaces de l'ontologie et du réalisme.

Il faut d'abord rappeler l'extraordinaire percée qu'ont été les modèles de morphogenèse. La "théorie des catastrophes" fait partie de tout un ensemble de travaux physico-mathématiques qui ont permis de comprendre comment des organisations et des structures morphologiques macroscopiques, structurellement stables et auto-régulées, pouvaient émerger de la physique microscopique sous-jacente à travers des processus locaux d'interaction (coopérations et conflits) conduisant à des comportements collectifs coordonnés. De tels systèmes complexes sont très différents des systèmes classiques. Ils sont singuliers, contingents (non concrètement déterministes), historiques, résultant de processus d'évolution et d'adaptation. Ce sont des systèmes hors équilibre possédant une régulation leur permettant de demeurer à l'intérieur de leur domaine de viabilité.

Entre autres dans *Philosophie de la Nature 1984*, Jean Largeault a analysé en détail certains aspects de la façon dont cette masse impressionnante de découvertes convergentes ont complètement transformé le *type théorique* de la physique mathématique.

(i) Le rôle morphogène crucial des brisures de symétries, des phénomènes critiques, des bifurcations, des discontinuités, des singularités ; tout ce qui rend les substrats hétérogènes, « anhoméomères » comme disait Aristote à la grande joie de Thom.

(ii) La possibilité d'utiliser des théorèmes profonds de dynamique qualitative et de théorie des singularités pour remonter des morphologies externes observées à de fortes contraintes sur les dynamiques internes génératrices ; cela ouvre à une nouvelle méthode d'explication scientifique.

(iii) La possibilité de changer de niveau en introduisant, comme en théorie classique des phénomènes critiques, des paramètres d'ordre, des moyennes thermodynamiques sur les attracteurs chaotiques des dynamiques complexes.

(iv) L'opposition entre le déterminisme mathématique idéal d'un système dynamique et l'indéterminisme physique concret de l'évolution qu'il décrit dans le cas où il y a sensibilité des trajectoires aux conditions initiales (divergence exponentielle des trajectoires par rapport à des variations infinitésimales des conditions initiales).

Ce qui intéressait principalement Jean Largeault sur le plan philosophique était la façon dont ces travaux permettaient de renouveler la question du réalisme. Le premier pas consiste à penser les conséquences de l'indépendance relative des formes par rapport aux substrats. De la même façon que par exemple les symétries ou les modes d'oscillation au voisinage d'un point d'équilibre stable sont universels, il existe également des singularités et des modes critiques de comportement qui sont *typiques*, en très grande partie indépendants de la physique fine sous-jacente.<sup>2</sup> Il s'agit là d'un véritable *fonctionnalisme dynamique* propre aux théories morphologiques de l'organisation.

Mais quelles sont donc les raisons qui peuvent conduire à penser que, aussi profondes et nouvelles soient-elles, de telles théories permettent de réhabiliter un certain réalisme ontologique. Il y a d'abord évidemment le fait que toutes les théories morphologiques sont en quelque sorte de type « thermodynamique » ou « physique statistique » au sens où elles expliquent comment des structures macroscopiques *finiment descriptibles* peuvent *émerger* d'un chaos d'interactions micro sous-jacentes. Nous rencontrons ici la problématique si importante des *changements de niveaux de réalité*.

Dans un changement de niveau coopèrent deux instances apparemment contradictoires :

(i) Un *réductionnisme causal* faisant des structures émergentes l'effet causal — au sens de la causalité efficace — des interactions sous-jacentes. (Pensons à la réduction de la pression à des chocs moléculaires et de la température à des vibrations moléculaires).

(ii) Mais aussi, complémentirement, une *autonomie structurale* du niveau émergent (“supervenient” au sens de Davidson) et cela en raison de cette indépendance par rapport au substrat qui est propre au fonctionnalisme morphodynamique.

D'où deux erreurs philosophiques symétriques :

(i) Celle, matérialiste, des réductionnismes dits éliminativistes qui annihilent l'autonomie structurale du niveau supérieur en en faisant une simple illusion épiphénoménale.

(ii) Celle, spéculative, des réalismes structuraux qui autonomisent au contraire le niveau émergent et attribuent un efficace *causal* à leurs formes et à leurs structures.

Dans sa *Préface aux Systèmes de la Nature*, René Thom est très clair au sujet de ce « problème crucial » et situe l'ontologie au niveau des liens de causalité interniveaux. L'ontologie concerne des entités « stables et permanentes » servant de générateurs, visibles ou invisibles, aux phénomènes et, plus précisément,

« dont les interactions propagent l'influx causal qui détermine l'évolution temporelle des phénomènes » (SN, p. V).

Selon René Thom, c'est dans le changement de niveau de réalité qu'une causalité efficace s'introduit en plus

« de la seule légalité mathématique de la théorisation » (SN, p. IV).

La dialectique est assez subtile.

(i) D'une part, le changement de niveau

« transforme souvent une causalité efficiente en une causalité formelle » (SN, p. V).

D'où l'erreur des réalismes structuraux qui, en autonomisant le niveau émergent, *ontologisent* une causalité formelle.

(ii) Mais, réciproquement,

« un choix local — une condition initiale par exemple — peut “spécialiser” une légalité globale en une cause efficiente locale » (SN, p. V).

D'où l'erreur symétrique des matérialismes éliminativistes qui, en niant la légalité propre du niveau émergent, s'interdisent de comprendre vraiment la nature des causalités en jeu.

Pour ma part, je ne pense pas que ces remarques puissent toutefois plaider véritablement en faveur d'un réalisme authentique. En effet, il semble clair que "l'ontologie" dont il s'agit est ici une ontologie relative et conventionnelle reposant sur la décision de traiter les entités d'un certain niveau comme des sortes d'atomes individués d'un niveau de base. C'est un peu comme en logique du premier ordre en théorie des ensembles lorsqu'on décide de traiter, dans la hiérarchie des types, certains ensembles, par exemple les nombres réels, comme ayant le type d'Urelemente sur lesquels on quantifie. Il ne s'agit là que d'une convention car l'on sait que, dans la hiérarchie complète des types d'un univers de théorie des ensembles, un réel est une coupure de Dedekind ou une classe d'équivalence de séries de Cauchy de rationnels, que les rationnels sont des classes d'équivalence de paires ordonnées d'entiers, que les entiers sont des ordinaux finis et que les ordinaux finis s'obtiennent à la von Neumann par une hiérarchie de parenthèses appliquées à l'ensemble vide. Il en va de même ici. Le réductionnisme causal descend régressivement de niveau en niveau et rejoint en définitive le niveau de la physique fondamentale où, comme nous l'avons vu, toute ontologie se dissout dans la causalité formelle et la légalité de l'identité. Ce n'est que la convention sélectionnant un niveau comme niveau de base qui engendre un *effet de sens* ontologique.

Ceci dit, il existe toutefois un aspect plus spéculatif, mais aussi plus profond, dans le réalisme thomien, celui d'une *sémiophysique* (ce que j'appelle pour ma part une "physique du sens").

Thom a introduit une différence essentielle entre ce qui est *descriptible linguistiquement* et ce qui est *déterminable mathématiquement*. Comme le rappelle Jean Largeault :

« La générativité mathématique (et la générativité) linguistique ne sont pas (...) de la même espèce » (SN, p. 182).

Le point le plus délicat à comprendre est que cette remarque sur le *langage* engage de façon essentielle la question *ontologique* de la causalité efficace. Car en dernière instance, celle-ci est liée selon Thom à l'*interaction d'actants*. Elle relève donc d'une théorie générale de l'actantialité et, en ce sens, elle se trouve bien liée au langage. Comme le dit Jean Largeault à la suite de Thom, elle est "transitive" au sens de l'interaction entre un sujet et un objet à travers le verbe d'une phrase transitive.

« La causalité efficace a donc un “caractère langagier”. L’action émane d’un individu spécifié et se propage vers un autre individu spécifié » (SN, p. 183).

La causalité efficace reposerait ainsi essentiellement sur des transferts de prégnances entre actants individués. Certainement que l’un des apports les plus profonds et les plus incompris de Thom est d’avoir développé, dans le plus pur style de certaines philosophies antiques, la thèse étonnante que la causalité efficace d’une actantialité faisant circuler des prégnances, n’était pas, comme on le croit spontanément, sémantique et mentale parce que langagière, mais profondément involuée dans la nature elle-même et, en quelque sorte, *immanente à la phusis*. Chez Thom, l’actantialité rejoint les racines mêmes de la réalité matérielle. Autrement dit, c’est l’involution d’une syntaxe actantielle (au sens structuraliste) dans la finalité (au sens kantien) de la nature qui constitue le lieu « sémiophysique » de la causalité efficace.

C’est de cette façon fort originale que Thom a redéployé les philosophies de la nature contre l’idéalisme rationaliste de l’objectivité physique. Comme l’explique bien Jean Largeault

« il faut reconnaître une consistance à la nature. Cela est exclu quand on la conçoit comme un système de lois ».

Limiter la causalité à la détermination mathématique des phénomènes, et donc à la causalité formelle,

« prive de consistance la nature » (SN, p. 245).

En fait, il s’agit, à travers une théorie dynamique de la morphogenèse, *d’involuer un sens intrinsèque dans la nature*.

« L’idéalisme exclut la philosophie de la nature parce que le donné n’a selon lui, pas de sens intrinsèque »

et toute intelligibilité y est ramenée au sujet de la connaissance. Au contraire pour la philosophie de la nature,

« la réalité contient des principes de son interprétation » (SN, p. 246).

Ce « sens intrinsèque » de la Nature se trouve chez certains des plus grands philosophes : Leibniz avec ses multiples reprises des formes substantielles et des entéléchies, Peirce avec

sa réinterprétation sémiotique des entéléchies comme signe naturel auto-interprétant, Merleau-Ponty avec son redéploiement de la phénoménologie comme philosophie de la Nature dans ses derniers cours au Collège de France. On peut dire que René Thom a permis de comprendre sur le plan mathématique les différences entre ces deux modes — physique et morphologique — de l'être et, ce faisant, de résorber en partie la schize de la coupure dite galiléenne.

Pour ma part, je pense qu'il est effectivement absolument essentiel (et révolutionnaire) de traiter la *phénoménalisation* même de l'objectivité physique *comme un nouveau type de phénomène naturel*, autrement dit, d'intégrer dans notre concept de Nature les conditions de possibilité et les principes de sa phénoménalisation. Je pense également qu'une théorie objective des formes est un aspect essentiel d'un tel programme de recherche. Mais je ne vois pas comment on peut y faire l'économie d'une théorie élaborée de *la perception et de la cognition*. C'est pourquoi il me paraît indispensable de redéployer les travaux morphologiques de René Thom dans le cadre d'une phénoménologie de la perception, par exemple au sens de Husserl.

Mais il s'agit là d'un autre débat. Jean Largeault parle peu de Husserl. Dans une note des PPR (note 10, p. 235) il dit :

« Je n'ai pas mentionné Husserl, qui renouvela l'idéalisme ».

Husserl

« a essayé d'obtenir, sur des bases subjectives, ce qu'une métaphysique réaliste trouve tout fait ».

« Les scientifiques seront indifférents entre le réalisme et un idéalisme à la manière de Husserl qui garantit tout ce dont ils ont besoin ».

Effectivement, mais tout le problème est évidemment que le réalisme ne peut pourtant pas se réduire à trouver l'être « tout fait ». Cela le ferait dégénérer en pétition de principe. Il lui faut impérativement un processus de *constitution*, y compris pour les formes et les états de choses perceptibles et linguistiquement descriptibles qui supportent les causalités efficaces. Mais toute constitution devant engendrer, pour être générative, une synthèse computationnelle, une ontologie substantielle n'arrive jamais à être rejointe par la connaissance possible.

Il me faut conclure. Comme j'en ai témoigné d'emblée, la possibilité de suivre ces débats entre Jean Largeault et René Thom a été pour moi un rare privilège. Et peut-être que ce qui m'a le plus ému a été de voir comment Jean Largeault a utilisé ses dons et ses compétences — une sobre profondeur, une érudition unique, une acuité mordante — pour thématiser le noyau philosophique d'une des grandes aventures scientifiques de ce siècle.

## **BIBLIOGRAPHIE**

LARGEAULT, J., 1984. *Philosophie de la nature 1984*, Université Paris XII.

LARGEAULT, J., 1985. *Systèmes de la Nature*, Paris, Vrin.

LARGEAULT, J., 1985. *Principes de Philosophie réaliste*, Paris, Klincksieck.

PETITOT, J., 1992. *Physique du Sens*. Paris, Éditions du CNRS.

PETITOT, J., 1994. « La sémiophysique : de la physique qualitative aux sciences cognitives », *Passion des Formes, à René Thom* (M. Porte, éd.), 499-545, Fontenay-Saint Cloud, E.N.S. Éditions.

PETITOT, J., 1997. « Objectivité faible et Philosophie transcendantale », *Physique et Réalité, débat avec B. d'Espagnat*, (M. Bitbol, S. Laugier, éd.), Paris, Diderot Éditeur, 201-236.

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

THOM, R., 1980. *Modèles mathématiques de la Morphogenèse* (2ème éd.), Paris, Christian Bourgois.

THOM, R., 1983. *Paraboles et Catastrophes*, Paris, Flammarion.

---

<sup>1</sup> Dans ce texte l'abréviation PN renvoie à *Philosophie de la nature 1984*, SN à *Systèmes de la Nature* et PPR à *Principes de Philosophie réaliste*.

<sup>2</sup> Cf. PPR, p. 155 où J. Largeault cite Thom parlant de « l'idée qu'une certaine compréhension des phénomènes morphogénétiques est possible sans avoir recours aux propriétés spéciales du substrat des formes, ou à la nature des forces agissantes » (*Modèles Mathématiques de la Morphogenèse*, p. 10). « La théorie des catastrophes élémentaires est une théorie du substrat le plus général [qui] décrit des accidents typiques pouvant se réaliser dans un substrat indifférencié, dont la spécificité n'intervient que pour imposer des contraintes supplémentaires à ces accidents » (*Paraboles et Catastrophes*, p. 109).