

René Thom
Stabilité Structurale et Morphogénèse :
Essai d'une théorie générale des modèles *

par Jean Petitot
École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris

1983

Paru en 1972 chez W.A. Benjamin après que le manuscrit ait circulé pendant cinq ans dans les milieux scientifiques spécialisés, *Stabilité Structurale et Morphogénèse* (SSM) est le livre fondateur de la “théorie des catastrophes” (TC) telle que l’entend René Thom. Avec le recueil *Modèles Mathématiques de la Morphogénèse* (MMM) et le dialogue entre René Thom et Giulio Giorello paru sous le titre de *Paraboles et Catastrophes*, il en constitue la principale référence.

Plus qu’un évènement, sa parution a représenté un authentique avènement. Il a déclenché de vastes recherches tant spécialisées qu’interdisciplinaires et, en réponse, d’assez vives polémiques. Maintenant que les vagues suscitées par son retentissant succès se sont quelque peu apaisées, on peut en évaluer plus sereinement l’importance et il apparaît clairement qu’il s’agit d’un ouvrage scientifique et épistémologique majeur de la seconde moitié du XXème siècle.

L’importance de SSM vient du fait que s’y trouve *constitué* un *nouveau* niveau de réalité que l’on pourrait appeler le niveau de réalité “morphologique-structural” et que, en conséquence, s’y trouvent esquissés des éléments de réponse – pour la première fois rationnellement fondés et mathématiquement explicites – à nombre d’interrogations philosophiques traditionnelles portant sur le contenu objectif des concepts de “morphologie” et de “structure”, c’est-à-dire, aussi, de forme et d’organisation.

Comment René Thom a-t-il pu concevoir le niveau de réalité morphologique-structural ? L’idée centrale est que ce sont les *singularités* des processus dynamiques régissant la physique des substrats qui constituent le tiers terme intermédiaire entre cette physique et le niveau morphologique qui en émerge. Le concept de singularité est *à la fois* physique et phénoménologique et, si l’on dispose d’une bonne théorie mathématique permettant de l’explicitier, on peut tenter à partir de lui de développer une théorie mathématique des formes organisées. C’est pourquoi la TC repose sur une théorie générale des singularités, celle-ci exigeant des outils sophistiqués de dynamique qualitative et de topologie différentielle.

*W.A. Benjamin, Reading Mass., USA, 1972.

SSM présente ces idées de façon à la fois technique, historique et épistémologique.

(i) René Thom y définit d’abord – dans le cadre du projet général de constitution d’une mathématique morphologique – ce qu’est phénoménologiquement une morphologie. C’est un système de discontinuités qualitatives – dit ensemble de catastrophe – des qualités sensibles remplissant l’extension spatio-temporelle du substrat considéré.

(ii) Ce concept phénoménologique peut être explicité si l’on admet que les qualités sensibles sont localement descriptibles comme des régimes locaux d’un processus dynamique “interne” au substrat. Les catastrophes observées sont alors corrélées à des changements brusques du régime local (on peut faire l’analogie avec les phénomènes thermodynamiques de transitions de phases) et leur modélisation dépend donc d’une théorie générale des bifurcations de régimes locaux (i.e. d’“attracteurs”) que peuvent présenter les systèmes dynamiques généraux.

(iii) Pour les modèles les plus simples les dynamiques internes sont des dynamiques de gradient et SSM développe donc en particulier les éléments de la théorie des singularités des applications différentiables. Les concepts de *stabilité structurelle* et de *déploiement universel* y jouent un rôle clef.

(iv) Cela permet d’accéder au célèbre théorème de classification des catastrophes élémentaires montrant qu’il existe de fortes contraintes *abstraites* (“platoniciennes”) imposées à l’univers des morphologies empiriques. Ce résultat est essentiel car c’est lui qui explique que le niveau de réalité morphologique puisse à la fois être fondé dans le niveau physique sous-jacent, en émerger et manifester une certaine autonomie ontologique.

(v) Sur la base de ces résultats mathématiques, SSM développe alors un nombre impressionnant de modèles et de réflexions générales.

- D’abord il propose une première classification des types fondamentaux de formes naturelles et une première schématisation des concepts de complexité, d’information et de signification.
- Ensuite, il s’attaque aux principaux problèmes de la biologie structurale : modèles pour la division cellulaire, modèles locaux pour l’embryogenèse, modèles globaux pour la régulation. Il s’agit là du cœur des applications biologiques de la TC.
- Enfin il conclut sur des considérations générales concernant la pensée et le langage et qui, depuis, ont été considérablement développées par René Thom (en particulier dans MMM).

SSM conjugue ainsi

(a) un projet épistémologique global et systématique puissamment enraciné dans certaines des plus importantes traditions philosophiques,

(b) un univers mathématique d’une grande profondeur entretenant des liens organiques avec certaines des théories géométriques les plus fondamentales et

(c) une approche révolutionnaire du structuralisme dans les sciences naturelles, qu'elles soient biologiques ou humaines.

C'est pourquoi l'on peut affirmer sans emphase que sa parution constitue un véritable évènement qui, pour la première fois, permet de réconcilier de façon "naturaliste" et "réaliste" la physique mathématique post-galiléenne avec le néo-aristotélisme phénoménologique (l'hylémorphisme).

On ne peut donc qu'être étonné par la réception mitigée qu'elle a eu. Le milieu scientifique en a apprécié la portée strictement physico-mathématique mais en a d'abord suspecté puis attaqué de plus en plus violemment la partie biologique et linguistique. Le milieu philosophique en a soupçonné l'ampleur mais sans pouvoir l'apprécier. Et quant au milieu "culturel", il s'en est emparé comme d'une mode ce qui, évidemment, n'a pu que renforcer les soupçons des esprits rigoureux.

Toutefois, après les polémiques des années 75, les choses ont évolué plus en profondeur et de notables progrès ont été accomplis. On les trouvera évalués dans l'article *Forme et Structure* du volume 2.