



Abdelkader Bachta

## René Thom critique des sciences cognitives

### (Modèles cognitifs et Modèles mathématiques de la Morphogenèse)

Les sciences cognitives, qui essaient de simuler la cognition humaine, étudient l'information dans un système (ou mécanisme) régulé. Pour atteindre cette finalité, elles formalisent leurs objets, les symbolisent et sont obligées de gérer le hasard qu'elles traitent à partir de deux concepts qui sont celui de "boîte noire" et celui de "jeu". Tel est, en somme, l'énoncé succinct de ce qu'on peut appeler "les modèles cognitifs".

Thom critique les sciences cognitives comme il les a connues<sup>(1)</sup>, directement ou indirectement, au nom des modèles mathématiques de la Morphogenèse qu'il a construits d'après sa théorie des catastrophes, faite de trois composantes essentielles et inséparables, à savoir : 1) La géométrie différentielle. 2) L'idée de singularités qualitatives (catastrophes) qui implique une sorte de discontinuité dans la continuité. 3) une certaine dynamique que l'auteur tient à distinguer soigneusement de la dynamique classique<sup>(2)</sup>.

Dans cette étude, nous nous proposons de comprendre la critique thomienne des modèles cognitifs et d'en dégager le sens ultime. Pour cela, nous expliciterons ceux-ci et exposerons les modèles mathématiques de la Morphogenèse qui leur correspondent. Nous nous en tiendrons à trois sciences cognitives essentielles<sup>(3)</sup>, qui sont :

1) La systémique. 2) la cybernétique (malgré les débats d'école, la différence entre les deux n'est pas très grande). 3) L'intelligence artificielle<sup>(3)</sup>.

(1) C'est-à-dire comme étaient ces sciences vers la fin des années 70. L'auteur ignore, par exemple, la question des programmes experts qui n'ont aucune trace dans ces textes. (2) Cf, par exemple, son étude, *Langage et catastrophes*, "Proceeding of the Bahia symposium for dynamical systems", 1972, Academic Press, New-York, concernant les modèles mathématiques de la morphogenèse, cf notre «étude dans "Dogma". (3) Nous n'avons trouvé, nulle part, le vocable d'intelligence artificielle chez Thom, mais sa signification y est.

## I. Information, système et régulation en science cognitives et chez René Thom

### 1) L'information entre la quantification des sciences cognitives et la géométrisation thomienne.

a) Plusieurs spécialistes ont insisté sur l'importance et la nécessité de l'information en sciences cognitives. On peut se contenter ici des exemples suivants :

1- Les auteurs de l'article, *Culte de l'information en biologie et en sciences du langage*<sup>(4)</sup> évoquent les deux connaissances indiquées en montrant que l'information y repose sur un principe communicationnel, qu'ils tiennent à dépasser comme étant insuffisant dans ce domaine. En revanche ces chercheurs montrent que la systémique est proprement le fief de l'information véritable.

2- De son côté, Alexis J Danko établit, dans son étude *Epistémologie et approche cybernétique de l'évolution*<sup>(5)</sup>, une sorte de synonymie entre l'information et la cybernétique. Il dit, en effet, par exemple :

“Les cybernèmes (il veut dire les systèmes cybernétiques) se distinguent des systèmes non cybernétiques par la dualité de leur nature, autrement dit, par la présence non seulement de phénomènes énergético-matériels, mais aussi d'un mécanisme logico-informationnel composé d'éléments réunis en structures stables (appareil) et de processus qui représentent les fonctions de l'appareil en question, soit un cycle spécifique des “cybernèmes“...”

3- S'agissant de l'intelligence artificielle, Alain Bonnet déclare, en connaisseur, dans le chapitre 1 de son livre sur la question, que le but essentiel de l'intelligence artificielle est de simuler l'intelligence humaine ; mais l'information garde, pour lui, à ce niveau, un grand crédit.<sup>(6)</sup>

(4) cf, “Revue internationale de systémique“ Vol 2, N° 1. 1988.

(5) Ibid.

(6) “L'intelligence Artificielle : Promesse et réalités“ ; Paris, inter Edition 1984, la référence à cet auteur est intéressante, car il est contemporain à Thom.

Or les sciences cognitives se réfèrent, pour étudier l'information, à une théorie déjà établie, qui a pu s'imposer dans les domaines scientifiques et techniques ; il s'agit de la théorie de Shannon. Cette référence est, en tout cas, claire dans l'article sur l'information en biologie et en sciences du langage déjà cité et dans l'étude de Guy Jumarie de l'université du Québec, sur une théorie relativiste de l'information<sup>(7)</sup>.

Il est à noter que cette théorie que Claude Shannon a fondée en 1948 dans son article célèbre, *A mathematical of communication*<sup>(8)</sup> (et qui a été suivi par tant d'autres) est, en somme, un ensemble de lois et de règles, qui permet de quantifier le contenu moyen d'un groupe donné de messages.

Par conséquent, les sciences cognitives mesurent et quantifient l'information. C'est ce qu'on peut aisément établir à partir des travaux cités et que justifie la nature même de cette catégorie scientifique, comme on verra.

b) De son côté, Thom croit à l'importance de l'information. Il suffit de lire sa communication intitulée « Une portée de la sémantique : L'information »<sup>(9)</sup>, pour comprendre que l'intérêt de l'auteur regarde l'ambiguïté de la signification du mot (ce qui n'est pas étonnant puisqu'on a affaire à la théorie des catastrophes à la Thom, où la prégnance de la sémantique est marquée nettement et concerne un ensemble de vocables en usage).

Dans ce texte, il entend élucider certaines utilisations récentes de l'information, critique la théorie de Shannon qui, pour lui, ne s'occupe pas du tout de la question sémantique (c'est ce qu'il fait ailleurs<sup>(10)</sup> aussi) puisqu'il nous dit :

«...il importe de bien comprendre que cette quantification de l'information est complètement indépendante de contenu signifié du message ; elle repose sur l'hypothèse implicite que le message apparaît comme s'il était tiré au sort à partir d'un fond d'évènements équiprobables.....»

(7) "Revue de systémique" *ibid.*

(8) cf "Time" du 23 Janvier 1950.

(9) Colloque de l'UNESCO, Venise 1973.

(10) cf aussi *Topologie et signification*, in "Revue, l'âge de la science", N°4, 1968.

Tout cela montre que les sciences cognitives sont visées et mises en question. Dans le même exposé, on peut se rendre compte que l'auteur s'oppose aux cognitivistes, qui mesurent l'information en ayant une position géométrique, non quantifiante, pour ne retenir que l'essentiel, arrêtons-nous, à deux idées :

- 1) Thom géométrise le rapport entre le demandeur du message et le donneur. C'est dit-il, " Une analyse en quelque sorte morphologique", qui va lui permettre d'expliquer les divers emplois du terme : emplois judiciaire, journalistique, publicitaire, etc...
- 2) Il est donc naturel que l'auteur insiste, dans son texte, sur l'exigence de la forme géométrique pour définir le contenu significatif du mot qui nous occupe. En effet, il nous dit, par exemple : « Dans tous ces emplois ambigus du mot information, on doit d'abord se poser la question : Quelle est la nature du contenu signifié de cette information ?...on pourrait à cet égard invoquer l'étymologie et affirmer que toute information a pour but (ou pour fonction) de précipiter le récepteur dans une forme bien définie... »

Il va sans dire que la géométrie prend ici un sens spécial en rapport avec la théorie thomienne des catastrophes, où elle est reliée à une certaine dynamique et à l'idée de catastrophe.

Cependant, l'information en sciences cognitives est dépendante d'un système (qui peut être aussi une machine, un ordinateur...).

## 2) Le système : une entité abstraite en sciences cognitives et un être concret chez Thom.

a) En général, un système en sciences cognitives peut se définir comme un ensemble d'éléments neutres qui sont en état d'interaction entre eux ; sur ce plan précis, le système obéit à certains principes généraux qui intéressent la nature des éléments constitutifs, les diverses interactions existantes et la frontière délimitant l'ensemble, excluant ce qui ne lui appartient pas.

On peut justifier cette définition en revenant, par exemple, à Mario Bunge de l'université de Genève<sup>(11)</sup>. L'auteur rejette la conception individualiste qui est incapable de saisir la cohérence sociale ; il refuse aussi l'holisme qui ne reconnaît pas l'individu. A l'encontre de ces deux tendances, il propose "le systémisme selon lequel les groupes sociaux sont des systèmes composés par des individus (neutres) en

interaction''. Il peut alors conclure que ''le systémisme a les vertus mais n'a pas les défauts de ses rivaux''.

Il ressort facilement de ce qui précède, que la notion de système néglige la réalité concrète pour n'être qu'une entité abstraite rappelant sa signification au sein des mathématiques et de la logique dont le rapport avec les sciences cognitives est très étroit comme nos analyses pourront le montrer.

b) Dans son écrit *Biologie et structuralisme*<sup>(12)</sup>, Thom montre bien qu'il est au courant de cette définition, mais ne l'accepte pas. Il entend ''définir ici ce qu'est un système réel (par opposition aux systèmes formels des mathématiciens et des logiciens''. Or, pour lui, '' un système réel est toujours défini dans une morphologie...C'est, en principe, un domaine connexe de points réguliers d'une morphologie... '' Il ajoute plus loin, pour préciser son point de vue : « Dans notre approche morphologique, un système réel est avant tout une région connexe de l'espace substrat ».

Cette définition du système réel, déclare notre penseur «pourra paraître étrange : on définit, en général, un système comme un ensemble d'éléments en interaction». L'attitude habituelle des mathématiciens, des logiciens et des cognitivistes est consciemment révoquée.

Il va s'agir, précisément, de ceux-ci quand Thom classifera les systèmes en deux grandes catégories entre lesquelles la biologie avait toujours oscillé.

- 1) Le système physique de gaz parfait ; 2) ''une machine''. Il est question, au deuxième niveau, selon l'auteur, '' du modèle, bien connu, des animaux - machines de Descartes qu'on a modernisé sous le nom de cybernétique''.

(11) *Analytic philosophy of Society and Social Science...* in ''Revue de systématique'' Ibid.

(12) *Oowards a theorctical Biology*, Vol 3 of Edinburg Press.

Pour résoudre ce dilemme, Thom voit « qu'il faut revenir à cela seul qui reste commun aux deux types de système, c'est-à-dire leur extension spatiale, leur morphologie. De plus, pour un système artificiel, comme une machine, il est indispensable de considérer sa genèse.... »

La cybernétique se doit donc, d'après notre savant, d'avoir recours aux considérations spatiales associées aux exigences dynamiques qu'impose la théorie des catastrophes (et à quoi on fait allusion à la fin de la citation).

En somme, à l'opposé du système au sein des sciences cognitives, on a affaire, chez Thom, à un être concret concordant avec l'esprit de la théorie des catastrophes (spatialité, dynamique). Plus précisément, il y a lieu de parler d'un concret qui présuppose une certaine phénoménologie puisque l'auteur établit, au début de son article, que toute connaissance est condamnée à partir des phénomènes situés dans l'espace-temps.

Seulement un système doit être régulé pour fournir de l'information. La question de régulation concerne essentiellement la cybernétique. Thom est, à ce niveau, un critique violent et propose une issue à ce problème que pose cette science cognitive.

### 3) La critique thomienne de la régulation et son issue

a)- La régulation, phénomène physique assurant l'équilibre mesurable d'une machine, permet au cybernéticien de rapprocher celle-ci de l'homme, et, ainsi de redonner vie, d'une façon actualisée, à la théorie cartésienne de l'homme machine. Tel fut, en fait, le but du mathématicien Nibert Weiner, le fondateur de la cybernétique.

Nous trouvons dans l'article de Louis Couffignal, intitulé *La mécanique comparée*<sup>(13)</sup>, des renseignements précis sur cette question. On y définit, par exemple la régulation en cybernétique comme consistant "à déterminer à chaque instant le débit d'énergie à fournir à une machine au moyen d'un mécanisme sensible à la différence entre la mesure de l'effet produit par la machine et celle de l'effet que l'on désire".

(13) cf *Revue de systémique*, Ibid.

On y traite aussi de l'analogie qu'impose la cybernétique entre l'organisme et la machine en s'y opposant.

- La cybernétique trouve une similitude certaine entre les deux termes de l'analogie sur le plan d'une régulation élémentaire qui est le feedback (ou rétroaction). Louis Couffignal trouve cette idée justifiable au niveau d'une méthode de comparaison généralisante et oublieuse des spécificités.

« ...mais appeler feed-back les parties du système nerveux qui assurent de cette façon la régulation du système nerveux, c'est

appliquer le principe de comparaison de Schweitzer en laissant croire que les feed-back biologiques sont intégrés à la catégorie des feed-back des machines.... »

b) René Thom est d'abord contre toute analogie entre l'homme et la machine ; il rejette d'emblée tout le projet cartésiano-cybernétique, car, pense-t-il dans un article ayant pour titre : *langage et catastrophes*<sup>(14)</sup>, « ...le cas des êtres vivants pose des problèmes à part : il s'agit, en effet, de figures de régulation capables de se reproduire ; par ailleurs, il existe pour les animaux, une catastrophe correctrice fondamentale : la prédation pour laquelle l'animal se nourrit... »

D'autre part, le rejet du feed-back par Thom est explicite et violent. Nous l'avons repéré à deux occasions.

1) Concernant l'indétermination de la construction d'une machine, il déclare : « Ce fait a entraîné une illusion fort répandue que tout mécanisme de régulation peut être décrit par un diagramme du type feed-back... Il faut bien comprendre qu'un tel diagramme ne prend de sens qu'en fonction de toute une situation technique, tout un présupposé technologique.... Si l'ingénieur peut légitimement tenir pour acquise cette situation..., il n'en va pas de même pour les analogies biologiques... »

2) En parlant de la régulation biologique, il dit : « Le biologiste, alors, n'a plus d'autres possibilités que d'invoquer une théorie générale de la régulation, la cybernétique ; le malheur est que cette théorie présentée comme un programme par son créateur, Nobert Weiner n'a jamais été capable que de trivialisations sur le feed-back ; il n'existe aucun théorème de Cybernétique, l'approche purement technologique de la cybernétique laisse intacte d'ailleurs, le mystère de la genèse de l'être vivant et de son

(14) Ibid.

développement au stade embryonnaire... »<sup>(15)</sup>.

Cette critique rappelle celle qu'a faite Couffignal dans son étude citée, toutes proportions gardées, bien entendu. Certes, cet auteur voit que la considération de la simple rétroaction entraîne une certaine similitude entre la machine et l'organisme au niveau de la méthode dite de comparaison. Mais c'est là, précise-t-il, une démarche d'exposition, ce qu'elle dit ne dépasse pas la simple

présomption, d'autant plus, ajoute-t-il en substance, que l'organisme humain, le système nerveux sont loin d'être connus. Pour Couffignal, la véritable méthode de découverte est l'analyse qui tient compte des diverses fonctions. Il pense que, sur ce plan, les divergences entre la machine naturelle et la machine artificielle sont plutôt grandes.

Pour revenir à René Thom, il faut savoir que l'issue, (la solution) qu'il propose pour régler le problème de toute régulation est proprement géométrique.

Il écrit bien, en effet, par exemple : « Si l'on admet le modèle de la théorie des catastrophes, l'ensemble des mécanismes de régulation de tout système (animé ou inanimé) est décrit par une figure géométrique, la figure de régulation..., qu'on peut grossièrement se représenter comme un caractère de Gamou d'un noyau... »<sup>(16)</sup>

Traitant du plan de l'organisme et évoquant la controverse entre Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire, il nous dit, d'autre part, en rappelant un principe géométrique :

« Certes la théorie des catastrophes ne prétend pas résoudre le problème de la régulation sur lequel a buté la cybernétique... Mais elle offre une méthode pour l'attaquer qui repose sur l'idée mathématique des « approximations successives. »<sup>(17)</sup>

(15) Pour tous ces derniers textes, cf ch 9 de *Modèles mathématiques de la Morphogenèse*, édition de 1980.

(16) Ibid.

(17) Ibid.

## II. Formalisme logique, symbolisation, boîte noire et jeu

### 1) Formalisme logique : sa nécessité en science cognitives et son rejet par Thom exigeant la signification véritable

- a) Plusieurs connaisseurs – dont Louis Couffignal et Alexis J Danko <sup>(17)</sup> – ont mis l'accent sur l'importance du formalisme logique au niveau des sciences cognitives. Cet aspect fondamental est surtout clair en intelligence artificielle, “projection directe du cognitivisme“, comme aime dire Angèle Kremer Marietti<sup>(18)</sup>.

Le livre de Bonnet déjà cité, qui est synthétique, est important à ce propos. Cet auteur consacre, à la dimension logique, la troisième partie de son ouvrage ; distinguant entre connaissance descriptive et connaissance explicative, toutes deux en usage dans un ordinateur ; l'auteur montre que la première catégorie utilise nécessairement le



formalisme logique du premier ordre, c'est-à-dire le calcul des propositions et son complément, le calcul des prédicats. Quant à la connaissance explicative, qui utilise, normalement, la première, c'est plus compliqué ; on aurait besoin, sur ce plan, d'un formalisme logique plus difficile.

Bonnet cite, à ce niveau, les réseaux de signification, les règles productrices et les unités structurales. Etc...

Dans tous les cas, on prolonge, en principe Leibniz, d'où la croyance, en sciences cognitives généralement et en intelligence artificielle particulièrement, à l'interdisciplinarité et à la langue universelle comme on n'a pas manqué de le souligner<sup>(19)</sup>.

b) René Thom a toujours refusé le formalisme logique et son fondement initial, c'est-à-dire la caractéristique universelle de Leibniz. C'est une idée éparpillée dans l'œuvre de notre auteur. Contentons-nous d'évoquer ici deux textes :

c) *Sémantique et linguistique*,<sup>(20)</sup> *Logos Phénix*<sup>(21)</sup>.

(18) "la philosophie cognitive", L'harmattan 2001, Page 7.

(19) Nous pensons à René Thom lui-même. Cf le chapitre 16, intitulé *Phénix logos*, de son livre, "Modèles mathématiques de la Morphogenèse"

(20) cf chapitre 10 de "Modèles mathématique de la Morphogenèse", ibid.

(21) Ibid

Ce que Thom conteste dans tous ces textes, c'est la négligence de la sémantique. Il pense, en effet, que l'itération et la généralisation indéfinie que professe la logique ne vont pas avec la signification proprement dite qui est associée à une sorte de réalisme, comme on verra.

c) Bonnet s'occupe de la signification dans la seconde partie de son livre indiqué.

Pour ne parler que de l'intelligence artificielle (car Bonnet parle aussi de la période qui a précédé, où on ne voulait pas comprendre et où on traduisait littéralement le discours...), l'auteur considère, somme toute, deux moments.

- 1) On ne s'intéressait pas d'abord à la signification en utilisant soit la grammaire transformationnelle que la sémantique n'intéresse pas du tout, soit la méthode des mots clefs que concrétise le programme Eliza, qui se présente comme un sorte de jeu indépendant du sens des mots utilisés. 2) On a commencé à s'intéresser à la signification lorsqu'on s'est consacré à la

reconnaissance des composantes des phrases élémentaires et à la détermination des relations entre ces composantes, grâce à la grammaire permettant d'indiquer le sujet, le verbe, l'objet etc. et leurs rapports.

La grammaire serait donc source d'une certaine signification.

Thom a examiné la question des fonctions grammaticales dans leur rapport avec la signification. On peut citer sur ce plan deux textes : 1) *Langage et catastrophe*<sup>(22)</sup>, 2) *Sur la typologie des langues naturelles*<sup>(23)</sup>. Dans les deux cas, sa réponse est catégorique : La grammaire ne permet pas de saisir la signification qui aurait besoin du continu géométrique pour être discernée.

Pour creuser davantage le fossé qui le sépare de la perspective logico-cognitiviste, l'auteur établit, dans le second texte :

- 1) La nécessité d'introduire le concept de densité sémantique qui est impossible à quantifier, mais qui est susceptible d'être géométrisé.

(22) Ibid

(23) cf *L'analyse formelle des langues naturelles*, Maurice Gros, Morris Halle... (1973)

- 2) Contre toute forme de formalisme, il montre l'objectivité de la signification du signifié en rencontrant les neurosciences et le modèle de Zeemann (le co-créateur de la théorie des catastrophes, malgré les différences).

La logique formelle qu'utilisent les sciences cognitives est, bien entendu, symbolique. On a toujours étudié la symbolisation effectuée dans ces disciplines à part comme étant une caractéristique fondamentale<sup>(24)</sup>.

- 2) La symbolisation : du rapport avec l'esprit généralisateur au rapprochement du concret singularisé

a) Étant donné que les sciences cognitives simulent l'esprit humain dans ses plus hautes fonctions intellectuelles, il est évident que la symbolisation qu'elles opèrent se rapporte nécessairement, d'une façon fort étroite, à cette faculté (comme les autres aspects de ces sciences)

On a fréquemment rappelé ce fait. Angèle Kremer Marietti<sup>(25)</sup> dit, par exemple, à ce propos :

« Dans la perspective cognitive, les objets et les méthodes, ainsi que les vérités qui sont les résultats des méthodes, ne sont pas appréhendés relativement à une recherche unique et inconditionnelle, de la vérité logique ou réelle, mais en tant que les modes de la manifestation de l'esprit. »

Mais cette activité de l'esprit est forcément généralisatrice, faisant fi des caractéristiques des objets. Dans son article, Louis Couffignal attire l'attention sur cette idée. Expliquant la genèse du symbole, c'est-à-dire cette ascension vers l'activité suprême de l'esprit qui se fait par un dépassement graduel des cas concrets (il prend l'exemple de la fabrication d'une turbine qui donne un problème de mécanique, qui lui-même ouvre sur une question d'analyse mathématique et...), il déduit : « l'analyse qui précède, détaillée à dessein, insiste sur l'abandon nécessaire de propriétés d'un objet à sa représentation symbolique ».

(24) cf, par exemple, Angèle Kremer Marietti, *ibid*

(25) *La philosophie* (*ibid*) page 96 (cf aussi son nouveau livre, *Les ressorts du symbolique*, L'Harmattan 2011). *cognitive*

Un symbole est donc moins précis que la définition d'aucun objet qu'il représente... »

C'est ainsi qu'il intègre l'analogie entre l'homme et la machine, qui fait abstraction de spécificités intrinsèques des deux termes, dans le domaine de la symbolisation.

b) Tout au début de son article, devenu classique, « Sémiotique »<sup>(26)</sup>, René Thom écrit :

« On voit d'ordinaire dans l'activité symbolique, dans la pensée conceptuelle l'achèvement suprême des activités humaines. Beaucoup de philosophes l'attribuent à l'existence d'une « facultas signatrix » dont seul l'homme serait pourvu, et qui ferait défaut à l'animal. Et cependant, nous le verrons, quand on analyse le symbolisme en ses mécanismes élémentaires, on n'en trouve aucun qui ne figure soit dans la matière inanimée, soit dans les formes les plus humbles de la vie... »

Ce texte veut dire, essentiellement, que le rapport entre le symbole et l'esprit, tant défendu par les sciences cognitives est à nuancer, que le symbolisme se trouve rapproché du concret. Ce rapprochement se justifie, d'ailleurs, lorsque l'auteur considère des entités réelles tels l'icône (l'image) et l'indice comme des symboles. De toute façon, cet

article se termine ainsi : « la voix de la réalité est dans le sens du symbole »<sup>26 bis</sup>

L'auteur traduit cette concrétisation et ce réalisme géométriquement. Il l'a fait en inscrivant l'image dans un processus continu et dynamique allant d'une naissance certaine, vers une mort probable, en représentant géométriquement l'indice et en déclarant, pour résumer sa pensée, que "les signes (symboles) sont des formes étendues".

(26) Paru dans *Les cahiers internationaux de symbolisme* 22/23 – 1973.

(26 bis) L'auteur n'irait pas jusqu'à révoquer la relation entre le symbolisme et l'esprit, mais pense que le symbole se manifeste dans le réel.

Cela implique l'évocation d'une notion thomienne si importante dans la théorie des catastrophes, savoir celle de "morphologie". Or celle-ci contient, et nous tenons à le rappeler, à ce propos, ici, l'idée de singularité. Il nous suffit de revenir à ce que l'auteur dit dans son écrit sur les rapports entre biologie et structuralisme : « Rappelons qu'une morphologie est décrite par un ensemble de discontinuités qualitatives [...] un ensemble fermé de discontinuités (l'ensemble des catastrophes séparant des régions (ouvertes) de points réguliers... ».

Par conséquent, là aussi, Thom nous paraît s'opposer à l'esprit des sciences cognitives ne faisant pas attention aux spécificités et aux singularités des objets symbolisés.

Il y a lieu d'observer, d'autre part, que les sciences cognitives sont condamnées à se déployer dans l'indétermination. Autrement dit, elles traitent des problèmes qui n'ont pas de solutions algorithmiques précises, des étapes bien déterminées pour atteindre leur but. D'où, l'importance des probabilités et du hasard au niveau de ces sciences. Pour traduire cette exigence, elles font usage de deux concepts : celui de "boîte noire" et celui de "jeu".

### 3) Boîte noire et jeu entre la méthode analytique des sciences cognitives et la théorie des catastrophes

- a) Initialement une boîte noire est ce qui sépare un stimulus d'une réponse. Les cognitivistes parlent plutôt d'entrée et de sortie et tentent de préciser les sorties correspondantes à une entrée donnée. Toute la difficulté est là, et, elles sont obligées de faire intervenir, évidemment, les statistiques<sup>(27)</sup>.
- b) Parlant, plus précisément, de l'intelligence artificielle, Bonnet fait mention de l'idée de jeu dont la nécessité vient de celle de

l'approche heuristique en intelligence artificielle. L'auteur ne manque pas de montrer la prégnance du jeu, à ce niveau, et son crédit sur le plan de la cognition humaine. Très visiblement l'appel est fait au calcul des probabilités<sup>(28)</sup>.

(27) cf, par exemple, Angèle Kremer Marietti, pp : 43/44

(28) cf chapitres ch1, et ch14 de son livre (ibid).

Dans son article, « Hasard et systèmes, quelques remarques »<sup>(29)</sup>, Jacques Bonitzer étudie les relations du hasard avec la systémique et déclare explicitement que la probabilité est la propriété d'un système. C'est alors qu'il rencontre le concept de jeu et montre que ce concept systémique exige un renouvellement de l'idée de hasard : classiquement, le hasard est subjectif puisqu'il témoignerait de notre ignorance. Ce point de vue serait révoqué au nom de l'objectivité scientifique. Le jeu systémique réaliserait une sorte d'alliance entre la subjectivité et l'objectivité.

Dans tous les cas, et quelle que soit la discipline précise à laquelle on se réfère, on ne peut pas échapper à l'analyse : ce qui est évident quand on a fait un peu de mathématique probabiliste ; ensuite, cela ressort nettement des textes étudiés. Thom ne peut pas admettre cette méthode : on sait, en effet, qu'il est un grand critique de toute analyse quantifiante.

- c) Justement dans son étude, « Aux frontières du pouvoir humain : le jeu »<sup>(29bis)</sup>, il part, expressément, de l'approche systémique et, plus précisément, de l'idée de boîte noire. "un tel système est contenu dans une boîte noire à paroi opaque et nous ne pouvons connaître ce système que par son interaction explicite avec le monde extérieur réalisée par les entrées et les sorties du système".

Passant à une sorte de classification des boîtes noires, il cite d'abord le cas de "la rupture épistémologique galiléenne", dont le fondement serait l'idée mathématique de fonction et non l'expérimentation, et pense que c'est là une boîte noire de type simple : à une entrée correspondrait une seule sortie précise.

Il passe, ensuite, à des cas plus compliqués où à une entrée correspondent plusieurs sorties. Là, il distingue deux niveaux relatifs au nombre des sorties possibles : l'analyse systémique débouche sur un nombre infini de sorties. La théorie des

catastrophes élémentaire, par contre, nous donne un nombre fini de sorties : il fait allusion aux sept singularités qualitatives qui constituent d'après lui, le plafond de sa théorie qu'il faudrait prolonger pour en découvrir bien d'autres.

(29) *Revue de la systémique* (ibid).  
(29 bis) chapitre 17 de son livre cité.

De ce point de vue, la théorie des catastrophes se trouve bien favorisée.

D'ailleurs ici, comme ailleurs, l'auteur critique la méthode analytique qu'il considère comme invalide, et destructrice de son objet. Sous son aspect expérimental, elle serait inutile et coûteuse.

Il découvre l'idée de jeu au niveau de ce qu'il appelle "l'approche herméneutique" distincte de "l'approche systémique". « On voit donc que la tâche essentielle du savant est le dévoilement des boîtes noires. C'est une tâche d'interprétation, une tâche herméneutique. »

C'est alors que l'auteur renverse la loi des trois états de Comte pour revenir au premier stade dit théologique, qui correspondrait, selon lui, aux tendances aristotéliennes. Dans ce cas, chaque système (ou machine) contiendrait un esprit, un psychisme qui le dirigerait. Le rapport de l'homme avec la machine (ou système) serait un jeu analogue à celui qui se fait entre deux personnes Pierre et Jean, par exemple.

Pour justifier cette approche, qui désavoue la croyance habituelle à "l'imbécillité des choses", Thom se réfère à deux méthodes : 1) celle reposant sur les statistiques, en usage dans les sciences cognitives. 2) Celle qui se fonde sur la théorie des catastrophes. De la première, il nous dit : «...l'esprit humain n'a conféré à son partenaire qu'un psychisme très rudimentaire, celui d'un matelot ivre dont la démarche erratique engendre le mouvement brownien. ». L'allusion est claire ici aux oscillations statistiques qui ne s'accordent pas avec la présence d'un esprit stable avec lequel on peut jouer d'une façon permanente. A propos de la méthode relative à la théorie des catastrophes, il déclare : « Ici l'interprétation de la boîte noire se fait en dotant son "esprit intérieur d'une intentionnalité permanente... " Ce qui signifie que, pour l'auteur, le jeu est, sur ce plan, fort possible ».

Il découle de cette analyse que le jeu est tiré plutôt vers la subjectivité, que Thom se distingue, là aussi, des sciences cognitives qui paraissent croire à une certaine objectivité du jeu. Dans le même ordre d'idées, signalons que l'auteur insiste beaucoup sur la notion de conflit (notion subjective, importante dans sa théorie des catastrophes) en parlant du sentiment d'indétermination accompagnant le hasard. D'un autre côté, il insiste, explicitement, sur l'aspect anthropologique du jeu.

Ainsi donc, s'agissant de la boîte noire et du jeu, que les sciences cognitives traitent en usant de l'analyse et en postulant "l'imbécillité des choses", Thom utilise deux outils importants dans sa théorie des catastrophes, savoir : 1) La méthode non analytique (synthétique d'une certaine manière). 2) Le retour aux tendances d'Aristote, qui font croire à l'intelligence de la matière<sup>(30)</sup>.

**Conclusion** : Une opposition qui a un aspect scientifique et une dimension ontologique

- Il faut donc comprendre la critique thomienne des sciences cognitives comme impliquant une opposition réelle entre les modèles cognitifs et les modèles mathématiques de la Morphogenèse. On peut aller plus loin et dire que cette opposition a un aspect scientifique et une dimension ontologique.

- La première composante engage la dualité géométrie-algèbre. On sait, en effet, ce que nos analyses ont confirmé, que Thom est un géomètre qui pratique une géométrie teintée de sa théorie des catastrophes, comme on l'a montré. Quant aux sciences cognitives, qui sont une sorte de prolongement de la logique symbolique moderne, elles sont plutôt à classer du côté de l'activité algébrique. Pensons, par exemple, à Frege, Moore, Russell, dont les sciences en question sont l'extension méthodologique.

- Le second élément intéresse le contraste éternel entre Aristote et Platon (contraste schématisé, en fait, à l'extrême.) René Thom est connu pour son aristotélisme que nos analyses ont justifié. Les sciences cognitives, par contre, héritières de la logique moderne, sont nécessairement platoniciennes. On sait, en effet, que les logiciens évoqués sont dans le platonisme (au moins au sens anglo-saxon schématisateur).

- Le génie de René Thom est d'avoir utilisé l'esprit géométrique qui vient, initialement de Platon, pour se rapprocher d'Aristote<sup>(31)</sup>.

(30) En intelligence artificielle, on parle de la possibilité d'établir un dialogue entre l'ordinateur et l'homme (cf le livre de Bonnet, ch2) ; cela peut justifier l'idée de la présence d'un esprit dans la machine.

(31) En ce qui concerne l'aristotélisme de Thom, cf par exemple, notre étude sur les modèles thomiens, dans la revue Dogma.