

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

SYSTÉMIQUE ET COMPLEXITÉ

Vol. 4, N° 2, 1990

afcet

Dunod

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 04, numéro 2, pages 107 - 117, 1990

Systemique et complexité
Etudes d'épistémologie systémique

Jean-Louis Le Moigne

Numérisation Afscet, janvier 2016.



Creative Commons

Revue Internationale de systémique

Rédacteur en chef : B. Paulré.
Rédacteur en chef adjoint : E. Andreevsky
Secrétariat de Rédaction : F. Tavernier

Comité scientifique

J. Aracil	Université de Séville
H. Atlan	Université Hébraïque de Jérusalem
A. Bensoussan	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
M. Bunge	Université McGill
C. Castoriadis	École des Hautes Études en Sciences Sociales
G. Chauvet	Université d'Angers
A. Danzin	Consultant indépendant
P. Davous	EUREQUIP
J.P. Dupuy	CREA - École Polytechnique
H. Eto	Université de Tsukuba
H. von Foerster	Université de l'Illinois
N.C. Hu	Université de Technologie de Shanghai
R.E. Kalman	École Polytechnique Fédérale de Zurich
G. Klir	Université d'État de New York à Binghamton
E. Laszlo	Institution des Nations Unies pour la Formation et la Recherche
J.-L. Le Moigne	Université Aix-Marseille II
J. Lesourne	Conservatoire National des Arts et Métiers
L. Löfgren	Université de Lund
N. Luhmann	Université de Bielefeld
M. Mesarovic	Université Case Western Reserve
E. Morin	École des Hautes Études en Sciences Sociales
E. Nicolau	École Polytechnique de Bucarest
A. Perez	Académie Tchèque Slovaque des Sciences
E.W. Ploman	Université des Nations Unies
I. Prigogine	Université Libre de Bruxelles
B. Roy	Université Paris-Dauphine
H. Simon	Université Carnegie - Mellon
L. Sfez	Université Paris-Dauphine
R. Trappl	Université de Vienne
R. Thom	Institut des Hautes Études Scientifiques
F. Varela	CREA - École Polytechnique

Comité de rédaction

D. Andler	CREA - École Polytechnique (<i>Rubrique Cognition</i>)
E. Andreevsky	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Rédacteur en chef adjoint)
H. Barreau	Centre National de la Recherche Scientifique (<i>Rubrique Archives</i>)
E. Bernard-Weil	CNEMATER - Hôpital de la Pitié (<i>Rubrique Applications</i>)
B. Bouchon-Meunier	Centre National de la Recherche Scientifique (<i>Rubrique Applications</i>)
P. Livet	CREA - École Polytechnique (<i>Rubrique Fondements et Épistémologie</i>)
T. Moulin	École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (<i>Rubrique Théorie</i>)
B. Paulré	Université de Paris-Dauphine (Rédacteur en chef)
J. Richalet	ADERSA (<i>Rubrique Applications</i>)
R. Vallée	Université de Paris-Nord (<i>Rubrique Théorie</i>)
J.-L. Vuillier	Université de Paris-I (<i>Rubrique Fondements et Épistémologie</i>)

Bureau

Autres membres

J.-P. Aigoud	Université Lyon-II
A. Dussauchoy	Université Lyon-I
E. Heurgon	Régie Autonome des Transports Parisiens
M. Karsky	ELF-Aquitaine-CNRS
M. Locquin	Commissariat Général de la Langue Française
P. Marchand	Aérospatiale - Université Paris-I
J.-F. Quilici-Pacaud	Chercheur en Technologie
A. Rénier	Laboratoire d'Architecture n° 1 de l'UPA 6
J.-C. Tabary	Université Paris-V
B. Walliser	École Nationale des Ponts-et-Chaussées
Z. Wolkowski	Université Pierre-et-Marie-Curie

Membres correspondants

ARGENTINE :	C. François (Association Argentinienne de Théorie Générale des Systèmes et de Cybernétique).
BELGIQUE :	J. Ramaekers (Facultés Universitaires de Notre-Dame de la Paix).
BRÉSIL :	A. Lopes Pereira (Université Fédérale de Rio de Janeiro).
ESPAGNE :	R. Rodriguez Delgado (Société Espagnole des Systèmes Généraux).
ÉTATS-UNIS :	J.-P. Van Gigh (Université d'État de Californie).
GRÈCE :	M. Decleris (Société Grecque de Systémique).
ITALIE :	G. Teubner (Institut Universitaire Européen).
MAROC :	M. Najim (Université de Rabat).
MEXIQUE :	N. Elohim (Institut Polytechnique National).
SUISSE :	S. Munari (Université de Lausanne).

REVUE INTERNATIONALE DE SYSTÉMIQUE
Vol. 4, N° 2, 1990, pp. 107 à 117

SYSTÉMIQUE ET COMPLEXITÉ Études d'épistémologie systémique

Jean-Louis LE MOIGNE

Université d'Aix-Marseille III¹

Peut-on développer les sciences des systèmes, peut-on développer de «Nouvelles Sciences» (Communication, Organisation, Information, Décision, Computation, Cognition, Education...), sans assurer dans le même mouvement la solidité et l'intelligibilité du socle épistémologique sur lesquelles elles se construisent et que, récursivement, elles construisent ?

Pendant plus d'un siècle, la «Philosophie Positive» puis les diverses épistémologies positivistes et leurs variantes néo ou post-positivistes semblaient assurer ce rôle fondateur de toute scientificité : les disciplines traditionnelles, soucieuses de se différencier des charlatanismes par un illusoire réductionnisme de méthode, se satisfaisaient de la garantie présumée de scientificité que leur attribuait le label positiviste. Garantie que nos sociétés devaient payer du prix d'une rupture aujourd'hui insupportable entre la culture scientifique et la culture tout court, et donc entre les pratiques du scientifique-expert et celles du citoyen-responsable.

Parce que, dès leur progressive constitution à partir de 1950, elles se proposèrent de faire de la Connaissance un Projet plutôt qu'un Objet, les «Nouvelles Sciences» ne pouvaient se satisfaire sans tricher d'un fondement épistémologique qui ignore délibérément les interactions du sujet observant et de l'objet observé. Il leur fallait pour se développer dans nos sociétés irréductibles à toute décomposition simplificatrice, co-élaborer quelques nouveaux discours épistémologiques, issus de leurs propres pratiques expérimentales. Renouveau que les plus avancées des disciplines traditionnelles appellent également depuis peu, tant l'inadéquation de la physique quantique ou de l'immunologie (par exemple) aux canons du Positivisme semble désormais manifeste.

1. GRASCE, (CNRS 935), 23, cours Gambetta, 13627 Aix-en-Provence Cedex.

L'élaboration de nouveaux discours épistémologiques n'est pas un phénomène de génération spontanée : les épistémologies constructivistes ont une longue et riche histoire dans nos cultures. Mais c'est sans doute l'inspiration de l'École de Jean Piaget à Genève dans les années soixante, proposant une formulation moderne du Constructivisme se définissant au cœur de l'interaction Sujet-Objet, qui constitue le point de départ des quelques entreprises de fondation épistémologique contemporaines développées au cœur même de la recherche scientifique.

Parmi elles, la recherche en science des systèmes joue depuis l'origine un rôle original. Toute production de connaissance par une «Nouvelle Science» tenue pour pertinente ne constitue-t-elle pas aussi un acte épistémologique : épistémologie expérimentale, science et conscience de la cognition, science et conscience de la complexité ?

Cette conjonction nécessaire de la recherche en Systémique et de la recherche en Epistémologie suscite le projet d'une série d'«Etudes d'Epistémologie Systémique». Nœuds d'interactions interdisciplinaires, creusets de réflexions transdisciplinaires, délibérément orientées dans une problématique constructiviste, les études d'épistémologie systémique saisissent la boucle de la connaissance construisant la Connaissance qui la construit dans son mouvement expérimental même. Que cette diversité soit plurielle par conjonctions d'études et d'expériences multiples ou qu'elle soit singulière, par repérages d'une progression individuelle à la fois tâtonnante et orientée, l'important sera dans la fermentation des matériaux ainsi rassemblés. Une vocation de laboratoire si l'on veut, mais sans désir aucun d'ésotérisme scientifique : le système observant s'observant dans son projet d'action et son action projetée, à l'intention de l'acteur responsable, qui préfère concevoir plutôt que subir son propre devenir.

1. Sur l'intelligibilité de la complexité

Que la première des études d'épistémologie ait pour titre «Modélisation Systémique de la Complexité» ne surprendra pas : la systémique ne s'est-elle pas développée au cœur de cette tension désormais familière entre tout projet d'action réfléchi et l'irréductible complexité perçue du contexte de ce projet ? Qu'il s'agisse d'Ecologie ou de Gestion, de Processus Industriel ou Administratif, de Psychiatrie ou d'Agronomie, d'Astrophysique ou d'Immunologie, l'*imprévisibilité essentielle* par laquelle P. Valéry nous invite à reconnaître la complexité incite l'acteur responsable à passer de la tranquille passivité du calcul certain à l'active

adaptation de la délibération incertaine. Dès lors, la construction des modèles par lesquels il raisonne à la fois ses projets d'action possible et l'évaluation de leurs conséquences multiples, appelle sans cesse quelques méthodes de modélisation. La modélisation analytique ou ensembliste se prêtait bien sans doute à l'appréhension des phénomènes compliqués, compliqués mais prévisibles ; la modélisation systémique s'est développée précisément pour permettre ce passage réfléchi du compliqué au complexe, de la prévisibilité certaine à force de calcul à l'imprévisibilité essentielle et pourtant intelligible.

Mais la justification de ces exercices de modélisation intelligible des phénomènes perçus complexes à fin d'intervention délibérée n'est pas donnée : elle se construit précisément dans l'action modélisatrice elle-même. Dès lors, le va-et-vient entre la pratique et la théorie, entre la Systémique et son Epistémologie doit être entendu et reconnu : intelligible il doit être suffisamment enseignable pour être praticable. Cette interaction constitutive de la modélisation des processus complexes est elle-même complexe, par hypothèse. On ne saurait la réduire par simplification, à grand coup de «yaka». Si elle n'est pas simplifiable, elle peut être pourtant *intelligible*.

C'est sans doute l'apport le plus effectif des pratiques de la modélisation systémique que de mettre en valeur l'intelligibilité potentielle de la complexité d'un projet de connaissance active. Il est trop tôt sans doute pour démontrer et pour théoriser cette intelligibilité potentielle ; mais il est déjà possible de la montrer et de la pratiquer.

Tel est le projet de ce premier dossier : saisir dans le vif cette interaction réfléchie du modélisateur, du modélisé et, tiers nécessaire, des modèles qui transforment à la fois le territoire et le cartographe. A ce projet s'attache, depuis 1986, un groupe aussi divers et renouvelé que possible, qui se réunit en un séminaire périodique à Aix-en-Provence, à l'initiative du Collège de Systémique de l'AFCEC avec le concours du GRASCE (CNRS 935). Ses travaux et leurs échanges en suscitent quelques autres jusqu'à ce qu'apparaisse, par décantation, une première grappe : celle que présente ce dossier. A l'heure où il part chez l'imprimeur, une deuxième grappe est déjà en formation, construite selon le même scénario de rencontres délibérément transdisciplinaires.

D'autres sans doute suivront, enrichies par les interactions que suscitera la première propagation. L'exercice nous aura au moins valu une première conclusion opérationnelle : dès lors que des chercheurs et des praticiens issus de disciplines réellement différentes acceptent de s'entretenir des conditions de modélisation des phénomènes qu'ils tiennent pour

complexes, ils conviennent qu'ils peuvent au moins s'entendre et même se comprendre. Autrement dit, la modélisation systémique de la complexité fait effectivement émerger dans sa pratique cette *intelligibilité* que chacun quête dans ses propres pratiques cognitives.

Cette conclusion mérite peut-être qu'on la souligne à l'intention des lecteurs qui, du fait d'une longue pratique de la modélisation analytique et une longue imprégnation dans une culture positiviste, resteraient peut-être dubitatifs : intelligibilité n'est pas synonyme de simplicité et moins encore de simplification. Une vieille tradition positiviste veut que pour rendre intelligible un phénomène apparemment compliqué, il faille le simplifier. La formule « commençons par simplifier le problème » est souvent le sésame de toute modélisation analytique.

On voudrait souligner combien, dès lors que l'on se propose de modéliser un phénomène perçu complexe, la technique de la simplification est souvent illusoire et parfois perverse, rendant plus insoluble encore un problème déjà compliqué irréductible à une solution.

Certes la prégnance du culte de la simplification entendue comme le secret de l'intelligibilité conduit à quelques pétitions de principes habituellement tenues pour rassurantes. On voudrait en prendre deux exemples notoires (parmi des millions) pour mettre en valeur les contradictions de cette réduction de l'intelligible au simplifié :

« *J'ai toujours voulu*, écrit le Pr. Cl. Allegre, éminent spécialiste des sciences de la Terre et Conseiller du Ministre de l'Éducation nationale en 1988-89, *maîtriser de façon simple les problèmes complexes*... ce qui le conduit à préconiser une politique qui est tout sauf simple : « *Ne pas conserver un seul corps de disciplines hiérarchisées, ... , faire des chercheurs et des entrepreneurs des gens moins normatifs, ouverts à l'esprit d'équipe* » [1].

Magie des mots : préconiser des solutions a priori très complexes à mettre en œuvre puisqu'elles appellent des changements profonds dans les mentalités et les institutions... en arguant du critère de simplification.

Révélatrice de la même prégnance du mythe de l'intelligibilité par la simplification, cette formule d'un Directeur d'une grande entreprise, C. Jouven [2] : « *Mobiliser les hommes, c'est simplifier les systèmes, déléguer l'autonomie, devenir grand tout en restant petit... Les gens ne sont jamais que des êtres humains, il s'agit de les reconnaître en tant que tels* ». Est-il si simple vraiment de devenir grand en restant petit ? Et les êtres humains, qui ne sont que cela, sont-ils pour autant simples ou simplifiables ?

Ce ne sont pas les arguments en eux-mêmes que l'on souhaite ici contester, c'est l'inefficacité, et pire, la perversité de la méthode de modéli-

sation proposée : ce n'est pas en simplifiant les systèmes qu'on délègue l'autonomie ; l'autonomie est un processus complexe, qui ne devient à peu près intelligible que depuis quelques années [3]. En le prétendant simple, on est quasi certain de le détruire ou de le rendre impossible. En pratique, chacun le sait bien, et on m'objectera que l'appel à la simplicité n'est ici que clause de style. Mais si la simplification n'est pas la technique modélisatrice qui conduit à l'objectif cherché (déléguer l'autonomie ou ouvrir à l'esprit d'équipe), ne faut-il pas, passionnément, proposer aux acteurs responsables quelques outils d'aide à la modélisation ; une modélisation qui révèle assez l'intelligibilité des phénomènes pour permettre la délibération raisonnée, l'invention et l'évaluation de leurs projets d'action.

C'est sans doute en réaction contre ce chantage inconscient à l'efficacité de la simplification que s'est mobilisée la communauté scientifique qui s'attache aujourd'hui au développement de la systémique. Que ce faisant, elle rencontre nombre d'interrogations épistémologiques ne surprendra pas. La réflexion que présente et illustre ce dossier a été très consciemment catalysée par les recherches de quelques pionniers, qui ont très tôt pris conscience des effets pervers du réductionnisme simplificateur qui imprègne encore la plupart des enseignements : la réflexion suscitée en 1984-86 par l'Université des Nations Unies sur ce thème (à l'initiative de E. Ploman et de J. Voge), sous le titre « Sciences et Pratiques de la Complexité » [4], et celle antérieure d'Edgar Morin, que caractérise très bien le titre de l'ouvrage rendant compte d'un séminaire qu'il avait donné en 1982-83 à Aix-en-Provence : « Sciences et Consciences de la Complexité » [5].

Les sources auxquelles nous avons puisé sont évidemment multiples, la bibliographie de ce recueil n'en rend que partiellement compte, mais nous devons de rappeler ces deux textes qui constituèrent la base de départ des premiers séminaires d'Aix-en-Provence sur la Modélisation de la Complexité. Base de départ que l'on peut présenter succinctement en termes quelque peu normatifs, en visant à la fois une déclaration d'intention et un cadre de communication. Un exercice de méta-modélisation de la complexité, qui ne contraint pas la diversité, mais qui rappelle la position des projecteurs mettant en valeur le projet de ce dossier : l'intelligence de la complexité.

2. Sur la modélisation de la complexité [6]

La complexité est aujourd'hui une idée neuve. Longtemps elle ne fut que synonyme de l'hypercomplication, son paroxysme ou son asymptote,

désignant quelques tissus enchevêtrant nombre de composants par de multiples liens. La métaphore du nœud emmêlant presque inextricablement les fils qu'un tisserand ou un pêcheur voudrait soigneusement séparer et disposer, revient volontiers dans ces descriptions de la complexité. Le nœud gordien, était une telle intrication que le génie d'Alexandre fut impuissant à le démêler : le coup d'épée, par lequel le nœud fut enfin tranché est symbole d'un tragique échec, révélant la désespérante impuissance de l'intelligence humaine : ne parvenant à comprendre la complexité, et ne tolérant pas son défi, elle choisit de la détruire. C'est ce défi que, depuis, la science se propose sans trêve de relever. Ce fut longtemps en se proposant de repérer par l'analyse, la décomposition ou la découpe, «ces longues chaînes de raisons toutes simples dont les géomètres ont coutume de se servir pour parvenir à leurs plus difficiles démonstrations»^[7] : «La méthode scientifique» se restreint encore bien souvent, trois siècles et demi après le Discours de la Méthode, à «La méthode analytique», («Le réductionnisme de méthode (est) indispensable à la pratique scientifique» ! peut écrire en 1986 un scientifique pourtant légitimement réputé pour son attention aux transformations de nos connaissances dans l'ordre du vivant^[8]).

En affinant de plus en plus microscope et bistouri, la science contemporaine commence pourtant à percevoir la vanité d'un tel projet : plus le grain de matière est petit, plus nous le découvrons complexe (G. Bachelard, 1934)^[9], inextricable, inintelligible par la découpe, inséparable dit aujourd'hui le physicien quantique (B. d'Espagnat, 1979)^[10]. La complexité contemporaine cesse d'être perçue comme une hypercomplication que des machines «computantes» enfin puissantes permettraient bientôt de réduire à un tas de grains élémentaires : ainsi ces tas de sciures que l'on pourrait, par de subtils algorithmes programmables de micro-collages, retransformer en arbres magnifiques !

Sans doute, peut-on dater de 1948 la prise de conscience, par la Science, du profond changement qu'allait connaître son rapport à la complexité. Edgar Morin a su exhumer un article de W. Weaver, au titre prémonitoire «Science et complexité» publié en 1948^[11], qui invitait la Recherche Scientifique à affronter la traversée du continent de l'irréductible, de l'indécomposable, de l'inanalysable ! Un continent que bien sûr elle avait fui jusqu'alors, arguant de l'inadéquation de sa méthode : à force de réduire la méthode scientifique à la méthode analytique, la recherche scientifique n'allait-elle pas oublier son projet, qui est de produire des connaissances actives, activant l'intelligence des acteurs sociaux qui la construisent et la financent ? Percevant le défi de la complexité que la post-modernité allait poser à la science, W. Weaver l'invitait à ne pas l'esquiver.

Les critiques et parfois les incompréhensions qui accueillirent trente ans plus tard, en 1977^[12], la première grande traversée du continent par Edgar Morin (puisant dans les travaux des premières générations de cybernéticiens et des pionniers des nouvelles sciences^[13], aboutissant à la formulation de ce qu'il allait appeler «le paradigme de complexité»), ces critiques révèlent la lenteur de la diffusion du message de W. Weaver dans les communautés scientifiques. Mais la succession des volumes de «La Méthode» depuis le Tome I qui parut en 1977, comme l'essor, depuis cette date, de la Systémique fondant son projet sur l'étude des méthodes de modélisation des phénomènes perçus complexes, en constituent aujourd'hui le témoignage le plus certain : le défi de la complexité^[14] peut aujourd'hui être relevé par la Science, et la méthode scientifique peut, sans jamais se renier, sortir du champ clos des méthodes de modélisation analytique, et s'ouvrir aux champs ouverts de l'Ingénium^[15]. Nous savons désormais que les méthodes de modélisation systémique sont épistémologiquement fondées, sur un socle constructiviste certes différent du socle post-positiviste qui argumente habituellement la modélisation analytique.

Dès lors la complexité peut être appréhendée sans mutilation préalable. Irréductible à ses composants, elle peut cependant être modélisée, relevant ainsi de l'entendement humain. Puisque l'analytique ne dispose plus du monopole de la scientificité, la complexité peut être modélisée scientifiquement : il n'est plus nécessaire d'analyser pour modéliser ni de disjoindre pour comprendre. La complexité peut être la plus noble conquête de l'homme du XX^e siècle ! Nous savons aujourd'hui que nous pouvons forger «la méthode de complexité»^[16] : autrement dit, la méthode, critique et prospective, (J. Ladrière, 1968^[17]), par laquelle un modélisateur construit les représentations multidimensionnelles des processus physiques et cognitifs au sein desquels il intervient intentionnellement ; représentations ou modèles sur lesquels il exercera son entendement, pour élaborer et à évaluer les projets d'action qu'il peut considérer.

La méthode de complexité (selon E. Morin), autrement dit la méthode de modélisation systémique (représentation comme et par un Système Général d'un phénomène perçu complexe) se justifie par une axiomatique à laquelle le modélisateur doit sans cesse se référer s'il ne veut pas bâtir sur du sable, ou de façon plus perverse, modéliser analytiquement en découpant et donc en détruisant la complexité, au lieu de la concevoir dans sa potentialité : Méthode que l'on reconnaît à sa capacité à faire sans cesse émerger «du nouveau et du sens» d'un processus de modélisation qui sans cesse s'auto-produit.

Axiomatique dont on peut ici récapituler une des formulations possibles, présentée en des termes instrumentaux, de façon à suggérer au moins les modes d'emploi de la systémographie : la méthode de conception-construction-simulation de modèles de phénomènes perçus complexes [18].

Axiome 1 : La modélisation systémique est la conjonction de l'intention d'un modélisateur au moins et de l'environnement au sein duquel il est délibérément actif. On peut l'entendre comme l'axiome cybernétique de la conjonction Finalité-Environnement, par contraste avec l'axiome de disjonction analytique des effets et des causes.

Axiome 2 : «Au commencement était l'action» (Goethe), ou encore : «Nous ne représentons que des opérations, c'est-à-dire des actes» (P. Valéry). Représenter, par conjonction, l'acte et non pas la chose, le processus et non pas le résultat ! Cet axiome fera de la boîte noire (ou du processeur symbolique), connue par ses fonctions présumées intentionnelles, l'instrument nécessaire de toute modélisation systémique. La «Complexité essentielle» (G. Bachelard) devient alors a priori appréhendable sans être analysable : elle est complexe d'actions, de fonctionnements intentionnels enchevêtrés.

Axiome 3 : Un complexe d'actions perçu complexe par un modélisateur, peut être représenté intelligiblement par divers réseaux (alternatifs) d'interactions susceptibles d'une articulation en niveaux de densité d'interactions comparables.

Axiome 4 : L'action perçue s'exerce dans un temps perçu irréversible (I. Prigogine). Tout modèle systémique d'un complexe porte donc en lui l'hypothèse de ses propres transformations : pas de cinématique sans dynamique associée, et réciproquement (R. Thom).

Axiome 5 : L'action doit pouvoir être productrice d'elle-même. Cet axiome de récursivité est très fort et souvent tenu comme contre-intuitif par les logiciens classiques : ne récuse-t-il pas l'axiome aristotélicien du tiers exclu (tertium non datur) ? Faut-il pour autant s'interdire de considérer qu'une organisation est à la fois (conjonction), action d'organiser et résultat de cette action ?

Axiome 6 : Une action, et un complexe d'actions, doivent pouvoir produire leur propre représentation : l'action produit l'information qui la représente.

Axiome 7 : L'information engendrée par un complexe d'actions, doit pouvoir être engrammable (ou mémorisable) sous forme symbolique, et ces systèmes symboliques doivent pouvoir être manipulables (ou computables) au sein du complexe d'actions qui les forme.

Axiome 8 : «Nous ne raisonnons que sur des modèles» (P. Valéry) et «nous ne communiquons que par des modèles» (G. Bateson). De ce fait, en tant que concepteurs, ou que concepteurs de processus de conception, nous avons à être explicites, comme jamais nous n'avions eu à l'être auparavant, sur tout ce qui est en jeu dans la création d'une conception, donc dans la modélisation systémique (H. A. Simon).

La présentation de ce corps d'axiomes n'est sans doute pas conforme aux règles d'une sobre axiomatique formelle. On montrerait qu'une telle construction sera possible au prix de l'élaboration de quelques nouveaux symboles permettant de dire économiquement le complexe ou l'ineffable. (L'article *Système* de l'Encyclopédie Diderot-d'Alembert illustre et commentait ceci par la présentation détaillée des systèmes de notations musicales : Systèmes de symboles permettant de représenter effectivement, dans sa complexité sans cesse renouvelée, l'indicible et l'ineffable par excellence). Paul Valéry invitait déjà, en 1943 à créer, pour penser le «fonctionnement du vivant-sentant-mouvant-pensant», des notations *ad hoc* qui feraient apparaître à la fois le «significatif et le fonctionnel, et les caractères de conservation-transformation dans les substitutions mentales». De telles notations commencent au demeurant, déjà à se développer : ainsi l'opérateur de récursion d'Edgar Morin : \blacktriangleleft , l'opérateur de distinction de G. Spencer Brown : \square , l'opérateur d'autonomie de F. Varela $\blacktriangleleft \square$, les combinateurs de H. B. Curry, le multi-opérateur de J.P. Desclée, comme plus banalement, les symboles de conservation (tank) et de transformation (vanne) de la Dynamique-Industrielle de J. Forrester, constituent des illustrations de cette nécessaire et délicate entreprise.

Puisque la complexité n'est peut-être pas dans la nature, mais dans l'esprit des hommes, nous ne l'entendons que par les codes et les symboles par lesquels nous nous la représentons. C'est l'intelligence de ce processus cognitif de symbolisation de la complexité qui fonde le projet prométhéen de modélisation de la complexité. «L'ellipse, l'électron ou la fonction d'onde ne sont-ils pas des concepts inventés par l'intelligence humaine pour représenter intelligiblement des phénomènes initialement perçus complexes ? » interroge judicieusement J. Pearl [19] par exemple.

Mais cette entreprise de symbolisation implique, on espère l'avoir assez souligné, que soit consciemment entendue une conception constructiviste et non plus ontologique de la réalité présumée complexe que l'on modélise à fin d'intervention : E. Von Glasersfeld, dans «L'Invention de la Réalité» nous propose une conclusion épistémologique qui convient fort bien à notre propos :

«Ne plus considérer la connaissance comme la recherche de la représentation iconique d'une réalité ontologique, mais comme la recherche de manière de se comporter et de penser qui convienne. La connaissance devient alors quelque chose que l'organisme construit dans le but de créer un ordre dans le flux de l'expérience» [20].

Notes et références

- [1] «Cl. Allègre, un bâtisseur tout terrain», entretien par J. M. de MONTREMY, dans *La Recherche* N° 207, février 1989, p. 247.
- [2] Cl. JOUVEN : «XXI^e siècle : Le Retour du Bon Sens», *Le Monde*, 8 avril 1986, p. 2.
- [3] On peut approximativement dater l'émergence d'une théorie construite de l'autonomie en se référant à la première parution de l'ouvrage de F. VARELA «Principles of Biological Autonomy» (1979) – voir la traduction française par P. BOURGINE et P. DUMONCHEL sous le titre «Autonomie et Connaissance» (Ed. du Seuil, 1989).
- [4] U.N.U. : «Sciences et Pratiques de la Complexité», La Documentation Française, 1986.
- [5] C. ATIAS et J. L. Le MOIGNE (coord.) : «Science et Conscience de la Complexité» ; Echanges avec Edgar MORIN, Editions de la Librairie de l'Université, Aix-en-Provence, 1984.
- [6] Ce paragraphe reprend pour une large part le texte d'une conférence de synthèse présentée au 4^{ème} Congrès International sur «La Science des Systèmes dans le Domaine de la Santé (Lyon, juillet 1988). On remercie les organisateurs, et en particulier G. DURU et J. P. AURAY, de leur aimable accord de reprise de ce texte, lequel avait été au préalable discuté lors d'un séminaire d'Aix-en-Provence.
- [7] R. DESCARTES : «Le Discours de la Méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences», page 20 de l'édition originale, 1637.
- [8] H. ATLAN : «A tort et à raison, intercritique de la science et du mythe», Le Seuil, Paris, 1986, page 15.
- [9] G. BACHELARD : «Le Nouvel Esprit Scientifique», PUF, Paris, 1934, nombreuses rééditions – voir page 144.
- [10] B. d'ESPAGNAT : «A la Recherche du Réel», Bordas, Paris, 1979, voir page 26.

- [11] W. WEAVER : «Science and Complexity», dans *American Scientist*, vol. 36, 1948, pp. 536-544.
- [12] E. MORIN : La Méthode, Tome I «La nature de la Nature», 1977 ; Tome II «La Vie de la Vie», 1980 ; Tome III, Vol. 1 «La Connaissance de la Connaissance», 1986, Le Seuil, Paris.
- [13] Sur le concept de «Nouvelles Sciences», voir J. L. Le MOIGNE, «Les Nouvelles Sciences sont bien des Sciences», *Rev. Intern. Systémique*, Vol. 3, 1987, pp. 295-318.
- [14] «La Sfida della Complessita» (Le Défi de la Complexité), en italien, G. BOCCHI et M. CERUTI, Coord. Ed. Feltrinelli, Milano, 1986, publie nombre de textes importants sur la complexité de H. ATLAN, D. HOFSTADTER, E. MORIN, I. PRIGOGINE, H. Von FOERSTER, E. Von GLASERSFELD, F. VARELA, M. ZELNY, ... ; on doit se référer, en parallèle, au recueil rassemblé par l'Université des Nations Unies, sous le titre «Sciences et Pratiques de la Complexité», La Documentation Française, Paris, 1986, recueil qui présente nombre d'autres textes de la même veine et parfois des mêmes auteurs.
- [15] Le concept d'ingenium comme antinomique de celui d'analyse a été introduit en 1708 par G. B. VICO, le père du constructivisme moderne que l'on redécouvre aujourd'hui. Voir notamment, dans une traduction et avec une riche présentation d'A. PONS : G. B. VICO «Vie de G. B. VICO écrite par lui-même», Grasset, Paris, 1981, voir p. 132 et p. 199.
- [16] Voir E. MORIN, La Méthode ; Tome I, 1977, page 386.
- [17] Voir J. LADRIERE : Article «Science et discours rationnel» dans *Encyclopædia Universalis*, Vol. 14, p. 754.
- [18] Il existe plusieurs présentations de cette axiomatique. Celle-ci est reprise de l'article «La Science des Systèmes» – à paraître dans *Encyclopædia Universalis*, 1989.
- [19] J. PEARL : «Complexity and Credibility of Inferred Models», *International Journal of General Systems*, 1978, Vol. 4, n° 4, pp. 255-264.
- [20] E. Von GLASERSFELD : «Introduction à un constructivisme radical», dans P. WATZLAWICK (Ed) : «L'Invention de la Réalité. Contribution au Constructivisme» (1981-1985). Traduit de l'allemand en français, Le Seuil, Paris, 1988, voir page 41.