

## EDITORIAL DE L'INTERLETTRE CHEMIN FAISANT - MCX-APC

N°62, septembre - novembre 2012

### SUR les SCIENCES ET PRATIQUES D'INGENIERIE DES SYSTEMES COMPLEXES

SCIENCES APPLIQUÉES (ancillaires ?) ? ou SCIENCES (fondamentales) de CONCEPTION ?

par Jean-Louis LE MOIGNE

La préparation du prochain Grand Débat du Réseau Intelligence de la Complexité, sur le thème des *Sciences et Pratiques d'Ingénierie des Systèmes Complexes* : « *CONCEVOIR DANS, ET AVEC, LA COMPLEXITÉ : Déployer la raison du 'Pourquoi ?' au 'Pourquoi Pas ?' dans la Pensée comme dans l'Action* » nous donne l'occasion de revenir sur une question trop souvent oubliée encore : Comment développons nous et légitimons nous les connaissances que nous mettons en œuvre et que nous enseignons ici et maintenant ? Ces 'Nouvelles Sciences' qui partout émergent dans nos cultures sont-elles bien des sciences dignes de ce nom ?

Pour activer cette réflexion, on peut s'attacher à l'évocation des conditions dans lesquelles toutes les nouvelles sciences, se définissant par un projet humain et non plus par un objet naturel, se sont instituées depuis un siècle. En reprenant quelques passages des 'Propos liminaires' que j'avais rédigés (en 2006) pour la cinquième édition de '*la Théorie du Système Général, Théorie de la Modélisation*', on pourra repérer quelques uns des arguments qui introduisent ce questionnement.

**Science des systèmes, science de la complexité, science d'ingénierie, ... ?** Depuis l'émergence simultanée en 1947-48 des sciences de la communication et de la commande (N. Wiener, C. Shannon), de la computation (A. Turing), des organisations sociales (H.A. Simon) et de la complexité (W. Weaver), nos institutions scientifiques sont toujours embarrassées pour désigner les nombreuses 'nouvelles sciences' formées à partir de ces 'cellules souches', disciplines construites sur l'examen de manifestations de projets conceptuels et non plus sur l'étude analytique d'objets naturels.

En les tenant pour des disciplines scientifiques comme les autres (avec leurs facultés, leurs traités et leurs diplômes spécifiques), on pouvait se laisser bercer par l'illusion qu'elles pouvaient se soumettre aux mêmes procédures d'évaluation dites 'scientifiquement objectives'. Pourtant ceci s'avère manifestement quasi impossible, puisqu'un artefact formé intentionnellement par un humain dans un contexte donné, ne peut avoir le statut 'objectif' d'un objet naturel a priori indépendant de l'humain qui l'observe.

On pouvait dissimuler pragmatiquement la difficulté en regroupant les unes et les autres dans la catégorie des disciplines scientifiques, mais on ne disposait pas d'instance d'arbitrage stable pour désigner d'un nom universellement accepté chacune de ces nouvelles disciplines. J'ai pour ma part buté souvent sur cette difficulté dans bien des échanges tant académiques que professionnels. Si j'ai été initialement à l'aise avec l'expression 'La science des systèmes' qui se formait à partir de 1970 en englobant la cybernétique, j'ai dû assez vite reconnaître qu'il fallait parfois parler plutôt des sciences des systèmes au pluriel, puis des sciences de la complexité, des sciences de l'artificiel, des sciences d'ingénierie, des sciences de conception, des sciences des systèmes complexes... Chaque variante introduisant des éclairages a priori pertinents et s'avérant pragmatiquement adéquate pour contourner telle ou telle résistance académique.

Ambiguïté somme toute tolérable en principe, tant que chacun ne cherche pas à monopoliser un label pour établir sa propre niche académique en la protégeant des intrus (ce que tentent parfois de faire, par exemple, les chercheurs en mathématiques de la dynamique des systèmes non linéaires, en baptisant 'science des systèmes complexes' leur domaine d'étude spécifique et en la tenant pour, seule, 'fondamentale' à la différence d'autres types de recherche sur les systèmes complexes).

Ambiguïté féconde puisqu'elle permet d'institutionnaliser et de légitimer l'enseignement de connaissances 'inter' puis 'trans' disciplinaires, dès lors que cette 'cellule souche' proposait une sorte de

langage commun, celui de la systémique (*'Relier, relier toujours'*) autre que celui de l'analytique (*'Diviser en autant de parcelle' qu'il se pourrait*)

Langage qui pouvait être emprunté par chacune sans empiéter sur le territoire d'une autre. Ceci, bien sûr, au prix de bien des difficultés de communication, tant la tolérance à l'ambiguïté est encore tenue aujourd'hui pour une vertu honteuse, malgré les appels de G Bachelard à *une pédagogie de l'ambiguïté*. Mais aussi bruyante soit-elle, une communication effective est préférable à une absence totale de communication.

Ambiguïté féconde aussi, et peut-être surtout, puisqu'elle oblige peu à peu chaque discipline, ancienne ou nouvelle, à s'interroger sur les modes d'évaluation et de légitimation des connaissances qu'elle produit et enseigne ; autrement dit, selon le mot de J. Piaget, à s'exercer à sa propre *'critique épistémologique interne'*. ...

.... **La méthodologie appelle et est appelée par l'épistémologie, qui appelle et est appelée par l'éthique, qui...** Si l'on avait interrogé les fichiers des grandes bibliothèques scientifiques internationales sur le thème des méthodes d'études des systèmes complexes vers 1975, je présume que l'on aurait recensé un petit millier d'entrées bibliographiques. Trente ans plus tard, un appel sur le Web – via un moteur de recherche – nous propose plus de 350 millions d'entrées dont plusieurs centaines de centres de recherches universitaires et presque autant de revues spécialisées<sup>1</sup>. Foisonnement fort significatif et au demeurant encourageant quant à la capacité d'adaptation d'institutions souvent tenues pour conservatrices. Si on limite l'examen à ces 'notables', on est certes impressionné par cette vitalité, mais on s'interroge vite : la plupart des études se présentent sous la forme de créations et d'applications de 'méthodes de résolution de problèmes' présumés déjà posés ou susceptibles de se poser. Méthodes de plus en plus informatisées ou informatisables qui laissent souvent encore<sup>ii</sup> à la charge des 'utilisateurs' la tâche de formulation de leur problème dans des termes compatibles avec le langage informatique dans lequel les méthodes peuvent s'appliquer.

Souvent décrites en termes mathématiques et algorithmiques, (dynamique des systèmes non linéaires, etc.), ces méthodes se diversifient de mille façons, en s'aidant des ressources de la simulation informatique (réseaux neuronaux, etc.) ou des 'raisonnements qualitatifs' (*'qualitative reasoning'*, *'case based reasoning'*, etc.). Il est manifeste qu'en se développant, elles suscitent de nouvelles explorations, de nouveaux questionnements, et suggèrent des renouvellements progressifs de leur propre problématique.

Mais dans la plupart des cas, on est surpris par la légèreté de la critique épistémique interne pouvant légitimer le bon usage de ces méthodes. Et lorsqu'on cherche à identifier ces bases conceptuelles, on rencontre sans surprise celles que nous livrent fort bien les mathématiques ensemblistes et probabilistes que l'on peut aujourd'hui appeler classiques. Le concept de système complexe est ici un substitut élégant pour dire 'très grand système hyper compliqué, identifiable et composé d'éléments dénombrables'. Mais le procédé n'est-il pas trompeur et, d'une certaine façon, dissuasif ?

La parabole de l'ivrogne cherchant la nuit sa clé sous le réverbère, moins par conviction de l'avoir perdue là que parce que c'est le seul endroit où il fait clair, permet de souligner l'enjeu : On développe des méthodes de résolution peu ou pas contextualisées, sans s'attacher à expliciter les fins que ces méthodes sont censées servir. Et on oublie souvent de se doter de la capacité critique pouvant orienter une interprétation intelligente et téléologique de leur utilisation.

Dans le même temps, on ne consacre que peu ou pas d'effort aux développements de méthodes critiques de 'formulation de problèmes'. Ceci parce que l'on craint (à juste titre) de ne disposer pour ce faire que de méthodes heuristiques, tâtonnantes et formellement peu 'élégantes' pour 'traiter' ces problèmes de formulation de problèmes dont l'énoncé même évoluera au fil de la recherche. On sait que le développement de telles méthodes fut rarement gratifiant au regard des académies.

Or ce sont précisément ces méthodes de modélisation (et de méta-modélisation) qu'il importe aujourd'hui de développer à nouveau lorsqu'on veut aborder l'examen de systèmes complexes, quels que soient les domaines considérés. Cette prise de conscience est sans doute encore trop lente dans nos

institutions d'enseignement, mais elle semble s'accélérer depuis quelques années, assure-t-on, sous la pression des 'sociétés civiles' de plus en plus attentives à leurs responsabilités dans les domaines de leurs politiques scientifiques. On citera ici quelques lignes d'une sorte de 'manifeste' publié par le CNRS Français en 2002 sous le titre '*Construire une politique scientifique*<sup>iii</sup>' :

*'... Il faut développer de nouveaux instruments de pensée, permettant de saisir des phénomènes de rétroaction, des logiques récursives, des situations d'autonomie relative. Il s'agit là d'un véritable défi pour la connaissance, aussi bien sur le plan empirique que sur le plan théorique. Dans le domaine des sciences mathématiques, physiques, chimiques ou biologiques, ... [cela] passe précisément par un changement conceptuel du niveau de description pour révéler l'émergence de nouvelles propriétés. En sciences humaines et sociales, la notion de complexité devient opératoire si elle permet de sortir du mythe positiviste selon lequel « l'explication » d'un phénomène impose d'en traiter en « éliminant le contexte ».*

*S'attacher à la complexité, c'est introduire une certaine manière de traiter le réel et définir un rapport particulier à l'objet, rapport qui vaut dans chaque domaine de la science, de la cosmologie à la biologie des molécules, de l'informatique à la sociologie.*

*C'est reconnaître que la modélisation se construit comme un point de vue pris sur le réel, à partir duquel un travail de mise en ordre, partiel et continuellement remaniable, peut être mis en œuvre. Dans cette perspective, l'exploration de la complexité se présente comme le projet de maintenir ouverte en permanence, dans le travail d'explication scientifique lui-même, la reconnaissance de la dimension de l'imprédictibilité. ...'*

Ce Manifeste concluait cette réflexion constructive sur l'attention à la légitimation épistémologique de toute recherche scientifique par le rappel de '*l'impératif de renforcer systématiquement ... une pratique collective de l'autoréflexivité scientifique. Celle-ci ne se résume pas à la réflexion épistémologique que requiert, en tout état de cause, l'activité de recherche*'.

Proposition qui invite 'les sociétés civiles' à s'exercer à une réflexion éthique sur les connaissances scientifiques, au lieu d'abandonner aux seuls scientifiques la responsabilité d'une réflexion de la science sur l'éthique<sup>iv</sup>. C'est une réflexion sur les enjeux éthiques des méthodes scientifiques enseignables que nous devons aujourd'hui contribuer à développer, exercice qui appelle une permanente capacité critique épistémologique.

*Développer de nouveaux instruments de pensée, ... et reconnaître que la modélisation se construit comme un point de vue pris sur le réel, point de vue sur le réel et non plus description objective et syllogistiquement analysable du réel ! De telles attitudes appellent l'intelligence du lien qui associe en permanence méthodologie, épistémologie et éthique, sans jamais les dissocier comme la science positive nous avait accoutumés à le faire : Aux scientifiques, la méthodologie ; aux philosophes, l'épistémologie ; et l'éthique aux 'comités d'éthique' !*

Une des contributions les plus précieuses des développements contemporains à la restauration de la modélisation systémique est, je crois, de nous montrer fort pragmatiquement que l'on peut développer des méthodes de modélisation pertinentes épistémologiquement légitimées et explicitant leurs enjeux éthiques sous-jacents. A '*l'heuristique mimétique de la peur*' qui fonde l'éthique de la responsabilité individuelle, nous pouvons substituer '*l'heuristique de l'intelligence poïétique*' qui fonde l'éthique de la responsabilité solidarisante. ...

<sup>i</sup> En langue française, le score reste honorable, mais descend à 16 millions.

<sup>ii</sup> Souvent mais pas toujours, comme en témoignent les études de M. Roux-Rouquié et al. et de J. Tisseau et al. sur les formalismes de méta modélisation et de virtualisation informatique, publiées sur les pages [de l'Atelier 'Modélisation Systémique des Fonctions Biologiques'](#) du site du RIC-MCX-APC :

<sup>iii</sup> Extraits du « Projet d'établissement du CNRS - Février 2002 ». Ce document officiel a été publié sous ce titre par le CNRS français. Il est public et aisément disponible, in extenso sur le site du CNRS/Réflexions stratégiques : <http://www.cnrs.fr/Strategie/DocPDF/projetetab.pdf>. Ces quelques lignes sont extraites de l'introduction de ce dossier. On les retrouve, introduites par le Président du CNRS, Gérard Mégie, dans un ouvrage collectif dirigé par François Kourilsky, intitulé '*Un nouvel esprit scientifique, Ingénierie de l'interdisciplinarité*', publié en 2003 dans la collection Ingenium, Ed. L'Harmattan.

<sup>iv</sup> Comme semble le revendiquer J.P. Changeux dans un article intitulé '*Ne pas exclure la science d'une réflexion sur la morale*' (Le Monde, 2 février 2005, p. 23), formule à laquelle il faudrait ajouter dialogiquement : '*Et ne pas exclure la morale d'une réflexion sur la science*'.

<sup>v</sup> On reconnaît le concept repris par H. Jonas dans '*Le Principe Responsabilité*' (1979, traduction 1990).