



La Lettre CHEMIN FAISANT

N° 38 MARS 2001



I

EDITORIAL

LA COMPLEXITE APPELLE DES STRATEGIES INTERDISCIPLINAIRES

ET DONC LE RE DEPLOIEMENT

DES SCIENCES D'INGENIUM

*«Nous pouvons maintenant comprendre
De façon aussi rigoureuse que nous le souhaitons
Ce qu'est un processus de conception
Le comprenant nous pouvons l'enseigner
De façon aussi rigoureuse que nous enseignions l'analyseφ
H.A.Simon, 1991, p. 258.*

Peut-on légitimement, en 2001, parler de « sciences de la complexité » ? Le projet du Programme européen Modélisation de la CompleXité se présentait en 1992-1994 comme un « **Projet civique de développement des "Nouvelles sciences de la complexité" par l'organisation dialectique des faires et des savoirs des responsables d'organisation et des chercheurs scientifiques** ». Il y a dix ans, lorsque émergeaient l'Institut des sciences de la Complexité de Santa-Fé et quelques institutions similaires outre Atlantique, la référence symbolique aux *sciences de la complexité* ne semblait pas trop ambiguë : pléonasme pour les uns, oxymoron pour les autres, elle annonçait un changement de paradigme plus qu'elle ne le déclinait de façon précise.

Dix ans après, le concept de "*science de la complexité*", que nous n'avons guère utilisé en pratique, a une connotation quelque peu scientifique et surtout ne révèle pas un projet scientifique mobilisateur dans nos cultures et a fortiori dans nos académies. Si la science contemporaine se construit sur son « *idéal de complexité* » (G. Bachelard), cet idéal ne peut caractériser une discipline scientifique parmi d'autres, et nulle discipline ne saurait s'en attribuer la propriété épistémique.

L'intelligence de la complexité, les modes de représentations et d'interprétations pour action qu'elle appelle, concernent toute l'activité scientifique en des termes *interdisciplinaires*. Chaque discipline peut se les approprier, dès lors qu'elle le fait intelligiblement en un même langage substrat, et qu'elle explicite la légitimation épistémique des propositions qu'ainsi elle construit.

Et elle concerne aussi toute activité humaine collective, qui ne peut jamais s'enfermer durablement dans une stricte division du travail (qui est aussi division des travailleurs), et qui ne peut s'exprimer qu'en termes d'*interactions*.

Les deux grands paradigmes de référence : l'Analyse et l'Ingenium

La production et la re-production des connaissances scientifiques pouvant assurer et légitimer l'intelligibilité des phénomènes perçus ou conçus complexes, s'exercent par représentation (Modélisation) et par interprétation (Inférence). Modélisation et Inférence (" *Nous ne raisonnons que sur des modèles*", P. Valéry) qui s'organisent autour de deux paradigmes épistémologiques :

+ Le paradigme cartésien de l'Analyse ou de la disjonction, sur lequel se sont formées et souvent enfermées, les grandes disciplines scientifiques contemporaines (les sciences dites dures) au fil des trois derniers siècles : aussi les désigne-t-on communément sous le nom de SCIENCES D'ANALYSE.

Leur pratique par l'Analyse (ou *la Modélisation Analytique*) a consisté à réduire la complexité perçue des phénomènes en examen, à une complication (voire à une hyper-complication), tenue par hypothèse pour potentiellement décomposable en éléments déclarés simples, présumés objectifs, c'est-à-dire indépendants du sujet qui décrit le phénomène ainsi isolé et interprète le modèle ainsi établi.

Les quatre brefs préceptes du discours cartésien (1637), et en particulier le 2°, qui légitime le réductionnisme (" *en autant de parcelles qu'il se pourrait* "), et le 3°, qui légitime le déterminisme (par " *longues chaînes de raisons toutes simples* ") caractérisent explicitement ce paradigme fondateur des Sciences d'Analyse, établi sur un idéal de simplification de la connaissance scientifique.

+ Le paradigme vicéen de l'Ingenium ou de la conjonction s'est formé et s'est développé par la conceptualisation de la rhétorique et de la topique aristotélicienne, avant de s'établir par les sciences du génie ou de l'ingegno, d'abord dans les pays méditerranéens, puis des sciences de " design " (conception) dans les cultures anglo-saxonnes. Faute de trouver un mot satisfaisant pour traduire le mot latin " *Ingenium* " en français (les dictionnaires le traduisent très improprement par " Esprit "), G. Vico (dès 1710) et ses successeurs proposeront de franciser la locution latine. On est ainsi conduit à désigner sous le nom de SCIENCES D'INGENIUM les disciplines scientifiques construites au sein de ce paradigme

Leur pratique par l'Ingenium (*la Modélisation et plus généralement l'Ingénierie Systémique*) vise à relier intentionnellement (par projet) le phénomène perçu complexe à ses contextes, en le décrivant par des actions (" trans-forme-action ") ou des processus s'exerçant dans le temps. Autrement dit à assumer sans l'épuiser son irréductible complexité perçue intelligiblement par le modélisateur. Au lieu de se présenter comme « objective » la modélisation-interprétation systémique se présente comme « projective ». (« *La méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet.* ». G. Bachelard), les modèles s'entendant comme des « projections » plausibles et interprétables du phénomène perçu complexe.

« *L'ingenium, rappelait G. Vico, est cette étrange faculté de l'esprit humain qui est de relier...Il a été donné aux humains pour comprendre, c'est-à-dire pour faire* ». Les Cahiers de Léonard de Vinci en constituent l'illustration la plus manifeste, surtout depuis que P. Valéry en a dégagé la méthode et a relancé son argumentation épistémologique : « *Ce qui fait, ce qui est fait, sont inséparables* ». Argumentation que A. Bogdanov, G. Bachelard, H.A. Simon, A. Newell, E. Morin, et bien d'autres développeront au fil du XX^e siècle.

Les Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) ne sont-elles pas des disciplines ancillaires ?

Les Sciences d'ingénierie, que nous connaissons aujourd'hui au moins en France sous des labels ambigus, Sciences De l'Ingénieur, ou Sciences Pour l'Ingénieur, voire même Sciences Technologiques, sont très souvent perçues comme des annexes des Sciences d'Analyse, disciplines ancillaires, n'ayant en principe pour vocation que d'*appliquer* les connaissances analytiques établies antérieurement par de « positives » sciences d'analyse, qu'elles soient dures ou molles.

Si bien que les expériences accumulées par les sciences de/pour l'ingénieur en s'exerçant à la modélisation et à l'interprétation des systèmes perçus et conçus complexes qu'elles ont à considérer, ne se sont que peu et malaisément transformées encore en pratiques scientifiques épistémologiquement argumentées. Soucieuses de la réputation académique que leur apportaient les sciences d'analyse, elles n'ont pas souvent, ou pas assez encore, apporté à l'élaboration des connaissances scientifiques contemporaines les ressources des Sciences d'Ingenium ou d'Ingénierie qu'elles sont pourtant bien placées pour développer.

Cette interprétation des sciences de l'ingénieur ou de l'ingénierie, entendues comme des *disciplines d'application* et non comme des *sciences de conception*, a semble-t-il un effet inhibiteur sur la capacité d'attention épistémologique des communautés scientifiques et des institutions d'enseignement, en particulier des écoles d'ingénieurs : le mot « *sciences de l'ingénierie* » s'entend comme une science d'analyse ancillaire, et ne définit pas spontanément dans le langage courant, une *science d'ingenium ou de conception*.

Redéployer les sciences d'Ingenium (ou d'Ingénierie) dans leur plénitude épistémique

En tentant de mettre le vin épistémologique nouveau des sciences d'ingenium (établies sur le paradigme de la conjonction-conception : « *d'abord relier* ») dans les vieilles outres des ancillaires sciences d'analyse, celles des sciences de ou pour l'ingénieur (établies sur le paradigme de la disjonction-application : « *d'abord séparer* »), ne va-t-on pas refermer prématurément l'éventail des capacités cognitives que mobilise l'intelligence de la complexité ?

Ne risque-t-on pas de contribuer à une dégénérescence analogue à celle qu'a connu pendant 30 ans (1965-1995) la modélisation systémique, se laissant désigner sous le nom d'« *analyse de système* » sans doute pour bénéficier tacitement de la caution académique des sciences d'analyse, en désignant les sciences d'Ingenium sous le nom des « sciences de (ou pour) l'ingénieur » ? Ce distinguo d'apparence sémantique ne dissimule-t-il pas les deux termes de l'alternative que rencontre toute recherche scientifique :

+ S'agit-il de « *découvrir* », par découpe et déduction analytique, une explication quasi algorithmique d'une réalité tenue pour donnée, voire câblée ?

+ Ou s'agit-il d'« *inventer* », par modélisation et interprétation intelligente de représentations intentionnellement construites de processus ainsi intelligibles ?

Les critères de légitimation des propositions et des méthodes d'investigation ne seront pas les mêmes, et cette confusion sémantique conduira souvent à traiter de façon simpliste, par stricte application de méthodes analytiques, des projets d'actions que l'on perçoit pourtant irréductiblement complexes.

« *Car la méthode analytique nuit à l'ingenium (ou à l'ingéniosité) et l'ingenium a été donné aux humains pour comprendre, c'est-à-dire pour faire* » (G. Vico, 1710).

La complexité appelle des stratégies interdisciplinaires et donc les sciences d'ingenium.

L'enjeu pour notre projet collectif est important : « *La complexité appelle la stratégie* » (E. Morin), rappelons-nous depuis les premières Rencontres du Programme européen MCX : la stratégie, et donc l'ingenium, la faculté de concevoir par reliance et composition. La stratégie et non la programmation, qui se veut analyse, la faculté de découper par déliance et dissection.

Elle appelle « *les ruses de l'intelligence – métis* » plutôt que la stricte déduction syllogistique formelle et décontextualisée.

Autrement dit, la Complexité, et son intelligibilité appellent aujourd'hui le redéploiement des Sciences d'Ingenium. L'intelligence de la complexité ne peut se confiner exclusivement dans les applications des sciences d'analyse (applications que l'on attribue aux sciences pour l'ingénieur ou à la technologie).

Notre défi est alors le suivant :

* Ou, pour nous faire mieux accepter et entendre, nous utilisons le vocabulaire familier des sciences (analytiques) de l'ingénieur, et nous risquons de voir notre projet épistémique et civique se dégénérer.

* ou nous annonçons la couleur en affichant notre projet de restauration et de déploiement des sciences d'ingénium, et nous risquons de ne pas être entendus du tout : les communautés, tant scientifiques que professionnelles, n'acceptant pas volontiers ce nouveau terme qu'elles tiendront au mieux pour un néologisme à la mode (du genre " ré-engineering " ou " ingénierie concourante ") !

La première tactique est manifestement étrangère à notre projet : qu'apporterions-nous, en " hurlant avec les loups " et en assurant que les fondements épistémiques des sciences de l'ingenium sont sans grande importance.

- La seconde en revanche nous concerne, et nous incite à nous prendre à notre propre jeu : ne pouvons-nous inventer, ou contribuer à l'invention, de " ruses médiatiques " qui permettent de faire entendre et pratiquer notre propre stratégie ? Après tout les premières tentatives de manifestations récentes des Sciences d'Ingenium n'ont pas suscité de violent rejet, dès que l'on a veillé à rappeler les définitions du mot¹.

Transition pragmatique : développons les sciences d'ingénierie des systèmes complexes

En guise de transition pragmatique et épistémique, l'expression « *sciences d'ingénierie* », subrepticement différentes des *sciences de ou pour l'ingénieur*, semble généralement recevable tout en suscitant une attention étonnée mais bienveillante. Elle traduit imparfaitement l'anglo-saxon " *sciences of engineering* " (que l'on pourrait distinguer des " *engineering sciences* ", sciences de L'ingénieur ?), et elle propose un sens très voisin de celui de " *science of design* " tel que l'a défini H.A. Simon dans sa célèbre conférence au MIT en 1968. Les Québécois nous rappelleront à juste titre qu'ils ont conservé l'expression " *sciences du génie* " qui aurait pu nous donner une traduction satisfaisante de sciences d'Ingenium si le mot génie n'avait pas eu de synonyme en français contemporain.

On est tenté alors de considérer des expressions telles que " *Sciences d'ingénierie des systèmes complexes* ", pour mettre en valeur le caractère inventif, constructif, de ce que nous entendions hier par l'expression " *sciences de la complexité* ". Sciences d'ingénierie privilégiant leur fonction pragmatique de développement d'heuristiques modélisatrices dès qu'elles s'exercent à l'investigation d'un système perçu complexe. Sciences d'ingenium qui ne se légitimeront qu'en s'exerçant en permanence à leur propre critique épistémologique interne, faisant leur la devise de Léonard de Vinci : « *Ostinato Rigore* ».

Cette conception des sciences d'ingénierie des systèmes complexes implique qu'à l'instar des sciences d'analyse, elle soit pertinente pour tous les types de systèmes que l'on considérera : biologique et génomique, physique et astrophysique, énergétique et mécanique, chimique et bio-chimique, informationnel et organisationnel, computationnel et communicationnel, socio économique et ethnologiques, psychologique et anthropologique, géologique et géographique, linguistique et mathématiques, naturels et artificiels. Mais alors que les sciences d'analyse visent à produire et à légitimer des « *connaissance-états* », les sciences d'ingenium ou d'ingénierie visent à produire et à légitimer des « *connaissances-processus* ».

« *Transformation épistémologique fondamentale* », soulignera J. Piaget dès 1970.

La question des procédures de légitimation (plutôt que de validation) des énoncés et propositions produits par l'activité scientifique renvoie alors à la question des fondements (ou plutôt des enracinements) épistémologiques. Elle ne saurait être réglée une fois pour toutes par appel à la caution symbolique de Descartes, de A. Comte ou de K. Popper :

* Les sciences d'analyse s'entendent dans l'investigation contrôlée d'un " objet " présumé donné à connaître, chaque *famille d'objet* définissant une discipline.

¹ Le lancement récent de la Collection éditoriale du Programme MCX, " *INGENIUM* " est certes encore relativement discret, mais la perception d'ensemble est plutôt bienveillante.

* Et les sciences d'ingenium s'entendent dans l'investigation intelligente d'un " projet " d'intervention intelligible. Chaque famille de projet définissant ce que l'on pourrait appeler une interdiscipline définie non plus par un objet ,mais par un projet , celui de l'exploration de " *l'espace d'un problème* " (" *problem space* "). On veillera alors à ne plus utiliser ce mot pour désigner les ensembles multi ou pluri-disciplinaires que forment parfois les sciences d'analyse, additionnant sans les transformer et sans s'interroger sur les procédures de légitimation, plusieurs " *domaines d'objet* " .

C'est précisément à l'exercice de cette critique épistémologique interne au sein de l'activité de production de connaissance que nous incite l'Intelligence de la Complexité.

L'usage d'une méthode affichée ne légitime pas en soi les propositions auxquelles son usage a pu conduire .

LA PREPARATION DE LA CONFERENCE HERBERT A. SIMON - MCX 2001.

Ce projet de restauration dans nos cultures des Sciences d'Ingenium n'épuise manifestement pas les questionnements ni les arguments que nous nous proposons de développer collectivement .On ne les a mentionnés ici que pour ré activer les réflexions de chacun. Il nous faut pourtant " passer à l'action " autrement dit prendre le risque d'annoncer notre projet sans l'épuiser ni le compromettre.

On a convenu de retenir la formulation suivante pour présenter le thème de la Conférence MCX que nous nous proposons de monter en 2001 (sans doute le 25 octobre, à Paris) pour relancer notre *Projet civique de développement des « Sciences d'ingenium des systèmes complexes » par l'organisation dialectique des faires et des savoirs des responsables d'organisation et des chercheurs scientifiques*

L'expression « **Sciences d'Ingénierie** » étant substituée à « **Sciences d'Ingenium** » chaque fois que le contexte risque de susciter l'incompréhension plutôt qu'à aviver l'attention.

En conséquence le titre de la Conférence-Table Ronde par laquelle nous nous proposons d'afficher notre programme à partir de 2001, demeurera

COMPLEXITE : INGENIERIE DE L' INTERDISCIPLINARITÉ

Et symboliquement, nous nous proposons d'inaugurer à côté des sciences d'analyse par cette Conférence MCX 2001, un vaste cycle de manifestations périodiques sur le redéploiement, à côté des sciences d'analyse, des sciences d'ingenium, sciences de conception, dans les cultures scientifiques contemporaines que l'on dédiera à

Herbert SIMON,

disparu le 9 février 2001 à 84 ans, après une exemplaire vie de chercheur consacrée à la reconnaissance des nouvelles Sciences d'Ingenium, sciences de conception, sciences d'ingénierie des systèmes complexes, au sein desquelles se forment cette ingénierie de *l'interdisciplinarité* par laquelle la connaissance peut contribuer à notre intelligence des myriades d'*interactions* qui construisent l'aventure humaine.