

**LES NOUVELLES SCIENCES D'INGENIERIE
SONT SCIENCES FONDAMENTALES »**

« DES SCIENCES APPLIQUÉES AUX SCIENCES DE CONCEPTION,

Jean-Louis Le Moigne

Contributions aux développements contemporains des
SCIENCES ET PRATIQUES
d'INGENIERIE DES SYSTEMES COMPLEXES
SCIENCES de CONCEPTION, SCIENCES de l'ARTIFICIEL

&=&=&=&=&=&=&=&

Extrait des

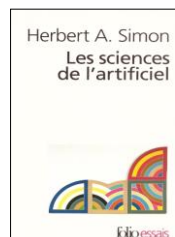
ACTES DU GRAND DEBAT 2012 du RESEAU INTELLIGENCE DE LA COMPLEXITE

à l'Institut National Polytechnique de Toulouse

Ecole d'ingénieurs de PURPAN,

**« CONCEVOIR DANS, ET AVEC, LA
COMPLEXITE »**

*« Dans la Pensée comme dans l'Action
Déployer la raison du 'POURQUOI ?' au
'POURQUOI PAS ?' »*



**« DES SCIENCES APPLIQUEES AUX SCIENCES DE CONCEPTION,
LES NOUVELLES SCIENCES D'INGENIERIE
SONT SCIENCES FONDAMENTALES »**

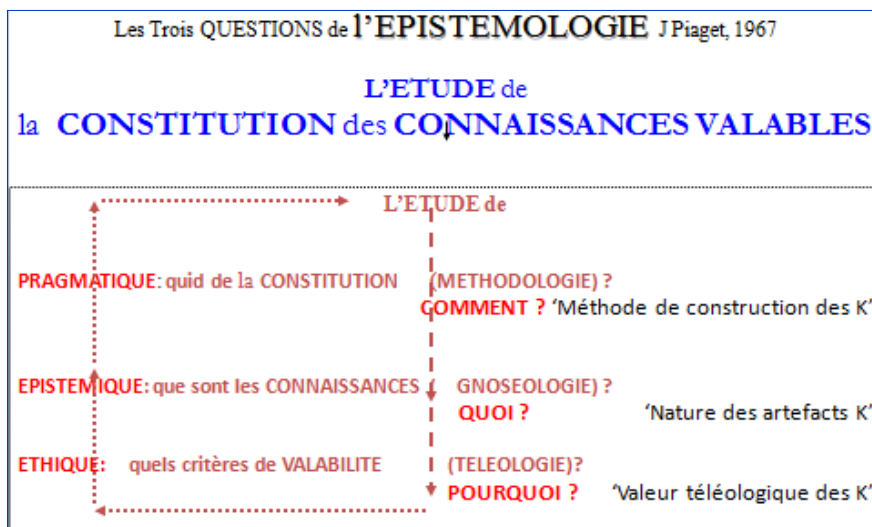
Jean-Louis Le Moigne

LES 'NOUVELLES' (depuis 1948) et fort anciennes SCIENCES d'INGÉNIERIE
ne sont pas des SCIENCES D'ANALYSE, dures ou molles,
ni Sciences d'APPLICATIONS, Sciences ancillaires,
formées sur des **Objets** délimités tenus pour donnés.
Elles sont SCIENCES DE CONCEPTION
se construisant sur des **Projets** élaborés
dans des **Contextes** perçus évoluant.

Pouvons-nous nous proposer quelques réflexions sur la façon dont nous pouvons tous nous y prendre, quelles que soient nos activités professionnelles et citoyennes, pour légitimer les connaissances que nous mettons en œuvre, que nous actionnons et que nous enseignons.

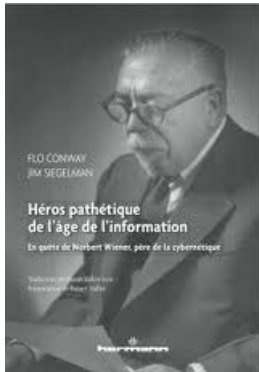
Et ceci, plus particulièrement, en observant que la quasi-totalité d'entre nous, même si nous ne sommes pas diplômés du titre d'ingénieur, nous passons notre vie à nous exercer à l'ingénierie de nos activités. C'est-à-dire, à les concevoir, à les mettre en œuvre intentionnellement et pas seulement à les appliquer en respectant scrupuleusement les règles du jeu que nous ont transmis nos enseignants.

Pour ce faire ? Je vais utiliser le mot « épistémologie » à plusieurs reprises. Aussi je rappelle la définition la plus générale, qui tient en trois mots : 'l'étude de la Constitution des Connaissances valables'. Définition fort bien argumentée dans l'introduction de la célèbre Encyclopédie Pléiade « Logique et Connaissances scientifiques », Jean Piaget, Dir. (1967).



1. Ré-émergence des Sciences d'Ingénierie, Sciences de Conception

En ouvrant mon propos sous le titre des '*Nouvelles Sciences d'Ingénierie, sciences fondamentales*', je suis conscient du paradoxe : Les sciences d'ingénierie ne sont pas soudainement révélées à la fin du XX^e Siècle ; il s'agit d'une extraordinaire aventure au moins trimillénaire. Nous percevons aujourd'hui leur ré-émergence qui s'est réactualisée à partir de 1948, une année tout à fait étonnante dans l'histoire de la Science, date à laquelle apparaît pour la première fois, dans les Académies du monde entier (cela commence par les USA et cela vient très vite en Europe), une discipline que l'on a appelée, à partir de ce jour, la Cybernétique. Une science qui se donnait comme objet d'avoir un projet (c'est la première discipline qui avait une telle définition). Elle ne prétendait pas étudier des objets naturels, déjà présents, elle proposait d'étudier ce que l'on se proposait de faire, à savoir des processus permettant d'informer, de commander, de communiquer d'autres processus par la médiation d'artefacts (des signaux, ou des systèmes de symboles physiques).



Son créateur, qui l'a rendue académiquement recevable, était à l'époque un des plus prestigieux mathématiciens de la planète, il s'appelait [Norbert Wiener](#) et son ouvrage s'intitulait : « *La cybernétique ou la communication et la régulation dans les systèmes naturels et les systèmes artificiels*¹ ».

Autrement dit, nous entrons ici dans un domaine qui n'était pas du tout familier ni aux écoles d'ingénieurs, ni à aucune université ni à aucun système d'enseignement. Ce que l'on se propose d'étudier, ce ne sont pas des objets naturels qui sont déjà là, ce sont des projets conceptuels (la régulation, la communication). Les connaissances qui sont produites, sont produites intentionnellement afin de mettre en œuvre ces projets et non pas, afin de décrire et d'expliquer ou pas, la nature et le comportement d'objets qui sont déjà là.

Ce que le même Jean Piaget a interprété dans un texte célèbre, sous l'argument suivant qui est pour nous capital : « *le fait nouveau est de conséquences incalculables pour l'avenir* ».

Le fait nouveau, et de conséquences incalculables pour l'avenir,
est que la réflexion épistémologique surgit de plus en plus à l'intérieur même des sciences, non plus parce que tel créateur scientifique de génie, comme Descartes ou Leibniz, laisse là pour un temps ses travaux spécialisés et s'adonne à la construction d'une philosophie, mais parce que ... il devient nécessaire de soumettre à une critique rétroactive les concepts, méthodes ou principes utilisés jusque-là de manière à déterminer leur valeur épistémologique elle-même.

En de tels cas, la critique épistémologique cesse de constituer une simple réflexion sur la science : elle devient alors instrument de progrès scientifique en tant qu'organisation intérieure des fondements.

¹ Le titre exact est '*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*', autrement dit '*dans les systèmes naturels et dans les systèmes artificiels*'. On consultera avec intérêt sa récente biographie : [Héros pathétique de l'âge de l'information. en quête de Norbert Wiener, père de la cybernétique.](#)

Ceci est écrit en 1967, cela fait bientôt 50 ans, et aujourd'hui, cela devient vraiment de conséquences impressionnantes pour cet avenir devenu notre présent : c'est que la connaissance ne se définit pas à partir d'un objet (définie et rappelée par quelques ancêtres de Platon à Newton et quelques autres), elle se définit à partir de l'expérience des chercheurs comme des praticiens qui, dans leur discipline ou leur spécialité, s'exercent à la critique de ce qu'ils font.

La critique épistémologique devient alors instrument de progrès des connaissances scientifiques. J Piaget ajoutait déjà : « réfléchissons sur le terrain : *qui aujourd'hui a le plus besoin de l'épistémologie ?* ». « *Ce sont les ingénieurs, Ce sont eux qui ont le besoin le plus urgent d'une théorie de la connaissance et la meilleure probabilité d'en créer* » *parce que, précisément, ce sont eux qui sont en situation de production, de conception, de mise en œuvre de projets et donc ils sont confrontés à cette situation* ».

C'est une théorie de la connaissance qui est en jeu avec tout ce que cela peut avoir de stimulant, mais aussi de questionnant : Nous attachons-nous à légitimer les connaissances par lesquelles nous raisonnons, concevons et justifions nos actes ? : 'J'ai fait ceci, **afin de de...**', ou 'j'ai fait ceci **parce que...**' ?

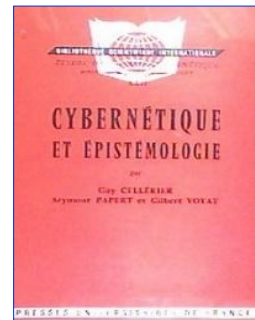
Sommes-nous attentifs à l'exercice de cette critique épistémologique interne ou nous résignons-nous à la caution formelle d'une référence qui serait déjà formulée depuis longtemps telle que celle qui tient la connaissance (dite objective) d'un 'objet' pour indépendante du sujet qui la produit et l'enseigne ? Référence héritée des épistémologies positivistes et post positivistes, qui semble souvent appartenir à notre 'culture scientifique' même si nous ne nous en sommes pas aperçus ? Aujourd'hui encore, bon nombre d'académiciens ont du mal à convenir que la connaissance qu'ils transmettent soit légitimée autrement que par 'ce postulat d'objectivité, « *postulat pur, à jamais indémontrable* »

Ne devrions-nous pas, par probité civique, nous attacher à l'étude de la ou des 'conventions épistémiques' explicitables sur lesquelles se forme la relation récursive de la connaissance enseignable et de la culture des sociétés humaines ?

Quiconque imagine quelques dispositions visant à changer une situation existante en une situation préférée, est CONCEPTEUR.

...L'activité intellectuelle par laquelle sont produits les artefacts matériels n'est pas fondamentalement différente de celle par laquelle on prescrit un remède à un malade ou par laquelle on imagine un nouveau plan de vente pour une société, voire même une politique sociale pour un État. La conception, ainsi conçue, est au cœur de toute formation professionnelle. ...

Les écoles d'ingénieurs, comme les écoles d'architecture, de droit, de gestion, de médecine, les écoles normales d'enseignement, toutes sont concernées, au premier chef, par le processus de la conception *Par un paradoxe ironique, alors que s'affirme le rôle décisif de la conception dans toute activité professionnelle, les sciences naturelles au XX^e siècle, ..., ont presque complètement éliminé les sciences de l'artificiel du programme des écoles formant des professionnels. »* Herbert A SIMON, *Les sciences de l'artificiel*, 1969, 1996, 2004



Ajoutons tout de suite, que ce n'est pas seulement parce que l'on est diplômé du titre d'ingénieur que l'on pratique l'ingénierie. Nous sommes tous en situation

d'action ingénieriale, de la conception de notre prochain week-end jusqu'à celle de notre prochain repas, par celle de tout ce que nous pouvons concevoir et imaginer, y compris ces artefacts absolus que sont nos organisations sociales ou les satellites spatiaux. Elles ne nous sont pas données par une action naturelle, c'est nous, qui concevons et qui reconcevons leur définition en nous attachant à les mettre en œuvre.

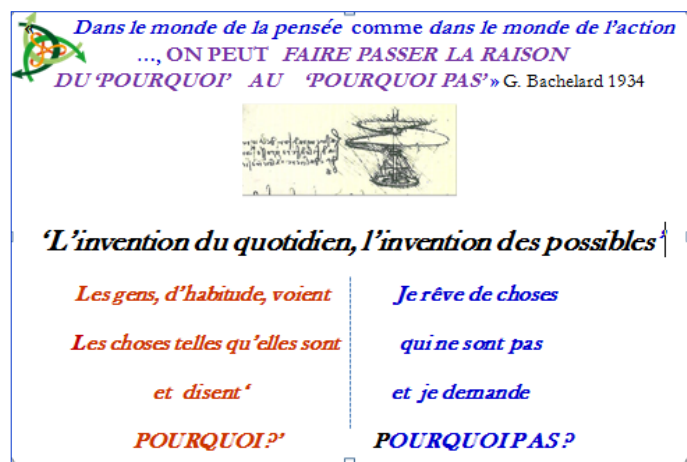
C'est ce 'paradoxe ironique' de la formation des ingénieurs et des professionnels, tous concernés par le rôle décisif de la conception dans leurs activités, qui doit aujourd'hui nous inciter à cette réflexion critique sur la légitimation des connaissances actionnables et enseignables : Nous sommes tous formés depuis près de deux siècles à l'analyse linéaire dite cartésienne par application des quatre préceptes du 'Discours de la méthode' largement diffusés en Occident depuis 1637, préceptes explicitement construits sur le 'postulat pur d'objectivité'.

Certes chacun se forme toujours dans le creuset de ses propres expériences et ses propres projets, mais ces formations 'applicatives' aux sciences d'analyse (dites pourtant d'ingénierie) ont été (sont encore souvent ?) très prégnantes dans les cultures scientifiques et professionnelles.

Rares il est vrai sont les enseignants des écoles d'ingénieurs et des écoles professionnelle françaises qui ont lu et réfléchi les conférences que H Simon adressait dès 1968 aux facultés du MIT, les invitant à redéployer dans leurs cursus les formations aux « sciences de conception, sciences de l'artificiel ».

L'exercice pourtant devrait nous être aisé : Le développement de connaissances enseignables et actionnables n'a pas attendu la diffusion des préceptes cartésiens (1637) pour enrichir la culture humaine. Quiconque a tourné quelques-unes des 6000 pages des *Carnets de Léonard de Vinci* († 1519), vérifie que bien avant le *Discours de la Méthode* de René Descartes, on savait transformer ses expériences en connaissances scientifiques. Concevoir un projet : concevoir de faire monter plus lourd que l'air, concevoir d'aménager un canal, concevoir une peinture, concevoir une façon tout à fait innovante de peindre en ignorant le trait qui sépare au profit du « sfumato » qui décline subtilement en fonction de l'éclairage pour aider à percevoir dans sa richesse la perception que l'on a de la vérité, etc. ...

Quelle très riche expérience admirablement écrite, décrite et illustrée, de l'exercice des capacités humaines d'exploration intentionnelle du champ des possibles afin de '*comprendre pour faire et de faire pour comprendre*'



2. Ces Nouvelles Sciences sont bien des Sciences

Dès lors, notre regard sur la vocation et la formation de l'ingénieur et du praticien faisant profession d'ingénierie, techniciens comme technologues, se transforme. Il n'est plus un 'applicateur de la science, comme l'écrivait Louis De Broglie (« *L'ingénieur, est par définition, un homme qui est spécialisé dans la mise en œuvre de certaines applications de la science* »). Il est celui qui ouvre l'éventail de ses capacités cognitives et relationnelles. Il reste certes capable de délimiter, de diviser et 'd'entresuivre les éléments en 'longues chaînes de raisons causes-effets toutes simples'. Mais il a aussi et surtout une capacité (et elle est probablement première), à ouvrir, à relier, à conjoindre, à re former, à mettre en reliances actives.

Les connaissances portées sur ce type d'activités et sur ces processus de conception-construction cognitive que nous exerçons tous, mais qui méritent d'être illustrées, ont été révélées de façon plus sensible (et qui justifie que cela se passe ici et aujourd'hui) par l'attention que l'on s'est mis à porter depuis une trentaine d'années sur la planète, ce que l'on appelle, faute de meilleur mot, « le développement durable (ou viable) ». Un champ de connaissance scientifique '*pour comprendre c'est-à-dire pour faire*' est irréductible actuellement à aucune des disciplines analytiques.

La conjonction est première »

« Il est depuis longtemps établi que l'homme dans ses activités tant pratiques que cognitives ne peut faire que deux choses : conjoindre et disjoindre. Mais de plus amples investigations montrent que ces deux actes, la jonction et la séparation, ne jouent pas un rôle égal dans l'activité humaine :

L'une de ces deux fonctions, l'acte de joindre, la conjonction, est première, l'autre est toujours dérivée et résultante, l'acte de séparer, la disjonction...

Dans la cognition comme ailleurs. » A Bogdanov, 'Tektology', 1921, trad. 1981

De façon plus manifeste encore que dans le domaine des sciences d'ingénierie traditionnelles (que l'on qualifie volontiers de Technologie, sans doute pour afficher le caractère ancillaire de ces disciplines ne respectant pas assez les 4 préceptes méthodologiques du Discours cartésien), les sciences d'ingénierie du développement durable en appellent à '*une épistémologie non cartésienne*' (Chapitre de conclusion du '*Nouvel Esprit Scientifique*', 1934, « ... *une épistémologie non-cartésienne*" qui reconnaisse et assume "*l'idéal de complexité de la science contemporaine*", au lieu de persévérer dans une obsession de simplification qui tourne à la mutilation).

Pour former à l'ingénierie du développement durable, va-t-il falloir créer une discipline de plus qui ne pourra obéir aux canons méthodologiques de l'objectivité scientifique ? Situation paradoxale ! Sur ce type de paradoxe banal, on est vraiment invité à reconsidérer la façon dont nous définissons et enseignons les connaissances que nous mettons en œuvre.

Autrement dit, selon le mot de Gaston Bachelard en 1934, il nous faut déployer le bon usage de notre raison du 'Pourquoi ?' au 'Pourquoi pas ?' Vocation des sciences d'ingénierie des systèmes complexes, dès lors qu'elles assument les exercices de critique épistémologique interne par lesquels elles légitiment les connaissances qu'elles produisent.

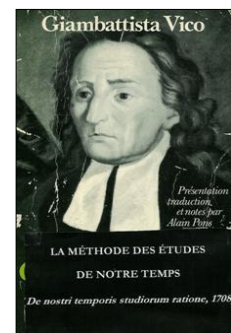
L'image de la formule que l'on pourrait métaphoriquement attribuer à Léonard de Vinci illustre l'argument : « Les gens d'habitudes voient les choses telles qu'elles sont et demandent **pourquoi ?** (pourquoi les pierres tombent, par exemple). Mais je rêve des choses qui ne sont pas là et je me demande **pourquoi pas ?** (Dans un contexte où les oiseaux, plus lourds que l'air, volent, ne puis-je inventer l'hélicoptère ?) Cette attitude est légitimement celle de bien des citoyens, praticiens autant que chercheurs scientifiques.

Vitruve, 200 1934	1948	Léonard de V., 1519 1958	1968	G/Vico, 1977
G Bachelard,	N Wiener -A Turing	H von Foerster	J Piaget -H Simon,	E Morin

« Dans la Pensée comme dans l'Action, en Complexité
Les sciences d'ingénierie des systèmes complexes appellent le plein usage de
'cette étrange faculté de l'esprit humain qui est de relier'
en Déployant la raison du 'Pourquoi ?' au 'Pourquoi Pas ?'
Elles sont science de conception, sciences d'ingénierie
Sciences de reliance
Sciences du « Faire pour Comprendre et du Comprendre pour Faire »
formées sur des **PROJETS EN CONTEXTE**, à construire :
des **CONNAISSANCES PROCESSUS**

Il nous faut donc nous attacher à mettre en valeur le caractère à la fois fondamental et finalisé des Sciences de conception, sciences d'ingénierie des systèmes complexes générant et régénérant des connaissances légitimées et par là enseignables et actionnables. Autrement dit, des sciences légitimement passibles d'un enseignement de type scientifique qui puisse rassurer les sociétés qui nous incitent à les enseigner et qui puissent être mises à disposition des étudiants et des acteurs de tout type, quel que soit leur âge.

Pour ce faire, nous trouverons des leçons dans l'histoire de la pensée et de la science. Cela remonte bien avant Cicéron et nous ne sommes pas réduits au seul Platon ni même aux seules Analytiques d'Aristote pour déployer l'éventail des ressources de la raison humaine, 'l'ingenium, selon Cicéron, cette étonnante faculté de l'esprit humain que nous nous étions un peu dissimulée depuis Le Discours de la méthode. L'ingenium, 'cette étrange faculté de l'esprit humain qui est de relier' rappellera G Vico (dans son [LA METHODE DES ETUDES DE NOTRE TEMPS](#) 1708, que nous relisons enfin aujourd'hui), ... de relier, et donc de développer les connaissances.



L'actualité du propos devient plus effective et visible dès que l'on met en évidence le nombre de 'nouvelles sciences d'ingénierie' qui se sont développées depuis 1948 dans, ou à proximité, de la plupart de nos académies. Ainsi par exemple, toutes les sciences nommées par un substantif verbal dont le suffixe se termine souvent par « ion » : information, communication, décision, éducation, cognition, computation, organisation, locomotion, audition, etc., toutes ayant un statut académique formel, (revue internationale, congrès, diplôme, experts, médailles...), bien que leur légitimation disciplinaire usuelle soit des plus insaisissable : quel objet propre ? Quelle méthodologie spécifique ? Quel critère d'objectivité ? 'Disciplines' (est-ce le bon mot ?) qui n'étaient pas enseignées il y a un siècle et qui n'ont rien de 'naturel' ni de bien 'discipliné' ! Pourtant, l'humanité entière trouve tout à fait légitime de produire des connaissances en ingénierie de ces concepts-artefacts tels que information, communication,

décision, organisation, et quelques autres qui ne se terminent pas en « ion » : il y en a beaucoup. Ainsi toutes les 'disciplines' qui relèvent de l'écologie et plus généralement des écosystèmes (sciences des géo systèmes, des hydro systèmes, sciences de l'aménagement, des systèmes de santé, etc.

<p>« Une Science de CONCEPTION qui sera une Nouvelle Science d'INGÉNIERIE, mais très différente de ce que l'on entend couramment sous le nom de « Science de ou pour l'Ingénieur » H.A. Simon, 1969.</p>	<p>« Qu'on mette alors ... en regard de cette épistémologie cartésienne L'IDÉAL de COMPLEXITÉ de la science contemporaine Restaurer les solidarités entre tous les phénomènes G.Bachelard 1934</p>
<p>Germe de la formation du Paradigme des Sciences de la COMPLEXITÉ</p>	

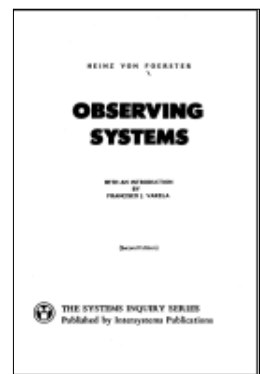
En identifiant ces 'nouvelles' inter ou trans disciplines, nous entendons à nouveau l'appel de Gaston Bachelard qui s'interrogeait sur la légitimité d'une science qui ne chercherait plus 'à restaurer les solidarités entre tous les phénomènes' ? Les 'nouvelles sciences' ne peuvent plus être référées aux repères habituels de légitimation 'par la pierre angulaire de la méthode scientifique, le **postulat de**

« La pierre angulaire de la Méthode scientifique est le **POSTULAT DE L'OBJECTIVITÉ** de la Nature. C'est-à-dire le refus systématique de considérer comme pouvant conduire à une connaissance 'Vraie' toute interprétation des phénomènes donnée en terme de cause finale, c'est-à-dire de 'Projet' ». J Monod, 1970

l'objectivité ... postulat pur, à jamais indémontrable' retenu pour les sciences d'analyse qui se construisent sur la division des phénomènes 'en autant de parcelles qu'il se pourrait'. Il leur faut donc expliciter les repères auxquels elles se légitimeront

pour s'attacher à 'restaurer les solidarités entre les phénomènes'.

Dès lors que nous convenons de l'évidence de sens commun de l'inséparabilité du système observant et du système observé, (H von Foerster : 'Observing Systems'), le postulat d'objectivité qui implique l'indépendance de l'observateur et de l'observé ne peut plus constituer un critère de légitimation de la (ou des) méthode(s) scientifique(s) des connaissances actionnables. Pour prendre un exemple récent, le critère d'objectivité ne permet plus aux académies de certifier que les artefacts de type OGM ont certainement ou n'ont certainement pas des effets néfastes sur la santé humaine et animale ni sur la dégradation de la biodiversité. Il ne suffit pas pourtant d'argumenter la fallace d'une proposition encore 'généralement acceptée' pour qu'elle soit abandonnée ; il faut argumenter une proposition alternative plus recevable, nous rappelle H Simon dans sa 'Conférence Nobel, 1978'.



Ce qu'avait déjà souligné G Bachelard en 1934 par une formule qui a le mérite de suggérer un nom pour cette proposition alternative qui soit plus recevable que 'la subjectivité' : « Au-dessus du sujet, au-delà de l'objet, la science

moderne se fonde sur le projet. Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet. » : Le critère de 'projectivité' devient dès lors légitimement candidat, demandant au(x) sujet(s) d'explicitier leur projet ou leur 'méta - point de vue' : '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' soulignera le 'Schéma stratégique du CNRS 2002''.

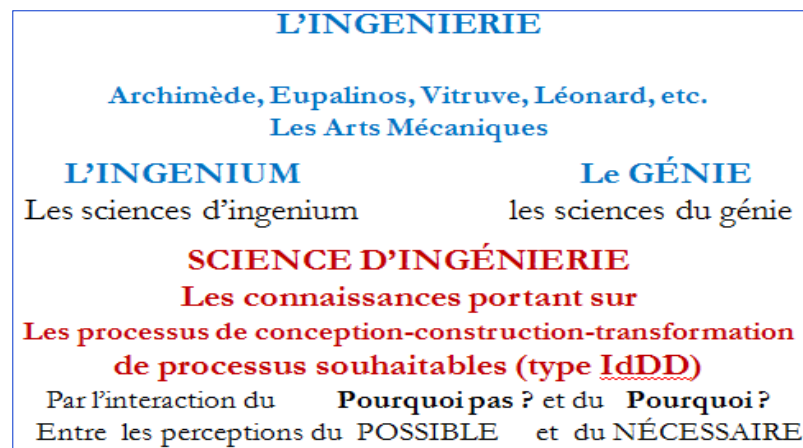
Désormais le critère de légitimation n'est plus présumé 'incorporé implicitement dans la méthode scientifique postulée objective' ; il contraint le 'producteur-enseignant-actionneur' de connaissance à expliciter son projet et à assumer la responsabilité de son pari : « Dans cette perspective, l'exploration 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 ». Le critère symbolique de 'vérité scientifique' devient le critère de meilleure plausibilité reconnue.

<p>La rupture Cartésienne 1637 « LE DISCOURS DE LA MÉTHODE » A la science fondamentales, l'objectivement Nécessaire? A la philo, le subjectivement Possible Les ré émergences d'un autre Discours : Le NES 1519, LdV - 1708, GV - 1894, PV - 1934, GB - 1968, HAS - 1985, EM Quid du Projectivement souhaité par les sociétés humaines Rsp & Sld ? Ne peut-on concevoir des Sciences fondamentales d'Ingénierie?</p>	
<p>NON</p> <p>« LE DISCOURS DE LA MÉTHODE » R DESCARTES 1637</p> <p>en « redéployant le superbe éventail de la rationalité »</p> <p>Les Analytiques II</p>	<p>OUI</p> <p>« LA MÉTHODE DES ÉTUDES DE NOTRE TEMPS » 1708 GB VICO +</p> <p>Les Topiques & la Rhétorique</p>
<p>Le Discours Cartésien: bien conduire sa raison</p> <p>la Logique ou l'art de penser Arnaud & Nicole</p> <p>Le Catéchisme Positiviste », A Comte</p> <p>Le Positivisme Logique, (Wiener Kreis)</p> <p>Paradigme de la Rationalité Fermée</p> <p>le Postulat d'Objectivité (J Monod 1970)</p>	<p>Les CARNETS de Léonard de V (Introd. de PV)</p> <p>la « <u>Scienza Nuova</u> » G Vico</p> <p>Le <u>Nouvel Esprit Scientifique</u>, G. Bachelard</p> <p>les sciences de l'Artificiel H A Simon 69+</p> <p>Paradigme de la Pensée Complexe</p> <p>Le Postulat de Projectivité</p>

Sur ce socle épistémologique reconsidéré ici, sommairement présenté par l'alternative des deux paradigmes épistémologiques, celui du 'discours de la méthode' cartésien et celui du 'discours sur la méthode des études' Vicéen ('une épistémologie non-cartésienne'), on peut, non moins sommairement récapituler les pans principaux de l'éventail méthodologique associé que les sciences d'ingenium puis d'ingénierie, ont dégagés depuis des siècles.

La ou plutôt les méthodes scientifiques (de production de connaissances légitimes) s'agencent ainsi en un éventail largement déployable :

- Les modèles seront souvent 'ouverts', multidimensionnels & multi référentiels (des étoffes moirées) ;
- Les éléments seront rarement passifs ;
- Les relations seront souvent des reliances (des interactions récursives) ;
- Les organisations seront souvent des trames entrelacées plutôt que formellement hiérarchisées;
- L'intelligible sera préféré au simplifié ;
- La modélisation systémique ('*Le Disegno*'²) qui relie et contextualise à dessein sera préférée à la modélisation analytique qui découpe et exclut ;
- Le 'topico-critique'³ Vicéen sera préféré à l'analytico-déductif Cartésien ;
- Le fonctionnel (et la tolérance à l'ambiguïté) sera souvent préféré au formel : Sans feu orange, la conduite automobile sous feu exclusivement vert ou rouge devient impossible ;
- Le 'principe de moindre action' deviendra une des nombreuses heuristiques selon lesquelles se déploie le 'principe d'action intelligente' ;
- L'exploration projective du champ des possibles l'emportera sur la détermination quasi algorithmique des seuls nécessaires ;
- Le synchronique sera reconnu dans ses interactions réciproques avec le diachronique comme l'antagoniste avec le complémentaire ;
- Le contraire ne sera pas assimilé au différent ;
- Le raisonnement procédural (ou délibérant, plausible : 'l'*Ingenium*'⁴) sera souvent plus **opportun que le raisonnement** substantif (optimisant).



Autant de repères méthodologiques qui se sont dégagés dans la multimillénaire aventure des sciences et pratiques des 'arts et métiers' devenant sciences et pratiques d'ingénierie, celle qui relie le violoniste et le luthier, le navigateur et l'architecte naval, le concepteur et l'opérateur : dès lors qu'ils conviennent que le '*perçu complexe*' ne peut plus être considéré comme l'hyper-

² [Le Disegno, un art paradoxal](#) : Ainsi Léonard de Vinci appelait le 'dessin à dessein, on sait combien il l'a développé d'innombrables façons

³ On pourrait dire 'l'Analogico-Critique' : G Vico se réfère ici expressément aux Topiques d'Aristote

⁴ G. Vico, 1708 : « [Car l'ingenium a été donné aux humains pour comprendre, c'est à dire pour faire](#) »

compliqué, lequel serait toujours éthiquement bon puisque formellement réductible au calculable, chacun sait qu'il doit assumer le risque d'un pari : assumer *la reconnaissance de la dimension de l'imprédictibilité* potentielle des résultats que voudraient prédire les connaissances - processus que l'on développe et met en œuvre !

3. Les ENJEUX PRAGMATIQUES, METHODOLOGIQUES, ETHIQUES des Nouvelles Sciences d'Ingénierie des Systèmes Complexes

L'argument de la prédictibilité assurée par la plupart des sciences dures et espérées par la plupart des sciences douces (qu'hélas on qualifie encore de sciences molles) s'avère en effet fort contingent. Ayant projet d'identifier bon nombre de régularités globalement perçues, il s'est avéré commode de les qualifier de 'lois d'airain de la Nature' sans que ces régularités aient in fine le statut annoncé de *longues chaînes de raisons linéaires : cause - effet toutes simples et mathématisables*. La cause initiale de chacune de ces régularités reste hypothétique, ou mystérieuse, mais pas démontrée universellement et éternellement.

On doit donc convenir d'avoir consciemment projet de retenir telle croyance pour légitimer les connaissances enseignables et actionnables que l'on en infère. Fort pragmatiquement c'est souvent ainsi que la science a progressé, en butant sur quelques difficultés dès que telle de ces croyances n'est pas ou plus généralement acceptée par toutes les communautés humaines. Ce qui conduit à des divergences parfois dramatiques lorsque les connaissances ainsi produites ne sont plus considérées par beaucoup comme des connaissances enseignables et actionnables qui conviennent !

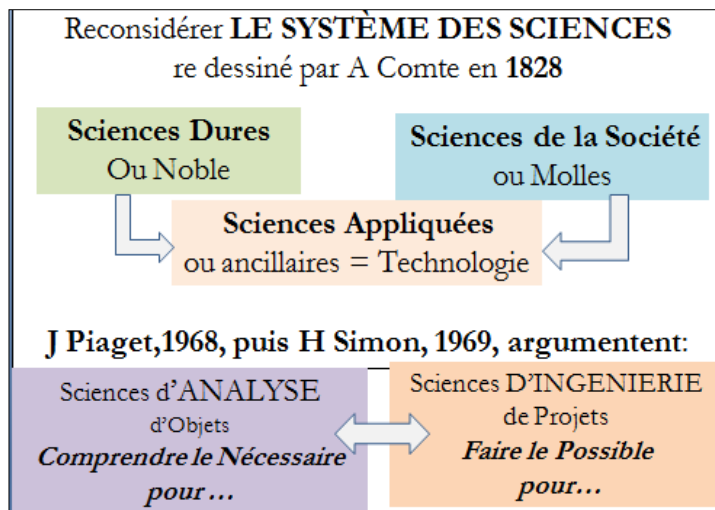
Il s'agit alors ... de ne plus considérer la connaissance comme la recherche de la représentation iconique d'une réalité ontologique, mais comme la recherche de manière de se comporter et de penser qui convienne. La connaissance devient alors quelque chose que l'organisme construit dans le but de créer un ordre dans le flux de l'expérience. E. von Glasersfeld, 1981

Ce 'changement de regard induit dès lors une autre représentation du 'Système des sciences' formé depuis 2 siècles sur une croyance aux lois d'airain de la nature. Ce système, dont les sciences d'ingénierie se sont initialement accommodées en apparence puisque les académies des sciences leur accordaient quelques modestes strapontins aux marges de leurs fauteuils affectés aux disciplines nobles, s'avère de plus inadapté aux conditions socio culturelles de légitimation des connaissances : Reconnaître les contraintes qu'imposeraient impérativement les 'Lois la Nature' est-il toujours un critère de légitimation des connaissances alors que l'esprit humain, explorant les champs du Possible et non plus seulement ceux du Nécessaire, s'avère capable, 'dans le flux de l'expérience, de générer des connaissances qui conviennent' ?

Peut-on alors se résigner à tenir les sciences d'ingénierie comme des sciences au rabais n'ayant qu'à 'appliquer' les connaissances des lois de la nature tenues pour seules légitimes ? En les qualifiant de "Technologie" ou de 'Sciences appliquées', ne se dissimulait-on pas la légèreté épistémologique de la légitimation des

connaissances enseignables et actionnables qu'elles produisaient en se défaussant sur une 'Académie de la Technologie' de sa fonction de critique et épistémologique, sans que cette dernière puisse s'exercer à cette même fonction : Son projet est-il de s'intéresser aux objets artefacts que l'on qualifie de technologiques (du tracteur à la centrale nucléaire, en passant par le téléphone) ? Ne devrait-il pas être de s'intéresser aux développements et à la légitimation éthique et culturelle des connaissances entrelacées que déploient les sciences d'ingénierie 'fondamentales et projectives des systèmes complexes' ?

N'est ce pas dans ces termes que le Nouvel Esprit Scientifique nous invite à entendre la reconfiguration civilisatrice du 'Système des Sciences' que nous a léguée, à partir de 1828, le 'Tableau synoptique du cours de philosophie positive' d'A. Comte, Synoptique qui ne fut que progressivement développé depuis par la timide reconnaissance des sciences douces (les SHS) (dites en France, 'morales et politiques').



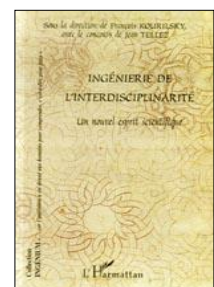
Il n'y avait guère de place dans ce tableau pour toutes les nouvelles sciences émergent dans les académies à partir de 1948 si le critère de légitimation des connaissances devait être celui de l'objectivité de la connaissance des lois de la Nature.

Comment pourtant tenir pour des disciplines auxiliaires ou applicatives des sciences d'analyse de la nature, ces nouvelles sciences, alors que

les appels à l'inter et à la transdisciplinarité des connaissances se développe avec une telle insistance dans toutes les cultures sociétales, pendant que les citoyens se désolent de la difficulté des institutions à s'exercer à ce qu'il faudrait ici appeler '[l'Ingénierie de l'interdisciplinarité](#)' : « *Ceux qui vivent immergés dans le quotidien de la vie sociale, des entreprises, de l'administration et de la politique peuvent développer une perception vécue de la complexité et de l'interdisciplinarité que n'attend que l'occasion de se révéler en face des démarches académiques*⁵ »

Cette reconnaissance de la légitimité civilisatrice des connaissances engendrées par les nouvelles sciences d'ingénierie des systèmes complexes, et de l'attention qu'elles appellent aux processus cognitifs et délibératifs qu'elles activent, nous incite à ne plus séparer les questionnements éthiques et les questionnements épistémologiques que toute pragmatique appelle.

Nous avons il est vrai été accoutumés à postuler que les méthodes dites 'rigoureusement scientifiques' portaient en elles-mêmes les 'bonnes réponses



⁵ Cf p 67 de cet ouvrage collectif publié en 2002 sous le direction de François Kourilsky

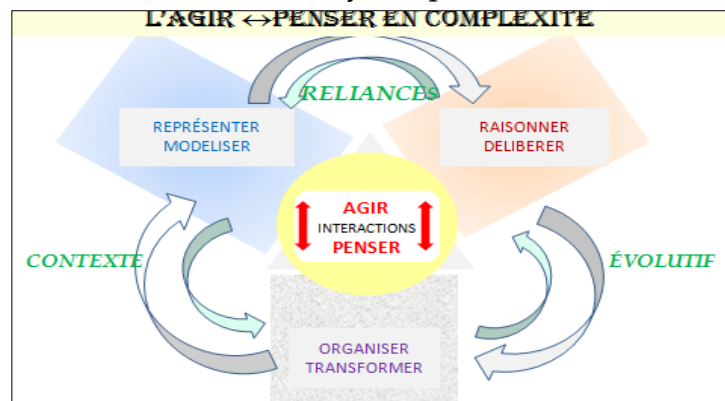
éthiques' (*Si cela est scientifiquement vrai, cela est éthiquement bon !*). Nous avons souvent perdu notre aptitude aux questionnements éthiques dans nos interrogations épistémiques que nous réduisons trop souvent à des querelles méthodologiques. Et nous avons oublié que toute méthode tenue pour scientifiquement légitime ne l'est que dans un contexte et en référence à un projet qui doivent être explicités :

« Pour concevoir, ou pour participer à un processus de conception, nous avons à être explicites comme jamais nous n'avons eu à l'être auparavant, sur tout ce qui est en jeu dans nos processus de conception: la création d'une conception et dans la mise en œuvre même des processus de création.⁶ »

Annonçons 'le pourquoi' nous réfléchissons, et dans quel contexte, annonçons nos intentions et considérons le caractère téléologique, éthique, de notre réflexion ; réflexion qui, dans l'action qui produit et transforme les buts en même temps qu'elle met en œuvre la recherche des moyens pour atteindre les buts initialement proposés et ceci indéfiniment.

Chaque être humain n'est-il pas en permanence en situation d'Agir et Penser en Complexité : Penser ses actions dans des situations organisationnelles qu'il perçoit dans ses contraintes et ses opportunités dans un contexte en évolution. Alors, déployer la fonction

« percevoir-modéliser », et déployer la fonction « raisonner-délibérer » sans les séparer, en déployant ces fonctions dans un tissu organisationnel, interactif, collectif et en auto-éco - transformation.



N'est-ce pas alors aujourd'hui aux scientifiques et aux praticiens des sciences d'ingénierie des systèmes complexes, quels que soient leurs champs d'activités et d'expériences de montrer l'exemple aux institutions de recherche et d'enseignement ? Ne séparons plus, dans les formations comme dans les pratiques, les trois brins de cette guirlande éternelle que tresse la connaissance humaine dans sa fascinante aventure : Pragmatique, Ethique, Epistémique.

Ces interactions à la fois cognitives et relationnelles sont aisément appréhendables par tout à chacun. Aussi quand j'entends « On va ajouter un cours d'éthique au programme, vous n'avez plus à vous en occuper », je prétends que nous ne devons plus, par civisme, nous résigner. Si la réflexion éthique doit relever de la responsabilité exclusive d'un 'comité d'éthique' sans que les citoyens, scientifiques comme praticiens, s'approprient cette réflexion qui n'est pas que juridique, ne consentirons-nous pas à une dégradation de la reconnaissance de la dignité humaine ? Chercheurs, Enseignants, formateurs

⁶ H A Simon, 'Les sciences de l'artificiel', p. 246

cloisonnement et du morcellement du savoir. Ce dernier est devenu de plus en plus ésotérique (accessible aux seuls spécialistes) et anonyme (concentré dans des banques de données), puis utilisé par des instances anonymes, au premier chef l'État. De même, la connaissance technique est réservée aux experts, dont la compétence dans un domaine clos s'accompagne d'une incompétence lorsque ce domaine est parasité par des influences extérieures ou modifié par un évènement nouveau.

Dans de telles conditions, le citoyen perd le droit à la connaissance. Il a le droit d'acquérir un savoir spécialisé en faisant les études ad hoc, mais il est dépossédé en tant que citoyen de tout point de vue englobant et pertinent. S'il est encore possible de discuter au Café du Commerce de la conduite du char de l'État, il n'est plus possible de comprendre ce qui déclenche le krach de Wall Street comme ce qui empêche ce krach de provoquer une crise économique majeure, et du reste les experts eux-mêmes sont profondément divisés sur le diagnostic et la politique économique à suivre. ...

Plus la politique devient technique, plus la compétence démocratique régresse..... La dépossession du savoir, très mal compensée par la vulgarisation médiatique, pose le problème historique clé de la démocratie cognitive. La continuation du processus technoscientifique actuel, processus du reste aveugle qui échappe à la conscience et à la volonté des scientifiques eux-mêmes, conduit à une régression forte de démocratie. Il n'y a pas pour cela de politique immédiate à mettre en œuvre. Il y a la nécessité d'une prise de conscience politique de l'urgence à œuvrer pour une démocratie cognitive. Il est effectivement impossible de démocratiser un savoir cloisonné et ésotérisé par nature.

Mais il est de plus en plus possible d'envisager une réforme de pensée qui permettrait d'affronter le formidable défi qui nous enferme dans l'alternative suivante : ou bien subir le bombardement d'innombrables informations qui nous arrivent en pluie quotidiennement par les journaux, radios, télévisions, ou bien nous confier à des systèmes de pensée qui ne retiennent des informations que ce qui les confirme ou leur est intelligible, rejetant comme erreur ou illusion tout ce qui les dément ou leur est incompréhensible. Ce problème se pose non seulement pour la connaissance du monde au jour le jour, mais aussi pour la connaissance de toutes choses sociales et pour la connaissance scientifique elle-même. Une tradition de pensée bien enracinée dans notre culture, et qui forme les esprits dès l'école élémentaire, nous enseigne à connaître le monde par « idées claires et distinctes » ; elle nous enjoint de réduire le complexe au simple, c'est-à-dire de séparer ce qui est lié, d'unifier ce qui est multiple, d'éliminer tout ce qui apporte désordre ou contradiction dans notre entendement.

Or le problème crucial de notre temps est celui de la nécessité d'une pensée apte à relever le défi de la complexité du réel, c'est-à-dire de saisir les liaisons, interactions et implications mutuelles, les phénomènes multidimensionnels, les réalités qui sont à la fois solidaires et conflictuelles (comme la démocratie elle-même, qui est le système qui se nourrit d'antagonismes tout en les régulant)⁷. ...

⁷ Extrait de : Edgar MORIN, [‘La Méthode, Tome 6, ETHIQUE’](#), page 171+, (chapitre ‘Le problème de la démocratie cognitive)