

SCIENCES de CONCEPTION, SCIENCES d'INGENIUM ENJEUX ET DEFIS DE LA COMPLEXITE

JEAN-LOUIS LE MOIGNE :

Pour retrouver cet 'idéal de complexité de la science contemporaine' que nous rappelait G. Bachelard, idéal qui peut être donné sens à l'aventure de la connaissance à laquelle nous sommes tous associés, ne peut-on caractériser notre intelligence de la complexité par la métaphore des deux mains à l'aide desquelles nous élaborons nos stratégies ? Je reprends volontiers ici la formule d'Edgar Morin : 'La complexité appelle la stratégie'.

Il s'agit d'élaborer nos stratégies cognitives et affectives, en les articulant en deux volets, en se servant de nos deux mains. Celle par laquelle nous nous exerçons à modéliser et celle par laquelle nous nous exerçons à raisonner. Celle par laquelle nous nous attachons à construire des représentations symboliques des situations toujours problématiques dans lesquelles nous intervenons ; et celle par laquelle nous élaborons en nous aidant de ces représentations, (ou de ces modèles), des stratégies ingénieuses d'investigation, d'exploration, de recherche, qui détermineront nos comportements.

S'exercer à concevoir ou à se ré-approprier des modèles de nos contextes d'action et s'exercer à s'ingénier en raisonnant sur ces modèles, ces deux opérations n'appellent-elles pas un effort ascétique de 'critique épistémologique interne' nous protégeant des errements du délire onirique. Il nous faut alors nous efforcer d'identifier les défis et les enjeux épistémologiques que nous rencontrons en développant dans nos cultures notre capacité à concevoir intentionnellement nos modèles, capacité que pourront développer les sciences de conception, et notre capacité à exercer ingénieusement notre 'raison réfléchissante' que G. Vico nous invite à restaurer en restaurant les sciences d'Ingenium :

Modéliser pour comprendre

'La modélisation est le principal et peut-être le seul outil dont nous disposons pour étudier le comportement des systèmes complexes que nous avons à considérer'. Cet argument pragmatique de H. Simon suffit, je crois, à justifier l'attention que nous portons à la modélisation dans nos exercices d'intelligence de la complexité. Attention qui justifie le soin que nous portons à 'l'étude de la constitution des connaissances valables' (la définition de l'épistémologie proposée par J. Piaget), que requiert la conception - construction des modèles - artefacts sur lesquelles nous raisonnerons ; Autrement dit, à l'étude épistémologique des sciences de conception, formant des connaissances ayant valeur, des connaissances scientifiques avec conscience.

Pour entrer dans le vif de ce questionnement d'apparence insolite, il me faudrait narrer les expériences successives du jeune ingénieur formé selon le moule positiviste des 'écoles d'applications des fondamentales sciences d'analyse' dans les années cinquante. Expériences qui, la maturité et mai 68 aidant, m'incitèrent à m'interroger sur le sens et la légitimité de ce que je faisais et à percevoir la légèreté de la convention épistémologique qui devait me (et nous) servir de garant. Je ne parvenais pas (et ne parvient toujours pas) à identifier la moindre différence de nature, de forme ou d'intention entre la probité intellectuelle du citoyen qui se veut responsable et solidaire et la rigueur dite scientifique dont les 'scientifiques' revendiquent l'usage exclusif pour garantir l'identité du scientifiquement vrai (et donc assurent-ils souvent, du moralement bon). Si bien que je devais et dois toujours m'interroger sur la pauvreté des représentations bâclées des situations dans lesquelles nous intervenons (les 'données' du problème dont nul ne plus comment et par qui elles furent initialement données !), pauvreté contrastant avec la sophistication très élaborée et parfois très savante, des raisonnements présumés parfaitement algorithmiques que nous 'appliquons' sur ces données, sur ces représentations de nos situations d'action.

Sur ma route, j'ai alors rencontré à partir des années soixante-dix, le concept de modélisation. Observez que le mot n'est pas encore dans nos dictionnaires français. Je crois qu'il n'apparaît dans la

littérature anglo-saxonne qu'à partir de 1967 dans un ouvrage de deux cybernéticiens tchèques émigrés en Amérique, Kir et Valach, intitulé 'Cybernetics Modelling'. Un ouvrage qui avait à la fois les forces et les faiblesses de la première cybernétique, mais qui, à mes yeux du moins, mettait bien valeur le fait qu'avant de raisonner, il importe de s'intéresser à la formation des représentations sur lesquelles on va raisonner. Les quelques concepts qu'avait élaboré la cybernétique Wienerienne des années cinquante, les concepts de boîte noire, de feed-back et de matrice de réseau étaient en fait des concepts qui pouvaient nous aider à modéliser plus qu'à interpréter ou à raisonner. Ils ouvraient en quelque sorte la voie au passage d'une modélisation de systèmes fermés et mono-objectif (celle de la première cybernétique) à la modélisation de systèmes de phénomènes perçus ouverts et a priori multicritères, critères eux-mêmes en permanente transformation, que nous ouvrait 'la Systémique' qui se formait dans les années 70.

Le concept de 'modélisation systémique' émergeait alors : J'en trouvais la formalisation et l'interprétation dans l'ouvrage de H.Simon qui venait de paraître 'Les sciences de l'artificiel' (destiné initialement à des auditoires d'ingénieurs, et dont la portée épistémologique s'élargit rapidement bien au delà). Il va argumenter et légitimer le concept de modélisation en l'entendant par 'un projet se projetant sur un contexte' ; Autrement dit en entendant à chaque instant le modèle comme l'interface perçue et conçue intentionnellement par un modélisateur entre un 'projet', qu'il appellera 'l'environnement interne', et un contexte, qu'il appellera 'l'environnement externe', par et dans lequel il se perçoit.

La surface de l'eau n'appartient ni à l'air ni à l'eau' disait Léonard de Vinci et pourtant nous avons une représentation merveilleuse de ce phénomène qu'est la surface de l'eau et elle nous permet très bien de travailler sur ce modèle d'interface artificiel entre deux systèmes. N'en va-t-il pas de même pour ces modèles systémiques que nous élaborons en permanence à l'interface entre nos projets et les contextes dans lesquels nous les identifions.

Cette théorie de la modélisation des systèmes naturels et artificiels allait trouver très vite dès 1977 chez Edgar Morin son cadre conceptuel, plus fortement argumenté encore que chez H Simon (qui avait perçu dès 1959, la légèreté épistémique de 'la théorie (dite) générale des systèmes' de L von Bertalanffy), celui du paradigme de la Complexité : « Bien qu'elle comporte des aspects radicalement novateurs, la théorie générale des systèmes (L von Bertalanffy) n'a jamais tenté la théorie générale du système ; Elle a omis de creuser son propre fondement, de réfléchir le concept de système. Aussi le travail préliminaire reste encore à faire» écrivait E Morin en 1977. Ce travail qui restait à faire, celui que nous livrent aujourd'hui les six tomes de 'La Méthode', va enraciner dans nos cultures, à partir de ce questionnement, le paradigme de la complexité, par lequel nous pouvons connaître le monde, la vie, l'action, la connaissance elle-même comme et par des systèmes ouverts, des 'organisations'.

La modélisation se construit comme un point de vue pris sur le réel,

En guise de transition, je vous propose de lire quelques lignes d'un texte que nous devrions tous connaître par cœur si nous étions de bons citoyens autant que de bons scientifiques (au moins pour ceux qui sont de passeport français puisque ce texte est un extrait du très officiel et public 'schéma stratégique directeur du CNRS' publié en 2002).

« La seule prise en considération des "interactions entre les éléments" ne suffit plus: **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.

....**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** »

Reconnaissance qui va nous inciter à une éprouvante déclaration de modestie ! Car pour toute communauté scientifique voulant se légitimer vis à vis de la société, c'était jusqu'ici, sa prétention à revendiquer sa capacité de prédictibilité qui la justifiait (et qui justifiait ses budgets), que l'on parle de cosmologie, de biologie génétique, de physique nucléaire, voire d'économie ou d'agronomie. Même si je dois reconnaître avec vous que la plupart des institutions et des chercheurs scientifiques ne se sont pas volontiers encore appropriés cette sage 'convention collective', ne devrions nous pas la tenir pour une de nos références épistémologique de base pour assurer la légitimation socio culturelle de 'l'idéal de complexité de la science contemporaine' que nous rappelait G Bachelard en 1934. Edgar Morin souligne, en quelques phrases que j'aime méditer, l'exigence quasi ascétique que demande cette modestie à qui s'engage dans 'l'aventure de la connaissance' :

« ...La reconnaissance de cette complexité ...ne requiert pas seulement l'attention aux complications, aux enchevêtrements, aux inter-rétroactions, aux aléas qui tissent le phénomène même de la connaissance ;

Elle requiert plus encore que le sens des interdépendances et de la multidimensionalité du phénomène cognitif, et plus encore que l'affrontement des paradoxes et des antinomies qui se présentent à la connaissance de ce phénomène.

Elle requiert le recours à une pensée complexe qui puisse traiter l'interdépendance, la multidimensionalité et le paradoxe.

Autrement dit la complexité n'est pas seulement le problème de l'objet de connaissance ; C'est aussi le problème de la méthode de connaissance nécessaire à cet objet. ... Toute connaissance acquise sur la connaissance devient un moyen de connaissance éclairant la connaissance qui a permis de l'acquérir »

Autrement dit aussi, nos représentations de nos connaissances passées se transforment au fur et à mesure que nous continuons à élaborer des connaissances qui les transforment. Sur cet argument, Edgar Morin nous avait proposé une interprétation du processus de modélisation qu'il interprétait par le triplet observation - description - conception et qu'il articulait, si j'ose dire, en deux volets, deux démarches cognitives qu'on avait déjà retrouvé dans 'Les sciences de l'artificiel', la modélisation d'une part, la construction de ces artefacts que sont les modèles faits de systèmes de symboles, quels que soient les symboles, et la conception, c'est-à-dire le processus de conception et d'invention par lequel nous allons pouvoir raisonner sur ces modèles : modéliser pour comprendre et concevoir pour faire, voilà à peu près les deux devises qui jalonnent notre activité cognitive.

Edgar Morin concluait par cette interpellation qui serait décourageante si nous ne l'assumions pas avec modestie

« D'où le problème de l'observateur/descripteur/concepteur : Il doit disposer d'une méthode qui lui permette de concevoir la multiplicité des points de vue, puis de passer d'un point de vue à l'autre. ... Il a besoin aussi d'une méthode pour accéder au méta-point de vue sur divers points de vue, y compris son propre point de vue de sujet inscrit et enracinés dans une société. Le concepteur est dans une situation paradoxale »

Le Disegno : *'Les œuvres que l'œil exige des mains de l'homme sont illimitées'*.

A ce stade, pour, je crois, la quasi totalité d'entre nous, il apparaissait que ces réflexions sur la modélisation qui se formaient des années soixante dix, ne pouvaient pas nous apparaître comme la dernière nouveauté, comme le dernier gadget à la mode qui allait durer le temps d'un feu de paille dans les entreprises et dans les cours de management ou d'informatique (par les modes successives de 'l'analyse de la valeur', du 'juste à temps', de 'la qualité totale', de 'l'ingénierie concurrente', de 'l'apprentissage organisationnel', du 'coaching', de 'l'ontologie de la connaissance' et sans doute quelques prochains gadgets qui vont nous arriver au fil des années).

Il était important de voir comment ces réflexions avaient été perçues, s'étaient développées au fil des siècles, dans cette impressionnante histoire de l'humanité qui, partant des hordes quasi animales errant bestialement dans des forêts perdues et s'entre-dévorant, sont devenus ces sociétés humaines capables de concevoir et de construire ces temples magnifiques au sein desquels une pensée écrite s'est

diffusée. Sociétés qui nous permettent aujourd'hui de vivre ce qui nous semble être un bonheur un peu plus poétique, un peu plus héroïque que celui des hordes bestiales des lointains millénaires de l'humanité se formant sur cette planète. (Vous voyez que l'on ne peut lire impunément 'la Science nouvelle' de G Vico, 1744).

La formation au fil des siècles de ces réflexions sur la représentation intelligente nous est parfois accessible par des textes étonnants. C'est ainsi que l'on a remis la main à la fin du dix neuvième siècle de façon aisément accessible, sur nombre des 'Carnets' que Léonard de Vinci entre 1470-80 et sa mort en 1519, tenait régulièrement, s'attachant à représenter pour réfléchir et à réfléchir sur ces représentations de tout ce à quoi il s'intéressait. Comme il était de ceux qui, à l'instar de Valéry, et je pense de la plupart d'entre vous, ont toujours envie de se dire, 'j'ai beau faire, tout m'intéresse', il s'attachait à comprendre comment il parvenait à s'intéresser sérieusement à tant de phénomènes. Ce qui l'a conduit à déployer le concept du 'Disegno'. Autrement dit le concept du 'dessin intentionnel', du 'dessin par projet', du 'dessin à dessein', qui avait commencé à se former dans la culture de la Renaissance italienne en particulier, et qui va connaître une impressionnante illustration dans les quelques 6000 pages de Carnets de Léonard que l'on a retrouvé. Ces pages, nous en avons tous vu quelques fac-similé : Textes d'une écriture souvent poétique, schémas, dessins souvent admirables de finesse, aisément 'intelligibles', s'entrelacent presque spontanément, suggérant de nouvelles images dans l'esprit du lecteur pensif, qu'il s'agisse de la formation hydrodynamique des tourbillons, du vol des oiseaux, de l'architecture d'un temple ou d'une rôtissoire automatique. D'admirables exercices de modélisation, dirons nous aujourd'hui.

« Le disegno (le dessin à dessein, la modélisation, dirons nous aujourd'hui) - écrivait Léonard - est d'une excellence telle qu'il ne fait pas que montrer les œuvres de la nature, mais qu'il en produit des formes infiniment plus variées. ... Les œuvres que l'œil exige des mains de l'homme sont illimitées. »

Ce que P Valéry interprétera en des termes épistémologiques courageux et provocants écrits quatre siècles plus tard alors que le positivisme dominait les institutions scientifiques : « On a toujours cherché des explications quand c'était des représentations qu'on pouvait seulement essayer d'inventer ».

Cette attention aux ressources que nous permet 'cette médiation par d'artificiels et d'artificieux systèmes de symboles' (que Valéry proposait d'appeler des 'nombres plus subtils', les notant 'N+S'), quelle que soit la forme de ces symboles, ne nous facilite-t-elle pas aujourd'hui encore l'exploration du 'champ des possibles'. Plutôt que de tenter seulement de bien raisonner syllogistiquement sur des modèles présumés donnés, ne pouvons nous nous attacher d'abord à la construction de représentations 'riches' des phénomènes que nous tentons de 'comprendre' (et, ajoutera G Vico, de 'comprendre pour faire') ? Ce qui va nous inciter à faire attention à nos activités cognitives de conception – construction de modèles par la médiation d'artefacts symboliques. H Simon au terme de ses travaux en sciences de la cognition et intelligence artificielle le soulignera en 1989: « La modélisation est ni plus ni moins intellectuellement rigoureuse (ou logique) que le raisonnement déductif », pour mettre en garde les chercheurs en intelligence artificielle alors trop exclusivement attentifs à l'élégance des raisonnements qu'ils programmaient sans se soucier de la 'représentativité' des (présumées) données qu'ils traitaient.

Je crois que la remarque ne vaut pas que pour eux : Nous tenons presque toujours les 'données' pour données ! Depuis que nous sommes petits, les problèmes ont des données, on raisonne sur les données du problème sans avoir à s'interroger sur la façon dont sont élaborées, élaguées, déteintes et parfois mutilées, ces 'données' (ou ces 'faits', en oubliant souvent que pour être des faits, ils ont d'abord du être fait : par qui, pourquoi, quand, comment ? La question est si rarement posée !)

'Sur la Méthode des études de notre temps'

Ne devons nous pas alors nous interroger sur ces processus cognitifs de la modélisation ou du disegno, qui nous font passer de la 'désignation' au 'design', et du 'design' à la 'conception - construction - appropriation' des systèmes de symboles - artefacts que nous appelons modèles sans nous contraindre a priori à les fermer, à les dé contextualiser ? Ancestrale interrogation sans doute, riches de quelques belles et fortes réponses, des présocratiques à nos jours. Depuis deux siècles en Occident, les académies ont souvent privilégié celle très réductrice que privilégiait le cartésien

‘Discours de la Méthode’ (1637) et la ‘Logique de Port Royal’(1668) qui le popularisa dans les institutions d’enseignement. Mais depuis ‘Les Topiques’ d’Aristote, il en est bien d’autres et certaines sont fort solidement campées. Ne faut il rappeler au moins le magistral Discours que G Vico opposa au Discours cartésien dès 1708, ‘Sur la Méthode des études de notre temps’¹ ? J’en exprime ce qui me semble être ici l’essentiel par une formule rédigée vers 1913 par A. Bogdanov : “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 »

Contestant la priorité quasi exclusive donnée à l’analyse - et donc à la disjonction ou à la réduction - par les préceptes du discours cartésien, G Vico va nous rappeler que l’esprit humain dispose d’une autre faculté que le rhéteurs de la Grèce antique ou Cicéron avaient fort bien identifiés et exercée, ‘l’Ingenium, cette étrange faculté de l’esprit qui est de relier’. Faculté par laquelle nous savons exercer notre raison dans les affaires humaines selon des modes intelligibles et ‘poiétique’. Constatant, avec G.Vico lui-même, que la langue française n’a pas encore su forger un terme qui exprime l’ingenium (‘ingegno’ en italien, ‘ingenio’ en espagnol), Alain Pons, son traducteur contemporain, propose de franciser le mot pour ne pas perdre sa saveur (qui ne se réduit manifestement pas à la synthèse déductive post analytique, mais qui peut s’entendre comme une sorte de projection intentionnelle, éventuellement pré analytique. Exercer son ingenium, n’est-ce pas ‘travailler à bien penser’, s’exercer à relier le projet et le contexte, le processus et le résultat, s’attacher à conjoindre le phénomène et les processus dans et par lesquels on l’appréhende, à ‘dualiser’ fonctionnement synchronique et transformation diachronique, à décrire par référence à l’hélice spiralée plutôt que par la ‘longue chaîne linéaire de raisons toutes simples’ ?

En exerçant notre ingenium, notre faculté cognitive d’association, pouvons nous alors séparer l’acte cognitif de modélisation de l’acte cognitif de raisonnement sur nos modèles ? G Vico cite volontiers son maître préféré, Francis Bacon ‘homme d’une sagesse incomparable’ : « Ce que l’on cherche, c’est par une seule et même opération de l’esprit, qu’on l’invente et qu’on le juge » (‘Novum Organum’, 1620). Inventer ou concevoir, n’est ce pas modéliser, et juger, ou raisonner sur un modèle, n’est ce pas le re-modéliser ?

Ne devons nous pas alors faire attention au caractère profondément scientifique et profondément adéquat à nos cultures contemporaines, de l’œuvre d’Herbert Simon ? Alors que chacun de nous se dit que pour être un peu inter - ou trans – disciplinaire, il lui faut d’abord paraître solidement et prioritairement et initialement mono disciplinaire, (en espérant pouvoir sortir ensuite de son pré carré pour l’explorer prudemment aux marges), ne devrions nous pas être attentif au témoignage de l’œuvre, de la pensée et l’action de H. Simon ? Il nous propose un parcours académique (réussi !) qui semble presque se dérouler dans l’autre sens : D’abord transdisciplinaire, à l’image d’un navigateur cabotant de port en port, ou de discipline en discipline, il s’épanouit au passage dans chaque mono discipline, sans pourtant s’y enfermer, poursuivant l’aventure collective de la connaissance : ‘Représenter et raisonner’ dans les affaires humaine. Faut-il rappeler qu’il eut de multiples prix académiques, du Nobel d’économie par la Médaille Turing de science informatique par d’innombrables autres décorations dans pratiquement toutes les disciplines au sens où nous l’entendons ? Dans chacune d’entre elles, il fut chaque fois ‘primus inter pares’, ce qui bien sûr horripila bien des mandarins des mono disciplines, et plus encore leurs jeunes disciples. Pourtant il ne cherchait pas à être le premier ! Il exerçait son ingenium en s’attachant, quelle que soit la question qu’il considérait, à voir comment il se la représentait et comment il s’attachait à ‘explorer le champ des possibles’, puis comment il pouvait le valider empiriquement à partir de ces possibles.

Bien que, pas plus que P Valéry dont la démarche cognitive est souvent si proche de la sienne, il ne semble pas que H Simon ait eut l’occasion d’approcher l’œuvre de G Vico, on retrouve dans sa problématique une démarche analogue : L’exercice de l’ingenium selon Vico sera l’exercice de la ‘rationalité procédurale’ selon H Simon, qui était souvent inspiré par les grands pragmatistes nord américain du début du XX^e siècle (W James, J. Dewey, ...). Je crois incidemment qu’il leur doit ainsi

qu'à N Hanson (et plus qu'à R Carnap, quoiqu'il en ai dit parfois) son extrême attention à la légitimation épistémologique de ses recherches

Tout se joint...

En guise de transition, puis-je nous faire rêver poétiquement un instant sur l'intelligible émerveillement que suscite cette modélisation par conjonction ? : Ceux qui ont aimé 'L'homme et la coquille' de Paul Valéry retrouveront cette méditation sur le gastéropode sortant lentement de sa coquille. Il s'interroge sur ce complexe assez fascinant d'une coquille, objet ayant une forme, passive et sans nécessité, tout d'un coup devenant infiniment complexe, non seulement parce qu'une substance en sort, le corps du gastéropode, mais parce qu'(ainsi cet objet devient action, mouvement, rentrant, sortant.

« Tout se joint...

A la fois acte et substance, sensibilité et mobilité, et forme aussi,

Si étroitement jointes.

Pour la nature vivante,

Forme, substance, action, passant sans arrêt l'une dans l'autre. »

Est-ce que notre capacité à modéliser intègre le fait que nous ne modélisons pas que des formes, nous modélisons des formes qui sont aussi significatives, substances, actions. Nous ne modélisons pas des choses, nous modélisons des actes.

Le contraste avec la modélisation analytique érigée en 'méthode rigoureusement scientifique' par le 'Discours de la Méthode de René Descartes' et ses 4 préceptes (1637), est manifeste. La 'Logique de Port Royal' à partir de 1668 commencera à diffuser ces préceptes dans tout l'Occident, donnant à l'Analyse son statut institutionnel faisant du rasoir ou du ciseau le moyen d'appréhender, de modéliser les phénomènes perçus ('Toutes les choses qui peuvent tomber sous la connaissance des hommes' dit le Discours)

Pourtant nous l'avons vu, 50 ans à peine après, en 1708, G Vico invitait les étudiants de l'Université de Naples par son discours de rentrée qu'il intitulait 'Sur la méthode des études de notre temps', discours qui est je crois, un discours 'sur la méthode des études en 2005', sans qu'on ai grand-chose à en retirer sinon bien sûr d'actualiser les quelques exemples. G Vico nous invite à faire de la conjonction, de l'acte de conjointre, de l'acte de projeter son regard sur le phénomène par lequel on le représente, le précepte premier de l'acte modélisateur : Au lieu de 'commencer par diviser', commençons par relier !

Reprenant implicitement la devise surprenante de Léonard de Vinci qui fascinera P Valéry, 'Ostinato Rigore', il affichait cette attitude de l'esprit capable de s'exercer à la critique de sa propre progression, à assurer en permanence sa propre démarche, tout en revendiquant sa créativité, quasi onirique par moment, (Les 'Carnets' de Léonard en témoignent par le jeu de l'écriture et du dessin – disegno - s'entrelaçant.)

Ostinato Rigore : Il peut y avoir des modèles formels qui ...

J'ai retrouvé avec émotion un texte de 1965 d'Herbert Simon (à Paris à un congrès scientifique international organisé à Paris par le département de psychologie du CNRS animé par Paul Fraysse) sur le thème des modèles et de la représentation des comportements, qui commence par cette formule : « Il peut y avoir des modèles formels qui ne ressemblent pas très étroitement à la plupart des modèles utilisant les mathématiques traditionnelles et qui pourtant sont parfaitement rigoureux » : Une autre façon, plus contemporaine de dire 'Ostinato Rigore' ! : H Simon écrivait cela dans le climat de l'époque, celui d'un conflit entre la psychologie dite behavioriste et une psychologie qu'on va appeler piagétienne ou comportementaliste : les méchants, les behavioristes, c'était les américains, et les gentils c'était les européens plutôt piagétien de tendance. (H. Simon introduisit son discours en disant 'je suis suisse, ceci pour me solidariser avec le courant de pensée 'piagétien' et pour que vous ne me confondiez pas avec les behavioristes américains'). Son propos va s'argumenter en montrant que bien des modèles forts

bien construits et intelligibles se construisent à l'aide de symboles manipulables et 'computables' qui ne sont ni nécessairement ni exclusivement ceux de l'écriture mathématique. Il prend de nombreux exemples, de l'écriture chimique à l'écriture informatique, pour illustrer ceci devant les psychologies évidemment un peu surpris par ce changement de décor : Ils s'étaient accoutumés à tenir pour seule rigoureuse 'La logique ou l'art de penser' de Georges Boole (1850), référence académique traditionnelle par laquelle ils espéraient pouvoir légitimer exclusivement leurs propositions !

Je ne peux prolonger ici la réflexion de Vico sur la reconnaissance de cette faculté que nous appelons l'ingenium et sur la puissance de son exercice, mais je voudrai l'inscrire dans le contexte épistémologique contemporain, celui du primat du critère d'objectivité par rapport à celui de subjectivité (ou d'intersubjectivité) en reprenant l'argument fondateur du 'Nouvel Esprit Scientifique' que G. Bachelard nous proposait dès 1934 : 'La méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet'. Ni objectivité pure dite scientifique, ni subjectivité pure dite poétique, mais 'projectivité' lucide. ('La volonté de lucidité et la netteté de l'intellect' disait P Valéry).

Lucidité sur notre projet attentive à ce processus cognitif que l'on retrouve dans les écrits européens des 16^{ème} et 17^{ème} siècles, qui s'intéressaient à la musique, à l'architecture, à la conception des jardins et bien sûr aux bâtiments, aux constructions, aux routes, a fortiori aux fortifications comme aux processus d'irrigation, d'urbanisme, d'aménagement, de circulation de l'eau, etc. dans ces textes souvent fort bien illustrés (Le « diverse et artificieuse machine » d'Agostino Ramelli paraît en 1588). Leurs auteurs se reconnaissaient alors dans 'les sciences du génie', fort sérieusement scientifiques bien qu'antérieures aux préceptes cartésiens. Puisque le mot 'génie' est devenu complètement pollué par la métaphore des 'petits génies', ne pouvons nous restaurer dans nos cultures 'les sciences d'ingenium', englobant mais ne se réduisant pas aux sciences du génie rural, du génie maritime, du génie civil, du génie logiciel, que nous connaissons encore sans veiller assez à leur légitimation épistémologique ? Ne reconnaissons nous pas dans nos cultures une sorte d'enracinement dans cette capacité d'écrire, d'élaborer des traités, de proposer des formalismes, de les accompagner de schémas qui permettent des interprétations et qui ont magnifiée, l'art de faire en le rendant intelligible ? Quelle capacité de conceptualisation exigeante et pourtant tout à fait tout à fait satisfaisante dans ces travaux des ingénieurs concepteurs de navires de 74 canons, s'exerçant sans arrogance à entendre, sans prétendre l'épuiser, l'infinie complexité de la conception de ce genre d'entreprise

Sur une nouvelle *Réforme de l'entendement*

Développant ce type d'argument et l'illustrant dans nos pratiques, Vico souligne, dans le fil de son parcours, l'ambiguïté dangereuse de la Méthode selon René Descartes, « car la méthode nuit à l'ingéniosité, l'ingenium, et l'ingenium a été donnée aux humains pour comprendre c'est-à-dire pour faire ». Autrement dit, l'acte par lequel nous cherchons à donner du sens à nos actes ;, sens qui n'est pas a priori le seul sens 'véritable' parce que présumé seul 'nécessaire'. Aura pour nous du sens ce qui nous permet de faire, qui nous permet de communiquer, qui nous semble aujourd'hui suffisamment plausible et qui pourtant se transformera au fil des siècles. La compréhension de cet acte cognitif passera par sa faisabilité : On peut le 'construire' et dès lors le tenir pour intelligiblement vrai : « Le vrai est le faire même ». Si nous voulons « comprendre pour faire », comprendre pour guider notre comportement, il nous faudra nous attacher à faire pour comprendre. L'épistémique selon Vico se forme en se bouclant récursivement sur le pragmatique.

Vico nous invite ainsi à revenir sur cette 'Réforme de l'entendement' que proposaient au début du XVIII^{ème} siècle, Spinoza, Locke, Leibniz, et quelques autres. Réforme de l'entendement que nous appelons à nouveau aujourd'hui L'esprit humain fonctionne-t-il d'une façon différente quand il construit des représentations sur lesquelles il raisonne et quand il interprète ces représentations pour former le jugement à fin d'action et ceci très pragmatiquement.

Edgar Morin reprendra en d'autres termes cette 'épistémologie non-cartésienne' (G. Bachelard) qui est 'pensée en complexité' (Une pensée qui relie au lieu de diviser) en retrouvant chez Pascal quelques formules que nous avons souvent oubliées : 'Donc toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui

lie les plus éloignée et les plus différentes, Je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties'. Et "Travailler à bien penser voilà le principe de la morale".

Ainsi se construit notre propre lucidité de modélisateurs : S'attacher consciemment à vérifier en permanence que ces exercices d'exploration du champ des possibles, pour pouvoir s'assurer que ces exercices topiques, sont aussi critiques. Est il d'autres moyens pour nous aviver notre attention téléologique et pour nous alerter à la rencontre d'un dessein complètement onirique que nul ne peut plus interpréter. Exercice qu'illustre si bien la métaphore de la construction tâtonnante d'un immense puzzle que nous a proposé Mioara Mugur Schächter : Exercice de la raison critique associant en tâtonnant règles syntaxiques et attractions sémantique, par explorations heuristiques incertaines de leur résultat et pourtant se stabilisant parfois durablement sur une étape où on le tient pour plausible. Plausible puisqu'on le tient pour congruent par rapport à son projet et qu'on sait reconstruire le cheminement raisonné qui y a conduit. Autre garde fou, aujourd'hui trop souvent encore oublié, celui de la délibération (mais avons-nous appris à délibérer ?), par l'interaction entre humains. Ainsi se sont formés ces conventions socioculturelles ('le sens commun') par lesquelles nous raisonnons et légitimons nos comportements.

On a retrouvé le 'Paradigme perdu'

Il reste que c'est à chacun de nous qu'il appartient de faire ce questionnement. Pour ma part, commençant à en prendre conscience au sortir d'une formation très 'auguste-comtienne', disons 'Saint simonienne', ou technocratique, je me suis aperçu que si ce positivisme m'assurait un garde fou académique, il ne m'incitait nullement à exercer ma lucidité et à garantir la rigueur effective de mes raisonnements. Mais plus j'avancais dans ce questionnement, plus je me convainquais qu'il ne me suffisait pas de dire 'je récusé ces positivismes plus ou moins arbitraires'. Si je ne suis pas capable de me proposer les repères d'un paradigme d'appui intelligible par mes concitoyens, par rapport auquel je peux élaborer mes comportements, je suis dans cette situation qu'évoque H Simon dans son discours de réception du Nobel : Aussi longtemps qu'un paradigme ou qu'une théorie, aussi perverse, fâcheuse, stérile, sclérosante, soit-elle, dont on dispose, ne se verra pas opposer, ou contraster une théorie alternative qui se prétendra moins perverse et plus constructive, alors la théorie installée demeurera régnante. Il illustre cela par des exemples en politique : Si vous n'opposez pas un autre candidat à un candidat sortant complètement véreux, ce sera toujours le sortant qui sera ré élu.

Ce paradigme épistémologique alternatif nous devenait aisément accessible à partir des années 1970 : *Les sciences de l'artificiel* de H Simon venaient de paraître aux USA, suivant de peu en France 'Logique et connaissance scientifique' dirigé par Jean Piaget (Encyclopédie Pléiade) qui en avait écrit, presque un tiers, (rassemblant un gotha scientifique des années 60 qui le cautionnait académiquement). Dans la dernière partie de l'Encyclopédie, les trois cents dernières pages, il élabore un corpus alternatif qu'il va, admirablement à mes yeux, très solidement argumenter, en l'appelant un 'constructivisme' (il prendra le mot au mathématicien Brouwer, 1908) qu'il qualifiera de dialectique. J'y retrouvais la même préoccupation : Le propre d'une épistémologie constructiviste qui relie la connaissance à l'action c'est (à la différence des épistémologies positivistes²), de situer sur les mêmes plans multidimensionnels le sujet et l'objet, bref de ne plus séparer mais de relier le sujet et l'objet, la connaissance et l'action.

Je ne vais pas développer ici le récit de cette restauration des épistémologies constructivistes tant dans leurs composantes gnoséologiques que dans leur composantes méthodologiques, et dans les questionnements qu'il faut appeler, je crois, éthiques, (des 'connaissances valables' dira Piaget pour nous inciter à réfléchir sur ce qui fait ici et maintenant leur 'valeur', leur 'enseignabilité'). Faut-il rappeler que pour Auguste Comte instituant le paradigme des épistémologies positivistes, la réponse fut : 'J'institue la religion positiviste et je m'en nomme le grand prêtre'. Ce qui eut pour conséquence en 1851 qu'il invita les sociétés humaines à abandonner 'l'anarchique devise de la République, Liberté, Egalité, Fraternité' et à lui substituer la devise positiviste 'Ordre et Progrès' ! Cette correspondance biunivoque postulée entre le progrès scientifique et technique et la stabilité et l'ordre de la société et des êtres humains en société, pèse encore souvent dans nos académies et dans nos cultures !

Mais à partir de 1973, nous commençons à retrouver ‘Le paradigme perdu’ (je retiens à dessein le titre de l’ouvrage d’E Morin qui allait, peu après, nous introduire à ‘La Méthode’. Nous pouvions nous attacher collectivement à l’explicitation attentive du paradigme des épistémologies constructivistes et de ses enracinements dans l’aventure humaine à depuis Protagoras (‘l’homme est la mesure de toute chose’), depuis les Topiques d’Aristote, depuis Montaigne ou depuis G Vico : Si ‘l’humanité est son œuvre à elle-même’ alors c’est elle qui se construit, et sa référence éthique n’est pas un état invisible, unique et sacré, mais est notre responsabilité.

‘Chercher des représentations sur lesquelles on put opérer ...’

Nous pouvons alors ce socle épistémologique, légitimer et donc enseigner les connaissances que nous produisons. Ici, celles relevant d’une science de la modélisation des phénomènes que nous percevons complexes, en les entendant comme et par un système en général. Autrement dit une science de conception (ou d’ingénium), qui permettra de légitimer par surcroît le statut épistémologique des ‘sciences et techniques de la conception’ (ou ‘du design’). Je poursuivrai volontiers ici mes échanges avec Philippe Boudon qui fut le premier à interroger dès 1970 le statut épistémique de l’une d’entre elles, la science de la conception architecturale qu’il propose très heureusement d’instituer sous le nom d’architecturologie

Au fil de ces échanges j’ai mieux perçu l’importance de la distinction des deux faces de la connaissance scientifique évoquée par G Bachelard : Celle qui s’attache au ‘Pourquoi ?’, en tentant d’y répondre en terme de ‘Parce que...’, que l’on tient pour ‘les sciences fondamentales d’analyse’; et celle qui s’attache au ‘Pourquoi pas ?’, en tentant d’y répondre en terme de ‘A fin de ...’, (selon l’image heureuse de H von Foerster) qu’il faut tenir pour les sciences fondamentales de conception (ou d’ingenium, argumentait G Vico).

Reconnaître l’action de conception comme objet légitime et plausible de connaissance c’est admettre qu’elle puisse permettre d’autres types d’investigation que ceux de l’analyse. Mais si l’on se satisfait de tenir les sciences de la conception comme des sciences d’application des sciences fondamentales d’analyse (comme le font encore officiellement la plupart des écoles d’ingénieurs françaises), nous risquons de tenir la conception comme un donné analysable en reproduisant alors le discours sur la conception que l’on enseigne dans les écoles d’ingénierie, de design et de gestion de projets depuis les années 50-60.

Ce questionnement va nous inciter à faire attention à ne jamais séparer l’acte modélisateur du projet qui l’inspire : je ne représente pas de cette façon analytique ce phénomène ‘parce que’ je sais de certitude absolue qu’il est comme cela, je le représente ainsi afin d’exprimer mon intention, mon projet pour me former une intelligence de ce phénomène. Change mon projet et changera ma représentation J’ai découvert grâce à H.Simon un passionnant épistémologue anglo-américain, N. Hanson, qui avait vu avec acuité la pression de nos ‘patterns’ sur les modèles que nous concevons pour élaborer nos action. (Dans son livre ‘Patterns of Discovery’ (1958), traduit récemment en français³, il s’intéresse par exemple à la façon dont Kepler a dû transformer sa représentation de l’univers pour passer du modèle des planètes qui tournent en épicycloïde autour du soleil à un modèle elliptique : Changement de pattern, de point de vue dirons nous ici).

J’ai cru, écrit Valéry, qu’il fallait chercher des représentations sur lesquelles on put opérer comme on travaille sur une carte ou l’ingénieur sur un épure, et qui puisse servir à faire’. Autrement dit, nos modèles ne sont pas des modèles plats que l’on nous donne pour que nous les appliquions, interprétation hélas traditionnelle de l’enseignement des modèles, et que pour faire moderne aujourd’hui tout le monde appelle l’enseignement de la modélisation, sans s’apercevoir de la confusion (‘j’ai fait une modélisation’, veut dire ‘je vous apporte un modèle tout fait et vous êtes prié de vous en servir !’: je résume le processus pédagogique de base.)

Mais en revanche, si j’entends ce modèle comme une épure sur laquelle je travaille cognitivement et je délibère collectivement, je vais me trouver dans une situation que l’on peut reconnaître en lisant les carnets de Léonard de Vinci : ce tâtonnement oscillant entre les cheminements possibles, le va-et-vient sur l’épure qui se transforme progressivement : je reviens, je copie-colle, je rajoute, j’enlève. Jusqu’à ce moment rêvé de temps en temps ; J’emprunte cette image à ce texte

émervillant qu'est 'Eupalinos ou l'architecte' : Quelle joie c'était pour mon âme de connaître cette chose si bien réglée, je ne sépare plus l'idée d'un temple de celle de son édification. En voyant cette chose, en en voyant un, je vois une action admirable'.

Le Principe d'Ockam est un projecteur, pas un rasoir.

Cette méditation épistémique sur l'obstinée rigueur qu'appelle l'exercice de la modélisation et de la conception, du disegno et de l'ingegno, ne peut-elle nous aider reconsidérer notre intelligence pragmatique de la complexité ? Devrons nous longtemps encore nous approprier l'infinie richesse de nos représentations de nos relations au monde, partir de cet impératif quasi catégorique qu'on nous a enseigné dès notre plus jeune âge : 'commençons par simplifier, commençons par réduire, on verra après'. Ne pouvons nous légitimement renverser la proposition, en nous disant : 'commençons par tenter de nous rendre intelligible ce phénomène que nous avons projet de considérer, commençons par tenter de lui donner du sens, au moins par rapport à nous'. Pourquoi la recherche scientifique ne préférera pas le critère d'intelligibilité au critère de simplicité. ?

Souvenons-nous que 'le rasoir d'Ockam', n'est pas du tout une invention d'Ockam ; Ockam, ce moine franciscain du XIV^{ème} siècle auquel on attribue la renaissance, le moment où la philosophie commence à se déconnecter un peu de la théologie, et qui énonce ce principe sommes toute banal : « Les entités ne devraient pas être multipliées sans nécessité » qui, au fil des temps, est devenu un principe quasi sacré pour les sciences d'analyse. Et très longtemps après, en 1917, un scientifique positiviste a popularisé ce précepte d'Ockam, en proposant de l'appeler 'le rasoir d'Ockam' : 'Moins je mets d'entités dans mon modèle, mieux (plus scientifique ?) cela sera'. Mais pourquoi ne ferions nous pas dire presque le contraire à ce précepte d'Ockam (qui ne l'a jamais tenu pour un rasoir !) : 'Les entités doivent être multipliées autant que de besoin, pas plus, mais pas moins non plus !' Autrement dit, n'ayons pas peur d'être conscients, certes des limites de nos capacités cognitives, mais aussi de notre capacité, en percevant un arbre, de le percevoir actif dans son contexte. Ce n'est quand même pas un acte extraordinaire.

Sur la capacité de l'esprit humain à symboliser ...

N'ayons pas peur par exemple de convenir que l'aménagement des giratoires à la place des commandes par 'feux rouges - feux verts', pour organiser le trafic routier, va demander en effet un acte cognitif à chaque automobiliste certes moins inintelligent que celui de l'obéissance à la commande 'feu rouge, je m'arrête, feu vert, je passe'. Le giratoire, incitant les conducteurs à ralentir leur permet d'exercer librement leur intelligence ; Chacun dispose de la capacité de se construire une représentation riche et variée de ses environnements immédiats (les voitures qui arrivent plus ou moins vite à droite, à gauche, etc.) et d'interpréter cette représentation : Chacun a le temps cognitif d'élaborer en tâtonnant son comportement, (Je m'engage un peu plus, je m'arrête, je m'engage à fond, j'accélère, etc..., expérience que nous avons tous). Nous nous prouvons à nous-mêmes que nous sommes capables de nous construire des représentations des situations dans lesquelles nous intervenons sans sursaturer à l'avance nos malheureuses capacités cognitives.

Surtout si nous rentrons dans la danse en ayant explicité notre projet : notre comportement ne sera peut-être pas le même si, au même carrefour, nous arrivons avec un ami ou un parent très gravement malade que nous conduisons en catastrophe aux urgences de l'hôpital ou si nous sommes tranquillement en ballade amoureuse sans aucune précipitation, pour nous rendre quelque part en vacances ou en week-end. Le projet du modélisateur n'est pas nécessairement ni toujours le même et cela ne nous paraît pas surprenant ni idiot.

Cette interrogation sur nos projets nous fait concevoir le point auquel, bien que nous ayons fait quelques progrès, nous sommes encore bien pauvres en artefacts symboliques, en symboles, quel qu'ils soient, lettre ou chiffre, idéogramme, notation musicale, écriture mathématique ou chimique, écriture chorégraphique... Incidemment, je ne connais rien de plus beau, ni de plus belle preuve de la capacité de l'esprit humain à élaborer des symboles, que de tourner les pages d'un ouvrage consacré à l'écriture chorégraphique. Une écriture qui fut formée à partir de 1705, il y a trois siècles (il y en a d'autres

maintenant). On peut, à l'aide de tels systèmes symboliques de notations chorégraphiques, concevoir, dessiner puis reproduire un ballet présenté à la cour de Louis XIV ! Quoi de plus complexe pourtant que la représentation artificielle d'une chorégraphie. Ce 'disegno' ne permet-il pas de rendre compte intelligiblement à la fois des mouvements du corps, de la position relative des corps de chaque danseur et danseuse à chaque instant et leur mouvement relatif, les uns par rapport aux autres ! L'écriture de la danse par ces symboles est sans doute délicate, et demande un apprentissage, qui est en général moins long que celui de l'apprentissage de l'écriture chinoise par un européen.

Nous avons bel et bien une capacité à élaborer des systèmes de symboles par lesquels nous pouvons représenter ce que nous voulons penser et communiquer. Nous nous sommes trop longtemps crus contraints à réduire le champ de notre capacité de symbolisation. P.Valéry le soulignait en s'invitant à élaborer des 'nombres plus subtils', (les 'N+S'), des symboles qui permettent de modéliser sans réduire, sans enfermer. Je me souviens de textes de Miora Mugur-Schachter où pour exprimer sa pensée, elle fabriquait, l'informatique aidant, un symbole qui exprimait « l'opérateur de regard », (elle n'a pas osé poursuivre dans cette voie, dissuadée je crois par l'environnement académique !). Je ne sais si ce symbole là serait devenu bien culturel commun comme celui qui désigne l'infini en mathématique ou celui qui désigne 'Bann the Bomb' en politique civilisatrice. Ce qui m'intéresse, c'est la démarche cognitive : J'observe ici un des aspect fascinants du développement de l'infographique ; nous sommes de puissants manipulateurs d'icônes et nous passons notre temps à en inventer. Nous pouvons entrelacer les trois fonctions du symbole : ' Dessiner - Désigner - Interpréter'. Rien ne nous empêche de déployer notre talent, rien ne nous oblige à nous exprimer seulement par des traits, on peut écrire et dessiner en couleur, en 'sfumato', en contrastant l'oscillation d'ombre et lumière permettant de percevoir les reliances, les résonances, les interactions.

... en exerçant son ingenium

A ces réflexions sur notre capacité de modélisation, de 'disegno', nous pouvons associer nos réflexions sur notre capacité à travailler sur ces modèles, à exercer notre ingenium, notre 'ingenio' : Cette capacité de l'esprit à s'exercer au raisonnement intentionnel, au raisonnement téléologique, se reconnaît par notre capacité à nous exercer à des raisonnements de type heuristique. L'inconvénient symbolique culturel du concept d'algorithme, c'est que nous lui associons une certitude : L'algorithme, n'implique pas seulement une procédure impérative, il implique aussi la certitude que, une fois lancée, cette procédure converge vers un résultat unique. Un algorithme qui conduirait à trois solutions différentes du même problème, incapable de décider par lui-même de la seule bonne (cf. le 'problème de l'indécidabilité' qu'il faudrait d'ailleurs appeler le problème de 'l'indémonstrabilité') ne serait plus un bon algorithme.

Certes, ne nous en privons pas quand ils peuvent nous aider à réfléchir vite, mais ne leur demandons plus une garantie de certitude absolue. Ne raisonner que sur le mode algorithmique, n'est ce pas appauvrir notre capacité de raisonnement, refermer précipitamment 'le superbe éventail de la rationalité humaine'. On se souvient de l'ouvrage du mathématicien G. Polya (1945) restaurant le statut des raisonnements heuristiques 'La formulation et la résolution des problèmes'⁴ : le cœur de l'ouvrage est construit sur son expérience de mathématicien. Pour résoudre la plupart des problèmes, non pas qui sont déjà posés et qu'il sait résoudre, mais ceux que l'on pose et que l'on n'a pas encore résolus, il utilise très peu d'algorithmes déductifs. Il cherche à mettre en œuvre des heuristiques. Ce qui le conduit à théoriser le concept d'heuristique, autrement dit à élaborer et conduire poïétiquement des raisonnements en s'aidant mimétiquement du prodigieux capital accumulé par l'expérience humaine. Il est en effet plausible que ces raisonnements heuristiques puissent conduire à des solutions qui ne nous déplaisent pas trop, et qui seront aussi rigoureusement argumentées que celle d'un raisonnement algorithmique puisque nous pourrions les faire entendre à d'autres. Rien ne nous assure pourtant que quand nous les mettons en œuvre, nous aboutirons de façon certaine à une solution adéquate ('Satisficing' dira H Simon, bon lecteur de G Polya).

Les expériences que H Simon a développées avec A Newell dès les années cinquante en observant les comportements sociocognitifs de joueurs d'échecs, d'étudiants ayant à résoudre des problèmes de cryptarithmétique ou de contrôleurs de navigation aérienne devant des écrans radar, sont

si probantes que je ne développe pas plus cet argument ici : A la manière de M Jourdain, nous pouvons aussi bien et aussi judicieusement raisonner sur le mode heuristique que sur le mode algorithmique.

Ainsi s'exerce notre ingenium, développant la capacité de l'esprit à s'exercer aux raisonnements téléologiques de types heuristiques, tâtonnant ('heuristic search'), explorant ('inquiring'), procédant par 'topes et tropes', par figures et par reliances. Nous l'appelons aujourd'hui 'rationalité procédurale', (H Simon), 'rationalité poïétique', (P.Valéry), 'rationalité critique', (le second Popper), 'logique des significations' (le dernier Piaget), 'pensée complexe', (E. Morin), 'rationalité téléologique 'aimerai-je ajouter (quitte à être accusé de pléonasmie), pour mettre l'accent sur le fait que si la raison humaine est instrumentale, elle peut aussi instrumenter le processus d'élucidation des enjeux de ce pari qu'est toute connaissance). Il s'agit toujours de former des mots intelligibles qui ne contraignent pas à réduire la conception à l'analyse, mais au contraire, à permettre à l'ingenium d'exercer aussi bien sa fonction de reliance que sa fonction analytique, fonctions que peut pratiquer l'esprit.

Le redéploiement contemporain des sciences fondamentales d'ingenium

Exercice de l'ingenium qui appelle l'explicitation délibérée d'une convention épistémologique qui nous aide, par 'obstinée rigueur' à transformer nos expériences en 'sciences avec conscience'. Que l'on retienne l'expression sciences d'ingenium, ou sciences de conception, ou sciences de reliance, ou sciences (fondamentales) d'ingénierie, ou sciences de l'artificiel, l'important pour nous permettre de former des connaissances que nous aident à 'comprendre pour faire', est d'entendre la convention épistémologique qui les légitime.

La force et la faiblesse des sciences dites de la nature ont été de s'enfermer depuis deux siècles dans le cadre longtemps tenu pour seul légitimement scientifique des 'sciences d'analyse'. En faisant d'un a priori méthodologique, un critère épistémologique couperet de reconnaissance académique des connaissances enseignables et actionnables, elles sclérosent à leur insu l'aventure de la connaissance. Ce qui les a incité à ignorer la capacité de 'critique épistémologique interne' (J.Piaget) potentiellement inhérente à toute recherche scientifique : les sciences d'analyse se sont en quelque sorte souvent auto-condamnées à devenir 'sciences sans conscience', inattentives à l'élucidation des enjeux éthiques de toute entreprise de production de connaissance 'pour comprendre, c'est à dire pour faire'.

Le redéploiement contemporain des 'Sciences de Disegno et d'Ingegno', devenant Sciences de Conception et d'Ingenium, dans les cultures scientifiques concerne désormais toutes nos activités d'enseignements et de recherches, de créations et de production

«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'analyse. » souligne H Simon(1991).Il ajoutait déjà dès 1969 : 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 »

Ne pouvons nous alors nous proposer ici de relever ce défi épistémologique que rencontrent les sciences d'ingenium, sciences d'ingénierie, sciences de conception, sciences au moins aussi fondamentales que les sciences d'analyse, qui ont pendant deux siècles réduits les sciences d'ingénierie au statut ancillaire de 'disciplines d'application'.

Sans doute nous faudra-t-il poursuivre longtemps encore nos explorations tâtonnantes au cœur de la fascinante complexité de l'acte de concevoir, en nous dotant des appareils symboliques (des systèmes de notations, des 'nombres plus subtils', qui rendent possibles ces actes.

Ne nous faut il pas d'abord concevoir l'acte de 'conceptualisation' qui suscite toute production de connaissances. N'est il pas fascinant de voir quelques chercheurs en 'physique des micro-états' (ou 'quantique') s'attacher aujourd'hui à l'élaboration de 'Méthodes de Conceptualisation Relativisée' ?

Tous s'attachent, quels que soient leurs champs d'expérience, à s'exercer civiquement à cette critique épistémologique argumentée qui veille à « conserver dans nos esprits et dans nos cœurs la volonté de lucidité, la netteté de l'intellect, le sentiment de la grandeur et des risques, de l'aventure extraordinaire

dans laquelle le genre humain, s'éloignant peut-être des conditions premières et naturelles de l'espèce, s'est engagé, allant je ne sais où » (P Valéry) !

'Il faut imaginer Sisyphe heureux'.

Que vaudrait un 'nouveau discours de la Méthode des études de notre temps' qui n'appellerait pas un 'exercice de méditation éthique' ? Et que vaudrait une réflexion éthique qui n'appellerait pas un exercice de 'critique épistémologique interne' (J.Piaget) des connaissances enseignables et actionnables que produisent nos systèmes d'enseignement et de recherche ?

Au cœur de toute didactique intelligente, l'irréductible complexité de toute action délibérée d'auto – éco – formation, assumant pragmatiquement la permanente récursivité fins – moyens, appelle d'abord une éthique de la compréhension et une éthique de la délibération, 'une éthique qui nous demande de l'exigence pour nous même et de l'indulgence pour autrui, et non l'inverse. ... » (E Morin)

Puis je conclure en relisant une belle évocation de 'l'aventure de la connaissance' que nous proposait il y a un siècle, M. Blondel reliant intelligiblement, dialogiquement dira E Morin, Epistémè et Pragmatiké, sans prétendre épuiser leur irréductible complexité. « De la pensée à la pratique et de la pratique à la pensée, le cercle doit être formé dans la science parce qu'il l'est dans la vie. Par la même se trouve déterminé.. Ce double rapport de la connaissance et de l'action »

Discussion (condensée)

Miora Mugar Schachter

J'ai eu des moments d'inspiration, Je vous en remercie, je voudrais surtout parler de ce passage où vous proposez d'inverser la démarche, de temps à autre du moins, et, au lieu de simplifier d'abord, de s'imprégner de la complexité de quelque chose avant de simplifier, de ne pas systématiquement commencer par simplifier avant d'avoir 'fait un contact avec la complexité' de la chose. L'exemple de la représentation des mains de la Joconde me suggère celui de notre compréhension des mains d'Escher Pourquoi ? Parce que, par ces mains sur le papier, Escher nous transmet, par une sorte de choc, de paradoxe, un contact avec une complexité qu'on a rarement tendance à construire dans notre esprit. Là elle est construite. Prenons ces mains d'Escher, en tant que tableau : si on fait des coupes pour voir à quel moment cela correspond à une réalité on verra que certains endroits correspondent à une réalité existante à un moment, disons $p(x)$, une autre à un autre moment qui est soit précédent, soit postérieur à ce moment $p(x)$. Finalement tout cela se réunit dans un tableau en éliminant a posteriori le temps qui a priori travaille dans l'esprit de l'homme quand il perçoit. De cette façon, on construit, nous, des complexités qui n'existent pas de façon primaires ou matérielles, mais qui existent de notre point de vue qui est celui des intégrations après coup. Cela me rend beaucoup plus optimiste. On peut, dans des espaces abstraits, fabriquer, constituer des complexités, qui ne le sont pas matériellement.,

Jean-Louis Le Moigne :

Merci infiniment de ces quelques réflexions. Oui il est vrai que la seule chose dont je sois sûr et dont chacun de nous puisse être sûr, c'est que la complexité est dans notre tête et c'est nous qui la projetons sur le monde ; elle est peut-être dans le monde, je n'en sais rien au sens absolu, autrement dit je ne pourrai pas vous imposer ma représentation de la complexité en vous disant que celle que j'ai est celle du monde. Ainsi se forment des consensus socioculturels, nous avons assez de sens pragmatique pour 'penser avec' la diversité de nos représentations de la complexité sans nous en imposer une et une seule. Vous vous souvenez peut-être de ce mot de Claude Bernard qui condamnait, dans l'ambiance très positiviste du 19^è siècle, cette acceptation de la diversité des représentations de la complexité perçue par des systèmes conçus artificiellement par l'esprit humain : 'Les systèmes ne sont pas dans la nature mais dans l'esprit des hommes'; Ils ne sont peut-être pas dans la nature comme le voulait L von Bertalanffy,

(Je caricature : ‘Au livre I de la genèse, n’est-il pas quasiment écrit : Au commencement Dieu le père créa la notion de système et il moula l’univers autour’).

L’hypothèse d’une éventuelle naturalité de la complexité sera parfois une excellente heuristique, elle ne constitue pas une évidence certaine, elle ne me crée pas une obligation d’adhésion, de foi. En même temps, elle nous fournit pragmatiquement une aide heuristique souvent puissante : Kepler n’aurait jamais trouvé ses lois s’il n’était profondément convaincu, lui, de la naturalité unique de ces lois. Il n’aurait pas passé 8 ans de sa vie à faire les calculs innombrables qu’on a retrouvés, si il n’y avait pas cru. Observons quand même qu’il avait trouvé avant les ‘trois lois de Kepler’, d’autres lois qui ‘marchaient bien’ (une formule d’épicycloïde qui, avec les instruments de mesure de l’époque, ne donnait qu’un écart de quelques minutes d’angle entre l’observé et le calculé dans les positions des planètes). C’est parce que, fort subjectivement, Kepler n’entendait pas ‘la musique des sphères’ dans cette formule qu’il s’est remis à ses calculs : à force de rassembler différemment les pièces de ce puzzle, il dessine une ellipse et la machinerie se remet en route, vous connaissez tous la suite.

Plutôt que d’idolâtrer d’hypothétiques lois de la nature, demandons leur pragmatiquement de l’intelligibilité convenable, je veux dire ‘qui convienne’, qui nous convienne, ici et maintenant, sans les sacrifier pour l’éternité. Dans quelques siècles l’hypothétique théorie newtonienne de la gravitation paraîtra peut être aussi peu satisfaisante aux humains que nous paraît aujourd’hui la théorie de l’éther pourtant si plausible il y a un siècle (disons : avant Poincaré et Einstein). Pour revenir à votre si belle méditation sur les mains de la Joconde et les mains d’Escher, puis je évoquer ici une fois encore, Léonard : « ...les formes élémentaires de la nature sont limitées, tandis que les oeuvres que l’oeil exige des mains de l’homme sont illimitées »

A Ali Abdelmalek

Tu nous as vraiment convaincus une fois pour toutes que il n’y a pas d’un côté l’évolution de la pensée et de l’autre l’évolution de la société, il y a des interactions permanentes. Ce qui me pose au niveau épistémologique et méthodologique une question sur le modèle d’Edgar Morin que tu as rappelé, à savoir ‘observation, description et conception’; il me semble qu’on quitte alors le schéma Bachelardien de la science : non pas partir de l’observation pour en arriver à l’évaluation, mais partir plutôt d’une construction, donc d’une nécessaire rupture, pour aller à une constatation, une mise à l’épreuve du schéma théorique par rapport aux réalités et aux faits, pour en terminer par une interprétation. Je substituerai volontiers au modèle d’Edgar Morin, observation, description et conception, le modèle plus classique peut-être en épistémologie, construction, constatation et interprétation. Et ma question concerne plus particulièrement la confusion me semble-t-il dans ton propos entre les représentations sociales et les représentations scientifiques et il me semble que cette confusion entre ces deux niveaux de représentation, mais aussi les différentes formes de rationalité, celles qui sont, comme tu l’as souligné, procédurales ou poïétiques, et celles qui sont substantives ou mimétiques nous fait perdre par là même, la capacité d’objectivation de cette même réalité sociale.

Jean-Louis Le Moigne

Sur le fond, je m’interroge, avec G Bachelard et plus encore avec E Morin sur ce que peut-être une ‘capacité d’objectivation de la réalité’ (sociale ou pas). : Ne faut il pas parler plutôt de ‘projectivité ‘ et de volonté de lucidité sur nos projets de modélisateurs, avec Bachelard, ou de ‘multiples points de vue et de méta point de vue sur nos propres points de vue ‘ avec E Morin, en assumant avec probité (un autre mot pour dire rigueur scientifique) ces paradoxes qui nous privent de la certitude de nos prédictions ...ou de nos prophéties. Je ne vois pas dans nos pratiques deux ‘niveaux de représentation’ universellement identifiables et distinguables. Cette distinction, tenue pour une différence, n’est-elle pas un artifice tactique des clercs pour assurer leur supériorité symbolique sur le bon peuple : prétendre savoir à coup sûr ce qui relève de l’épistémè et ce qui relève de la doxa ?

Evelyne Andreemsky :

J’ai cru comprendre que vous avez voulu expliciter les processus cognitifs notamment dans le cas du joueur d’échec, or je crois que tout le monde a le raisonnement suivant : quand on était au lycée on a trouvé la solution d’un problème de géométrie et puis quand il s’est agi d’expliciter cette solution,

on a écrit quelque chose comme il fallait dans notre cahier mais ce n'était sûrement pas la manière dont nos processus cognitifs ont résolu le problème. Pour revenir au jeu d'échecs, je voudrait citer les réponses de grands maîtres à qui les journalistes demandaient lors d'un championnat du Monde, il y a longtemps: 'Combien de coups à l'avance vous voyez pour décider un mouvement?' 'J'en vois trois, moi j'en vois cinq, moi j'en vois dix, Ah dix!' 'Et vous Monsieur Tham (le vainqueur de ce championnat), combien de coups à l'avance voyez vous?', Tham a répondu, 'Moi je n'en vois qu'un mais c'est le bon'!

Jean-Louis le Moigne

Ce sur quoi je veux insister, c'est qu'il n'y a pas 'une meilleure façon' de raisonner qui soit universelle et indépendante des représentations que l'on peut se construire à chaque instant du contexte. Bien sûr les justifications d'un raisonnement donné a posteriori ne sont pas nécessairement celles qui décrivent les processus cognitifs mis en œuvre avant, mais elles ont le mérite de montrer l'émerveillante capacité de l'esprit humain à cheminer dans le labyrinthe des possibles au fur et à mesure qu'il se les décrit. Pour une même réponse tenue pour acceptable, il est toujours plusieurs itinéraires identifiables. Ils ne sont peut-être pas un de ceux que l'acteur a effectivement suivi, mais ils pourraient l'être. Et quand on peut procéder à des 'loud speaking experiments' (en demandant au sujet de s'efforcer de dire à voix haute et sans témoin autre qu'un enregistreur vocal, ce qui 'lui passe par la tête'), on dispose de traces précises permettant de reconstituer quelques uns de ces itinéraires cognitifs possibles. C'est ainsi que dans le cas des joueurs d'échecs acceptant le jeu des 'cogitations à voix haute' on a pu disposer d'une sorte de laboratoire. On sait aujourd'hui par exemple que les grands maîtres ont identifié et se sont approprié environ 30000 'patterns', autrement dit 30 000 situations de jeux auxquelles ils sont capables d'associer une stratégie de réponse au moins immédiate. Ceci rend compréhensible par exemple ce phénomène complètement incompréhensible pour vous et pour moi, des championnats avec les yeux bandés devant plusieurs échiquiers rivaux, autrement dit sans voir l'échiquier, en devant mémoriser 5 ou 6 échiquiers, alors que chaque partenaire, qui voit aisément son seul échiquier, peut se défendre a priori bien plus aisément; et malgré ce 'handicap', les grands maîtres aux yeux bandés gagnent très souvent, Ne peut-on considérer que ceci tient au fait que non seulement, ils ont enregistré, mais qu'auparavant ils se sont fabriqués des systèmes artificieux de symboles pour se construire ces représentations (Disegno) et pour leur associer des 'réponses' qui leur semblent satisfaisantes. Autant d'heuristiques enregistrables et représentables que l'on peut mettre en œuvre en situation sans disposer pourtant de la certitude de gain que devrait donner un algorithme. Heuristiques que l'on peut expliciter, enrichissant ainsi notre culture. N'est ce pas ainsi que nous abordons les carrefours avec giratoire, par exemple? Nous nous sommes formés une collection d'heuristiques qui vont nous permettre d'élaborer de façon plausible et très souvent satisfaisante notre comportement, alors que nous ne disposons pas d'algorithme dans l'affaire.

Pascal Roggero

Puis je faire écho à l'exposé d'Edgar Morin sur la différence que tu n'as peut-être pas suffisamment questionnée entre complexité généralisée et complexité restreinte? Il y a aujourd'hui beaucoup d'enjeux institutionnels autour de cette différence: C'est là dessus que je voudrais te faire réagir, peut-être pour éclairer nos amis. Est-ce que du point de vue de ce que Edgar Morin a indiqué comme étant la complexité restreinte, tu aurais pu développer ce que tu viens d'argumenter?

Jean-Louis Le Moigne

Si tu veux me faire dire que la réduction de l'élaboration des comportements en situation complexe à la seule application de modèles formels de la mathématique de la dynamique des systèmes non linéaires, je te dirai: voilà ma définition de la complexité restreinte.

Alors 1) je ne vais m'en priver, quand j'ai l'occasion de l'utiliser! Mais je les utiliserai toujours comme des heuristiques et jamais comme des algorithmes. Je vais être un peu moqueur, mais j'attends qu'on me cite une seule 'application' satisfaisante dans les domaines de la gouvernance politique (au sens très large d'entreprise, de territoire, d'état ou d'ONU enfin de la planète) dont on puisse dire qu'elle résulte directement de la mise en œuvre de la théorie du chaos déterministe ou de tout autre

formalisme de la dynamique des systèmes non linéaire. Qui osera dire : ‘En appliquant cet algorithme formé dans le cadre axiomatique de la complexité dite algorithmique sur un problème déclaré non polynomial, je peux garantir que la planète sera sauvée ! Je n’en ai jamais trouvé un seul et en revanche, j’ai trouvé quelques problèmes devenus dramatiques pour la planète parce qu’on s’acharne à vouloir les résoudre en appliquant des formalismes dénués de sens ! Ils ont gardés la syntaxe et perdus la sémantique et la pragmatique et, faute d’attention épistémique, ils ne s’en sont pas aperçus’. Faut il que je cite quelques exemples de décision dans le domaine du Nucléaire ou de la brevetabilité des gènes pour illustrer mon propos.

Puis 2) commençons par déployer largement l’éventail de nos capacités cognitives ! Il n’est pas extraordinaire, il est limité par des tas de contraintes cognitives, etc. , mais il est quand même plus large que la seule syllogistique parfaite formalisée par G. Boole et présumée tenue pour ‘les lois de la pensée’ !. La pensée a bien d’autres lois, mais peu de moyens pour vérifier leur légalité constitutionnelle ! Heureusement elle dispose de la ressource sage du ‘sens commun’ que l’humanité parvient à se former et à se transformer au fil des millénaires. Une de ces ressources est de ‘commencer par modéliser téléologiquement’ au lieu de d’abord simplifier formellement. Une autre est de s’exercer toujours à la critique épistémologique interne des propositions que l’on produit pour faire et que l’on enseigne pour aider à faire. Pascal disait ‘travailler à bien penser’ et Vico donnait un nom flatteur à sa méthode pour la contraster à la méthode analytico - syllogistique cartésienne : la méthode topico - critique

Enfin 3) Exerçons nous à la critique épistémologique interne des connaissances que nous produisons, enseignons et actionnons.

Bruno Tardieu

Je voudrais que tu reviennes sur la triade ‘Epistémique, Pragmatique et Ethique sur laquelle tu es passé trop vite. Ne sommes nous pas restés a un dialogue très prudent entre Pragmatiké et Epistémè, en ne nous attachant pas assez au troisième terme, Ethique. J’étais heureux que tu cites Dewey et les pragmatistes parce que je pense qu’il y a dans la pragmatique une logique propre qui n’a pas toujours, qui n’est pas assez entendue. On peut danser sans représenter, on peut faire du jazz sans écriture, l’écriture de la musique est très pauvre par rapport à la musique, ça ne veut pas dire qu’il n’y a pas de dialogue entre ces choses mais elles ont une autonomie qu’il faut profondément respecter et qui est à mon avis motrice de quelque chose. J’ai été touché du dialogue très prudent entre épistémè et éthique, mais je ne dirais pas éthique, je dirai plutôt métaphysique.

Jean-Louis Le Moigne

Je te remercie infiniment de nous faire revenir sur ce triangle insécable qui est triangle autant que boucle, Oui je suis souvent arrêté par tes exemples : quand je nage, je ne réfléchis pas à l’action de nager, quand je danse, quand je joue du jazz, etc. Mais à cultiver cet argument je me trouve dans la situation où je dois dire : je ne comprends pas ce que je fais, je fais sans comprendre, je fonctionne sur le mode du réflexe, et j’inhibe un peu à mes yeux ma propre dignité humaine parce que je ne me suis pas contrôlé ! Je t’ai envoyé mon poing sur la figure, ou je t’ai tiré un coup de fusil, je ne comprends pas, je ne voulais pas faire, je n’ai pas compris ce qui m’est arrivé.. De telles formules nous sont familières, mais faut il les tenir pour rassurantes ? Est-il acceptable que celui qui danse sans vouloir chercher à apprendre à danser, soit indifférent au fait que par sa négligence, il risque d’écraser le pied de son ou de sa partenaire ? Je pense que l’intéressant dans l’étude des comportements des joueurs d’échecs, tient à ce que ils ont délibérément, intentionnellement, construit leur portefeuille d’heuristiques pour, précisément, ne pas se comporter au hasard tout en parvenant à jouer très vite ou sans voir. Il n’y a pas un niveau métaphysique qui nous garanti la bonne morale de nos actions. Au fond c’est ce que disent les pragmatistes que tu évoquais si justement : Dans l’action comme dans la réflexion, l’éthique est une auto - éco - éthique, complétera E Morin.

En généralisant un peu ta question, je voudrais dire combien il est très significatif pour nous tous que le dernier Tome de ‘La Méthode s’appelle ‘l’Ethique’. Faire sans comprendre, c’est se résigner. Je ne peux pas dire que je comprends toujours quand je fais, mais si je fais sans comprendre, il faut que j’assume cette indignité. Sacraliser, anoblir, faire tenir pour légitime, le fait que ‘faire sans comprendre’,

c'est a priori éthiquement aussi acceptable que 'faire en tentant de comprendre', n'est ce pas renoncer tacitement à ce que le sens commun depuis des millénaire appelle la dignité humaine ? Peut-être est-ce ainsi qu'il nous faut entendre la pensée complexe : la tenir pour un pléonasme ! Une pensée simpliste du type 'je cherche pas à comprendre, j'applique le règlement ou j'obéis aveuglement' est elle encore une pensée ?

'Cet ardent sanglot, qui roule d'âge en âge ... n'est il pas le meilleur témoignage de notre dignité'. Vais-je conclure sur cet ultime vers de Baudelaire ? Je crois que le dernier mot sera plutôt celui d'A Camus : 'Il faut imaginer Sisyphe heureux'.

5

¹ On peut de nouveau accéder aisément à la présentation – traductionnel (due à A Pons) de ce texte essentiel via le site Web : http://www.mcxapc.org/docs/conseilscient/0511vico_pons.pdf

² et donc les épistémologies réalistes, puisque, disait A Comte, « le mot Positif désigne le réel »

³ Voir par exemple <http://www.mcxapc.org/cahier.php?a=display&ID=617>

⁴ Traduction française ré éditée en 1989, Ed J Gabay

5