

---

## Sur un exceptionnel manifeste épistémologique : «Symbols and Search»

**Merveilleux et pourtant compréhensible  
est le traitement heuristique des systèmes de symboles physiques**

**Jean-Louis Le Moigne**

*GREQAM-GRASCE, Université d'Aix-Marseille  
15-19 allée Claude Forbin, 13627, Aix en Provence, Cedex 1  
[lemoigne@univ-aix.fr](mailto:lemoigne@univ-aix.fr)*

---

*RESUME. La «Conférence Turing 1975» de A.Newell et H.A. Simon constitue un exercice exceptionnel de critique épistémologique interne de l'informatique. Elle propose notamment une théorie solide des processus de symbolisation complexe. Elle introduit d'autre part un renouvellement remarquable des paradigmes de l'épistémologie, légitimant l'épistémologie «empiriciste» développées par H.A. Simon. On montre que cette alternative aux épistémologies classiques de type «Platonicien» s'inscrit dans le paradigme des épistémologies de type «constructivistes», qu'elle contribue à enraciner dans une riche tradition scientifique.*

*ABSTRACT. The A. Newell & H.A. Simon 1975 's Turing Lecture appears as an exceptional exercise of epistemological criticism of the computation sciences. It introduces a solid theory of the symbolic computational processes. And it proposes a remarkable renewal of the epistemological paradigms, which gives legitimacy to «empiricist epistemology» developed by H.A. Simon. This alternative to the classical Platonician type's epistemology comes within the scope of the constructivist epistemology 's paradigm, which it contributes to root in a rich scientific tradition.*

*MOTS-CLES : Conférence Turing 1975 ; Symbolisation ; Informatique ; Exploration Heuristique ; Epistémologie Constructiviste ; Investigation empirique ; Paradoxe du Ménon ; Méthodologie Conception-Essai ; Action Intelligente ;  
KEY WORDS : 1975 Turing Lecture ; Symbol ; Heuristic Search ; Computer science ; Constructivist Epistemology ; Empirical Inquiry ; Meno Paradox ; Generate and Test Methodology ; Intelligent Action ;*

---

**Sur un exceptionnel manifeste épistémologique : «Symbols and Search»**

*Merveilleux et pourtant compréhensible  
est le traitement heuristique des systèmes de symboles physiques.*<sup>1</sup>

Le 20 octobre 1975 à Minneapolis, Allen Newell et H.A Simon présentèrent, lors de l'attribution du dixième Prix Turing de l'ACM, une conférence au titre insolite : «*Computer science as empirical inquiry : Symbols and Search*». Titre que l'on craint de ne pas traduire de façon satisfaisante en français sans perdre la saveur sémantique du rapprochement de ces cinq mots que nos dictionnaires traduisent imparfaitement (sauf peut être le mot «empirique»). Prenons le risque d'une interprétation plausible en suggérant «*De la science informatique comme une recherche investigatrice empirique sur les symboles et sur les explorations heuristiques qu'ils permettent*».

Cette conférence nous livre un manifeste épistémologique solidement construit et argumenté, assurant la légitimité scientifique non seulement de la science informatique, mais aussi de toutes les «nouvelles sciences». Peut-être même est-il le seul à ce jour auquel on puisse se référer pour légitimer et enseigner des connaissances produites par ces nouvelles disciplines scientifiques apparues depuis 1948, fondées sur un projet conceptuel et non plus sur un objet naturel : Science de la communication et de la commande (la cybernétique), science de l'information, science informatique, science de la cognition, science de la décision, science de l'organisation, ...

Comme bien d'autres jeunes disciplines, ces nouvelles sciences s'institutionnalisent de plus en plus dans les systèmes d'enseignement et de recherche des sociétés contemporaines, sans que l'on veuille toujours à s'assurer qu'elles ne sont pas, à l'instar de la phrénologie au

---

<sup>1</sup> La traduction usuelle en français de l'anglo saxon "Computer science" et "science of computation" par "informatique" et "science informatique" , de "computation" par "traitement" et de "computer" par "ordinateur", risque d'entraîner une certaine opacification de la compréhension de certains des arguments de H.A. Simon pour des lecteurs qui ne seraient pas familier de son œuvre. Je m'en explique dans une apostille finale.

siècle dernier, des pseudo-sciences indignes des académies scientifiques.

Cette discussion des fondements épistémologiques de l'informatique proposée par H A Simon et A.Newell va donc s'avérer fort bienvenue. Elle mérite d'autant plus qu'on s'y attache qu'elle devient urgente dans nos cultures à l'heure où la propagation des initiatives socio-culturelles, éducatives et économiques suscitées par ces «nouvelles connaissances» s'accélère sans que leur légitimité soit pourtant aisément perçue tant par les citoyens qui les utilisent que par les chercheurs qui les produisent.

Ce faisant, on va, presque par surcroît, mettre en valeur les contributions induites par ces «nouvelles sciences» aux renouvellements contemporains de l'argumentation épistémologique. Nouvelles ou anciennes, les disciplines scientifiques ne sont-elles pas d'avantage incitées à s'exercer à cette "*critique épistémologique interne*" (J.Piaget) hors de laquelle il n'est plus aujourd'hui de savoir légitimement enseignable et moins encore «actionnable»<sup>2</sup> ?

#### **L'informatique s'exerçant à sa critique épistémologique interne**

La critique épistémologique de l'informatique va ainsi s'avérer féconde, bien au-delà de cette jeune discipline, pour toutes les sciences. Ce qui ne surprendra pas les lecteurs familiers de l'œuvre de H.A. Simon<sup>3</sup> que l'on ne peut enfermer dans une seule discipline, fut-elle l'informatique, alors qu'il fut «primus inter pares» dans nombre d'entre elles, ses titres académiques en témoignent.

On a rarement souligné le fait que cette Conférence Turing de 1975 fut sans doute la première manifestation d'une critique

---

<sup>2</sup> Je traduis ainsi l'expression «*actionable knowledge*», introduite par D.Schön dans «The reflexive practitioner», Basic Book, 1983. On peut, je crois la définir comme "*une connaissance engendrée et considérée dans, par et pour l'action humaine*".

<sup>3</sup> Dans les développements qui vont suivre, je devrai enchevêtrer des arguments pris dans la dixième Conférence Turing, et donc co-rédigés par A.Newell et H.A. Simon, à d'autres arguments pris dans divers écrits de H.A. Simon. Je risque, ce faisant d'attribuer à H.Simon seul des arguments qui furent, directement ou non, co-produits par l'un et l'autre de ces deux célèbres amis, dont la longue coopération fut si fructueuse pour le développement de l'I.A. Les lecteurs d'Allen Newell me pardonneront, je l'espère, ces maladroites de rédaction qui ne traduisent nulle inattention ou indifférence.

épistémologique interne sérieuse de l'informatique. Je crois que l'on peut prétendre qu'elle est encore la seule. Certes, quelques autres travaux ont été publiés depuis (ainsi, en 1992, «*Philosophy and the computer*», L.Burkholder, ed. ). Mais, si l'on excepte les usuelles criticailleries de type négationniste ("L'informatique n'est pas une science mais une application technique et n'est donc pas passible d'une légitimation épistémologique"), je ne crois pas que l'on dispose encore d'une proposition alternative sérieusement argumentée.

Plus curieux est le fait que ce manifeste épistémologique, pourtant si bienvenu pour une si jeune discipline, soit resté si longtemps sous le boisseau. Mais on peut penser que les chercheurs se dispensaient de ces interrogations critiques sur les fondements de leur discipline en faisant confiance à la notoriété académique des éminents scientifiques, mathématiciens et logiciens, qui l'avaient patronnée: A. Turing, J. von Neumann, N. Wiener, A. Church, ...

En revanche, l'inattention ostensible des épistémologues de profession me laisse plus perplexe : n'auraient-ils pas dû s'intéresser à ce discours si novateur qui contribuait à renouveler leur propre discipline, et qui leur proposait de relever un défi qu'ils affectaient honteusement d'ignorer ? N'y avait-il pas quelque forme d'imposture épistémologique à prétendre que l'informatique résultait "*du mariage de la logique formelle et du fer à souder*", et que sa légitimité épistémologique était ipso-facto celle de ses géniteurs ? Je crois qu'il est d'autant plus important de souligner cette inattention qu'elle met en évidence l'étrange prudence - ou le conservatisme frileux - de trop de discours épistémologiques depuis un quart de siècle. L'émergence des «*nouvelle sciences*» dans les cultures scientifiques contemporaines n'aurait-elle pas dû susciter une sorte de bouillonnement renouvelant enfin une épistémologie institutionnelle engoncée dans son rêve ancestral du magistère suprême de la Science Positive ?

#### **Le contexte oublié d'une controverse épistémologique importante.**

Ne faut-il pas rappeler ici pour éclairer notre propos, le silence gêné que la communauté des épistémologues de profession opposa à H.Simon lorsqu'il osa interpeller, en 1973, le maître alors le plus prestigieux de la discipline, Sir Karl Popper, dans un article intitulé

«*Does scientific discovery have a logic ?*»<sup>4</sup> .« *La logique de la découverte scientifique*» achevait alors sa longue traversée du désert (elle parut pour la première fois en allemand en 1935) et devenait la référence peu contestée de toute discussion épistémologique sérieuse. C'est en 1973 que l'ouvrage fut traduit en français, introduit par une préface lyrique de J.Monod («*Voici enfin que nous parvient, traduit en français, ce grand et puissant livre...*»<sup>5</sup>). Et H.Simon, en s'appuyant sur une solide argumentation dont on retrouvera peu après maintes traces dans sa Conférence Turing, osait questionner le projet affiché de ce monument de l'épistémologie contemporaine : "*Contrairement à ce que déclare K.Popper, il existe bien une logique de la découverte scientifique, et la preuve qu'elle existe est que nous pouvons la montrer*». On aurait pu penser que cette interpellation publiée dans une revue réputée, «*Philosophy of science*», allait susciter une fructueuse controverse du type de celle, contemporaine, qui oppose les tenants de l'épistémologie selon K.Popper à ceux de l'épistémologie selon T. S...Kuhn ? .Il n'en fut rien et chacun fit comme si la question n'avait pas été posée...

On pourrait volontiers interpréter l'argument central de cette Conférence Turing, publiée peu après cette interpellation adressée à K.Popper, comme un défi relevé : «*Vous n'osiez pas me demander de montrer empiriquement et expérimentalement ce qu'est la logique de la découverte scientifique ? N'ayons pas peur de la montrer, empiriquement, en activité*». C'est à cela que va s'attacher cette conférence. Quelques illustrations, prises dans le domaine des développements de l'informatique et en particulier de l'intelligence artificielle depuis 1955 vont nous permettre de mettre en valeur cette «*logique "compréhensive" qui décrit et prescrit les modalités des raisonnements en situation d'action*»<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Publié initialement dans «*Philosophy of Science*», 40, 1973, p.471-480, cet article est repris dans «*models of Discovery*», chap. 5.4 , p.326-337.

<sup>5</sup> Dans la traduction française de l'édition anglaise (publiée en 1959) : «*La logique de la découverte scientifique*», Payot, 1973, Préface , p.1.

<sup>6</sup> Je résume ici quelques phrases de l'introduction d'un article de 1967 : «*The logic of heuristic decision making*», (repris dans «*Models of discovery*», 1977,ch.3.2), et de l'introduction de la conférence Turing de 1975.

**Du nombre au symbole non numérique, du calcul à la «non-numerical computation» .**

Mais cette interprétation, légitime et nécessaire, ne nous livrera qu'une facette de la contribution décisive d'Herbert Simon au renouvellement contemporain des représentations que l'humanité se forge de «*l'aventure de la connaissance*» et donc de l'épistémologie. Le développement des nouvelles sciences contemporaines, et en particulier celui de l'informatique et des sciences de la cognition, a constitué le "déclencheur" d'un renouvellement en profondeur des paradigmes épistémologiques (naturalistes, positivistes, réalistes...) sur lesquels s'étaient construits les disciplines scientifiques établies depuis plus d'un siècle. Dès la formation de l'informatique dans les années cinquante, H.A Simon aura très fortement l'intuition de leur responsabilité épistémologique, responsabilité dépassant largement celle de leur légitimation socio-culturelle et académique. Toutes les sciences sont concernées par cette remise en question de la théorie platonicienne de la connaissance que H. A. Simon reconsidérera en s'interrogeant fréquemment sur «*le paradoxe du Ménon*<sup>7</sup>».

J'en tiens pour preuve le titre d'une étude qu'il rédigea le 1<sup>o</sup> août 1962 : «*Une introduction à l'épistémologie des ordinateurs*», étude qu'il soumit au célèbre logicien W.V.O. Quine. J'insiste sur la date : en 1962, l'informatique étaient encore une disciplines en formation, et la discussion de sa légitimité épistémologique ne retenait guère l'attention. H.Simon rappelle l'existence de ce manuscrit et reprend quelques paragraphes des correspondances qu'il eut à cette occasion avec W. Quine, dans un article publié 30 ans après dans le recueil

---

<sup>7</sup> La discussion du «*Paradoxe du Ménon*» et de l'interprétation qu'en donne Platon constitue ici un des arguments pivot de la réflexion épistémologique de H.Simon. Outre les commentaires qu'il développe dans sa conférence Turing, il y reviendra peu après dans une note publiée en 1976 dans «*Philosophy of science*», 43, p.147-151, et reprise dans «*Models of Discovery*», 1977, ch.5.5 :«*Discussion : the Meno Paradox*». Cet article est traduit en français par D.Sperber et publié dans Monique Canto-Sperber (ed.), "Les paradoxes de la connaissance, essai sur le Menon de Platon" ed. O.Jacob, 1991, p. 329-333. Le traducteur et l'éditeur français ne mentionnent malheureusement pas le contexte dans lequel cette brève note d'H.Simon doit être interprétée, en ignorant en particulier la discussion épistémologique argumentée qu'il consacre à la thèse platonicienne du Menon et à la théorie de la computation dans sa Conférence Turing de 1975, publiée la même année que la note intitulée «*Discussion : the Meno Paradox*»

édité par L.Burkholder, *«Philosophy and the Computer»*. Cette étude est significativement intitulée : *«The Computer as a Laboratory for Epistemology»*<sup>8</sup>, (*«L'informatique , laboratoire de l'épistémologie»*).

L'argument ici devient publiquement apparent, alors qu'il ne l'était que discrètement dans la Conférence Turing de 1975. Il est possible et légitime de tenir l'épistémologie, étude critique et perspective de la légitimation socio-culturelle des connaissances enseignables et actionnables, pour une étude expérimentalement *«compréhensible»* par la raison humaine ; expérimentalement et non plus exclusivement de façon spéculative. H.Simon dira : *«a comprehensive logic of action»*<sup>9</sup>.

Certes peu auparavant, en 1964, W. McCulloch avait audacieusement introduit le concept d'épistémologie expérimentale dans un texte original qui faisait cependant la part trop belle à une anatomie neuronale que l'on pourrait expérimenter *«en terme de circuit d'excitations et d'inhibitions»* ; ce qui le conduisait à réduire le traitement de l'information à un algorithme calculant les comportements d'un neurone à partir de l'anatomie du réseau de neurones dans lequel il est inséré<sup>10</sup>. C'est sans doute pour cela qu'H.Simon évitera l'expression *«épistémologie expérimentale»* et parlera plus volontiers d'*«épistémologie empirique»*.: *«L'informatique est une discipline empirique. Nous aurions pu parler de science expérimentale, mais comme l'astronomie, l'économie et la géologie, ses modes d'observation et d'expérimentation ne s'adaptent pas très bien aux stéréotypes étroits de la méthode expérimentale»* (Conférence Turing, § 1 ). Il justifiera alors le titre de la conférence *«De l'informatique comme une recherche investigatrice empirique...»*, en soulignant que cette *«recherche investigatrice empirique»* permet le développement de *«nouveaux modes de compréhension de base»* ..

---

<sup>8</sup> Cet article fut rédigé en 1989. Il est publié en chapitre 1, p. 3-23 dans le recueil de Burkholder.

<sup>9</sup> Dans *«The logic of heuristic decision making»*, publié en 1967, repris dans *«Models of Discovery»*, 1977, chap.3-2, p.154.

<sup>10</sup> L'article de W .McCulloch mérite le détour. Il paraît en 1964 sous le titre *«A historical introduction to the postulational foundations of experimental epistemology »*. Il est repris dans son recueil d'articles *«Embodiments of mind»*, 1965, réédité en 1988.,chap. 19, p.359-372.

### Qu'est ce qu'un symbole ?

Si des chercheurs s'attachent à développer désormais une science informatique, *«ce n'est pas seulement parce qu'ils la tiennent pour une phase intermédiaire dans un développement séquentiel conduisant à la construction d'outils commodes pour exercer les tâches économiques de la société ; C'est aussi parce qu'ils veulent «comprendre le phénomène du traitement informatique qui semble à la fois profond et obscur»*. Cette passion de *«comprendre la computation* n'entraîne t elle pas la passion de faire, et donc d'expérimenter ? Le processus, le traitement de symboles, et le processeur, l'ordinateur, sont ici aussi, inséparables. *«N'est ce pas ce qu'avaient bien compris les fondateurs de "l'Association for Computing Machinery" ("L'association pour l'étude des machines computantes") en appelant ainsi leur société savante ? »* rappelaient A. Newell et H.A. Simon en ouvrant leur conférence. Allusion discrète que les successeurs de ces pères fondateurs pourraient parfois utilement entendre.

Comprendre le traitement de symboles, et pas seulement le calcul arithmétique, ce sera s'interroger sur cette étrange faculté de l'esprit humain qui est de concevoir et de transformer des *«systèmes de symboles»*. Tous les systèmes de symboles, et pas seulement les chiffres et les nombres *«calculables»* que la tri-millénaire arithmétique a su livrer à nos cultures humaines. Ces nombres fascinants sur lesquels W. McCulloch méditait dans un texte devenu célèbre par son titre : *«Qu'est ce qu'un nombre, qu'un homme puisse connaître, et qu'est ce qu'un homme, qui puisse connaître un nombre ?<sup>11</sup> »*. Question intrigante que A. Newell et H. Simon allaient transformer en la transférant dans un autre *«espace de problème»*, de la représentation du calcul numérique à celui du traitement de symboles, en la paraphasant : *«Qu'est-ce qu'un symbole, qu'une intelligence puisse utiliser, et qu'est-ce qu'une intelligence, qui puisse utiliser un symbole ?<sup>12</sup> »*.

---

<sup>11</sup> *«What is a number, that a man may know it, and a man, that he may know a number ? »*Cette neuvième «A. Korzybski memorial lecture» fut présentée en 1961, et devint le premier chapitre du recueil *«Embodiments of mind»*, publié initialement en 1965

<sup>12</sup> *«To put the scientific question, we may paraphrase the title of famous paper by W. McCulloch (1961): What is a symbol, that intelligence may use it, and*



Ils retrouvaient ainsi une distinction suggérée par Ch. Babbage concevant son «engin analytique» («*analytical engine*»), l'ancêtre de nos modernes ordinateurs, en introduisant un «*appareil comptant*<sup>13</sup>» («*computing apparatus*») affectant les adresses en mémoire par l'examen des différences morphologiques entre symboles, à côté et différent du «moulin» qui «comptait les digits» («*digits counting apparatus*») <sup>14</sup>. Distinction reprise par A.Turing qui s'attachera à souligner la supériorité du projet britannique de l'A.C.E. (pour «*Automatic Computing Engine*», en référence explicite à l'«*analytical engine*» de Babbage), sur ses "concurrents Nord Américains" de l'époque héroïque : EDVAC, ENIAC..., gros "calculateurs numériques" plutôt que "engins comptant" (machine à traiter des informations présentées sous forme de systèmes de symboles), lesquels, bien sûr, furent financés jusqu'à leur aboutissement, ce qui ne fut pas le cas du A.C.E. britannique. L'A.C.E., soulignait A. Turing, devait être capable de traiter de larges classes de «*problèmes non-numériques*», et plus généralement d'effectuer des opérations de raisonnements heuristiques et pas seulement algorithmiques<sup>15</sup>.

H. Simon et A. Newell furent dès leur première rencontre (1952) attentifs à cette émergence du concept de traitement de systèmes de

---

*intelligence, that it may use a symbol ?* » La "question scientifique" que pose ici cette Conférence Turing est celle de la compréhension de la nature des symboles («*what symbols are?*»?).

<sup>13</sup> Je traduis délibérément «*computing*» par «*comptant*» et non par «*calculant*» : Babbage distingue quasi explicitement «*calculation*» et «*computation*» pour différencier le calcul arithmétique classique (compter, additionner) de la computation (traitement original de systèmes de symboles, ici des adresses en mémoire)

<sup>14</sup> H.A. Simon se réfère plusieurs fois à l'oeuvre pionnière de Ch. Babbage notamment en matière d'organisation des systèmes de production industrielle. Mais il ne disposait peut-être pas des textes et des schémas que Babbage publia dans les années 1840 ? La biographie détaillée de A. Hyman, «*Charles Babbage, Pioneer of the ordinateur*», 1982 nous apporte depuis nombre d'indications intéressantes sur la formation du concept de «*symbole computable*». De C. Babbage à A.Turing puis à A.Newell et H.A. Simon, on le voit progressivement émerger dans sa complexité. On comprend mieux, en lisant leurs textes, combien le procès fait à H.Simon de réduire le symbole à un jeton («*token*») constitue un contresens stérilisant.

<sup>15</sup> «*These machines can be made to do any rule of thumb process...*» lit on dans une conférence de A.Turing de février 1947 présentant l'origine du Projet A.C.E. rapportée dans la biographie d'Alan Turing publiée par A. Hodges en 1983. Voir p321 et plus généralement tout le chapitre 6 consacré au projet A.C.E.

symboles (ou computation symbolique) qu'ils s'attachèrent à expliciter et à théoriser, alors qu'il était encore présenté de façon implicite dans les textes de Babbage et de Turing. Mais cette attention n'était guère partagée par les communautés scientifiques qui les entouraient à l'époque. Les vingt premières années de l'informatique et de la cybernétique de premier ordre, tant académique qu'industrielle (1955-1975), étaient dominées par le paradigme de l'analyse numérique, lequel était habituellement<sup>16</sup> indifférent à l'étude de la formation et au traitement des «*symboles non numériques*»<sup>17</sup>. Il leur fallait une solide culture épistémologique et «*une obstinée rigueur*» pour prendre le risque de sortir des sentiers battus. Leur ténacité nous permet, vingt-cinq ans après de disposer d'un socle épistémologique solidement étayé sur lequel nous pouvons désormais progresser dans l'intelligence de ces «*nombres plus subtils*» que recherchait P. Valéry. *Nombres plus subtils*, que nous nommons symboles, par lesquels se forment et se transforment «*ces oeuvres aux formes infiniment variées que l'œil exige des mains de l'homme*» qui fascinaient Léonard de Vinci s'exerçant au «disegno»<sup>18</sup>.

«*Qu'est ce qu'un symbole ? N'est-ce pas d'abord cette question insolite que la science informatique se doit d'aborder ? La computation peut-elle s'entendre sans comprendre ce que sont ces mystérieux objets sur lesquels elle s'exerce ? Quelle est la nature de ces symboles qu'on ne trouve pas naturellement dans la nature et qui*

---

<sup>16</sup> Habituellement mais pas toujours. J.Pitrat me fait remarquer que c'est en 1961 que l'Association française de calcul, l'AFCAL, devint l'association française de calcul ET de traitement de l'information, AFCALTI.

<sup>17</sup> Dans l'addendum historique de «Human Problem solving», 1971, A. Newell et H.A. Simon rappellent que la synthèse de la Conférence Macy sur la Cybernétique de 1955, rédigée par W. McCulloch, bien que mentionnant la Machine de Turing, ignorait complètement les «*mécanismes symboliques*».

<sup>18</sup> La méditation de Léonard sur l'excellence du disegno apparaît dans un de ses Cahiers (C.U. f. 502, 1162). Elle est citée par M. Kemp dans son article du catalogue de l'exposition "Léonard de Vinci" de Montréal de 1987 : «*Les inventions de la nature et la nature de l'invention*», p. 131. Paul Valéry évoquait fréquemment son besoin de «nombres plus subtils» dans ses Cahiers ; il désignait volontiers ces symboles à concevoir par le symbole «N+S».

pourtant sont de nature physique ? C'est, je crois, la marque d'un *nouvel esprit scientifique*<sup>19</sup> que cette aptitude à se poser une question qui ne peut avoir de réponse simple dénuée de toute ambiguïté. Ce *Manifeste épistémologique de la science informatique* l'aborde ici pragmatiquement, sur le mode récursif, en paraphrasant on l'a noté, la *fameuse question* pythagoricienne de W. McCulloch, par une nouvelle *boucle étrange*. Boucle étrange qui va transformer notre mode platonicien familier de légitimation des énoncés scientifiques enseignables :

*«Qu'est ce qu'un symbole, qu'une intelligence puisse utiliser, et qu'est ce qu'une intelligence, qui puisse utiliser un symbole ? .*

Interrogation qui, par sa forme même, entrelace les deux volets de la réponse (et les deux parties du Manifeste de 1975) :

(1) Que sont et que font les symboles, et les systèmes de symboles ?

(2) Qu'est ce que l'intelligence entendue comme une faculté computationnelle d'investigation heuristique (*«Heuristic Search* ) ?

Ce qui conduira à des réponses récursives qu'Edgar Morin appellera *«dialogiques* : les systèmes de symboles sont des organisations actives, organisées (*«patterns* ) et organisante (*«processes* ) dotées d'intelligence ; et l'intelligence artificielle s'exerce en générant et en transformant des systèmes de symboles ... qui l'ont formée !

Ou, pour faire bref, «le symboles que traite ("to process") une machine de Turing est lui-même une machine de Turing, pouvant se traiter lui-même . (*«A pattern which process* ). Conception du symbole sans doute irréductible à un pur formalisme pythagoricien, et pourtant aussi intelligible et appréhendable par une intelligence.

**Cette étrange faculté de l'esprit qui est de «computer des symboles.**

Il nous faut désormais être attentif à cette étrange faculté de l'esprit qui est non seulement de traiter des symboles , mais aussi de les former (la symbolisation). *«Conjoindre traitement de symbole et symbolisation* concluront A. Newell & H. Simon, qui ajouteront :

---

<sup>19</sup> Je reprends à dessein le titre du manifeste de G.Bachelard, en appelant dès 1934 à une *«épistémologie non cartésienne* .

*«Si le point de départ de cette interprétation fut théoriquement argumentée par Turing, les étapes suivantes sont toutes empiriquement assurées .*

On ne s'est guère attaché à la discussion de cet étrange phénomène qu'est la symbolisation. Sans doute parce que l'hypothèse pythagoricienne de l'origine des nombres, donnée par Dieu, semblait moins *«captieuse* que celle de l'hypothèse de leur caractère artificiel. C'est du moins l'argument que Platon oppose à Ménon qui l'interrogeait sur la légitimation de la connaissance véritable<sup>20</sup>. Argument dont nombre de scientifiques et d'enseignants se satisfont encore, et sur la légitimité duquel A.Newell et H.Simon s'interrogeront. Depuis les controverses du siècle précédent (Dedekind-Kronecker, mais aussi Poincaré-Valéry), la question de l'origine des nombres (donnés par un Dieu ou construits par les humains ? ), et a fortiori l'origine des symboles, n'était plus volontiers abordée. Ce ne sera pas un des moindres mérites de la dixième Conférence Turing, que de nous inviter à reprendre cette interrogation: *«Nous n'avons pas besoin de suivre Platon en dotant le système de symbole d'une existence antérieure ... et en évoquant la ré incarnation .*

Et, ajoutera souvent H.Simon, nous pourrons, en nous interrogeant sur la formation et les transformations des systèmes de symboles, ne plus détruire notre émerveillement que suscite une *«action*

---

<sup>20</sup> Ménon, "... Et comment chercheras-tu, Socrate, ce dont tu ne sais absolument pas ce que c'est ? Laquelle, parmi ces choses que tu ignores, donneras-tu pour objet à ta recherche ? Mettons tout au mieux : tomberais-tu dessus, comment saurais-tu que c'est ce que tu ne savais pas ? Paradoxe dramatique, dont Socrate-Platon perçoit aussitôt le danger, et qu'il lui faut d'urgence résoudre si l'on veut sauvegarder le statut des futures générations de clercs et de maîtres : "Thèse captieuse", s'écrie t il, qui ignore qu'il est des hommes aussi bien que des femmes qui étaient savants dans les choses divines... et qui disent que l'âme de l'homme est immortelle... et que jamais elle n'est anéantie... Ainsi... il n'est pas possible qu'il y ait quelque réalité qu'elle n'ait point apprise. Par conséquent, ce n'est pas du tout merveille que, concernant la vertu comme le reste, elle soit capable de se ressouvenir de ce dont elle avait, auparavant, la connaissance . (Platon, œuvre, Ed. Pléiades, «Ménon , p. 528-529). Si l'on remplace la Vertu par le Nombre, la réponse changera-t elle ?

*intelligente* , lorsque nous nous attachons à comprendre les processus entrelacés de symbolisation et de traitement de symboles qui nous la rende intelligible. Intelligibilité qui n'implique nulle réduction à quelque algorithme canonisé.

On se souvient de la devise de Simon Stevin par laquelle H.Simon introduit le premier chapitre de «The science of the artificial , dès sa première édition en 1969 : *«Merveilleux, et pourtant compréhensible .: «L'esthétique d'une science naturelle ou des mathématiques est la même que celle de la musique ou de la peinture ; pour les unes et les autres, elle est inhérente à la découverte d'une forme partiellement cachée<sup>21</sup> . La mélancolique résignation au «désenchantement du monde à laquelle nous invite la science platonicienne devenue science positive, n'est pas une fatalité. Rien ne nous y contraint. «Car, ajoute H.A. Simon, quand nous avons expliqué quelque merveille, démasqué quelque forme cachée, un nouveau merveilleux surgit... . Celui-là même que suscite l'étude empirique de la fonction de traitement des systèmes de symboles, telle que la montre l'intelligence artificielle depuis un demi-siècle. L'exemple désormais classique des comportements de certains programmes de jeu d'échec le révèle à l'évidence, mais il en est tant d'autres auxquels H.Simon et ses collègues consacreront de passionnant travaux : ceux des raisonnements sur les schémas graphiques (faits par construction de symboles non numériques), me paraissant aujourd'hui parmi les plus convaincants<sup>22</sup>.*

#### **La fonction de symbolisation, «pattern et processes .**

Il faut certes inviter le lecteur à un examen de première main de ce manifeste introduisant la théorie de la symbolisation. Cette dixième Conférence Turing va officiellement, bien que discrètement,

---

<sup>21</sup> «The sciences of the artificial ,1969/1996. p. 2 de l'édition 1996.

<sup>22</sup> Dix ans plus tard, A.Newell et H.A. Simon ajoutèrent un bref "Postscript" à leur conférence, qui fut édité dans en annexe au chapitre 4 du recueil édité par G.Luger «Computation and intelligence , 1995, ajoutant quelques illustrations plus récentes qui corroborent la théorie de la computation symbolisante. Une brève réponse aux attaques stériles des tenants intégristes du connexionisme complète le dossier.

l'institutionnaliser dans nos académies. On peut ici la relier succinctement à quelques thèses connexes que H.A. Simon et A. Newell n'ont sans doute pas eu l'occasion de connaître à l'époque ? Pour l'essentiel, la théorie simonienne de la symbolisation définit le système de symbole par la conjonction de formes physiques («*patterns* ») et de processus qu'elles "opèrent" («*processes of creation, modification, reproduction, and destruction* »). Les premières assurent les fonctions de «*désignation* », les secondes les fonctions d'«*interprétation* ». Actions qui, conjointes, permettent l'exercice d'un traitement de symboles, au sens où nous l'entendons lorsque nous définissons l'activité d'un ordinateur. Dans un autre texte antérieur<sup>23</sup>, ils définiront le système de symbole par «*la conjonction de forme et de relations* », en répondant à la question : «*Qu'est ce qui fait qu'un symbole symbolise ?* C'est sa capacité à désigner dans un référentiel, et à interpréter.

La définition qu'ils proposèrent des fonctions de désignation et d'interprétation évolua un peu me semble-t-il au fil de leurs travaux ultérieurs, et je ne crois pas que l'on dispose encore d'une formulation stabilisée. Mais j'ai été impressionné par la proximité de cette conception complexe du système de symboles avec celle qu'en proposait, G. Bateson à peu près dans les mêmes années : On se souvient de la définition générale et générative qu'il donnait du concept d'information, et donc, dans le contexte qui nous intéresse ici, de systèmes de symboles : «*Ce que nous désignons par information - l'unité élémentaire d'information -, c'est une différence qui crée une différence*<sup>24</sup> ». Cette conception batesonienne de l'information et du symbole, qui a le mérite de rendre compte correctement de tous les usages de ce concept complexe, va s'avérer parfaitement compatible avec celle qui fonde la théorie simonienne de traitement de symbole : la "*première différence*", de forme, caractérise la reconnaissance d'un nouveau "*pattern*" (une forme physique), qui "*crée*" (to process) une

---

<sup>23</sup> «Human problem solving », 1971, p. 23 +.

<sup>24</sup> G.Bateson, Conférence de janvier 1970 sous le titre «*Forme, substance et différence* », publiée dans «Steps to an ecology of mind », 1972, Traduction française sous le titre «Vers une écologie de l'esprit, tome 2 », p. 205-222. Voir p .210.

"*seconde différence*", une action qui caractérise le processus de traitement formant un autre symbole, une autre forme.

#### **Sur la programmation des heuristiques : «heuristic search» .**

Le deuxième volet du manifeste, consacré à la mise en évidence du caractère programmable des raisonnements heuristiques («*Heuristic search*») développe une argumentation qui est sans doute plus familière aujourd'hui qu'elle ne l'était il y a vingt-cinq ans. Les procédures programmables d'investigation telles que les «analyses moyens-fins» («*means – ends analysis*») qu'inaugurait dès 1958 le "General Problem Solver", nous deviennent peu à peu familières. Les logiques déductives formelles n'ont plus le monopole de la rationalité dite scientifique. Le paradigme de *la rationalité procédurale*, que H.Simon a ré-activé à partir des années soixante-dix, propose un cadre conceptuel désormais bien assuré, légitimant et guidant à la programmation des raisonnements heuristiques de toute nature. Représentables par des systèmes de symboles, ils permettent l'exercice de traitements reproductibles et donc programmables. Un raisonnement relevant de «*la logique naturelle*» est aussi correctement informatisable qu'un raisonnement relevant de la logique dite mathématique<sup>25</sup>. Depuis la publication de «*Scientific Discovery, scientific explorations of the creative processes*» en 1987, nous disposons d'une riche collection d'illustrations. La voie ainsi ouverte à la recherche scientifique par les méthodes d'exploration tâtonnantes de systèmes de symboles est manifestement ouverte. On pourra étayer ce même argument en évoquant les travaux qui se sont accumulés sur le thème des «sciences de conception» («*Science of Design*») que H. Simon avait développé dans une célèbre conférence au MIT en 1968.

#### **Faire pour Comprendre : «Generate and Test» .**

---

<sup>25</sup> Cet argument est développé dans mon article «*Sur la capacité de la raison à discerner rationalité substantive et rationalité procédurale*» (1991) publié dans L.A. Gerard-Varet & J.C.Passeron, eds. "Le modèle et l'enquête", Ed. EHESS, 1995, p. 245-278.

Cette brève évocation des concepts introduits et illustrés par A. Newell et H.A. Simon dans cette Conférence Turing de 1975, n'a pour objectif que de rappeler le contexte de l'interprétation épistémologique par laquelle ils vont légitimer leur propos. Comme ce propos concerne de très vastes domaines de l'intelligence artificielle (et sans doute bien au-delà, toutes les disciplines relevant explicitement des sciences informatiques), il constitue un paradigme épistémologique de référence pour toute la discipline. Même si elle ne faisait pas sienne la réponse, l'I.A. se doit-elle pas de considérer soigneusement la question? N'est ce pas en s'exerçant à leur propre critique épistémologique interne que se développent les disciplines, rappelait J. Piaget ?

En lisant «*Symbols and Search*», on est sensible à la permanence de cette question sous-jacente : sur quels fondements explicites s'appuie la science informatique pour légitimer ses énoncés ? La réponse de Platon à Ménon est-elle digne de la recherche scientifique ? Explorant des terres nouvelles, celles de la symbolisation et de l'informatisation, à quelle autorité antérieurement établie («*des hommes aussi bien que des femmes qui sont savants dans les choses divines... capables de se ressouvenir de ce dont ils avaient, auparavant, la connaissance* assure Platon), pourraient-ils demander de reconnaître leurs découvertes et leurs inventions ?

Sans arrogance, ils vont proposer une réponse modeste mais praticable, dite du «*generate and test*» : nous formons des hypothèses conceptuelles (*to generate*), nous les testons empiriquement en explicitant le contexte du *test*. Si ces hypothèses comportementales (action téléologique ou intelligente) sont empiriquement vérifiées par ces essais, nous ne prétendons pas qu'elles «*expliquent*» le phénomène étudié, mais qu'elles le rendent localement «compréhensible». Cette proposition est ainsi légitimée par sa faisabilité. On peut la comprendre puisqu'on peut la faire et la refaire. En la faisant (ici, en la programmant à l'aide d'un ordinateur), nous pouvons mieux la comprendre. Disposant de cette compréhension, nous pourrions la faire intelligemment (en comprenant ce que nous faisons). N'est ce pas dans ces termes que G. Vico, en 1744 proposait de légitimer «Les principes d'une science nouvelle : «*Car l'homme*



*lorsqu'il comprend, déploie son esprit et se saisit des choses, mais lorsqu'il ne comprend pas, il fait à partir de lui-même, et en se transformant en elles, il devient ces choses mêmes* <sup>26</sup>. Les "vérités" que la science peut établir ne sont peut être pas celles que ceux «*qui sont savants dans les choses divines* peuvent légitimer par leurs savoirs ? Le critère de vérité pour l'esprit humain n'est-il pas «*dans le faire même* », demandait G. Vico : «*Verum est ipsum factum...Le vrai humain sera ce que l'homme dans sa connaissance, rassemble et produit. De cette manière, la science sera la connaissance de la genèse d'une chose. Autrement dit de la façon dont elle est faite. Elle sera ce par quoi l'esprit, connaissant en composant, produit les choses* <sup>27</sup>. Je ne crois pas que H.A. Simon ait eu l'occasion de rencontrer l'œuvre épistémologique de G. Vico, mais je suis souvent impressionné par la proximité de l'argumentation épistémologique de ces deux scientifiques établissant l'un et l'autre une «*nouvelle science* dans nos sociétés. : G. Vico au XVIII<sup>e</sup> Siècle, la philologie, H.A. Simon au XX<sup>e</sup> Siècle, l'informatique.

#### **Le tournant pragmatique en épistémologie.**

Dans une brève réponse aux tenants d'une épistémologie formelle (ou platonicienne) présentée lors d'un débat de l'Université Carnegie-Mellon en 1989-90 sur le thème : «*Agissant et réfléchissant* », H.Simon plaidera pour un autre mode de légitimation des connaissances scientifique, par une épistémologie empirique. «*Une des choses que les trente dernières années nous ont appris est que l'épistémologie peut être empirique aussi bien que mathématique* <sup>28</sup> ». W. Sieg, qui éditera ce débat, proposera, fort légitimement me semble

---

<sup>26</sup> G.Vico, «Principes d'une science nouvelle relative à la nature commune des nations », 1744, traduit de l'italien et présenté par Alain Pons (Fayard, 2001). La citation est la conclusion du § 405, p. 175 de cette édition française.

<sup>27</sup> G.Vico, «De la très ancienne philosophie des peuples italiques », 1710, Ma traduction à partir de l'édition Latin-français éditées par T.E.R. , 1987, p. 10 ET 11.

<sup>28</sup> «Acting and Reflecting, the interdisciplinary turn in philosophy », W. Sieg, ed. , Kluwer, 1990, Le texte de H.Simon est intitulé «*Epistemology : Formal and Empirical* », p. 127-8.

t il, de présenter ces deux grandes conceptions des fondements des connaissances scientifiques sous le label du *Platonisme* pour les épistémologies de type formel, et du *Constructivisme* pour les épistémologies de type empirique. Pas plus que les épistémologies platoniciennes, qui se déclinent selon des variantes naturalistes, positivistes, réalistes, les épistémologies constructivistes ne sont pas réductibles à une forme unique, de l'épistémologie génétique selon J. Piaget à l'épistémologie pragmatique selon J. Dewey (qui, l'un et l'autre influencèrent la réflexion épistémologique de H.Simon<sup>29</sup>).

Ainsi, fort pragmatiquement et avec une obstinée rigueur, les recherches de H.A. Simon développant les sciences informatiques, vont co développer leur critique épistémologique interne, et enrichir ainsi le paradigme des épistémologies constructivistes. L'expérience acquise en explorant les terres nouvelles de l'intelligence artificielle (par les langages permettant la programmation des heuristiques - , LT date de 1956, IPL date de 1957, GPS date de 1958 – avant Fortran - programmation des algorithmes - qui apparaît en 1959) se transformera, chemin faisant, en une culture épistémologique solidement argumentée.

Sur ces fondements - ou plutôt sur ces enracinements – il contribuera, à partir des années soixante-dix, au développement épistémologiquement bien étayé de «*nouvelles sciences*», et en

---

<sup>29</sup> La formulation de H.Simon évolua progressivement. Jusqu'en 1981, il s'affirme "positiviste" au sens du Cercle de Vienne, rappelant qu'il fut étudiant de R. Carnap à Chicago en 1936. Il transforma rapidement son "positivisme logique" en un "positivisme empirique": «*"Empiricist" might be the more accurate label (than positivist), but I retain "Positivist" to emphasize my belief that you can't reach a conclusion about empirical reality without employing at least one premise that derives from empirical observation, and you can't reach a conclusion about "should" without at least one postulated "should" in the premises*». Extrait d'une correspondance personnelle du 03 02 92, publiée ensuite avec son accord dans la RIS. En 1996, publiant la 3<sup>e</sup> édition de «*The sciences of the artificial*», il remplacera le mot "positivist" utilisé dans les deux précédentes éditions de 1969 et de 1981, dans la note 3 du 1<sup>er</sup> chapitre, par le mot "empiricist": «*I may say that I hold the pristine empiricist's position of the irreducibility of "ought" to "is"...*». p 5, note 3.

particulier des sciences de la cognition<sup>30</sup>, «*les plus nouvelles des sciences de l'artificiel*» montrera-t il dans un article provoquant en 1980<sup>31</sup>. Entreprise transdisciplinaire audacieuse, qui nécessitait pour assurer la légitimité de ses propositions, cette ascèse épistémologique que requièrent les méthodologies empiricistes du «*Generate and Test*» : distinguer et ne pas séparer la recherche de ce qui devrait être (le normatif : «*what ought to be*») et de ce qui est (le positif : «*what is*»), et ne pas réduire la recherche scientifique à la seule étude de ce qui est ou de ce qui fut perçu.

### ***De nouveaux questionnements.***

Ascèse épistémologique qui caractérise «l'épistémologie empiriciste que H.A. Simon campera dans les éditions successives de «*The sciences of the artificial*» (1969, 1981, 1996), en nous invitant à ne plus réduire la recherche fondamentale aux seules sciences d'analyse («*Ce funeste présent de la science positive*» disait P.Valéry), et à l'ouvrir aux sciences de conception («*The science of design*», ou les «*sciences d'ingenium*» selon la terminologie que G.Vico remettait si heureusement en valeur<sup>32</sup>.

Mais c'est je crois dans la Conférence Turing qu'il rédigera avec A. Newell que ce processus de transformation d'expérience en science avec conscience s'affichera et s'affirmera de la façon la plus convaincante. Son originalité, ou plutôt son caractère novateur, tient peut-être au fait que cette "révolution épistémologique" se forme dans l'expérience de disciplines très nouvelles, n'ayant pas encore assuré

---

<sup>30</sup> Le chapitre qu'il rédigera, avec C A Kaplan en 1989 sous le titre «*Foundations of cognitive science*», (premier chapitre du recueil édité par M.Posner sous ce même titre, p. 1-47) illustre cela de façon très convaincante.

<sup>31</sup> «*Cognitive science : the newest sciences of the artificial*», *Cognitive science*, 4, 33-46, 1980.

<sup>32</sup> «*Les nouvelles sciences d'ingénierie*», proposera aussi H. Simon, «*qui seront très différentes de ce que l'on désigne habituellement sous le nom de "sciences de l'ingénieur ou de l'ingénierie"*», dans «*The sciences of the artificial*» p. 5.

leur statut académique, l'intelligence artificielle et l'informatique. La théorie de la formation et de la transformation des systèmes de symboles par exemple, apparaît ici pour la première fois sous une forme épistémologiquement argumentée (la première partie du texte). N'est ce pas elle qui constitue une des clés permettant aux recherches contemporaines de se libérer de «l'étreinte fatale du réductionnisme méthodologique dans lequel tant de disciplines se sont enfermées depuis un siècle ? On la verra se développer peu après dans une formulation un peu différente dans les trois premiers tomes de «*La Méthode* d'E. Morin introduisant le concept «*d'information générative* et «*l'hypothèse du computo* . Mais je crois que nous n'avons pas encore médité assez cette hypothèse de la formation des systèmes de symboles au sein des systèmes complexes («*in-formation* ), et que nous restons encore enfermés dans le paradigme de «*l'information circulante* , ou des «*data* , ces «*données* , dont nous ne savons jamais par qui et pourquoi elles ont été initialement construites («*out-formation* ). Les nombreuses études que H. Simon a consacrées aux processus de «*représentation de problème* et donc de construction de systèmes de symboles (ou «*informations* ) par «*modélisation intelligente* , illustrent pourtant la pertinence et l'effectivité de ce questionnement<sup>33</sup>. Puis-je aussi citer ici un article de J.Pitrat dont le titre met bien en valeur la légitimité de cette conceptualisation des processus de symbolisation: «*Un système intelligent doit et peut observer son propre comportement* <sup>34</sup> ? Pour qu'il puisse «observer son comportement , ne faut-il pas que ce système intelligent puisse s'en former téléologiquement des représentations? Pour ce faire, ne doit-il pas disposer de quelque capacité de symbolisation ?

#### **Intelligence de la représentation symbolique.**

<sup>33</sup> Voir par exemple pour une synthèse, son article «*Problem Representation* dans R. F. Rashid, ed. : «*CMU Computer Science : a 25th anniversary commemorative* , ACM Press, 1991, p. 439-463

<sup>34</sup> «*An intelligent system must and can observe its own behavior* in Proceedings of Cognitiva, 1991, p. 337-347.

L'autre volet de l'épistémologie des sciences de la computation que nous propose cette dixième Conférence Turing porte sur la représentation des raisonnements, qu'ils soient de type algorithmique ou, plus généralement de type heuristiques («heuristic search»). Domaine relativement plus familier aux praticiens et aux chercheurs que celui de la symbolisation, bien qu'ils ne s'assurent pas toujours assez de la légitimité épistémologique des méthodologies de programmation qu'ils mettent en œuvre.

En suggérant la lecture du petit manifeste que H. Simon et ses collègues de CMU avaient publié en 1967 pour légitimer la constitution d'un centre de recherche en science informatique<sup>35</sup>, on propose une autre illustration de ces exercices de critique épistémologique interne à une discipline scientifique. Si l'épistémologie de l'informatique ainsi explicitée par H. A. Simon et ses collègues ne nous semble pas ou plus pertinente, il nous faudra présenter la charte alternative à laquelle on se propose de se référer pour assumer nos responsabilités tant scientifiques que civiques.<sup>36</sup>

On ne peut dans les limites de cet article s'attacher à développer les conséquences en terme de renouvellement des paradigmes de l'épistémologie que va susciter, dans toutes les disciplines, la remise en question originale suscitée par l'examen des fondements de l'épistémologie des sciences de la computation. L'exercice est d'autant plus délicat que ce «*tournant constructiviste*» (ou si le mot effraye, disons «*pragmatique*») en épistémologie est également provoqué, dans les mêmes années par les entreprises de J. Piaget (1967) à partir des (nouvelles) sciences de l'éducation, et d'E. Morin à partir des

---

<sup>35</sup> Ce document «What is computer science ?» fut initialement affiché à la porte de la première «salle des ordinateurs» de Carnegie Mellon University le 10 juillet 1967. signé par trois professeurs de l'Université Carnegie-Mellon, (Pittsburgh, Pennsylvanie, USA). : Allen Newell, Alan J. Perlis, Herbert A. Simon

<sup>36</sup> Je m'autorise au trop bref développement de ce § en renvoyant à mon article «*Computation*» dans le «Dictionnaire d'histoire et de philosophie des sciences», D. Lecourt, dir. PUF, 1999, p. 218-223

(nouvelles) sciences de l'organisation et de la complexité (1977-85)<sup>37</sup>. La seule Conférence Turing de 1975 ne suffirait pas à introduire tous les arguments que ce profond renouvellement paradigmatique appelle. Elle s'insère dans une réflexion épistémologique de plus vaste ampleur et qui ne s'arrête pas à la science informatique ni même à la science de la cognition, réflexion que déploient «The sciences of the artificial (1969 – 81 – 96) et «Reason in human affairs (1983). Mais il importe au moins de rappeler en guise de conclusion, la portée induite dans toute l'activités scientifique contemporaine par cette exceptionnelle Conférence Turing. Ne nous incitait-elle pas à reconsidérer, dans tous les domaines de la recherche scientifique et de la production des connaissances et de leur légitimation, le rôle de ces deux concepts complexes que sont «*Symbols and Search* , la symbolisation et les investigations heuristiques, qui furent longtemps la «pierre d'angle oubliée par les bâtisseurs ?

Et par-là, nous rappelant que l'aventure de la connaissance est une «aventure infinie , elle nous aide à retrouver le merveilleux que ne détruit jamais notre passionnante entreprise de compréhension de notre relation au monde. Merveilleuse et pourtant compréhensible est le traitement heuristique des systèmes de symboles physiques , puisque nous pouvons programmer pour comprendre et comprendre pour programmer.

\*\*\*\*\*

#### Remerciement

Je remercie particulièrement Jacques Pitrat pour les nombreuses suggestions tant de forme que de fond qu'il m'a proposé sur la première version de cet article.

#### Apostille

---

<sup>37</sup> Je renvoie ici à un bref commentaire historique dans "les épistémologies constructivistes", Que Sais Je ? PUF, 1995-99. p; 65.

### Sur la traduction française de l'anglo-saxon «computation et mots formés à partir du verbe «to compute .

Si les mots anglais «computation , «science of computation , «to compute , sont correctement traduits par les dictionnaires en langue française par leur équivalent étymologique naturel («computation , «science de la computation , «computer , ...), ils ne sont pas généralement utilisés dans les discours relevant de l'informatique et de ses enseignements en français. Curieusement, il n'en va pas de même pour d'autres disciplines s'exprimant en langue française (biologie moléculaire neuro-linguistique, économie, ...).

L'informatique française préfère utiliser des concepts beaucoup plus généraux, tels que «informatique , «calcul , «traitement de l'information .... Puisque à Rome, il vaut mieux parler la même langue que les romains, assure le dicton, j'ai du me résigner ici à exprimer dans cet article les concepts anglo saxon décrivant la fonction complexe de computation (de systèmes de symboles) par leurs correspondants généralement acceptés par l'informatique de langue française.

Je persiste à craindre que cette concession à l'usage masque trop la richesse et l'originalité épistémique du concept de computation. Mais on peut espérer que, dans quelques décennies, lorsque de nouvelles disciplines telles que la biologie et la linguistique computationnelle ou les sciences de la cognition, auront pris leur essor, ce riche et complexe concept et la théorie qu'il appelle, retrouvera dans les cultures informatiques francophones la puissance épistémique que A Turing, M.Minsky, A. Newell ou H.A. Simon ont su lui reconnaître en le restaurant et en le théorisant.

