

LA SCIENCE INFORMATIQUE VA-T-ELLE CONSTRUIRE SA PROPRE EPISTEMOLOGIE

Jean-Louis LE MOIGNE•

Avertissement : « Vingt ans après »

Il est des pièces d'archives qui peuvent retrouver une certaine actualité, surtout lorsque les questions qu'elles formulaient et discutaient n'ont pas fait l'objet de beaucoup de développement depuis une vingtaine d'année : C'est peut-être le cas de l'étude que l'on reprend ici sous son titre initial : « *La science informatique va-t-elle construire sa propre épistémologie* », étude publiée en juillet 1990 par la belle revue 'Culture Technique'* hélas aujourd'hui disparue dans un numéro spécial (n° 21) consacré alors à 'l'Emprise de l'Informatique'.

La parution récente de l'essai de l'épistémologue Franck Varenne, '[Qu'est-ce que l'informatique ?](#)' dans 'une collection s'adressant aux étudiants et au grand public cultivé', proposant de nouvelles discussions à partir notamment de travaux anglo saxons récents tels que ceux de L Floridi, m'a incité à retrouver cette pièce d'archive.

Destinée elle aussi au 'grand public cultivé' d'il y a 20 ans, et abordant la même question par un éclairage et des références souvent peu différents, elle invite à un 'enrichissement du regard' qui me semble toujours pertinent, et surtout fort légitime. Les enjeux de civilisation sont désormais si manifestes que l'on ne peut plus rester inattentifs aux enjeux planétaires, épistémologiques et éthiques, des '*emprises de l'informatique*' (et à fortiori d'une science informatique qu'il faudrait je crois appeler science de la computation) sur nos pratiques et a fortiori sur nos enseignement et nos programme de recherches.

J'ai repris le texte original sans modification aucune (sinon le déplacement du « *Manifeste de H Simon (avec A Newell et J Perlis) de 1967* », qui au lieu d'être présenté en annexe comme il l'était dans la publication originale de cet article, est introduit par un lien HT usuel dans la rubrique des '[Introuvables en langue française de H A Simon](#)')

Si cela n'apparaît pas explicitement dans l'article (publié en juillet 1990), il me semble que son argumentation s'est formée quelques années auparavant lors d'une controverse à laquelle j'avais contribué en publiant en 1984 dans la revue 'AFCET Interfaces', elle aussi disparue, un billet intitulé « *L'informatique est-elle une science ?* ». Controverse développée dans le N° 21, juillet 1994 de cette même revue 'AFCET Interfaces', par un autre billet sous le titre '*La science informatique, une incantation ou une démonstration ?* » pour éclairer le contexte dans lequel fut diffusé à l'époque la traduction française du Manifeste de H Simon de 1967 : Le texte de ce billet est repris en complément de la traduction de ce manifeste publié sur le site du Réseau.

Je souhaite enfin exprimer mes remerciements à la Revue 'Culture Technique' et à son courageux Directeur, Jocelyn de Noblet, qui surent à l'époque tenter de réactiver une attention vivifiante sur des enjeux de civilisation dont nous percevons peut-être mieux l'importance vingt ans après.

JL²M

* Revue Culture Technique, Revue du Centre de Recherche sur la Culture Technique, Neuilly-sur-Seine, 1980-1994.

LA SCIENCE INFORMATIQUE VA-T-ELLE CONSTRUIRE SA PROPRE EPISTEMOLOGIE ?

J-L Le Moigne, (1990)

"Le fait nouveau, et de conséquences incalculables pour l'avenir, est que la réflexion épistémologique surgit de plus en plus à l'intérieur même des sciences... parce que certaines crises ou conflits se produisent en conséquence de la marche interne des constructions déductives ou de l'interprétation des données expérimentales... La critique épistémologique... devient alors instrument du progrès scientifique en tant qu'organisation intérieure des fondements et surtout en tant qu'élaborée par ceux là même qui utiliseront ces fondements et qui savent donc de quoi ils ont besoins au lieu de les recevoir du dehors..." (J. Piaget - 1967, p. 51).

Lorsque Jean Piaget introduit en 1967 l'argument "nouveau" du caractère endogène des épistémologies des disciplines scientifiques, il ne semble pas particulièrement provoquant: "Cela va de soi et cela va encore mieux en le disant". Le temps n'est plus ou une épistémologie se construit "parce que tel créateur scientifique de génie comme Descartes ou Leibniz, laisse là pour un temps, ses travaux spécialisés et s'adonne à la construction d'une philosophie : "chaque discipline scientifique est légitimement soucieuse de "créer elle même son objet" à instar de la Chimie institutionnalisée en France par Marcellin Berthelot à la fin du siècle dernier⁽¹⁾ ; Créer son objet et donc organiser ses propres fondements. Sans doute l'évocation des temps passés où un Newton pouvait établir "les principes de la philosophie naturelle" enchantera-t-elle quelques scientifiques prêts à "laisser là leurs travaux spécialisés" pour établir une nouvelle philosophie naturelle que cautionnera leur réputation dans une discipline spécialisée⁽²⁾ . Mais les communautés scientifiques contesteront de plus en plus la légitimité de leur auto-institution en grands juges au tribunal universel de l'épistémologie scientifique. Elles savent, d'expérience, ce qu'il en a coûté à la science et à la culture occidentale d'avoir abandonné à un astronome mathématicien du XIX siècle, Auguste Comte, la charge d'établir pour elles une épistémologie qui les fonde : "présents généreux mais peu utilisables et parfois encombrants" indique narquoisement J. Piaget ! Le Grand Juge se fait bientôt Grand Prêtre et son épistémologie devient religion⁽³⁾ . Ne faudra-t-il pas près d'un siècle pour que l'on convienne qu'une, "nouvelle science" que dès 1829 Auguste Comte avait cautionné sans réserve en arguant de sa scientificité au regard des critères de l'épistémologie positiviste, la Phrénologie, soit enfin reconnue pour une pseudo-science ? Si la phrénologie est charlatanisme, ne doit-on pas remettre en question l'épistémologie exogène qui assure ses fondements ? Pourtant "l'influence du positivisme s'impose encore paradoxalement à de nombreux esprits malgré les démentis cinglants que les développements ultérieurs des sciences ont infligés à la doctrine" (J. Piaget, 1967, p. 43).

(1) S. Moscovici rappelle une déclaration de M. Berthelot, qui régna sur la Chimie en France dans la deuxième moitié du XIX^e siècle : "La chimie crée son objet", dans son "Essai sur l'histoire humaine de la nature" (1968-1977. Ed. Flammarion. Coll. champs.

(2) J. Piaget (1967, p. 51) évoquait au passé l'époque où "tel créateur scientifique de génie, comme Descartes ou Leibniz, (laissait) là pour un temps, ses travaux spécialisés et (s'adonnait) à la construction d'une philosophie". Peut-être faut-il trouver ici la raison cachée de la curieuse agressivité du mathématicien R. Thom à son rencontre ? (voir par exemple "théories du langage, théories de l'apprentissage", M. Piatteli-Palmarini, ed., 1975/1979, pp. 501-512). R. Thom se déclare en effet volontiers "épistémologue de profession", instaurant - ou restaurant - une philosophie naturelle qu'il assure être, prolongeant le projet de Newton au VIII^e Siècle, "la" philosophie naturelle. On comprend que l'allusion au "passéisme" de cette attitude irrite le mathématicien qui, "laissant là ses travaux spécialisés", s'adonne à cette philosophie.

(3) On ne rappelle pas volontiers le fait qu'Auguste Comte (1798-1857), père fondateur officiellement reconnu du positivisme, philosophie scientifique quasi incontesté en Occident pendant un siècle, s'auto-institua "Grand Prêtre" de la Religion de l'Humanité qu'il avait fondé vers 1850. "Je suis persuadé qu'avant l'année 1860, je prêcherai le positivisme comme seule religion réelle et complète" annonçait-il en 1851.

La science informatique est-elle une pseudo-science ?

L'évocation de cette ex-nouvelle science née vers 1800 et devenue pseudo-science vers 1880, après avoir imprégnée la culture européenne pendant près d'un demi siècle (faut-il rappeler l'extrême intérêt de l'auteur de la Comédie Humaine pour la phrénologie ? ⁽⁴⁾), cette évocation est peut-être bienvenue pour s'interroger sur les fondements épistémologiques d'une autre nouvelle science, elle, contemporaine : La science de la computation, que l'on désigne habituellement en français : "La science informatique" depuis 1971.

Une discipline scientifique, dont la légitimité sociale n'est plus discutée, que l'on enseigne dans les universités, qui fait l'objet de nombreuses thèses, qui mobilise de nombreux programmes de recherche, et qui dispose de tous les appareils du sérieux scientifique : congrès, journaux, sociétés savantes, bientôt mêmes, quelques fauteuils réservés dans les académies. Performance remarquable pour une discipline dont le nom n'existait pas il y a cinquante ans. Performance qui ne suffit pas pourtant à nous convaincre que la science informatique n'est pas, à l'instar de la phrénologie, une pseudo science qui s'ignore. Il nous faut, par surcroît, nous assurer que cette jeune discipline est bien construite sur un socle épistémologique solide qui la légitime en tant que science enseignable et passible de quelques nouveaux développements autonomes. Exogène ou endogène, peu importe a priori, l'essentiel est que la science informatique puisse présenter "*l'organisation de ses fondements*". Trop de charlatans et de prétendus grands prêtres l'environnent : Elle se doit d'assurer la société qui l'enfante de la scientificité des énoncés qu'elle produit.

On doit ici s'interroger sur la pertinence d'une telle question : Comme toute nouvelle discipline scientifique, la science informatique n'a-t-elle pas présenté ses propres fondements épistémologiques en même temps qu'elle s'instituait ? Puisque les universités, les écoles et les académies l'ont accueillie, peut-on croire qu'elles n'ont pas, au préalable, vérifié son statut ? Faut-il réouvrir une instruction close depuis tant d'années ? Aussi curieux que cela puisse paraître cette instruction reste encore ouverte aujourd'hui, en Francophonie en particulier : le dossier ne contient encore que bien peu de pièces.

Une brève évocation historique des étapes de la constitution de ce dossier pourra peut-être faciliter la réflexion sur la question initiale : Quelle épistémologie pour une science informatique ? et, par un effet induit prévisible, que peut apporter une telle épistémologie aux autres disciplines, nouvelles ou non, voisines ou non, et donc aux cultures contemporaines au sein desquelles se développe "*l'emprise de l'informatique*" ?

La science informatique à la française : La logique formelle et le fer à souder

La difficulté de cette histoire tient sans doute à l'identification du phénomène dont on veut décrire ou comprendre l'évolution : Les identifiants eux même sont de faux amis en particulier en francophonie. Ainsi l'identifiant "science informatique" n'apparaît qu'en 1970, soit près de 25 ans après l'identifiant anglo-saxon "computer science" ou "computing science". Mais Jacques Arsac qui introduit en 1971 *la science informatique* par un livre portant ce titre, veille à préciser page XIV que la discipline qu'il veut définir, n'est pas celle que les anglo-saxons définissent alors comme une science de la computation ou du ordinateur. Le contexte suggèrera que J. Arsac se propose plus de définir une *science de la programmation* qu'une *science des ordinateurs* : Il reproduira, pour la contester, une définition (due à H.A. SIMON, A. NEWELL et A. PERLIS) que l'on reprend en encart (ma traduction) : Peut-être constitue-t-elle, aujourd'hui

(4) Honoré de Balzac était passionné par "les sciences de Gall et de Lavater" qui "démontrent... les traces du fluide insaisissable... d'où résulte les passions, les habitudes, les formes du visage et celle du crane..." (Ursule Mirouet).

encore, la définition épistémologiquement la mieux argumenté dont nous disposons de "la science de la computation"... que l'on appelle aussi, à la fois grâce à J. Arzac et malgré lui, "la science informatique". Car il précisera qu'il désigne par *science informatique*, cette science des ordinateurs (computer science) dont "*les anglo-saxons, avant nous, ont pris le parti*". Et il conviendra que l'existence de la dite science informatique est une "*intention ferme*", une hypothèse donc. Le livre de Jacques Arzac de 1971, (et les articles et ouvrages qu'il publiera ensuite) constitue un des rares documents en langue française dont l'objet est expressément une tentative de définition des fondements de la science informatique. Que cette tentative ne soit pas convaincante parce qu'elle postule une axiomatique très contraignante et qu'elle ne permet pas d'intégrer la plupart des définitions anglo-saxonnes des "computing sciences", cela n'enlève rien à son intérêt historique. On s'interrogera en revanche sur les raisons de cette étonnante rareté des réflexions francophones sur l'épistémologie de la science informatique : Si l'on excepte J. Arzac, le sujet semble tabou !.

L'identifiant "Informatique" apparaît lui, quelques années auparavant, par un article sous ce titre de Philippe Dreyfus, publié dans un numéro de 1963 de la revue "Gestion" (et non pas, comme on pourrait le présumer, dans une revue de philosophie des sciences ou de mathématiques appliquée, ou d'électronique et d'automatique) ⁽⁵⁾ . Il va également se constituer comme un "faux ami" puisqu'il prétendra traduire commodément l'anglo-saxon "Electronic Data Processing" : Le traitement électronique des données. La définition de l'informatique ne s'embarrasse pas alors d'épistémologie puisque le propos est de désigner commodément les systèmes de traitement de données des entreprises, mécanographiques puisque vers 1960, et désormais électroniques (Ce qu'on appelle aujourd'hui "la direction de l'Informatique" s'appelait, avant 1963, "la direction de la mécanographie", puis "la direction des EEG : Ensembles Electroniques de Gestion") : Il fallait un néologisme commode et général ; La proposition de Philippe Dreyfus eut un succès quasi immédiat en francophonie, d'abord chez les utilisateurs : elle permettait le mot "informaticien" qui faisait alors cruellement défaut, puis chez les constructeurs : "l'Industrie Informatique" exista en Francophonie avant que n'apparaisse "la Science Informatique". Curieusement, l'Académie Française, habituellement réticente à ce type d'engouement, accueillit le néologisme "Informatique" trois ans à peine après son apparition, en ne modifiant que peu la définition initiale de Philippe Dreyfus. Définition qui suscite probablement beaucoup plus de difficultés qu'elle n'en résout, mais rares furent les observateurs qui le soulignèrent. Rappelons en les termes :

Informatique : Science du traitement rationnel, notamment par machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines techniques, économiques et sociaux.

Définition qui se veut épistémologique puisqu'elle fait de l'informatique non pas une pratique, ni une industrie, ni même un concept, mais une science. Si bien que la formulation de "la science informatique", devrait s'entendre comme "la science de la science du ..." : ce qui ferait de la science informatique une épistémologie (science de la science). Il faudrait alors que les enseignants en science informatique se tiennent, en francophonie, pour des enseignants en épistémologie. Position qu'ils récusent pour la plupart ; Ils enseignent l'informatique entendue comme "la science du traitement...", et non la science de cette science.

(5) Cet article de définition fut réédité, quinze ans plus tard, en 1978, dans un numéro anniversaire de la revue "Informatique et Gestion", revue qui disparu à son tour peu après pour des raisons qui mériteraient d'être comtées pour éclairer l'histoire de "l'emprise de l'Informatique" francophone. On y reconnaîtrait sans doute une sorte de sursaut positiviste des responsables de l'industrie informatique française. Les historiens de l'AF CET et de l'AFIN seraient bien inspirés en étudiant cette réaction d'effroi des institutions de la technoscience informatique et télématique devant les initiatives spontanées des citoyens attentifs à ce curieux mariage de l'Informatique et de la Gestion.

Définition qui crée une difficulté considérable pour définir la place de cette "science du traitement rationnel de l'information" par rapport aux autres disciplines scientifiques : Il n'y a aucune case disponible dans le tableau synoptique des sciences d'Auguste Comte (qui sert aujourd'hui encore de classification de référence pour toutes les Académies, Universités et Ecoles), permettant de ranger une telle "*science du traitement rationnel de l'information*". Toutes les autres disciplines assureront bien sûr qu'elles ont elle aussi, depuis toujours, vocation à "*traiter rationnellement l'information*", contestant par la même à une nouvelle discipline le droit de faire ce qu'elles font déjà !. Jacques Arzac tentera de trouver une faille dans cette position en assurant qu'il doit être possible de disjoindre le signe (l'information) et la signification (la connaissance). Mais comme il ne peut empêcher que la seule identification d'un signe entraîne la signification minimum "*ceci est un signe*", cette disjonction s'avère impraticable en théorie et plus encore en pratique : distinguer zéro et un, c'est déjà postuler que zéro et un ne "signifient" pas la même chose, et donc que chacun de ces deux signes est significatif. En outre, la pratique du "traitement rationnel des signes", est depuis longtemps le domaine quasi réservé des mathématiques et de la logique formelle et depuis peu, de la sémiologie. Disciplines honorables et fort bien institutionnalisées, qui ne trouvent en elle même aucune raison pour céder leur place à cette "nouvelle science informatique" qui se fait jusqu'ici plus remarquer par ses manifestations industrielles ou domestiques que par le sérieux de sa scientificité : Au mieux l'entendront-elle comme une sous-discipline sans autonomie propre, utile surtout pour justifier des subventions de recherche d'un montant très supérieur à ceux auxquelles ces disciplines traditionnelles étaient jusqu'ici accoutumées.

Les quelques textes de références par lesquels les institutions scientifiques françaises "établiront" une discipline informatique autonome tenue pour enseignable seront sans ambiguïté : La science informatique s'y définit volontiers par "*le mariage de la logique formelle et du fer à souder*", autrement dit par la juxtaposition de cours de logique et de cours d'électronique ; Enseignements auxquels on ajoutera des cours de programmation ⁽⁶⁾ : sans apparemment s'interroger beaucoup sur le statut épistémologique de cette curieuse discipline... qui n'en est peut-être pas une ? "*Jusque vers 1972, écrira J. Arzac en 1987, j'ai enseigné les langages de programmation. Mais il m'est apparu que je faisais fausse route, l'important n'est pas les mots que l'on écrit, mais les idées... Dès lors je me suis progressivement éloigné d'un enseignement formel, à base de grammaire et de théorie, pour essayer d'atteindre la signification profonde des activités de programmation. Le sens, pas la forme... et il me paraît évident que*

(6) En juin 1983 paraissait un "rapport final représentant l'opinion de l'ensemble des membres de la mission instituée par les ministres de l'Industrie, de la Recherche et de l'Education Nationale", proposant aux pouvoirs publics une politique de recherche et d'enseignement en Informatique, connu sous le nom de son principal rédacteur, le Pr. Maurice Nivat. Ce dossier fit l'objet de louanges multiples et son rédacteur fut sur le champ élu membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, ce qui assura définitivement le crédit politique de son étude. Six ans plus tard, les uns assureront que c'est parce que les recommandations de ce rapport n'ont pas été vraiment suivi d'effets que la situation de la science informatique française n'est toujours pas brillante ; et les autres, dont je suis, prétendront que c'est précisément parce que ces orientations ont été vaille que vaille mises en oeuvre !. L'important est sans doute ailleurs : Ce rapport Nivat constitue un constat de carence épistémologique explicite (la "science informatique" passible d'enseignement et de recherche, n'est toujours pas définie : "Ni une science, ni une discipline, ni une philosophie... la rencontre accidentelle de la logique formelle et du fer à souder..." pour reprendre une formule de M. Bloch). L'intéressant, pour les historiens de l'emprise de l'informatique en francophonie dans les années 70/80, tient au fait que ce constat de carence, pourtant explicitement argumenté, ne fut en aucune façon entendu : "Jacobin je suis, Jacobin je reste" fut la seule réponse de M. Nivat à la lecture d'une discussion critique que je lui proposais de son rapport. Quelques pages de cette discussion que j'avais rédigée fin 1983, furent publiées par la revue "Terminal 19/84", n° 18, Mars 1984, pp. 11-12, et un très bref condensé d'une page dans "la lettre de l'AILF" sous le titre "L'informatique en anglais, en français.. ou en liberté" (Mars 1984, p. 10) voir aussi le débat publié par AFCET. Interfaces n° 21, juillet 1984 pp. 25-27, sous le titre : "La Science Informatique, une incantation ou une démonstration ?"). Le texte complet de cette discussion est disponible dans la série des notes du GRASCE (CNRS 935), Université d'Aix-Marseille III, sous le titre "Sur l'enseignement et la recherche en informatique, pour l'informatisation de la société" (NR GRASCE 83-07 Septembre 1983 - J.L. Le Moigne).

"l'informatique n'y a pas accès..." (J. Arzac, 1987 - p. 231). Peut-on, dès lors, considérer qu'il s'agit d'un enseignement de l'informatique, si l'on considère que l'informatique n'a pas accès à ce dont on parle ? La plupart des autres enseignants francophones en informatique, n'auront pas ses scrupules : ils enseignent sans état d'âme la programmation et ses langages. Mais ils ne répondront guère au citoyen qui les interrogera sur la légitimité épistémologique de cet enseignement, se satisfaisant de l'usuel pragmatisme : "Puisque ça marche !...". Ils autoriseront ainsi à leur insu quelque procès d'intention en charlatanisme dont ils auront souvent du mal à se défendre : Faute précisément d'une réflexion épistémologique approfondie sur leur discipline préférée. Ne leur suffit-il pas de se référer à leur discipline d'origine, mathématique, logique ou (rarement) sémiologie pour disposer des cautions épistémologiques qu'on leur demande ?

Mais alors, pourquoi revendiquer une science informatique autonome et enseignable ? Ne suffit-il pas d'enseigner une mathématique appliquée, telle que l'analyse numérique, ou une logique appliquée telle que l'électronique, ou une linguistique appliquée, telle que les grammaires des langages de programmation ?.

Il faut revenir à la définition de l'Informatique "arrêtée" par l'Académie Française pour souligner une autre de ses ambiguïtés qui va induire de nouvelles confusions compromettant l'emprise épistémologique de la science informatique : En spécifiant que les informations que traite l'informatique relève des "*domaines techniques, économiques et sociaux*", la définition implique que les contenus sémantiques de l'information importent (J. Arzac, 1971, p. 50, verra bien le danger de cette disposition pour sa propre thèse, mais il le négligera. Elle implique aussi que l'informatique ne devrait pas être concernée par le traitement des informations relevant d'autres domaines sémantiques, tels qu'archéologie, astronomie ou biologie. Restriction manifestement inacceptable, tant en théorie qu'en pratique. Mais par la priorité symbolique que cette définition officielle apportait à la science informatique entendue en référence aux pratiques industrielles et socio-économique, elle va ostensiblement cautionner un désintérêt culturel pour le sérieux épistémologique de cette bien curieuse "nouvelle science". Inattention propre, semble-t-il aux cultures francophones, qui affecte encore la visibilité de l'emprise de l'informatique : technoscience malgré elle par son apparence technico-économique, plutôt que pure science?

Cette interprétation de l'informatique se définissant d'abord comme une technoscience va sans doute être renforcée subrepticement en Francophonie par l'identification du "ordinateur" ou de "la machine computante" ("computer" et "computing machine" en anglais) : Les français sont habituellement très fier d'avoir su créer et adopter le néologisme "ordinateur" pour identifier ces curieuses machines qui nous arrivaient d'Outre-Atlantique et d'Outre-Manche dans les années cinquante. La lecture de la définition détaillée établie en 1957 par J. Perret à l'intention d'un constructeur de "computers" soucieux de placer son produit en France en le différenciant des "calculateurs" (fourbes et dissimulateurs !) et des calculatrices électromécaniques performantes alors en vogue, mérite d'être reproduite :

Ordinateur : calculateur électronique doté de mémoires à grande capacité et de moyens de calcul ultra-rapides, pouvant adapter son programme aux circonstances et prendre des décisions complexes.

On peut s'étonner que J. Arzac n'aie pas fustigé cette définition que reprennent tous les dictionnaires : sans doute n'a-t-il pas eu l'occasion de la lire ; car elle implique que ce calculateur soit capable d'associer le signe et le sens pour "comprendre" les situations appelant adaptation et pour "concevoir" des décisions complexes !. Mais même en tenant pour indissociables les signes et leurs significations, il est peu probable que le citoyen se satisfasse d'une telle définition d'une machine destinée à manipuler des symboles. A la lettre elle est même inacceptable, sauf si l'on souhaite désigner ainsi "Big Brother". Quelle importance, objectera-t-on puisque personne ou presque ne prête attention à cet aspect de la définition ? Peut-être pourtant faut-il s'interroger sur l'emprise du symbole ordinateur dans nos cultures contemporaine ? Ne peut-on prétendre

que si les enseignants-chercheurs francophones en sciences informatiques manifestaient une attention vigilante au sérieux épistémologique de leur discipline, ils auraient du depuis longtemps attirer l'attention de leurs contemporains sur les effets pervers latents de cette définition officielle d'un des symboles les plus patents de l'emprise de l'informatique ?

Dans une profession où chacun se plaint si volontiers de l'abondance des charlatans, ne faudrait-il pas s'assurer avec une "*rigueur obstinée*" des conditions qui garantissent le sérieux scientifique des discours par lesquels on sépare "*l'ivraie du bon grain*", rigueur que permet communément la construction réfléchie des définitions que l'on associe aux néologismes par lesquels on souhaite innover. La communauté scientifique informatique francophone ne peut-elle être accusée de laxisme à la lecture scrupuleuse des définitions de ses concepts fondateurs ? Le mot laxisme paraîtra trop fort, d'autant plus que rares sont les scientifiques francophones qui se réfèrent consciemment à ces définitions : leurs références sont, quasi spontanément, anglo-saxonnes. Mais ce laxisme ne révèle-t-il pas une inculture épistémologique sur laquelle le citoyen peut à bon droit interroger le scientifique ? Comment les cultures scientifiques pourront-elles imprégner la culture-tout-court si "*les mots pour les dire*" trahissent le discours ?

La science informatique : du roseau pensant à la machine pensante ?

L'emprise de l'informatique sur l'épistémologie et donc la culture contemporaine ne peut certes être évaluée en référence aux seules apparences de l'informatique francophone : Les concepts, les cultures, les pratiques, les institutions par lesquelles se manifestent aujourd'hui l'emprise de l'informatique se sont, pour l'essentiel, développés dans les cultures anglo-saxonnes ; Aussi importantes que soient les contributions germanophones, russes, japonaises, hispaniques ou francophones aux développements industriels, scientifiques ou organisationnels des "Nouvelles Technologies de l'Information" (NTI, (7)), chacun sait qu'elles ne sont, au vingtième siècle, assimilées et interprétées que dans le creuset anglo-saxon qui les intègre avec une vitalité exceptionnelle. Si l'on veut identifier les fondements épistémologiques des sciences du traitement de l'information pour évaluer leur contribution à l'emprise contemporaine de l'informatique, n'est-ce pas dans ce creuset anglais puis nord-américain qu'il faut les chercher ?

Une histoire succincte de la progressive émergence des sciences de la computation depuis un siècle et demi révèle peut-être en contre-point, quelques maturations épistémologiques susceptibles de laver durablement ces nouvelles sciences des soupçons de charlatanisme, soupçons qu'étaient tant de manifestations visibles de l'emprise de l'informatique dans nos sociétés et dans nos académies. Soupçons qui autorisent aussi tant de condamnations moralisatrices au nom d'une vertu qu'outragerait la moindre allusion à la métaphore du "*Roseau pensant*"...(8) dès lors qu'on ne la réserverait plus exclusivement aux mammifères qui s'auto-déclarent "dotés d'une âme".

(7) L'émergence, depuis quelques années du sigle NTI (en anglais N I T), pour désigner ce que l'on désignait hier par l'informatique, est peut-être révélateur de la faiblesse socio-culturelle et épistémologique d'un néologisme devenu fourre-tout : A la fois industrie, science et pratique, mais aussi télématique, bureautique, productique, connectique, vidéomatique... sans pourtant englober aisément encore la photocopie, la télécopie, l'archivage électronique et l'image de synthèse !...

(8) Dire d'une machine computante qu'elle peut manifester des comportements symboliques de type "intelligent", autrement dit, accepter l'hypothèse d'une "machine pensante (ou d'un roseau pensant ?) suscite habituellement une rage étonnante chez quelques discoureurs qui font professions de gardiens des temples de la vraie pensée et de la vraie raison. Le prototype de ces discoureurs est H. Dreyfus (1972-1979. Traduction française 1984). Pour un examen de cette thèse, je renvoie volontiers au dossier ironiquement intitulé "L'affaire Dreyfus" que publie P. Mac Corduck dans sa remarquable histoire de la science de la computation et de l'intelligence artificielle : "Machine who think", 1979 (pp. 180-207). Emprise de l'informatique ? : On peut se demander pourquoi les éditeurs de la traduction française du pamphlet de H. Dreyfus n'ont pas publié en complément la traduction de ce chapitre ?

Pour l'historien ou pour le philosophe des sciences accoutumé à la description évènementielle de la genèse des disciplines, il apparaît que la science informatique, science du traitement de l'information, est une discipline incidente dont la légitimation épistémologique est complètement exogène : Certes on conviendra que l'œuvre de Babbage (1792-1871) et celle de Boole (1815-1864) sont indiscutablement œuvres de pionniers, et l'on regrettera qu'elles aient tant tardé, surtout la première, à pénétrer dans nos académies. Mais l'un et l'autre furent mathématiciens réputés en leurs temps, et quasi contemporains du père des épistémologies positivistes, A. Comte (1798-1857). Leur production scientifique est en conséquence postulée garantie dans ce référentiel quasi universellement accepté. Ch. Babbage n'était-il pas manifestement inspiré par les Saints Simoniens français, se référant volontiers à Condorcet, "*positiviste avant la lettre*" si l'on en juge par les nombreux polytechniciens qu'il fréquentait et admirait dans les années 1820-1830.

Quelque soit l'originalité de ses œuvres (mais qui lit assez Ch. Babbage, un siècle après sa mort, pour vérifier l'exceptionnelle originalité scientifique de ses contributions ⁽⁹⁾ ?), elles ne sont pas présentées comme constituant une "*révolution scientifique*" et appelant un changement de paradigme⁽¹⁰⁾. Au mieux, elles illustrent la cohérence des épistémologies positivistes : "*La science mathématique... est la vraie base fondamentale de toute philosophie naturelle... Nous verrons qu'il faut la diviser en deux grandes sciences : la mathématique abstraite ou le calcul,... et la mathématique concrète qui se compose... de la géométrie... et de la mécanique rationnelle*", assurait déjà A. Comte dès 1828⁽¹¹⁾. En concevant une machine, *mécanique*, capable d'exercer des *calculs* algébriques, Ch. Babbage contribuait au développement de la mathématique, peut-être plus remarquablement que ne le percevait ses contemporains, mais il ne suscitait pas de novation épistémologique. Au moins sur le champ.

Lorsqu'au début du XX siècle, les "Principia Mathematica" de Russell et Whitehead consacrèrent le transfert, annoncé par A. Comte, de l'Épistémologie à la Mathématique par l'anoblissement de la logique qui, par eux, devenait mathématique, le statut de la sous-discipline appliquée qu'avait encore la *science du calcul* sembla définitivement confirmé. Il ne semble pas qu'aucun des grands épistémologues qui allaient dans la première moitié du XX siècle, s'interroger sur la légitimité des positivismes, (P. Valéry, E. Husserl, G. Bachelard,...), ait eu l'occasion de percevoir le potentiel novateur de la trop jeune science du traitement de l'information. Était-elle même identifiable ? Babbage entrevoyait sans doute une "*science des machines*" que J. Lafitte allait tenter de conceptualiser vers 1920⁽¹²⁾, mais on ne voyait là que mathématiques appliquées aux machines voire aux calculs. Ce n'est qu'en 1936 que paraîtront les textes dont on déclarera vingt ans après qu'ils sont fondateurs d'une science du traitement de l'information : La thèse d'A. Turing, dont le logicien Post percevra très vite l'importance potentielle, ("*La machine de Turing*") et les mémoires de maîtrise des jeunes C.E. Shannon et H.A. Simon : L'un et l'autre ont vingt ans en 1936 et l'on ne comprendra que quinze ans plus tard le caractère novateur des questions que posaient ces "jeunes turcs" et des styles des premières réponses qu'ils proposaient.

⁽⁹⁾ L'œuvre de Ch. Babbage mérite certainement d'être mieux explorée, en Francophonie en particulier. H.A. Simon et A. Newell soulignaient dès 1958 que ce pionnier de la science de la computation fut aussi le pionnier de la recherche opérationnelle et des sciences de gestion... On peut consulter utilement la biographie de A. Hyman, qui publie en particulier quelques planches étonnantes de "l'Analytical Engine" et quelques pages prémonitoires décrivant... ce que nous appelons aujourd'hui une machine de Von Neuman, rédigées le 26 Décembre 1837 !.

⁽¹⁰⁾ On a reconnu le concept de paradigme défini par T.S. Kuhn dans "la structure des révolutions scientifiques" (1963-1973). On aurait pu tout aussi bien parler de "discours de la méthode" au sens où l'interprétait G. Bachelard dès 1934.

⁽¹¹⁾ Auguste Comte : Cours de Philosophie Positive 1830 (tome I), pp. 197-198 de l'édition Le Verrier - Classiques Garnier.

⁽¹²⁾ J. Guillerme a réédité en 1972, avec une intéressante préface, un curieux ouvrage intitulé "Réflexions sur la science des machines", du à un architecte et ingénieur J. Lafitte ; rédigé en 1911-1919, il fut publié une première fois en 1932.

A. Turing montrait que l'on pouvait théoriquement re-produire un raisonnement à l'aide d'une machine capable de "traiter" des artefacts appelés "symboles", susceptibles d'être portés et individualisés sur les cases d'un ruban de longueur infinie : machine capable d'exercer quelques fonctions exécutables en se référant à quelques "règles" : lire, brancher, combiner, effacer, écrire...

C. Shannon montrait que l'on pouvait reproduire le traitement d'un système "logique" écrit en algèbre de Boole à l'aide d'un circuit électrique connectant des relais électromagnétiques et permettant ainsi de procéder "numériquement", par "analogie" avec la résolution d'équations booléennes.

H.A. Simon montrait que la détermination des décisions prises par les acteurs humains dans une organisation, était élaborée par l'usage intelligible de la raison, mais n'était que rarement le résultat d'un "calcul logique" ou déductif formellement vérifiable : entre la décision aléatoire et la décision calculée, se manifeste un immense entre-deux au sein duquel s'élaborent, ou se délibèrent, par l'exercice reproductible de la raison, des décisions "réfléchies" et tenues pour "pertinentes", montrables plutôt que démontrables.

On n'évoque pas encore assez souvent le fait que dès 1939, A. Turing eut à participer à la conception d'une "machine à computer des symboles" qui automatisait les raisonnements cryptographiques : Le décryptage des codes ENIGMA utilisés par les armées allemandes : La cryptographie allait bientôt devenir une discipline scientifique de plein droit... : sous- discipline de la science mathématique ? ou de la logique ? ou de la linguistique ? ou de la sémiologie ? Le biographe d'A. Turing (13) insiste à juste titre sur l'influence qu'eut cette entreprise sur l'évolution de la pensée du fondateur quasi officiel de la science du traitement des symboles... ou de l'information. Il insiste moins en revanche sur l'importance de la rencontre d'A. Turing et de C. Shannon dans les laboratoires de la Bell aux U.S.A. au début de 1943. Ce fut sans doute à cette occasion que se développèrent les premières conversations qui engendrèrent l'idée d'une production "artificielle" d'intelligence par la manipulation de symboles. Des machines capables de computer des symboles ("computing machines"), et pas seulement de "calculer numériquement des nombres" ("calculatrices arithmétiques"), et par là de jouer correctement aux échecs, d'apprendre, de raisonner sur des signes significatifs. Le projet d'un "Automatic Computing Engine", A.C.E., lancé par la Grande Bretagne dès 1945, devra beaucoup aux concepts fondamentaux proposés un siècle auparavant par Babbage (la distinction entre les fonctions de computation et de mémorisation, en particulier) et à la passion d'inventeur qui lui consacra A. Turing. Beaucoup plus sans doute qu'aux concepts que mettait en œuvre les premières "calculatrices" américaines dans les mêmes années calculatrices numériques puissantes et rapides que les historiens de l'informatique privilégient sans doute trop exclusivement (EDVAC, MARK I, ENIAC...), évaluant malaisément encore l'originalité épistémologique d'une machine conçue pour "produire automatiquement des raisonnements" au lieu d'"exécuter automatiquement des calculs numériques".

Y-a-t-il une place pour la cybernétique dans le tableau synoptique des sciences positives ?

L'histoire officielle de la naissance des "sciences du ordinateur" (computer sciences) est trop familière pour qu'on l'évoque à nouveau. Elle se cristallise autour du concept de "machine de Von Neuman, à programme enregistré". Un concept de machine à calculer entendu comme une machine de Babbage non plus mécanique mais électronique : En un siècle, le progrès

(13) Andrew Hodges : "Alan Turing, the enigma" - (1983). L'ouvrage devrait être traduit prochainement en français.

conceptuel peut sembler mince, si le progrès technique est patent et le progrès industriel... prévisible !.

La réputation de mathématicien de J. Von Newman était depuis longtemps acquise; dès lors l'image d'une science de la computation automatique entendue comme une sous-discipline de la science mathématique semblait ainsi confortée vers 1950...au moment où la Grande Bretagne abandonnait le projet A.C.E. (lequel sera pourtant à l'origine de l'industrie informatique anglaise, mais... ceci est une autre histoire).

Puisque les assises de la science mathématique sont alors par définition, assurées par le positivisme, on comprend que les historiens et philosophes des sciences n'aient pas paru particulièrement concernés ni même intéressés par l'apparition de cette nouvelle discipline. Il faudra attendre les années soixante, et le développement de ce qui semble alors être une sous-discipline marginale, l'Intelligence Artificielle, pour que l'on commence à diffuser quelques rares études sur le statut épistémologique de la "science des ordinateurs".

Une observation plus attentive du bouillonnement des idées qui vont susciter l'émergence, entre 1936 et 1956, et plus spécifiquement entre 1943 et 1948, de la science de la computation, va pourtant suggérer quelques ré-interrogation proprement épistémologiques importantes et difficiles : La triste histoire de la phrénologie nous le rappelle : une "nouvelle science" gagne toujours à ne pas tenir pour acquis ses propres fondements épistémologiques. "*Rien n'est donné, tout est construit*" rappelait G. Bachelard dès 1938, dans "la Formation de l'esprit scientifique".

C'est en effet aux alentours des années 1946 qu'apparaît en Amérique du Nord, l'expression "science du computer" pour désigner une discipline dont l'autonomie et les frontières sont encore très imprécises. "*Que deviennent les frontières de la science*", s'interrogeait W. Weaver en 1947 (14), en présentant deux nouvelles disciplines qu'il n'osait pas encore nommer : l'une traitant des "*appareils électroniques calculants*" ("electronic computing devices"), l'autre de "*la Recherche opérationnelle et des sciences de gestion*" (opération analysis) ? Dans ces mêmes années l'éminent mathématicien N. Wiener, coopérant étroitement avec un neurologue A. Rosenblueth et avec le jeune ingénieur électronicien J. Bigelow, conceptualise une "nouvelle discipline qu'il appelle *la science de la communication et de la commande*, ou encore *la cybernétique*" (15). Quasi simultanément, C. Shannon publie "*la théorie mathématique de la communication*" dont W. Weaver perçoit aussitôt l'extrême originalité épistémologique : La longue et riche introduction critique qu'il rédige pour présenter et diffuser les 23 austères théorèmes établis par C. Shannon constitue sans doute, une des premières pièces du dossier "*fondements épistémologiques*" de ces nouvelles disciplines dont il entrevoit l'originalité (16). Des disciplines qui ne se définissent pas par un "*objet positif*" (ou "réel"), mais par un "*projet conceptuel*" qui n'a d'autre réalité que son image culturelle : la communication, la commande (le "control" anglo saxon), entendus indifféremment dans les systèmes naturels et dans les systèmes artificiels, l'information, l'organisation, le système... et la computation symbolique.

(14) W. Weaver : "Science and complexity", dans "American Scientist", vol. 36, pp. 536-544, 1948. On doit à Edgar Morin d'avoir souligné l'importance épistémologique de cet article presque prémonitoire publié initialement dans un recueil collectif en 1947.

(15) "Cybernetics or Control and Communication in the animal and in the machine" paraît pour la première fois à Paris (chez Herman) en 1948, puis aux USA (MIT Press). La seconde édition, qui inclut une importante préface et deux chapitres sur l'auto-organisation, est de 1961.

(16) "The mathematical theory of Communication" de C.E. Shannon et W. Weaver paraît pour la première fois en 1949, reprenant l'article de C. Shannon publié en 1948. La traduction française, publiée en 1975, inversera significativement les noms des auteurs : "W. Weaver et C. Shannon", à l'initiative sans doute du préfacier, A. Moles.

Le "*tableau synoptique des sciences*" que fonde depuis plus d'un siècle le positivisme, n'autorise aucune rubrique pour ces nouvelles disciplines qui se définissent comme des inter-sciences et qui ne se reconnaissent plus par leur objet mais par leur projet de connaissance. L'article initial de C. Shannon pouvait peut-être être classé dans la rubrique "mathématique" du tableau synoptique ; Le livre de C. Shannon et W. Weaver intitulé "la théorie mathématique de la communication" ne le pourra plus : Les questions et les interprétations de W. Weaver (qui redécouvre, peut-être à son insu la typologie du sémiologue Ch. Morris⁽¹⁷⁾) font de cette théorie une science a-normale pour une épistémologie positiviste. Et comme la théorie de la communication va s'avérer être principalement une théorie du codage (à fin de transmission) on devra peu à peu convenir que la théorie de la codification est partie prenante de la théorie de la computation qui se développe depuis le début des années quarante : on a souligné l'importance symbolique de la rencontre d'A. Turing et de C. Shannon début 1943.

Même si nul n'en convient explicitement, la science des machines computantes ne trouvera pas de légitimité épistémologique au sein du positivisme alors régnant. Les institutions mathématiques en seront très conscientes, et elles attendront près de vingt ans en Amérique et près de trente ans en Europe pour se résigner à la reconnaissance d'une science de la computation indépendante de la science mathématique. Le diagnostic de la légèreté des fondements épistémologique des "nouvelles sciences" qui émergeaient dans un foisonnement étonnant à la fin des années quarante⁽¹⁸⁾ avait déjà été formulé, également en 1943 par Norbert Wiener, mathématicien éminent au M.I.T., et par le jeune H.A. Simon, qui soutenait sa thèse en économie politique à l'Université de Chicago. Ni l'un, ni l'autre n'étaient alors directement concernés par le développement de la science de la computation en tant que telle, mais leurs recherches sur la commande automatique, pour le premier, et sur la décision organisationnelle pour le second, relevaient manifestement du même terreau épistémologique : quelques années plus tard, on ne saura plus aisément différencier la cybernétique (N. Wiener, 1948), de la science de la computation, ni cette dernière de l'intelligence artificielle, voire de la science de la décision (H.A. Simon, 1956 et 1959).

Ne faut-il pas a-posteriori saluer l'audace épistémologique de N. Wiener publiant en 1943 un article, manifeste qui proclame ostensiblement *une révolution scientifique* : "*Comportement, Intention et Téléologie*" paraît dans la revue "Philosophy of Science"⁽¹⁹⁾ et se présente comme une étude épistémologique rédigée par trois scientifiques très différents réfléchissant "de l'intérieur" de leur discipline (une discipline qui n'existe pas encore officiellement, puisque "Cybernetics" ne paraîtra qu'en 1948 !) : un mathématicien, un neurologue et un électronicien proclamant l'éminence du concept de *Téléologie* dans le raisonnement scientifique et sa différence délibérée avec le concept de *causalité*, jusqu'alors dogme sacro-saint des épistémologies positivistes. En prononçant le mot tabou de "finalité" dans le discours scientifique, N. Wiener aurait dû s'attirer les foudres de toutes les institutions scientifiques ; Son autorité, fondée sur sa réputation de mathématicien éminent, sans doute le protégera. La stratégie classique de la conspiration du

(17) Le rapprochement de la typologie de W. Weaver avec celle de Ch. Morris a été proposé par R. Pagès dans son article "communication (sociologie de)" publié dans l'Encyclopédia Universalis (1972). On a interprété cette typologie dans une étude épistémologique intitulée "Information, Communication et Culture, le plus étrange des problèmes..." publié par T.I.S. vol. I, n° 2, pp. 11-33 - 1989.

(18) On a souligné ce foisonnement de "nouvelles sciences" vers 1948-1950 (sciences de la communication, de la commande, de l'information, de la computation, de la gestion, de l'organisation, etc...) dans une étude intitulée : "Les nouvelles sciences sont bien des sciences", publiée dans la Revue Internationale de Systémique, 1987, vol. I, n° 3, pp. 295-318.

(19) L'histoire de cet article et celle de sa traduction en français sont intéressantes pour guider les interprétations épistémologiques. Cet argument est discuté dans "Actualité de la téléologie, concept scientifique par excellence", de A. Demailly et J.L. Le Moigne, dans la Revue Internationale de Systémique, vol I, n° 2, pp. 239-246, 1987.

silence s'avéra probablement plus judicieuse⁽²⁰⁾. On doit pourtant s'étonner de l'inattention de la communauté des épistémologues et philosophes des sciences, qui s'intéressera à cet article, sans souligner son caractère provoquant pour les positivistes.⁽²¹⁾

Témoignage sans doute de la difficulté de toute réflexion épistémologique à s'élaborer à l'extérieur des sciences, que soulignait J. Piaget.

L'audace d'H.A. Simon soutenant sa thèse en 1943 est peut être moins ostensible que celle de N. Wiener : On ne la reconnaît qu'a posteriori, lorsqu'on s'interroge sur les origines d'une recherche qui deviendra visible dans les champs de l'informatique et des sciences de la computation quelque dix ans plus tard, avec l'émergence de l'Intelligence artificielle en 1956, des sciences de la décision organisationnelle en 1960 et des sciences de la cognition en 1975. Les questions que pose dès 1943 H.A. Simon ont pourtant une portée épistémologique essentielle : *"Les décisions peuvent être « bonnes » mais elles ne peuvent être « correctes » ou « vraies »"* ⁽²²⁾. Ne peut-on pourtant étudier scientifiquement les processus d'élaboration des décisions ? Répondre oui, n'est-ce pas restaurer la formalisation des finalités dans le raisonnement scientifique ? L. Frey aura raison de conclure (en 1984) ses réflexions sur la contribution de H.A. Simon par la formule : *"H.A. Simon ou la réhabilitation du Finalisme"* ⁽²³⁾.

On est surpris, a posteriori par la concomitance de ces deux remises en question de l'axiome causaliste consubstantiel à toutes les épistémologies positivistes, néo et post-néo-positivistes : remises en question issues de deux familles d'expériences scientifiques quasi indépendantes, bien qu'elles se soient presque fusionnées dans leurs premières années vers 1948 (H.A. Simon a rappelé avec émotion les collègues invisibles au sein desquels se développaient alors une exceptionnelle fermentation intellectuelle⁽²⁴⁾) ; Remises en question qui se ré-autonomiseront dès 1950, donnant naissances à deux paradigmes plus concurrents que complémentaires qui vont peu à peu s'instituer en fondements épistémologiques rivaux, fondements sur lesquels la science de la computation (et donc la science informatique) pourrait légitimement s'édifier. L'un et l'autre endogène, né au sein de cette nouvelle science et se développant par elle. On prend bien sur le risque de caricaturer une histoire complexe en la présentant en deux volets quasi antagoniste. Mais puisque notre propos ici est d'identifier les quelques lignes de force autour desquels s'organisent les emprises épistémologiques de l'informatique (et de ses consœurs "nouvelles sciences"), il faut sans doute forcer le trait et accuser les thèses en présence. L'interprète, ici le lecteur, sait reconnaître l'ambiguïté des personnages derrière la brutalité de leur caricature.

Les deux histoires épistémologiques de la jeune science informatique

Le paradigme cybernétique va très spontanément donner naissance à un *paradigme neuro-cybernétique*, qui constituera le creuset au sein duquel se développe aujourd'hui le *connexionnisme* : Si, désormais nous parlons volontiers d'ordinateurs ou de computeurs conçus

⁽²⁰⁾ Sept ans après sa parution, en 1959 le mécanicien R. Taylor contestait timidement le droit d'utiliser le concept d'intention (Purpose) "d'essence humaniste plutôt que scientifique". Son article est repris dans le recueil de Buckley (1968). Il ne semble pas que ce débat ait été repris depuis, sinon indirectement par J.P. Dupuy et H. Atlan qui contestent la fidélité de la traduction de "purpose" par "intention". Voir le cahier n° 7 du CREA : "Histoires de cybernétique" (1985, p. 101) et H. Atlan (1986, p. 153).

⁽²¹⁾ G. Canguilhem fera publier, en 1961, une traduction de cet article dans "Etudes Philosophiques" (n°2, 1961) sans attirer l'attention des épistémologues sur le caractère passablement provoquant de cet appel à la téléologie dans le discours scientifique de l'époque.

⁽²²⁾ H.A. Simon, dans sa "Conference Nobel" : "Rational Decision - making in Business Organizations" (1978) ; publié dans "Models of Bounded Rationality", 1982, pp. 474-494.

⁽²³⁾ L. Frey dans une des post-faces à "Sciences de l'Intelligence, Sciences de l'Artificiel, avec H.A. Simon", sous la direction de A. Demailly et J. L. Le Moigne, 1986.

⁽²⁴⁾ Voir A. Demailly et J.L. Le Moigne (Ed.), "Sciences de l'Intelligence, Sciences de l'Artificiel", 1986, p. 30.

comme des *réseaux neuronaux* ou des réseaux d'automates programmables, c'est sans doute parce que W. Mc Culloch et W. Pitts avaient publié en 1943 (1943, une fois encore) un article intitulé "*un calcul logique des idées immanentes dans l'activité du système nerveux*" publié dans un bulletin de biophysique mathématique⁽²⁵⁾. Sans remettre en cause le sacro-saint principe positiviste de la causalité, il se libérait seulement de son interprétation réciproque ("les mêmes effets sont toujours engendrés par les mêmes causes") et il proposait un modèle du "cerveau pensant" réductible à des séquences temporelles de calculs booléens. Cette non-réciprocité (on dira bientôt : non-linéarité, ou circularité) de la causalité pouvait s'exprimer par le modèle cybernétique du feed-back, lequel pouvait être mis en œuvre par l'instruction de branchement d'une machine computante (la "boucle de programme"). Un programme de recherche s'amorçait dès lors, qui eut ses grandes heures (le symposium HIXON en 1948, le Perceptron de Rosenblatt en 1961...), sa traversée du désert, autour des années soixante dix, et son retour triomphal sous la forme du connexionnisme, dans les années quatre vingt. Les prémices téléologiques de la cybernétique semblent quasi oubliés : Les nombres, comme la logique déductive, sont tenus pour des phénomènes naturels et donc "vrais" : modèles immanents de toute causation. Les épistémologies positivistes ici sont à leur aise. Elles cautionnent en effet cette science de la computation qui se présente comme une forme originale de la mathématique. Boole disait de son algèbre qu'elle décrivait "*les lois (positives) de la pensée*"⁽²⁶⁾. Les théories connexionnistes du calcul généralisent l'algèbre de Boole mais ne remettent pas en question ses prémices. Lorsque, au début des années quatre vingt, ce connexionnisme donnera naissance à un *cognitivisme* qui prétendra dépasser la science de la computation pour la prolonger par une science cognitive⁽²⁷⁾, sans remettre en question le positivisme fondateur, rares seront les informaticiens et les épistémologues à s'interroger sur cette emprise du positivisme.

Bien différente va être l'histoire du paradigme Simonien du "*Système de Traitement de l'Information*" ("Information Processing System"), que l'on peut présenter comme le *paradigme computo-symbolique*. Si aujourd'hui nous parlons volontiers d'Intelligence Artificielle, de système expert spécialisé ou de programmation déclarative des heuristiques, c'est peut-être parce qu'en 1952, H.A. Simon, réfléchissant sur le caractère téléologique des processus de décision, rencontra A. Newell à la Rand Corporation : En cherchant à simuler le comportement cognitif du contrôleur de navigation aérienne, ils se proposèrent de le représenter par un système de manipulation de symboles, autrement dit par une machine computante au sens de Turing. "Je pense - écrira H.A. Simon en 1984 - qu'il s'agit là d'une rupture fondamentale avec la cybernétique et la théorie de l'information... La nouvelle idée (en 1952) était que l'on pouvait construire une théorie de l'activité de l'esprit en terme de traitement d'information... ce ne sera que lorsque les neurophysiologistes seront assez avancés pour décrire comment le cerveau traite l'information (et cela semble encore bien lointain) qu'il sera possible de réduire les processeurs informationnels élémentaires à leurs équivalents neurologiques... Tout cela nous conduit à

(25) Cet article est repris dans W. Mc Culloch "Embodiments of mind", 1964, heureusement réédité en 1988.

(26) On ne s'est guère étonné de l'audace épistémologique de G. Boole publiant en 1854 "The laws of thought" : Dans une étude intitulée "Genèse de quelques nouvelles sciences : de l'intelligence artificielle aux sciences de la cognition", publiée dans le dossier de la nouvelle encyclopédie des sciences et des techniques, "Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'Intelligence" (1986), j'ai succinctement commenté ce "tour de passe-passe" sur lequel repose peut-être encore l'épistémologie de l'informatique ?

(27) L'identifiant "science cognitive" n'est-il pas révélateur du laxisme épistémologique qui caractérise trop souvent encore la science informatique ? Une science cognitive est "une science capable de connaître" : Est-ce vraiment l'objet de la science cognitive ? Elle se substituerait alors à toutes les sciences. En pratique, on souhaite édifier une discipline qui aie pour objet d'étude la cognition (ou "les processus de cognition"). Pourquoi dès lors ne pas l'appeler par son nom : "Science de la cognition" ? Ajoutons que la symétrie épistémologique des sciences de la cognition et des sciences de la communication serait ainsi plus intelligible. On me répond que ce sont les anglo-saxons qui sont responsables de ce laxisme : Mais nous contraignent-ils ? Nous avons été si fiers de les contrer en appelant "Science informatique" leur "science de la computation" alors qu'ils avaient forgé un néologisme pourtant épistémologiquement bien construit !

l'idée que l'intelligence, qu'elle soit enchâssée dans un être humain, dans un chien ou dans un ordinateur, peut être représentée par un système capable de traiter des symboles" (28) H.A. Simon et A. Newell découvraient la machine computante de Turing, découvraient aussi le concept d'heuristique que venait de forger G. Polya⁽²⁹⁾, autrement dit le concept de modèle de traitement finalisé de symbole reproductible ou programmable. Le premier programme "intelligent" (capable "d'inventer" un comportement téléologique) tournait en 1956⁽³⁰⁾ et la science de la computation devenait en même temps une science de la symbolisation : comment un système produit-il et comprend-t-il "intelligemment" un symbole, artefact complexe par excellence, à la fois opérateur et opérande ? : cette nouvelle question va progressivement vriller la réflexion de la recherche en informatique, trouvant une première réponse dans la "conférence Turing" de H.A. Simon et A. Newell en 1975⁽³¹⁾ : *"Qu'est-ce qu'un symbole qu'une intelligence peut comprendre et qu'est-ce qu'une intelligence qui peut manipuler un symbole ?*. Cette nouvelle interrogation permet au moins de repérer la différence (sinon le progrès), suscitée par le paradigme computo-symbolique par rapport à son contemporain, le paradigme neuro-cybernétique : En 1961, quinze ans auparavant, W. Mc Culloch avait publié un article, synthétisant son propre itinéraire intellectuel, qu'il intitulait *"Qu'est-ce qu'un nombre qu'un homme peut connaître et qu'un homme qui peut connaître un nombre ?"* (32) .

Aux concepts "*positifs*" d'Homme et de Nombre, se substituent les concepts "*construits*" d'Intelligence et de Symbole : une nouvelle épistémologie prend corps ; La problématique computo-symbolique ne peut se légitimer dans une épistémologie positiviste puisque les énoncés qu'elle produit ne peuvent être tenu pour "vrais" en raison de leur conformité à une réalité naturelle. Ils peuvent être tenus pour bons, ou pertinents, en référence au caractère téléologique de la procédure par laquelle ils sont élaborés. L'esprit connaissant est celui qui sait qu'il connaît parce qu'il a projet de connaître et qu'il délibère les opérations par lesquels il connaît. Plutôt que de reproduire (vrai-faux) le réseau de neurone qui assure "la" bonne déduction, le programme de recherche computo symbolique va se proposer de produire des modèles simulables de systèmes de traitement intentionnels de symboles. Ces représentations construites permettant parfois de déterminer une ou des "bonnes réponses", intelligente, c'est-à-dire téléologiques.

H.A. Simon publiera, en 1969, une sorte de manifeste épistémologique d'une telle conception de la science de la computation, sous le titre *"les sciences de l'artificiel"*. Ce texte (qu'il complètera en 1981⁽³¹⁾) sera difficile à décoder dans la plupart des cultures occidentales peut-être parce qu'il ne se présente pas comme une alternative délibérée aux épistémologies positivistes. Il propose des fondements sans dire qu'il ne s'agit pas d'un nouvel appendice à ajouter au vieil édifice positiviste. Trop de lecteurs chercheront à se rassurer en ne l'entendant pas comme une remise en question, mais comme un cas particulier. C'est du moins l'interprétation que je formule pour comprendre la difficulté qu'a la science informatique à prendre acte de cette construction épistémologique qui la porte et qu'elle a engendré ?

(28) H.A. Simon dans "Sciences de l'Intelligence, sciences de l'artificiel", (coord : A. Demailly, J.L. Le Moigne) 1986, p. 34.

(29) Le concept d'Heuristique a été restauré par le mathématicien G. Polya dans un essai dont l'importance n'est pas assez souligné : "How to solve it", 1945.

(30) Il s'agit du "Logic Theorist", L.T. - L'histoire de ce programme et de la naissance de l'Intelligence Artificielle est racontée dans P. Mc Corduck (1979) et dans l'annexe historique de "Human Problem Solving" de A. Newell et H.A. Simon, 1972.

(31) A. Newell et H.A. Simon: "Computer Science as empirical inquiry: symbols and search". Communications of the ACM, March 1976, vol. 19, n° 5, pp. 113-126. S'il fallait retenir un seul texte pour proposer une construction épistémologique solide de la science informatique, c'est volontiers cet article que je proposerais en priorité. Si l'on m'en accordait un second, j'y ajouterai trois chapitres de "the sciences of the artificiel" (1969-1981 - Trad. françaises 1990).

(32) Article également repris dans W. Mc Culloch 1965-1988.

Construction locale bien sur, et inachevée. Mais construction alternative, projet cohérent d'une solide épistémologie sur laquelle peut se construire aujourd'hui une science informatique. Sans doute s'agit-il de la première manifestation de ce que W. Mc Culloch appelait, peu avant sa disparition, une "*épistémologie expérimentale*" (33), et que nous commençons confusément encore à entendre par *les nouvelles sciences de la cognition*. Construite non plus sur un *connexionisme* positiviste et donc scientifique mais sur un "*computationisme*" que l'on va désormais entendre constructiviste.

Sciences de la computation, sciences de l'artificiel... vers l'empire rhétorique

La complexité que nous identifions ainsi, au terme de cette trop rapide exploration des emprises épistémologiques de l'informatique, doit en effet s'interpréter dans son contexte: Le développement de la science informatique au fil des cinquante dernières années ne s'est pas manifesté dans un désert. D'autres nouvelles disciplines naissaient dans les mêmes années et nombre de vieilles disciplines se renouvelaient assez pour remettre en question leurs propres fondements épistémologiques. Immunologie, astro-physique, physique quantique, neurosciences, géo systèmes... nouvelles logiques, nouvelles rhétoriques, ... autant de "questions", de plus en plus manifestement pertinentes, aux épistémologies positivistes présumées fondatrices de ces disciplines.

Certes l'extrême inertie des institutions scientifiques masque encore l'intensité de ces remises en questions. Et le "Popperisme" est encore présenté comme l'ultime défense du post-positivisme, garantissant la démarcation entre les sciences et les pseudo-sciences(34). Aussi longtemps qu'elles apparaissaient comme seules légitimes, les épistémologies positivistes pouvaient, il est vrai, faire illusion.

Mais depuis que Jean Piaget a, en 1968, proposé et solidement argumenté la redéfinition d'un autre paradigme épistémologique, le *constructivisme*, au moins aussi riche d'histoire, la domination du positivisme apparaît de moins en moins indispensable. Le glissement culturel, certes, est encore très lent, mais nombreux sont les signes annonciateurs qui confirment ces transformations : Issus de l'expérience informatique, "les sciences de l'artificiel" de H.A. Simon (qui paraissent presque en même temps que l'encyclopédie "Logique et Connaissance Scientifique" par laquelle J. Piaget institutionnalisa le constructivisme à partir de 1968) proposent une *épistémologie de la conception* (the science of design) qui fonde les sciences de l'ingénierie ; Issus de l'expérience des sciences sociales, E. Morin propose, à partir de 1977 (35) une *épistémologie de la complexité* qui fonde les sciences de l'organisation. Issu de l'expérience de l'anthropologie et de la psychiatrie, G. Bateson proposera à partir de 1969 (36), une *épistémologie de l'information* qui fonde les sciences de la Communication et qui constitue aujourd'hui, par les recherches de P. Watzlawick (37) et d'E. Von Glasersfeld(38) une des contributions les plus décisives aux

(33) W. Mc Culloch : "A historical introduction to the postulational foundations of Experimental Epistemology" (1964) - Repris dans "Embodiments of mind", 1965-1988.

(34) En introduisant en France en 1973 le célèbre traité de K. Popper "logique de la découverte scientifique", J. Monod assurait dans sa préface que le critère de démarcation entre "vraies sciences" et "pseudo sciences" nous était enfin donné par le test de "falsifiabilité" proposé par K. Popper. L'autorité de son prix Nobel aidant, il fut volontiers entendu. Ne faut-il pas remettre en question pourtant ce type de tabou scientifique... qui conduisent à des "contradictions épistémologiques profondes" ainsi qu'en convenait au demeurant J. Monod en 1970, en introduisant "le hasard et la nécessité" ? En se demandant par exemple pourquoi M. Monod s'extasiait devant le problème de K. Popper et ignorait celle, contemporaine de G. Bachelard (le nouvel esprit scientifique est publié en 1934, en Français ; Logique de la découverte scientifique est rédigé en 1935, en allemand) ?

(35) Le tome I de "la Méthode" d'Edgar Morin, paraît en 1977. Le tome II, qui introduit notamment le concept d'organisation computationnelle, paraît en 1980. Le volume I du tome III qui développe les concepts de cognition et de computation paraît en 1986.

(36) G. Bateson : "Vers une écologie de l'esprit" (édition anglaise 1972 ; traduction française 1977 et 1980. Voir en particulier l'article "Forme, Substance et Différence", publié initialement en 1969, (pp. 205-222, du vol. II).

(37) P. Watzlawick (Ed.) : L'invention de la réalité ; contribution au constructivisme", 1981, 1988.

constructivismes contemporains. Pendant que chercheurs et épistémologues en sciences de la cognition redécouvrent "*le discours sur la méthode des études de notre temps*" de G.B. Vico (1708) les "*textes anticartésiens*" de C.P. Peirce, 1870, "*l'empire rhétorique*" de Ch. Perelman, (1977). "*Faits nouveaux, de conséquences incalculables pour l'avenir, annonçait J. Piaget en 1967, ces réflexions épistémologiques surgissent désormais à l'intérieur même des sciences*"...

Le jour ou l'enseignement de l'informatique sera celui de son histoire...

Peut-on dire que la science informatique a, depuis quarante ans, joué un rôle de pionnier, dans cette révolution épistémologique au sein de laquelle elle se développe ? L'emprise de l'informatique sur les cultures contemporaine, aura-t-elle été aussi une emprise épistémologique ? Au terme de ce trop bref panorama historique, on est tenté de proposer une réponse nuancée à ces interrogations.

- Les empreintes que la science informatique proprement francophone aura laissée sur les épistémologies contemporaines sembleront légères : Pour l'essentiel, elle semble avoir ignoré au mieux les "aspérités" qu'on pouvait leur reconnaître (un énoncé informatique sera-t-il faux parce qu'on pourra, une fois, le falsifier ?), en se moulant aussi modestement que possible au sein des cocons positivistes des mathématiques classiques.

- Dans la mesure où elle peut être légitimement tenue pour une des disciplines fondatrices de l'informatique, la cybernétique a effectivement déposé une empreinte profonde sur les édifices épistémologiques du XX siècle, en restaurant fortement le concept, banni par un siècle de domination positiviste, de téléologie. En ce sens, fut-ce indirectement, la science informatique a joué un rôle par un effet de prégnance.

- Dans la mesure où ses manifestations contemporaines les plus visibles sont inspirées par le paradigme neuro-cybernétique auquel elle se réfère volontiers, il ne semble pas que la réflexion épistémologique interne de l'informatique ait été particulièrement vivace. On peut même dire que l'informatique en tant que nouvelle discipline a été particulièrement conformiste, semblant même parfois masquer le parrainage téléologique qu'elle trouve à sa naissance. En témoigne les introductions et les préfaces de la plupart des grands manuels d'informatique.

- En revanche, si l'on prête attention à la partie souvent immergée de l'iceberg informatique, il semble que l'on doive lui reconnaître une contribution pionnière décisive dans le mouvement des idées visant à critiquer "*l'esprit de conservatisme scientifique et le goût des frontières stables essentiellement restrictif que tout positivisme voudrait imposer aux sciences*" (J. Piaget, 1967). On peut entendre une science de la computation symbolique, science fondamentale et non plus mathématique (ou logique) appliquée, qui contribue de façon décisive à reconstruire *les sciences de l'ingénierie* et plus généralement *les sciences des systèmes*,...induisant ainsi une épistémologie systémique.

Les développements épistémologiques que sémiologie et linguistique, sciences de l'organisation et théories de l'argumentation, anthropologie et psychologie cognitive apportent aujourd'hui aux jeunes sciences de la cognition, sont manifestement importants dès lors que l'on sait les interpréter dans une épistémologie systémique et constructiviste ; Dès lors que toute discipline s'entend par son *projet* de connaissance et non plus par son *objet* de connaissance. Dans cette interprétation, on peut en effet considérer que l'emprise de la science de la computation sur l'épistémologie, est importante et enrichissante.

Mais cette interprétation est hypothèse. L'image visible de l'enseignement contemporain de l'informatique ne la corrobore guère en particulier en France, me semble-t-il. Cette observation nous suggèrera même un mode d'évaluation empirique de la pertinence (plutôt

(38) E. Von Glasersfeld. "the construction of knowledge", Inter-systems Publication - 1987.

que de la vérité) de notre hypothèse : le jour où l'enseignement de la science informatique impliquera l'enseignement de sa genèse épistémologique complexe et originale, ce jour là sera effective l'emprise de l'informatique sur les épistémologies. En attendant, cette emprise restera sans doute plus potentielle qu'actuelle. Mais importe-t-il vraiment, pour une société passionnée par l'essor de ses techno-sciences, de veiller à la *culture épistémologique* de ses chercheurs et de ses citoyens ? Une *Culture Technique* ne leur suffit-elle pas?