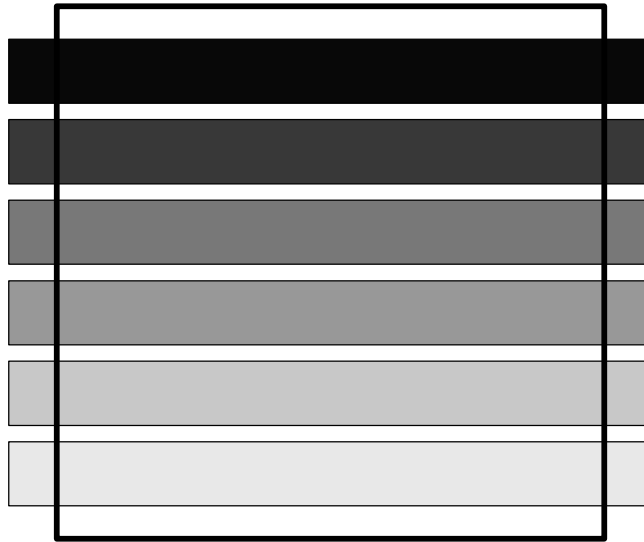


LES CAHIERS DU LANCI



LA REPRÉSENTATION EN SCIENCES COGNITIVES

Jean-Guy Meunier

N° 2001-02

UQÀM
Université du Québec à Montréal

Le Laboratoire d'ANalyse Cognitive de l'Information (LANCI) effectue des recherches sur le traitement cognitif de l'information. La recherche fondamentale porte sur les multiples conceptions de l'information. Elle s'intéresse plus particulièrement aux modèles cognitifs de la classification et de la catégorisation, tant dans une perspective symbolique que connexionniste.

La recherche appliquée explore les technologies informatiques qui manipulent l'information. Le territoire privilégié est celui du texte.

La recherche est de nature interdisciplinaire. Elle en appelle à la philosophie, à l'informatique, à la linguistique et à la psychologie.

Publication du Laboratoire d'ANalyse Cognitive de l'Information

Directeur : Jean-Guy Meunier

Université du Québec à Montréal

Volume 2, Numéro 2001-02 – Octobre 2001

Document disponible en ligne à l'adresse suivante : www.unites.uqam.ca/lanci/

Tirage : 15 exemplaires

Aucune partie de cette publication ne peut être conservée dans un système de recherche documentaire, traduite ou reproduite sous quelque forme que ce soit - imprimé, procédé photomécanique, microfilm, microfiche ou tout autre moyen - sans la permission écrite de l'éditeur. Tous droits réservés pour tous pays. / All rights reserved. No part of this publication covered by the copyrights hereon may be reproduced or used in any form or by any means - graphic, electronic or mechanical - without the prior written permission of the publisher.

Dépôt legal – Bibliothèque Nationale du Canada

Dépôt legal – Bibliothèque Nationale du Québec

ISBN : 2-922916-00-6

© 2001 Jean-Guy Meunier

Mise en page : Lucie Quevillon et Dominic Forest

LA REPRÉSENTATION EN SCIENCES COGNITIVES *

Jean-Guy Meunier
Université du Québec à Montréal

I. Introduction

1.1. Le concept de système d'information

Les technologies de l'information jouent un rôle de plus en plus important dans notre monde moderne. L'expression *technologie de l'information* n'est cependant qu'une traduction populaire de l'expression plus technique *système de traitement de l'information* (STI). Bien que la littérature abonde de définitions du STI, il n'en demeure pas moins que ce concept est difficile à comprendre. Une analyse des définitions, fût-elle rapide, nous montre que ce terme manque de précision. Certaines de ces définitions sont presque métaphysiques :

« [An information system] is a real world system, or a bounded portion of that system. That is the subject of an information system. » (Flavin, 1981, p. 24)

D'autres sont purement analytiques : les STI manipulent de l'information!

« An information processing system [...] is a computer based system that represents, maintains and provides access to large amount of information about a domain. Intelligent information systems are information systems which include components built through AI technology. » (Mylopoulos *et al.*, 1993, p. 206)

Il existe de nombreuses autres définitions en sciences cognitives d'un STI, mais elles demeurent souvent très générales et elles sont souvent redondantes. Pour les approfondir, il faut comprendre les concepts sur lesquels elles reposent à savoir ceux de *système*, de *traitement* et surtout celui d'*information*. Ce dernier est le terme charnière: il réfère à un certain objet dont on dit que le système en réalise le traitement. Mais qu'est-ce alors que l'information ? De quelle nature est cet objet ?

* Article paru dans la revue *RS·SI*, vol. 19, Nos 2-3, p. 83-104.

À ces questions, certains ont récemment répondu qu'une information est une entité non physique, c'est-à-dire *représentationnelle*, et que c'est ce que manipule un STI. D'autres considèrent que l'information est une entité de type physique, qu'un STI est un système physique complexe qui ne peut manipuler que des entités de cette nature, et, par suite, que le concept de *représentation* n'apporterait aucun éclaircissement dans la compréhension de tels types de systèmes. Bref, un débat est né, et il s'est polarisé autour de la dimension représentationnelle ou non représentationnelle de l'information.

1.2. Le concept contemporain d'information: sa relation à la représentation

C'est en sciences cognitives (psychologie, informatique, philosophie, etc.) que ce débat est le plus ardent. Et il s'est effectivement polarisé dans les deux perspectives présentées plus haut. Une première faction, appelée *classique*, affirme et réaffirme que la vraie nature de l'information est représentationnelle. Cette position est celle qui définit le modèle « représentationnel » de l'information. À l'intérieur de ce modèle, on maintient que, dans un système cognitif, le traitement de l'information consiste essentiellement à manipuler non pas des entités physiques, ni même des « data » mais des *représentations*, c'est-à-dire un type particulier d'objet dont la fonction est d'être « à propos de quelque chose d'autre ». Dans cette tradition, la représentation reçoit cependant une définition tout à fait spécifique. En effet, une *représentation* est une entité symbolique. Et manipuler de l'information devient synonyme de manipuler des symboles. C'est l'hypothèse dite *symbolique* de la représentation.

On retrouve cette hypothèse sous une forme ou une autre dans plusieurs modèles de traitement de l'information – par exemple, dans les modèles cybernétiques (Turing, 1937; Ashby, 1956; Von Neumann, 1958; Pylyshyn, 1984) – dans les théories de l'intelligence artificielle (Newell et Simon, 1976), et dans les modèles philosophiques (Fodor, 1975; Dennett, 1978; Haugeland, 1986). Plusieurs arguments sont invoqués pour défendre cette thèse, mais les plus radicales viennent de Fodor et Pylyshyn (1988) : pour ces derniers, on ne peut expliquer le fonctionnement systématique, compositionnel, inférentiel et interprétatif des STI sans postuler qu'ils manipulent des symboles. Ce sont les seuls types d'entités qui possèdent ces propriétés. Des arguments plus empiriques démontrant la pertinence de ces approches ont été soutenus par Marr (1982).

Plusieurs critiques ont été apportées contre ce modèle représentationnel. Les plus classiques reprennent les arguments de Wittgenstein (Cummins, 1989) sur le manque de valeur explicative de ce concept. D'autres (Dennett, 1978; Putnam, 1988) apportent l'argument de la régression à

l'infini que ce concept met en place en ce qu'il exige un interprète ou un homoncule qui comprend cette représentation mais qui, pour ce faire, doit à son tour se construire une représentation.

Récemment, certains auteurs (Winograd et Flores, 1986; Moravec, 1988; Varela, 1988; Chalmers, 1991; Van Gelder, 1997; Brooks, 1991; Scott-Kelso, 1995; Franklin, 1995; Globus, 1992; etc.) ont apporté une critique encore plus radicale à ce modèle représentationnel. Selon eux, il ne permet pas de comprendre la façon dont fonctionne un STI. C'est une critique qu'on retrouve dans la plupart des systèmes dynamiques tels que les modèles connexionnistes, les algorithmes génétiques, les approches liées à la théorie du chaos et à la théorie quantique, et même des théories phénoménologiques (Dreyfus, 1998), etc. On avance plusieurs arguments en faveur de cette thèse. Un premier, très classique, est que la description introspective d'une représentation interne n'est pas un outil adéquat pour la science. Mais il s'agit d'un argument fallacieux contre le modèle représentationnel, le considérant tel qu'il n'est pas en réalité. Comme Brentano le disait il y a un siècle, il ne faut pas confondre l'observation d'une représentation interne avec le concept théorique de représentation. Pour lui, « l'observation interne n'existe pas! » (Brentano, 1873 (1944), p. 50).

Un argument plus important est celui qui revient à dire que le concept de représentation est inadéquat et non pertinent pour comprendre la complexité d'un STI.

« It is the concept of representation which is insufficiently sophisticated. » (van Gelder, 1993, p. 6)

« Representation is the wrong unit of abstraction in building the bulkiest parts of intelligent systems. » (Brooks, 1991, p. 396)

« We are not building representations at all! » (Thelen and Smith 1994, p. 338).

Ainsi ce concept serait-il à rejeter. Il est inadéquat et non pertinent. Il faudrait plutôt parler de dispositions du corps (Freeman, 1991) à répondre à des stimuli¹. Mais tout comme dans le premier groupe de modèles, on lui préférera le concept *d'information*. On croit en effet que ce dernier concept est plus technique. Pourtant si on en cherche une définition précise on découvre vite qu'il est aussi problématique que celui qu'il remplace. Très souvent, il est pris comme un

¹ Cette position reprend les positions behaviorales classiques qui traduisent « états internes » en termes de « disposition à... ». Voir Quine 1960, p. 33-40.

primitif et il est non défini. Il semble se comprendre plus par le traitement qu'il peut subir que par sa nature propre!

Bref, dans la première approche, un STI est un système qui manipule des informations mais qui sont vues comme des symboles. Dans le second groupe, un STI est un système qui manipule des informations mais qui ne sont pas symboliques. Mais, comme nous tenterons de le montrer tout au long de cet article, malgré une grande différence de terminologie, ces deux groupes de modèles, qu'ils soient symboliques ou non, présentent une architecture conceptuelle passablement similaire, sinon identique. Ils en appellent tous implicitement ou explicitement à ce que le concept très général de *représentation* voulait traditionnellement cerner. Et ils définissent une même problématique et ne se départissent pas des problèmes qui le traversent.

1.3. Le concept de représentation

Qu'est donc qu'une *représentation*? Comment la comprendre en regard de la question de l'information ?

Le concept de représentation n'est pas nouveau. On le voit à l'œuvre dans presque toute la littérature philosophique, depuis Aristote jusqu'à aujourd'hui. Au Moyen-Âge, on le reliait formellement à celui d'information. En effet, dans la tradition aristotélicienne défendue par la scolastique, on soutenait que lorsque l'*anima* connaît quelque chose, elle n'absorbe pas les objets physiques du monde (comme l'animal avec sa proie) mais elle en est, disait-on, « *informée* ». Dans l'acte de « *cognitio* », l'âme, procédant par la sensation, ne capture pas la *materia* de l'objet mais uniquement sa *forma*. Dans l'*anima*, l'objet est alors *présent à nouveau*: elle le *re-présente* – de là; la *representatio* – mais sous une autre forme². Autrement dit, dans ce modèle, l'âme ne peut traiter l'objet externe en soi, elle ne peut qu'en être informée, c'est-à-dire qu'elle possède une forme nouvelle de présence de cet objet externe. La conséquence de ce processus est que l'âme est dite – *in actu* – « *informata* ». De ce fait, elle ne peut traiter qu'une *représentation*, c'est-à-dire une « *informatio* ». Parlant de la connaissance sensible, Poinso (Jean de St Thomas) dit par exemple:

« [. . .] est uius representatio et exercitium significandi informando fit. » (Poinso: I, q 1, 655a, 47)

Enfin, ce n'est que dans le cas de la connaissance conceptuelle que cette *representatio* interne ou *informatio* sera pensée comme un signe (non un symbole). Bref, dans leurs sens médiévaux,

l'*informatio* et la *representatio* se croisent et partagent propriétés et caractéristiques. En aucune manière, la représentation n'est en soi identique à une forme symbolique.

Ce thème de l'idiosyncrasie de la « *représentatio* » et de l' « *informatio* » sera repris régulièrement sous différentes formes. Pensons ici au « *esse est percipi* » de Berkeley³, à l'intentionnalité de Brentano (1874) ou au « *noema* » de Husserl (1959), à l' « *Umwelt* » de Von Uexküll (1940). Cependant, faut-il le rappeler ici, dans ces modèles, la « re-présentation » n'est pas nécessairement et en soi identique à une forme symbolique⁴. Ce n'est en effet qu'avec Descartes, que la représentation prendra une tournure plus « symbolique ». Pour ce dernier, les représentations semblent, pour une grande part, associées aux « idées ». Il n'en fallait pas plus pour traduire ces « idées » en symboles et finalement en langage.

Le concept contemporain de *représentation* semble à première vue éloigné de cette tradition - mais ce n'est qu'une apparence. Car, comme nous le verrons, bien que le concept d'information cherche à *remplacer* le concept de *représentation*, il cache des problématiques presque similaires.

1.4. Une architecture conceptuelle commune

Il ne faut pas se surprendre que notre compréhension contemporaine de l'information soit liée à celle de la représentation. Ce sont là deux concepts qui, depuis des siècles, s'appellent l'un l'autre. Et aujourd'hui, malgré une différence de terminologie, nous pensons que tous les modèles de STI, qu'ils soient statiques ou dynamiques, symboliques ou non, reposent sur une architecture conceptuelle qui est essentiellement représentationnelle au sens le plus classique de ce terme. Et si ces systèmes présentent une véritable différence, ce ne sera pas sur ce concept qu'elle sera fondée, mais plutôt sur l'architecture profonde de la dynamique de ces représentations.

À notre avis, ce qui lie profondément une théorie de l'information avec une théorie de la représentation repose sur leur engagement mutuel envers trois thèses communes : une première de type sémiotique, une seconde, épistémique et une troisième de nature ontologique.

² Fodor (1981) n'a rien inventé en jouant sur l'écriture de « RePresentation », c'est une formulation classique de la philosophie du Moyen Age et de la Renaissance.

³ Des thèses similaires seront reprises aujourd'hui dans les concepts de résonance de Thom (1996) ou de « affordance » de Gibson (1950), de réceptivité (Lacharité, 1996).

⁴ Le concept de symbole peut être étendu pour couvrir tout le « représentationnel » ou le sémiotique, et même l'inconscient. On retrouve ce sens général chez Cassirer (1969), Ogden et Richard (1923), Langer (1979), Sperber (1974), Todorov, 1978. De nombreux anthropologues se rattachent à ce sens général. Mais celui qu'il reçoit en IA et en sciences cognitives est plus technique. Il vient de la logique « symbolique ». Il est en ce sens très proche de celui que lui donne Peirce à savoir : un signe autonome dont la signification est fondée sur une convention et qui permet l'inférence.

II. Les thèses implicites des concepts d'information et de représentation

2.1. La thèse sémiotique

La première thèse, celle qu'on retrouve dans tous les modèles, est qu'un STI manipule non pas ce qui est donné (data) à l'extérieur du système mais ce que le système acquiert de cet extérieur via un processus quelconque.

« I think of information as not existing out there in the environment. Information comes into being when minds processes sensations. » (Dawkins, 1982, p.5)

Autrement dit, l'information est ce qui est intérieur au système et qui est acquise par le système. Or, un système peut procéder à cette acquisition de deux manières. La première est celle qu'on retrouve dans certains systèmes dits « artificiels ». Ici, les « objets » du monde extérieur sont directement *encodés*⁵ par le programmeur. L'acquisition est réalisée par une opération de stipulation. Comme l'a montré Dreyfus (1979) cet encodage externe n'est pas sans problème car souvent, ce qui est encodé n'est pas nécessairement et toujours une connaissance du monde en soi. Plus souvent qu'autrement, il s'agit de la connaissance possédée par le programmeur lui-même. Dans des systèmes plus « naturels » cependant, l'acquisition résulte des opérations de saisie (organes sensitifs, capteurs, etc.) que le système applique à son environnement. Ici, *l'encodage*⁶, si on peut encore parlé d'encodage, est sélectif c'est-à-dire qu'il dépend des capteurs ou transducteurs en jeu et surtout est de nature causale. De plus, il peut être totalement distribué et même étendu tout au long du parcours sensitif. Rien n'oblige que l'encodage des data sensibles soient limités a un lieu spécifique dans le cerveau.

Dans ces divers cas, le concept *d'information* sert souvent à nommer le résultat d'une acquisition par une opération stipulatoire ou causale de ce qui est donné (data) à l'extérieur. Autrement dit, le concept *d'information* aide les théoriciens des STI à distinguer en premier lieu la *donnée* externe de la *donnée* interne.

Dans les théories philosophiques classiques, ce type de résultat est précisément ce qui est appelé une relation de *re-présentation*. L'objet est *présent à nouveau* dans le système, mais sous un autre mode. La représentation est un substitut dans le système de ce qui lui était extérieur. Elle

⁵ Le mot encodage n'est pas théoriquement neutre. Il implique un travail syntaxique, sémantique et pragmatique et repose sur des conventions.

⁶ Il y a dans ce type d'acquisition quelque chose qui est sélectif. Des organes sensibles à la chaleur ne le sont pas à la pression etc. Il y a toujours une sélection liée à la nature du transducteur ou même des organes périphériques etc. Autrement dit, ce qui est externe au capteur (l'objet) n'est pas totalement transféré dans le système lui-même.

est comme le disait Fodor (1981) une « proxie » de l'objet. Et pour être plus précis encore on distinguera deux types de « re-présentations » 1) si la « *re-présence* » est réalisée par des signes créés conventionnellement par un agent interprète, elle est dite *symbolique*; 2) et si la « re-présence » est fondée sur un rapport causal entre l'agent et son monde extérieur, alors la « *re-présence* » est dite *naturelle*. Dans le vocabulaire récent de la sémiotique, (Peirce, Eco, Sebeok) la première est appelée une *représentation de type symbolique*, la seconde reçoit plutôt le nom de *représentation de type indexicale ou causale*. Dans ce sens, le concept de *représentation* est plus général que le concept de *symbole* qui n'en est qu'une forme possible.

Dans les modèles contemporains des STI, la première forme constitue l'essentiel de la position classique de l'IA et de plusieurs courants des sciences cognitives: l'information est le résultat d'un processus symbolique, mais dont on ne saisit pas toujours les modalités précises d'inscription⁷.

« We are dealing with information -processing machines, and the way such machine work is by using symbols to stands for things to represent things. » (Marr, 1982, p. 21)

Pour d'autres, l'information résulte essentiellement d'un rapport causal du système avec l'environnement. Et son effet dynamique dans le système est appelé une *disposition*. Même les théories plus réductionnistes qui s'opposent à toute interprétation métaphysique d'un traitement d'information et qui refusent le terme de « représentation » conçoivent l'information comme l'effet dans un système de ce qui causalement lui vient de l'extérieur et qui provoquent en lui un réponse quelconque.

Dans les deux cas, symbolique ou non, et malgré d'évidentes différences de vocabulaire, on trouve donc une conception de l'information⁸ qui est équivalente à une celle qui sous tend l'approche représentationnelle. Les deux font une même distinction. De fait, dans l'explication de ces deux types de STI, il faut trouver un moyen distinguer entre *ce qui est présent à l'extérieur du système* et ce qui, suite à une acquisition quelconque, *est présent dans le système mais sous le mode propre de ce système*. Car, soit cet extérieur se retrouve dans le système tel quel (exemple: la proie dans l'estomac de l'animal) auquel cas le système n'est qu'une forme d'extension de ce qui lui est

⁷ Relativement à la conception classique, le concept contemporain de symbole est peu précis sur ces modalités d'inscription. On semble jouer souvent entre un causalisme et un conventionalisme. On cherche un hybride qui possède l'élégance du symbole de type logique et le matérialisme causaliste du signe naturel.

⁸ Même la conception plus phénoménologique, ou pragmatique de ce terme ou représentation signifie quelque chose comme « rendre présent » est dérivée de la conception classique. Dans la première la *re-présence* n'implique pas nécessaire la conscience, elle exige seulement une relation du monde extérieur vers l'intérieur de l'agent. La sensation est par exemple un lieu de « *re-représence* » sans que nécessairement la conscience soit toujours active. Dans la seconde, « *rendre présent* » implique une conscience quelconque mais ce qui présuppose aussi « re-présence ».

extérieur, soit il est présent sous un autre mode, auquel cas il faut conceptualiser d'une autre façon ce nouveau type de présence.

Ainsi, dans le concept d'information se retrouve implicitement la thèse sémiotique de la relation entre ce qui est interne au système et ce qui lui est externe et où ce qui est interne renvoie (causalement ou stipulativement) à ce qui est externe. En cela, la conception sous-jacente au STI rejoint les définitions classiques d'une relation sémiotique (N. B. non du symbolique) qui pose qu'un signe est « quelque chose qui se tient à la place d'autre chose ». En ce sens sémiotique, toute information est toujours « re-présentation » de quelque chose. Dire qu'un STI est un système représentationnel ne fait qu'affirmer une généralité: ce qui est acquis par un système et lui est interne entretient un rapport de causalité ou de stipulation (symbolique) avec ce qui lui est extérieur. C'est pourquoi on trouve naturel de dire qu'une information est *information à propos de quelque chose*. Dans le langage ordinaire, dire qu'une *information* n'est à propos de rien est un énoncé incompréhensible.

Drestke (1982) a bien vu que, sous le terme *information*, on retrouvait la même structure conceptuelle que couvrait le terme de *signe naturel* (Stoïciens) ou d'*index* (Peirce) :

« Talking about information is yet a third way of talking about the fundamentally important relation of indication or natural meaning. » (Drestke, 1982, p.58)

Certes, une telle conception est très générale et peu compromettante. Ce sera sa faiblesse principale. Mais la généralité possède aussi ses avantages. Elle permet d'effectuer une distinction importante et ceci sans se prononcer sur un mode ou l'autre de « re-présence ». En effet, rien dans une théorie de l'information / représentation ne dicte qu'elle doit être de nature symbolique, iconique ou causale. De plus, rien dans le concept de représentation ne privilégie plus particulièrement le symbolique. Une théorie de la représentation ou de l'information postule simplement une relation *sémiotique* de l'intérieur du système avec son extérieur. Elle ne dit pas que cette relation est de nature *sémantique* laquelle est spécifique à une représentation de type symbolique. En conséquence, nous dirons qu'un STI peut être représentationnel sans qu'il manipule des symboles et ceci même s'il ne manipule que des informations indexicales ou causales⁹.

Un corollaire important de cette thèse est que toute information est idiosyncratique au système lui-même. En termes philosophiques, la thèse représentationnaliste postule que cette

présence crée un mode de présence propre au système de ce qui lui est extérieur. En termes sémiotiques, elle crée un Umwelt (Von Uxküll, 1940) Dans ce sens, la représentation que possèdent les chauves-souris de leur proie est, dira-t-on, très différente de celle que peuvent en avoir les oiseaux. Et ceci sans tenir compte de la « conscience phénoménale » qu'ils ou elles peuvent en avoir. Dans ces organismes vivants, la sensibilité de type *sonar* ne crée pas les mêmes modes de présence que ceux créés par la sensibilité à la lumière.

Ainsi, l'information crée dans le système un mode particulier de présentation de l'objet extérieur et elle ne peut être confondue avec cet objet. Autrement dit, une information et une représentation incluent plus qu'une relation à leur cause, elles incluent aussi *le mode de présentation* de cette cause. C'est pourquoi, on dira que les concepts de représentation et d'information sont traversés par ce que la longue tradition philosophique qui va de Aquin à Brentano, de Frege à Fodor, de Quine à Dennett, appelle *intentionnalité*.

On se rappellera ici, que le statut d'intentionnalité réfère, d'une part, à la relation du représentant à son représenté et, d'autre part, à l'effet qui est créé dans l'agent par cette relation i.e. à la dynamique qu'elle y provoquera. En ce sens l'intentionnalité n'est pas avant tout une propriété de la conscience mais un type particulier de relation entre l'intérieur d'un système et ce qui lui est extérieur ¹⁰. Et ceci en regard des actions que le système pourra prendre. Pour Rorty (1979) ce n'est que pour ceux qui associe l'intentionnalité au phénoménal que l'intentionnalité apparaît comme une propriété de type immatérielle. Pour Clark (1997), on ne pourra dissocier une information ou une représentation de l'effet pragmatique qu'elle induit dans le système.

Drestke (1982) avait d'ailleurs bien vu que tout modèle de traitement de l'information met en jeu implicitement une théorie de l'intentionnalité :

« To describe a physical state as carrying information about a source is to describe it as occupying a certain intentional state relative to that source. » (Drestke, 1982, p.173)

⁹ Il semble que ce ne soit que quand la représentation prend une forme symbolique que toute la question de l'homoncule soulevée par Putnam, Dennett, etc. se soit posée. La représentation de nature causale n'est que rarement soumise à cette critique.

¹⁰ Évidemment, il est très difficile pour les positions physicalistes de l'information d'accepter que celle-ci soit de nature intentionnelle. Car pour eux l'intentionnalité apparaît « immatériel ». Et elle n'est pas sémantique. Mais faut-il rappeler que cette conception est surtout propre aux conceptions symboliques de la représentation. Dans la conception classique (Aquin, Locke, Brentano) même les objets physiques possédaient une intentionnalité. La lumière

2.2. La thèse logique

La deuxième thèse défendue par tous les modèles de STI concerne les propriétés logiques que possède l'information dans un système. Qu'ils soient symboliques ou non, tous les STI distinguent clairement entre les opérations qu'on peut appliquer à des informations et celles qu'on peut appliquer à ce à quoi ils sont reliés. En effet, un STI, symbolique ou non symbolique, n'opère pas avec des informations comme il opère avec ce qui cause l'information (les données externes). Autrement dit, le traitement que subit une brebis « présente » dans l'estomac d'un loup n'est pas le même que celui que subit la « re-présence » cognitive de la brebis dans ce même loup.

Ainsi dans l'acte cognitif on dira que les « re-présences » ne peuvent admettre la substituabilité des identiques, qu'elles peuvent se transformer les unes dans les autres et que finalement elles jouent un rôle classificatoire. Ce sont là trois caractéristiques de nature logique pour lesquelles ces types particuliers d'entités sont dites des informations. Et ce sont trois « propriétés » qui font que l'information, bien que réalisée physiquement n'est pas habituellement identifiée aux propriétés physiques de leur porteur. (Kenny, 1989; Putnam, 1988)

2.3. Non substituabilité des identiques

La première caractéristique logique de ces « re-présences » porte sur l'impossibilité de substituer l'une à l'autre deux informations portant sur un même objet ou sur une même donnée externe¹¹. En effet, même si deux informations sont issues d'un même objet externe, elles ne provoquent pas les mêmes effets dans le système.

C'est ainsi que, par exemple, même si, dans l'estomac d'un oiseau, une mouche en vaut une autre – la faim est satisfaite autant par l'une que par l'autre – il n'en va pas de même pour des représentations ou informations différentes relatives à la même mouche. Elles ne provoquent pas dans le l'oiseau les mêmes effets. La même mouche vue de face et vue de côté ne livre pas la même information¹². Dans un robot de type IA, un même objet causalement relié au système par deux séries de capteurs différents produira deux « informations » différentes. Et elles ne

reflétée par la lune est dans la lune de nature intentionnelle., disait-on. Certes, de ce fait aussi la conscience impliquait une intentionnalité aussi.

¹¹ Cette propriété est souvent traduite en terme *d'intentionnalité*.

¹² C'est ici souvent que se situera le débat pour les radicaux de l'information. Pour eux, ces deux « vues » du même objet sont deux informations différentes et donc deux objets externes différentes. Pour les classiques, il s'agit toujours du même objet externe mais vu sous deux angles différents. C'est précisément pour cette raison que l'on a classiquement distingué entre l'objet et sa représentation qui elle peut être variée. Mais la représentation, dans ce sens, est logiquement différente de son objet.

provoqueront pas les mêmes comportements. Dans un réseau de neurones, les stimuli issus d'un *même* objet mais saisis par des traits différents – par exemple, de haut, de face ou de côté – n'activent pas le réseau de la même manière. En ce sens, tant les STI symboliques que non symboliques n'admettent pas la substitution d'informations reliées à des objets externes identiques¹³.

Pour provoquer le même effet, il faudra une opération d'un deuxième ordre, c'est-à-dire une opération sur les informations elles-mêmes. Ainsi le robot devra-t-il comparer des descriptions de l'objet et décider en regard de certains critères si elles peuvent provoquer les mêmes comportements. De même, un réseau de neurones devra avoir une architecture d'associations spécifiques pour être capable de déterminer si deux ensembles différents de stimuli sont reliés à un même objet.

Bref, deux informations reliées à un même objet ne sont pas nécessairement substituables l'une à l'autre dans un même système.

2.4. Transformations des informations

La deuxième caractéristique logique des systèmes porte sur la nature des transformations qui peuvent être appliquées à ce type d'entité. En effet, dans un STI, deux informations peuvent être reliées, mais ces relations sont de nature tout à fait spécifique. On ne dit pas, par exemple, que lorsqu'une information en rencontre une autre, leur relation est soumise à la deuxième loi de Newton sur la conservation de l'énergie; ou encore que cette information est quantique et donc aléatoire, etc. Au contraire on dira plutôt qu'une information est *fausse* ou *vraie*, *probable*, en *contient* une autre, qu'elle *dérive* d'une autre, etc.

Les modèles théoriques qui s'intéressent aux relations entre informations distingueront de fait deux types principaux de transformations entre des informations.

Le modèle symbolique, celui défendu par une théorie forte de la représentation (à la Fodor, 1975; Pylyshyn, 1984) ou une théorie faible de la représentation (à la Stich, 1983) soutient que les contraintes auxquelles sont soumises les informations prennent la forme de *règles*, lesquelles, formellement, sont des fonctions récursives (souvent linéaires) applicables aux informations. Le résultat de ces opérations n'est pas un nouvel objet mais une nouvelle *configuration*. Souvent, dans

¹³ Il est intéressant que cette propriété de l'intentionnalité permette une propriété corollaire. En effet, c'est en raison de cette propriété que les STI peuvent être trompés. Il est possible de créer dans des STI des représentations identiques, mais à partir d'objets différents. Il est connu qu'un parcomètre peut confondre une pièce de monnaie avec une simple pièce de métal parce les deux sont la cause dans ces systèmes une même « représentation » en raison des

ce cadre théorique, les transformations sont définies comme des inférences dans la mesure où les symboles utilisés pour la description de ces informations prennent une forme propositionnelle. Autrement dit, on conçoit les transformations comme régies par des grammaires. De plus, ces règles peuvent être combinées les unes aux autres par combinaison ou composition. Ceci donne au système une allure de systématisme, et donc de rationalité. Il n'en faut pas plus pour donner à ces systèmes le titre de STI *intelligents*.

« An information system consists of a set of tokens, to be thought of as assertions, or propositions, one might make about a computation, which are related by consistency and entailment relations. The consistency relations picks out those finite subset of tokens which can together be true of a computation. » (Winskel 1994, p. 225)

Les modèles non-symboliques, surtout ceux de type dynamique, soutiennent aussi que les informations sont contraintes dans leurs transformations. Mais cette fois ce ne sont plus de règles qui jouent, mais des *contrôles*. En effet, les transformations internes dans ces modèles sont régies par des processus qui ne sont pas de nature grammaticale mais plutôt de nature paramétrique, tels par exemple, des seuils, des attracteurs, des tendances, etc. Ainsi, les transformations sont soumises à un ensemble de critères qui les contrôlent de l'extérieur et où les résultats convergent vers des associations, des classifications, des combinaisons, etc. On est plus sensible aux états transformés qu'au processus lui-même (van Gelder, 1997). Et ces processus ne sont pas nécessairement computationnels au sens formel de ce terme, c'est-à-dire récursifs et séquentiels.

Cependant, le débat reste ouvert sur la véritable différence entre ces deux types de régulation des transformations – par règle ou par contrôle. En effet, comme de nombreuses discussions l'ont montré, on croit de plus en plus que les modèles par règle et les modèles par paramètres présentent sur cette question une grande similarité. Ainsi, une règle exprimerait l'état stable atteint par un système dynamique après un ensemble de transformations (Smolensky, 1988; Fodor et Pylyshyn, 1988; Gardenfors, 1994). Et il n'est pas assuré qu'une règle ne soit pas une forme particulière de contrôle mais dont le domaine d'application est celui des systèmes logiques ou linguistiques.

Ce débat reprend en termes contemporains la question classique entre une approche associativiste et une approche inférentielle de la représentation. Rappelons que pour les Stoïciens, Augustin, Hobbes, Peirce, les relations entre signes sont de nature inférentielle, alors que chez

mécanismes de saisie qui ne retiennent que des traits spécifiques identiques pour les deux pièces : hauteur, forme, épaisseur, etc.

Locke, Berkeley Condillac, etc., elles sont avant tout de nature associative. On retrouve des questions similaires dans la théorie de « anomisme mental » de Davidson (1980) pour qui un traitement d'information (i.e. du mental) ne peut suivre les lois de la physique c'est-à-dire qu'elles obéissent à des règles ou des contrôles qui ne sont pas celles qui sous-tendent les « lois » du monde physique.

Bref, symboliques ou non, statiques ou dynamiques, les modèles de STI postulent tous qu'un système d'information se distingue nettement d'un système strictement physique de type mécanique. Ce dernier effectue certes des transformations soumises à des régulations quelconques mais leurs effets sont de nature spécifique: conservation de matière, d'énergie, destruction, fusion, etc. Les transformations d'un STI sont aussi contraintes, mais elles sont toujours présentées comme différentes¹⁴. En effet, les STI produisent plutôt des configurations nouvelles de représentations ou d'états « informationnels ». Pour les uns, ces transitions sont de nature catégorielle; pour les autres, elles sont de nature plutôt mathématique.

Cette seconde thèse est importante pour comprendre la nature d'un traitement effectué par un STI. Elle dit essentiellement qu'un système qui traite de l'information peut effectuer des transformations sur celle-ci. Mais rien n'oblige que celle-ci soit de nature symbolique, grammaticale, etc. De nombreux autres types de transformations sont possibles. En effet, toutes les opérations sur des informations ne sont pas nécessairement compositionnelles et systématiques. Qui plus est, elles ne sont pas nécessairement séquentielles. Un STI représentationnel non compositionnel, non syntaxique, non séquentiel n'est pas une contradiction. De fait, d'un point de vue sémiotique, un STI causal, non symbolique, non linéaire, parallèle, est une forme de système sémiotique parmi d'autres.

Enfin, même si un STI ne possède pas ces propriétés classiquement attribuées uniquement aux modèles symboliques, rien n'empêche que ces représentations puissent se « représenter elles-mêmes » ou des informations soit à propos d'elles-mêmes. Ainsi s'ouvre la possibilité d'un traitement multi-type ou multi-niveau, par agrégation ou par hiérarchisation.

¹⁴ Se joue ici une question théorique importante: Les régulations des systèmes mécaniques et les régulations des systèmes d'information forment-elles deux classes distinctes de contraintes ou sont elles similaires? Autrement dit, s'agit-il d'une même classe de « contrôle » mais présentées sous deux formes différentes?

2.5. Classification

Enfin, la troisième caractéristique logique d'un STI est que les transformations doivent avoir une dimension classificatoire. Malheureusement, cette dimension n'est pas toujours mise en évidence et, plus souvent qu'autrement, elle est oubliée. Ceci est souvent dû au fait que STI ne sont que rarement définis formellement et qu'ils sont plutôt illustrés. Et l'illustration met surtout en évidence des systèmes qui traitent des informations de nature individuelle. On montrera par exemple qu'un réseau de neurones, bien qu'apte à saisir une multiplicité de stimuli complexes et présentant en parallèle plusieurs traits, ne les saisit néanmoins qu'un seul à la fois. Un STI apparaît comme un système qui saisit l'information comme un événement individuel. La conception de l'information qui découle de ces exemples donne l'impression qu'elle est un morphisme ou une correspondance entre ce qui est interne au système et ce qui lui est externe. Au pire, elle apparaît comme une « image », un tableau.

Mais une telle conception ne rend pas justice à la véritable richesse du concept de représentation et d'information. En effet, un STI ne crée pas ce type de correspondance. D'ailleurs, il ne peut pas simplement capter des stimuli singuliers, l'un à la suite de l'autre. Il doit aussi pouvoir les intégrer, c'est-à-dire les classer. Un agent cognitif ne possédant que des représentations ou des informations singulières et individuelles ne pourrait survivre dans son environnement. Une antilope qui ne peut intégrer des visions multiples et différentes du lion ne survivrait pas longtemps. Comme l'ont dit depuis l'Antiquité les philosophes, une représentation minimalement cognitive (sensible ou conceptuelle) génère nécessairement du général. Bien que le singulier existe, on ne connaît que du général¹⁵. Bref, une information possède une fonction classificatoire. Dans son traitement, un STI effectue une partition sur ses intrants. Il les projette dans des classes d'équivalence. Un STI ne fait pas que recevoir des inputs; il doit aussi les accepter, c'est-à-dire les reconnaître comme participant à une certaine classe. Il opère donc de manière classificatoire. Autrement dit, tout traitement d'information est classificatoire.

Ici se trouve un lieu important de différences entre un système de traitement d'objets physiques et un système de traitement d'information. Un signal physique qui affecte un STI, ne fait pas que transiter dans le système (comme un courant électrique). Dans un STI, au contraire, il doit être reconnu comme instantiation d'une classe acceptable de signaux – que celle-ci soit dynamiquement en voie de création ou qu'elle soit déjà établie. Chalmers (1991) fait de cette propriété une caractéristique essentielle d'un STI – à tel point qu'il identifie d'ailleurs

l'information à des *patterns*. Pour Young (1987), Thom (1988), Petitot (1985), un traitement informationnel sera essentiellement morphodynamique, c'est-à-dire il traite des formes, ce qui implique qu'il soit classificatoire. Statiques ou dynamiques, symboliques ou non, les STI manipulent de fait des formes générales. Ainsi un STI, symbolique ou non, peut être décrit fonctionnellement comme un système classificatoire.

2.6. La thèse ontologique

La troisième thèse est ontologique. Elle soutient que toute représentation ou information est une entité d'une certaine sorte, c'est-à-dire qu'elle possède un certain type d'existence.

Cette thèse implique alors que tout STI doit définir le critère par lequel il reconnaîtra que deux informations sont identiques, c'est-à-dire les conditions auxquelles elles sont dites similaires. Par exemple, le sont-elles parce qu'elles présentent des caractéristiques physiques de même nature? Ou encore parce qu'elles réfèrent à un même contenu? En termes plus philosophiques quelles sont leur conditions d'individuation? Leur physicalité ou leur contenu. Les deux réponses sont problématiques. Si le critère relève de leur nature physique, deux informations produites dans des lieux et des temps différents ne seraient jamais identiques. Et dans ce cas, il serait difficile de trouver deux occurrences particulières d'information (token information) qui puissent être similaires. Si le critère relève du contenu, deux informations seraient dites identiques que si elles ont le même sens. Mais alors qu'est ce qu'une identité de sens? Leur cause ou leur effet?

Cette sous-thèse implique de manière corollaire, qu'un STI doit définir les conditions sous lesquelles une information peut être quantifiée. Car on dit bien qu'un STI peut manipuler une ou plusieurs informations. Mais alors comment peut-on les individuer, par leur nature physique ou par leur contenu? Ce qui nous ramène aux questions précédentes.

La réponse à ces questions n'est pas simple. Pour les uns, l'existence de ces entités représentationnelles ou informationnelles reçoit un statut relativement abstrait i.e. purement logico-symbolique (Newell, Fodor) : ce qu'on quantifie, ce sont des symboles ou des propositions formées de ces symboles. Pour d'autres (Varela, 1988; Churchland, 1989; van Gelder, 1993; Brooks, 1991; etc.), le statut d'existence ne peut être que physique : ce qu'on quantifie alors, ce sont des événements ou des objets physiques. Or ces deux types de réponses ne sont pas sans problème. Car il n'est pas toujours facile de comprendre dans ces positions ce

¹⁵ On se rappellera que c'est précisément cette dimension de la représentation qui a donné lieu au fameux débat sur les

qu'est l'abstrait, l'immatériel ou le matériel le physique ou psychique. Comme le dit si bien Pinkas (1995), on accommode assez facilement ce concept de « matérialisme » pour les rendre compatibles avec la théorie qu'on défend. Une théorie à la Thom est-elle plus matérialiste que la théorie physique d'Aristote? Ou l'inverse.

En regard de cette question, le concept de représentation est relativement neutre. Tout ce que maintient une thèse représentationnaliste est que l'information présente un statut ontologique. Elle ne se prononce pas sur la nature de l'ontologie. Cependant, elle force à distinguer la fonction représentationnelle du porteur de la représentation. Selon cette distinction, toute représentation implique un porteur physique, mais ce porteur ne définit pas la fonction représentationnelle elle-même, car les caractéristiques du porteur physique d'une représentation ne sont pas pertinentes pour la description de sa fonction. Par exemple: Un électron positif ou négatif, une décharge neuronale sont autant de porteurs physiques possibles pour de l'information – mais ils ne sont pas l'information. Pour qu'ils le deviennent, il leur faut assumer de nombreuses autres propriétés qui sont habituellement définies de manière relationnelle.

Il ne suit pas cependant de cette distinction logique qu'au plan ontologique, la nature du porteur ne soit pas déterminante pour les fonctions que peut recevoir une information.

III. Représentation ou information

3.1. Un concept omniprésent

Au début de notre réflexion nous avons soutenu que, malgré une grande différence de terminologie, les multiples modèles, symboliques ou non symboliques, statiques ou dynamiques, présentent une architecture conceptuelle et ils appellent tous implicitement ou explicitement à ce que le concept très général de *représentation* voulait traditionnellement cerner.

Dans les théories classiques de la représentation, ces trois thèses sont explicitement affirmées. La thèse sémiotique s'exprime dans la fonction de substitution propre à toute représentation c'est-à-dire d'un signe. Pour Augustin et Peirce, par exemple, un *signe* est un *aliquid* qui se tient à la place d'un *aliquo* mais dans un but de connaissance.

« Un signe est ce qui se montre soi-même au sens et qui, en dehors de soi, montre encore quelque chose à l'esprit. » (Saint Augustin, *De dialectica*, V, 11-12.)

universaux.

« Un signe ou représentamen est quelque chose qui tient la place de quelque chose d'autre pour quelqu'un sous un aspect ou une capacité. Il s'adresse à quelqu'un c'est-à-dire qu'il crée dans l'esprit de cette personne un signe équivalent ou peut-être un signe encore plus développé. » (Peirce, 1931, p. 228)

La thèse logique se retrouve aussi. Elle s'exprime par le principe du destinataire de la représentation. Pour Augustin et Peirce une représentation n'existe pas en dehors de la fonction cognitive i.e. pour « l'esprit : pour quelqu'un ».

On retrouve la même thèse exprimée autrement par Dennett (1978, p. 122) :

« Aucune chose n'est intrinsèquement une représentation d'autre chose; quelque chose est une représentation uniquement *pour* ou *à* quelqu'un; toute représentation ou système de représentation requiert donc au moins un *utilisateur* ou *interprète* de la représentation qui est externe à celle-ci. »

Enfin la thèse ontologique est cachée dans la forme morphologique flexionnelle du « aliquid » ou du « quelque chose ».

Ces trois thèses sont aussi à l'œuvre dans les divers modèles des systèmes de traitement de l'information, qu'ils soient symboliques ou non, statiques ou dynamiques.

La première thèse s'y retrouve en ce que, dans tous ces systèmes, l'information est toujours ce qui est acquis par un STI et qui le met en relation causale ou stipulative avec son extérieur. Et l'information ainsi créée est toujours idiosyncratique au système. En termes classiques, l'information est une représentation au sens sémiotique du terme et non au sens sémantique.

La thèse logique y œuvre aussi. De nombreux modèles voient d'ailleurs l'information sous l'angle des modifications produites dans le système qui les traite. Ainsi, l'information est ce qui transforme l'état d'un système en un autre, par règles ou par contrôle. Même dans les modèles les plus physicalistes, l'information est tout ce qui peut faire subir une transformation ou un changement d'état à une configuration ou une structure quelconque :

« [Information is] anything that can undergo dynamic changes and / or can be transmitted from one system to another. » (Young, 1987, p. 19)

Enfin la thèse ontologique y œuvre aussi en ce que tous les modèles postulent, souvent implicitement d'ailleurs, un statut ontologique à ce type d'entité: l'information n'est pas simplement une idée ou un concept; elle possède un statut d'existence.

Évidemment ces trois thèses ont été reconnues par les théories « représentationnalistes » de l'information (Fodor; Johnson Laird, 1988; Pylyshyn, 1984; Clark, 1997, etc.). Mais il est aussi de plus en plus évident pour nous que, malgré des différences d'appellation, ces trois thèses se retrouvent dans les théories qui la refusent explicitement¹⁶ (Scott-Kelso, 1995; Churchland, 1989; Varela, 1988; Van Gelder, 1993). Mais comme nous avons tenté de le montrer, ce n'est pas parce qu'un système est non symbolique qu'il n'est pas représentationnel au sens classique et général de ce terme.

Ces trois thèses ne doivent pas être confondues, car, bien que reliées entre elles, elles ne portent sur les mêmes objets: la première porte sur la nature de la relation qu'un système doit entretenir avec ce qui lui est extérieur; la deuxième porte les opérations qu'il peut appliquer aux informations; la troisième porte sur le type d'entité que sont les informations.

3.2. Limites de la thèse représentationnelle

Le concept de représentation est-il encore pertinent pour les sciences cognitives? Oui, dans la mesure où il permet de distinguer entre ce qui est à l'extérieur d'un système et ce qui lui est extérieur, sans qu'il soit nécessaire de se prononcer à un certain stade de l'explication sur la nature sémiotique, logique et ontologique de cet état interne. À ce titre, il demeure un concept neutre et donc est utile. Il n'est donc pas simplement métaphorique comme le pense Hacker (1987). Il répond à un découpage particulier du problème du traitement de l'information.

À mon avis, le problème de la thèse représentationnelle de l'information ne réside pas dans la thèse sémiotique, logique et ontologique, mais dans la trop grande généralité de ce concept. En effet, bien que nous puissions montrer que les divers modèles de représentation et d'information partagent des similarités, il n'est resté pas moins que les modèles sont incomplets.

Cette incomplétude se manifeste premièrement lorsqu'il faut préciser la nature du processus représentationnel. Dans une modélisation de type représentationnel toute la dynamique semble se limiter à distinguer ce qui se passe entre l'extérieur et l'intérieur du système. Mais cela ne répond pas à la question: Comment quelque chose d'extérieur procède-t-il pour « affecter » un système ou à l'inverse comment un système procède-t-il pour inscrire en lui quelque chose d'extérieur. Autrement dit, le concept de représentation n'est pas engagé dans le problème crucial

¹⁶ Il est amusant de voir d'ailleurs que de nombreux auteurs de tendance réductionniste qui refusent la conceptualité représentationnaliste l'utilisent souvent presque par inadvertance. Patricia Smith Churchland et Terrence J. Sejnowski (1989) l'introduisent même dans le titre de leur volume : « *Neural Representation and Neural Computation* ». De fait on découvre chez plusieurs de ces auteurs qu'il est leur est très difficile d'éviter ce terme. On découvre ainsi de *représentations neuronales, des représentations physiques, des représentations matérielles, etc...*

du rapport causal qu'est l'inscription de l'information. Où commence et finit l'intérieur et l'extérieur d'un système?

Deuxièmement, la limite de ce concept se manifeste aussi lorsqu'il faut tenter d'expliquer des comportements complexes. En effet, la conceptualité représentationnelle donne à penser que le traitement de l'information est simple et que tout « fonctionne » dans ces systèmes à un seul niveau ou avec un seul type de représentations. Or, la majorité des STI ne sont pas des systèmes présentant un seul niveau de traitement. La robotique récente de type symbolique (Albus et Meystel, 1996) ou dynamique (Brooks, 1989) ne peut fonctionner avec une conception aussi limitée. Un seul niveau de représentation est insuffisant pour modéliser des systèmes complexes. Un robot doit non seulement interagir avec le monde, mais aussi agir lui-même sur ces paramètres eux-mêmes. De plus en plus on pense les systèmes de manière agrégative (Wimsatt, 1986; Clark, 1997) ou hiérarchique. On peut imaginer ce qu'il en est lorsque veut expliquer par le concept de représentation le processus de traitement cognitif que réalisent les humains, dont on dit qu'ils possèdent de l'esprit! Comme l'ont montré les débats en philosophie de l'esprit, il est difficile de concevoir le comportement tant cognitif comme n'opérant qu'à un seul niveau (Armstrong, 1984; Smart, 1970; Davidson, 1981; Putnam, 1988; Fodor, 1975; Cummins, 1989; Pollock 1989; Lycan, 1987, Clark, 1997).

Il n'en demeure pas moins cependant, comme nous avons voulu montrer, qu'il est très difficile d'abandonner dans une théorie de l'information l'architecture conceptuelle que soutient la notion de représentation. Cette architecture se retrouve dans les multiples théories de l'information. Ce qui n'est pas surprenant, car, historiquement et surtout conceptuellement, information et représentation partagent de grandes similarités. En aucune manière, on ne peut identifier exclusivement la représentation et l'information à un mode symbolique ou à un mode non symbolique. Et là commencent les problèmes intéressants.

« Expliquer comment un état d'un système est capable de représenter n'est que la moitié de l'histoire; nous devons expliquer en quoi consiste, pour un état représentationnel, le fait d'être une représentation pour le système qui l'a. » (Cummins 1983, p. 93)

Enfin, comme le disait Dennett (1978, p. 257) :

« Ryle a dit, aprioristiquement, que nous ne pouvions pas être des manipulateurs de représentations mentales; Fodor et d'autres ont aprioristiquement dit, que nous devions l'être. Certains détails de la métaphore de l'ordinateur suggèrent que nous pourrions l'être. »

IV. Conclusion

Ainsi, le concept d'information est intimement relié au concept de représentation. Et l'usage du concept d'information ne modifie pas l'architecture conceptuelle des arguments. Ces deux concepts ne sont pas meilleurs l'un que l'autre. Ils sont tout simplement très généraux. Les concepts de représentation et d'information demeurent une façon commode de parler de certains systèmes en tant que ce qu'ils traitent est relié à ce qui leur est extérieur (thèse sémiotique), que le traitement qu'il effectue est d'une nature particulière (thèse épistémique) et différente d'une pure transformation physique observable et que finalement ce traitement est réel et efficace (thèse ontologique). Ainsi, ces concepts, sauf dans des modèles spécifiques, n'impliquent pas nécessairement non plus que ce qui est l'objet de leur traitement et qui leur est interne est soit symbolique, iconique ou causal, etc. Cela relèvera de la nature du traitement que l'on attribue au système et donc de l'architecture qu'on lui reconnaît.

Peut être pourrions-nous ajouter que les STI aussi le sont même si on dit qu'ils traitent seulement de *l'information*. Aussi, malgré sa faiblesse et sa généralité, le concept de représentation semble toujours un concept heuristique incontournable.

Bibliographie

- Albus, J. S., Meystel, A. M. (1996). « A Reference Model Architecture for Design and Implementation of Intelligent Control in Large and Complex Systems ». *International Journal of Intelligent Control and Systems*, vol. 1, no 1, p. 15-30.
- Armstrong, D. M. (1968). *A Materialist theory of Mind*. London : Routledge and Kegan Paul.
- Ashby, R.. (1956). *An introduction to Cybernetics*. New York : John Wiley.
- Borst, C. V. (ed.) (1970). *The Mind/Brain Theory*. London : Macmillan.
- Brentano, F. (1944). *Psychologie du point de vue empirique*. Paris : Aubier.
- Brooks, R. (1991). « Intelligence without representation », *Artificial Intelligence*, no 47, p. 139-159.
- Cassirer, E. (1972). *La philosophie des formes symboliques*. Paris : Éditions de Minuit.
- Chalmers, David, J. (1991). *Consciousness and Cognition*. Center for Research on Concepts and Cognition; Indiana University Press. Preprint.
- Churchland, P. M. (1989). *The Neurocomputational Perspective*, Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Clark, A. (1997). *Being There : Putting the Brain Body and World together Again*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Cooper William S, Fredric C. Gey, and Aitao Chen. (1994). *Probabilistic retrieval in the TIPSTER collections: An application*.
- Cummins, R. (1989). *Meaning and Mental Representation*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- (1983). *The nature of psychological explanation*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Davidson, D. (1980). *Essays in Actions and events*. Oxford : Clarendon Press.
- Dawkins, R. (1982). *The Selfish Gene*, Oxford : Unive. Press.
- Dennett, D. (1998). *Brain Childrens Essays on design minds*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- (1978). *Brains Storms*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- (1987). *Intentional Stance*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Drestke, F. I. (1982). *Knowledge and the flow of information*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Dreyfus, L. H. (1979). *From Micro-World to Knowledge Representation*. in Haugeland J. (ed). *Mind Design*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- (1998). *Intelligence without representation*. www.hfac.uh.edu/cogsci/dreyfus.html
- Flavin, M. (1981). *Fundamental Concepts of Information Modeling*. London : Yourdon Press.
- Fodor, J. A. (1975). *The Language of Thought*. New York : Crowell.
- (1981). *Representations*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Fodor, J. A. and Pylyshyn, Z. W. (1988). « Connectionism and Cognitive Architecture : A Critical Analysis ». *Cognition*, 28 : (1-2), p. 3-71.
- Franklin, S. (1995). *Artificial Minds*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Freeman ,W. (1991). « *The physiology of perception* ». *Scientific American*. no 264, p. 78-85.
- Gärdenfors, P. (1994). « How logic emerges form the dynamics of information ». In Eijck J. van et Visser, A. (eds.) *Logic and information flow*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Gibson, J. J. (1950). *The Perception of the Visual World*. Boston : Houghton Mifflin.
- Globus, G. G. (1992). « Toward a noncomputational cognitive neuroscience », *Journal of Cognitive neuroscience*. 4 : (4), p. 299-310.
- Griffin, D.R. (1984). *Animal thinking*. Cambridge : Harvard U. P.
- Hacker, P. M. S. (1987). *Appearance and reality*. Oxford : Blackwell.
- Haugeland, J. (1986). *Artificial Intelligence: The very Idea*. Cambridge (Mass.) : MIT Press / Bradford Book.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor : University of Michigan Press.
- Husserl, Edmund. (1959). *Recherches logiques*. Paris : Presses universitaires de France.
- Johnson-Laird, P. N. (1988). *The Computer and the Mind*. Cambridge (Mass.) : Harvard U.P.

-
- Kenny, A. (1989). *The Metaphysics of Mind*. Oxford : Oxford University Press.
- Lacharité, N. (1996). « Conflits de modèles en théorie de la représentation ». In Rialle, V. et Fiset, D. *Penser l'esprit : des sciences de la cognition à une philosophie de l'esprit*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Langer S. K. (1979). *Feeling and Form : A theory of Art, London*. Cambridge / London : Routledge & Keagan Paul.
- Lycan, W. (1987). *Consciousness*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Marr, D. (1982). *Vision : A computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. San Francisco : W. H. Freeman.
- Moravec, Hans. (1988). *Mind Children*. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.
- Mylopoulos John, Rose, T. , & Woo, C. (1993). « Task Oriented development of Intelligent systems ». *International Conference on Intelligent and Cooperative Information Systems*. Rotterdam.
- Newell A. and Simon H. (1976). « Symbol Manipulation » in *Encyclopedia of Computer Science*. New York : Petrocelli/Charter.
- Ogden, R & Richards, I.A. (1923). *The meaning of meaning*. New York : Harcourt, Brace & World.
- Peirce, C. S. (1931-58). *Collected Papers*. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.
- Petitot, J. (1985). *Morphognèse du Sens*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Pinkas, D. (1995). *La matérialité de l'esprit*. Paris : Éditions la Découverte.
- Poinsot, J. *Tractatus de Signis, subtitled The Semiotic of John Poinsot, extracted from the Artis Logicae Prima of Secunda Pars of 1631-1632 format by John Deely in consultation with Ralph A. Powell First Edition*. Berkeley : University of California Press.
- Pollock, J. L. (1989). *How to Build a Person: A Prolegomenon*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Putnam, H. (1988). *Representation and Reality*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Pylshyn, Z. (1984). *Cognition and computation*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Quine, W. O. (1960). *Words and Object*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Rorty, R. (1979). *Philosophy and the Mirror of Nature*. Princeton : Princeton University Press.
- Rumelhart D. and Mc Lelland, J. L. (1987). *Parallel Distributed Processing, Vols. I et II*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Scott Kelso, J. A. (1995). *Dynamic Patterns*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Smart, J. J. C. (1970). « Sensation and Brain Consciousness » in Borst, C. V. (ed) (1970) *The Mind/Brain Theory*. London : Macmillan.
- Smith Churchland P. & Terrence J. Sejnowski, T. J. (1989). « Neural Representation and Neural Computation » . In Nadel, L, Cooper, Lyn A. , Culicover, P. Harnish Michael R. (eds). *Neural Connections, Mental Computation*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Smolensky, P. (1988). « On the Proper Treatment of Connectionism », *The Behavioral and Brain Sciences*, II, p. 1-74.
- Sperber, D. (1974). *Le symbolisme en général*. Paris : Herman.
- Stich, S. (1983). *From Folk Psychology to Cognitive Science*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Thelen, E. ans L. B. Smith. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Thom, R. (1988). *Esquisse d'une Sémiophysique*. Paris : InterÉditions.
- Todorov, T. (1978). *Symbolisme et interprétation*. Paris : Seuil.
- Turing, A. (1937). « Computability and Lambda definability ». *Journal of Symbolic Logic* , 2, pp. 153 -163.
- Uexküll, Jakob von. (1940). *Bedeutungslehre*. Berlin : Fisher.
- Van Gelder. (1997). T. « Dynamics of Cognition ». In Haugeland, J. (ed). *Mind design II*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- (1990). « Compositionality: A connectionist variation on a classical theme ». *Cognitive Science*, 14, pp. 355 –384.
- Varela F. J. (1988). *Invitation aux sciences cognitives*. Paris : Seuil.

-
- Von Neumann, J. (1958). *The Computer and the Brain*. New Haven, Conn: Yale University Press.
- Winograd, T. and Flores, F. (1986). *Understanding Computer and Cognition*. Norwood, N. J.: Ablex.
- Winsatt, W. (1986). « Form of aggregativity » In A. Donagan, A. N. Perovitch & M. V. Wedin (eds) *Human Nature and Knowledge*. Dordrecht: D Reidel.
- Winskel, A. (1994): *The formal Semantics of Programming Languages. An introduction*. Cambridge (Mass.) : MIT press.
- Young, P. (1987) *The Nature of Information*. New York : Praeger.