

La culture et la rationalité modernes, du structuralisme à l'IA symbolique

Denis Berthier

▶ **To cite this version:**

Denis Berthier. La culture et la rationalité modernes, du structuralisme à l'IA symbolique. Automates intelligents, 2005. hal-00430280

HAL Id: hal-00430280
https://hal.science/hal-00430280

Submitted on 6 Nov 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La culture et la rationalité modernes, du structuralisme à l'IA symbolique

Denis Berthier

Institut National des Télécommunications
9 rue Charles Fourier, 91011 Evry Cedex, France
Denis.Berthier@int-evry.fr
http://www.carva.org/denis.berthier

Mots-clés□ Intelligence artificielle, structuralisme, modélisation, culture, rationalité.
Keywords□Artificial intelligence, structuralism, modelling, culture, rationality.
Résumé□ Cet article essaie de résoudre la question énigmatique suivante, sans introduire d'hypothèse cognitiviste□ comment est-il possible que la «□bonne vieille IA symbolique□ ait un accès aussi étendu à notre culture□? Les raisons d'un tel «□scandale□ sont trouvées dans les filiations intellectuelles de l'IA, à deux niveaux d'analyse. D'un côté, contraintes de calculabilité mises à part, les «□systèmes de signes□ du structuralisme et les «□systèmes de symboles physiques□ de l'IA sont tous deux définis comme lieux de combinatoires formelles. De l'autre côté, la méthodologie structuraliste, dont on montre qu'elle reste à la base de nos pratiques de modélisation, instaure une conception du savoir où seules comptent les relations entre des éléments qui ne sont pas supposés avoir par eux-mêmes un quelconque «□sens intrinsèque□.
Summary□ This paper tries to answer the following puzzling question without resorting to any cognitivist hypothesis□ how can GOFAI, Good Old Fashioned AI (i.e. symbolic AI), have access to so wide a span of our culture□? It finds the reasons of such a «□scandal□ in the intellectual filiations of AI, at two levels of analysis. On the one hand, computability constraints notwithstanding, the «□sign systems□ of structuralism and the «□physical symbol systems□ of AI are both defined as the fields of formal combinatorics. On the other hand the structuralist methodology, which is shown to remain at the basis of our modelling practices, sets up a conception of knowledge where only relations are important, whereas the elements that they relate are not supposed to have by themselves any «□intrinsic meaning□.

Introduction

Plusieurs facteurs conduisent aujourd'hui à faire un constat de réémergence de la « bonne vieille IA symbolique ». Sur le plan purement technique, les fonctionnalités d'interopérabilité à la base de la technologie des « agents intelligents » leur ouvrent potentiellement un champ d'action illimité à travers le Réseau mondial. Simultanément, le développement de gigantesques bases de connaissances et la multiplication de volumineuses ontologies informatisées leur offrent de vastes pâturages où ils peuvent brouter à leur aise les connaissances nécessaires à leur fonctionnement. Du côté de l'Internet, le projet de Web sémantique s'inscrit pleinement dans cette tendance, qui conduit globalement à donner à l'ordinateur un accès de plus en plus large à nos savoirs, avec la capacité d'en exploiter rationnellement le contenu. Parallèlement, la linguistique informatique étend progressivement les capacités sémiotiques de l'ordinateur vers la communication en langage naturel.

Dans ce contexte, la question suivante se pose naturellement : *l'IA « symbolique » s'inscrit-elle dans un fond culturel dont la mise à jour permettrait de mieux comprendre pourquoi et comment elle peut aujourd'hui prendre une telle extension ?* De fait, nous repèrerons les ancrages de l'IA dans tout un pan de la culture occidentale moderne, dont il sera noté qu'elle conserve le caractère foncièrement structuraliste qui en a marqué l'origine. Nous proposons ainsi une réponse à deux niveaux d'analyse : 1°) contraintes de calculabilité mises à part, les « systèmes de signes » du structuralisme et les « systèmes de symboles physiques » de l'IA sont tous deux définis comme lieux de combinatoires formelles ; 2°) la méthodologie structuraliste, dont on montre qu'elle reste à la base de nos pratiques de modélisation, instaure une conception du savoir où seules comptent les relations entre des éléments qui ne sont pas supposés avoir par eux-mêmes un quelconque « sens intrinsèque ».

Le structuralisme ayant instauré, au cours du vingtième siècle, une approche radicalement nouvelle de la culture, nous analysons successivement (dans chacune des deux premières sections, bien qu'ils soient en fait inséparables) ses deux apports fondamentaux, l'un que nous étiquetterons comme théorique, l'autre comme épistémologique. Sur les deux plans d'analyse qui leur correspondent (plan du signe et plan des savoirs), l'IA se situe dans la filiation intellectuelle (à défaut d'être historique) du structuralisme. Pour éviter toute ambiguïté par la suite, précisons que le structuralisme auquel nous nous intéressons ici se borne à son noyau scientifique ou épistémologique, et que nous écartons de nos considérations ses multiples extensions ou interprétations philosophiques ou ontologiques (souvent contestées, et inutiles pour notre propos).

La section trois montre que la pratique actuelle de la modélisation, base du paradigme dominant de la science moderne, ressortit toujours à la méthode

structuraliste, qui demeure donc d'une brûlante actualité□ la recherche de différences significatives et d'homologies structurales entre situations s'impose directement comme préalable logique à toute activité de modélisation, dans quelque domaine que ce soit. Il ne s'agit donc plus seulement d'imaginer comment *les technologies existantes autorisent un certain partage des savoirs entre l'homme et l'ordinateur□ au sens où tous deux deviennent susceptibles de les exploiter rationnellement et de communiquer entre eux à leur sujet*. Il s'agit d'affirmer que *la possibilité théorique d'un tel partage des savoirs et de la rationalité avec les agents artificiels de l'IA est, dans notre culture, inscrite d'office dans les principes généraux de constitution de nos savoirs*. Il est notable que nous parvenions à une telle conclusion sans avoir à poser la moindre hypothèse de nature cognitiviste. Les développements historiques de l'IA nous avaient déjà appris que le savoir, convenablement modélisé et informatisé, est l'ingrédient fondamental de tout agent artificiel□ nous voyons maintenant que réflexion sur l'IA et réflexion sur les principes organisateurs de nos savoirs deviennent indissociables.

[Note pour les lecteurs de S&O. En substance, ce qui concerne le structuralisme et ses liens avec l'IA ne fait que reprendre des idées exposées de manière beaucoup plus détaillée dans plusieurs chapitres de S&O. Concernant la modélisation, l'affirmation que la méthode structuraliste continue à diriger sa pratique générale de manière infuse, et les conséquences sur la portée théorique de l'IA, question centrale de ce chapitre, n'étaient pas formulées aussi explicitement dans S&O.]

1. Le signe□ du structuralisme à l'IA symbolique

Du côté théorique, la conception structuraliste des systèmes de signes a les rapports les plus évidents, mais aussi les plus méconnus, avec la conception indépendamment élaborée par l'intelligence artificielle. L'IA est ainsi en position d'insuffler à un structuralisme en voie d'extinction médiatique la vigueur d'une informatique omniprésente dans tous les domaines d'activité. Réciproquement, l'approche sémiotique des agents artificiels trouve ici une source de légitimité des plus significatives.

1.1 La découverte de l'ordre Symbolique

On oppose généralement sans trop y réfléchir l'ordre du réel, lieu de la vérité, et l'ordre de l'imaginaire, champ des fantasmes et de l'imagination□ et l'on analyse ainsi toute notre vie mentale dans la perspective de leur opposition et de leur complémentarité. Or ce qui reste, aujourd'hui encore, l'apport *théorique* fondamental du structuralisme, c'est la découverte et la reconnaissance d'un troisième ordre, l'ordre Symbolique, *irréductible* aux deux autres.

Cette découverte advint initialement, et s'imposa très progressivement, dans le champ de la linguistique, où l'on commença, dès le début du dix-neuvième siècle, à s'intéresser à tout un ensemble de régularités grammaticales internes à chaque langue et à comparer ces régularités directement d'une langue à une autre, c'est-à-dire sans passer comme auparavant par l'intermédiaire d'un hypothétique «milieu» commun, qui serait de l'ordre du sens ou de la pensée.

Pour évaluer pleinement la nouveauté et la radicalité de cette approche et des affirmations qui vont suivre (même quand on les limite à la posture méthodologique qui est celle du structuralisme scientifique), et pour comprendre aussi pourquoi elle est si régulièrement remise en cause, il faut rappeler qu'au dix-neuvième siècle, le signe n'était concevable qu'en tant que *représentation* de la chose ou de l'action désignée et que le langage ne pouvait avoir pour rôle que de *représenter* la pensée.

Poser un nouvel ordre, c'est nécessairement en poser une certaine autonomie, une certaine logique propre. Avec l'introduction de l'ordre Symbolique, il ne peut pas seulement s'agir de redire, à la suite de Saussure et des linguistes du début du vingtième siècle, l'«arbitraire» du Signifiant (selon lequel les sons /chien/ ou /dog/, ou tout autre son conventionnellement choisi par une langue donnée, peuvent signifier la même chose). Dire que l'ordre Symbolique est irréductible au réel et à l'imaginaire, c'est d'abord affirmer qu'il échappe aux «représentations», «idées», «pensées» ou autres «contenus de conscience» qui étaient jusqu'alors censés constituer la trame du langage; c'est en conséquence le soustraire à l'approche psychologique traditionnelle du signe.

> Un ordre, une logique propre aux langues, *signifiés compris*, surgissent, qui gouvernent ou suscitent des perceptions et des pensées sans en posséder les déterminations ni tomber sous la loi des enchaînements d'"idées". *La pensée a cessé d'être le champ et le modèle pertinents pour construire le sémiologique*. […] L'organisation signifiante n'emprunte rien aux enchaînements des représentations. (Wahl, 1968, p. 329 et 327)

C'est dans le même sens qu'il faut comprendre les développements ultérieurs du structuralisme dans le domaine psychanalytique (dont Lacan est devenu la figure de proue quasi mythique, mais bien souvent incomprise, en cherchant à procurer à la doctrine Freudienne de l'inconscient une assise théorique). En lisant le texte suivant, on songera aux observations que Freud se délecte à décrire dans les trois ouvrages qui introduisent à la notion d'inconscient et à son fonctionnement: dans «L'interprétation des rêves» (dont les multiples éditions, de 1899 à 1929, prouvent l'importance que Freud attachait à cette œuvre inaugurale), dans la «Psychopathologie de la vie quotidienne» (1902) ou dans «Le mot d'esprit et ses rapports avec l'inconscient» (1905). On y constate à longueur de

pages des associations de signifiants (disons de mots, pour simplifier) et non d'idées ou de symboles (contrairement à l'approche Jungienne).

> Ecrire [comme le fait inlassablement Lacan] que l'inconscient "est structuré comme un langage", ou – comme le fait Serge Leclaire – qu'il appartient à "l'ordre de la lettre", c'est d'abord dire qu'il n'appartient pas à l'ordre de l'idée. (Wahl, 1968, p. 327)

1.2 La logique interne de l'ordre Symbolique

Revenons-y : le terme d'ordre sous-entend une certaine logique interne. Dire que l'ordre Symbolique est irréductible aux deux autres ordres signifie concrètement que cette logique ne peut se déduire des principes les organisant. Quelle est-elle donc ? La réponse la plus claire sera apportée par Deleuze (1973, p. 303 – c'est nous qui soulignons).

> La structure correspondante n'a aucun rapport avec une forme sensible, ni avec une figure de l'imagination, ni avec une essence intelligible. […] Rien à voir enfin avec une essence : car il s'agit d'*une combinatoire portant sur des éléments formels qui n'ont par eux-mêmes ni forme, ni signification, ni représentation, ni contenu, ni réalité empirique donnée, ni modèle fonctionnel hypothétique, ni intelligibilité derrière les apparences.*

Voilà qui ne devrait pas dépayser un collégien se souvenant avoir fait du « calcul symbolique » en mathématiques, c'est-à-dire, par exemple, avoir manipulé des équations algébriques élémentaires avec des symboles de variables x et y. L'ordre Symbolique est analogue à l'ordre abstrait où sont manipulées les variables x et y (lesquelles ne signifient rien par elles-mêmes), c'est-à-dire à l'ensemble des lois algébriques (associativité, commutativité, ou autres) les régissant ; il est le champ d'une combinatoire formelle. Cette combinatoire est de même nature que celle de la calculette de notre collégien, qui sait déterminer formellement les sommes, produits, quotients, dérivées, primitives ou autres opérations mettant en jeu des fonctions polynomiales, algébriques, trigonométriques, etc.

> La langue est à concevoir comme une algèbre : chaque élément n'ayant (pour qui veut comprendre son fonctionnement) d'autre existence que par les opérations auxquelles il se prête, et les opérations auxquelles se prête chaque élément présupposant le système tout entier. (Wahl, 1968, p. 330)

Telle est donc l'assertion <u>théorique</u> ordonnatrice du structuralisme : l'existence d'un ordre Symbolique autonome, irréductible, caractérisé comme le champ d'une combinatoire formelle productrice d'effets de sens, mais portant sur des « signes » qui sont en eux-mêmes dépourvus de toute signification.

1.3 Le devenir de l'ordre Symbolique

Rien qu'en linguistique, la fécondité à long terme de l'introduction d'un ordre Symbolique autonome peut se mesurer, bien au-delà du cadre strict du structuralisme, jusque dans le développement des linguistiques générative et transformationnelle et dans l'apparition d'une linguistique informatique. En effet, même si celles-ci, quand elles ne le méconnaissent pas tout simplement, récusent parfois l'héritage du structuralisme (probablement à cause des surcharges philosophiques que nous avons mises de côté), elles ne peuvent récuser un tel ordre Symbolique, présupposé par leur démarche. Car que font-elles d'autre, y compris lorsqu'elles s'attaquent aux questions sémantiques, que rechercher les règles d'une combinatoire formelle permettant d'engendrer les phrases grammaticales d'une langue ? La formulation algébrique de la « grammaire » par des « règles de réécriture » a envahi jusqu'aux manuels scolaires du primaire (sous des formes simplifiées, comme S = GN + GV, exprimant qu'une phrase est constituée d'un groupe nominal et d'un groupe verbal). Leur apport n'est pas la mise en cause de l'ordre Symbolique, c'est au contraire la construction de modèles beaucoup plus fins que ceux qui étaient initialement proposés par le structuralisme, auquel on a souvent reproché de rester à la surface des choses, en raison de ses objectifs purement descriptifs.

1.4 Les systèmes de signes de l'IA

L'article de Deleuze cité plus haut trouve son pendant dans un article célèbre de l'un des « pères fondateurs » de l'IA (Newell 1980), dans lequel la notion de « système de symboles physiques » est revendiquée comme l'invention majeure de l'IA. Il convient d'accorder à cette revendication tout le poids de plus de vingt ans d'expérience sur lesquels elle s'appuyait alors. Il conviendrait aujourd'hui d'y ajouter le poids considérable de tous les nouveaux développements qu'elle a permis depuis.

> La contribution la plus fondamentale de l'intelligence artificielle et de la science informatique à cette entreprise commune [les sciences de la cognition] a été la notion de système de symboles physiques. [… Cette] notion a émergé au cours du quart de siècle de notre entreprise commune, toujours importante, toujours reconnue, mais jamais pleinement focalisée en tant que l'hypothèse scientifique décisive qu'elle est maintenant devenue. (Newell 1980, pp. 136-137)

Cependant, Newell constate qu'il n'existe aucun secteur de la connaissance capable de fournir une définition précise d'un système de signes ou de symboles. Dans une analyse (largement inspirée des primitives du langage Lisp) des propriétés attendues d'un tel système, où il met à jour leur nature combinatoire, il est conduit à *définir formellement* un système de symboles comme n'étant rien

d'autre qu'une machine de Turing universelle (qui est, rappelons-le, le modèle basique d'un ordinateur).

> Il peut sembler étrange de *définir* les systèmes de symboles comme des machines universelles. […] Le fait est que nous n'avons pas de notion de système de symboles qui soit indépendante de celle de machine universelle et assez précise pour lui faire contrepoids, de façon à pouvoir ensuite prouver leur équivalence. En revanche, nous avons *découvert* que les machines universelles contiennent toujours en elles une notion particulière de symbole et de comportement symbolique, et que cette notion nous procure pour la première fois une caractérisation abstraite adéquate de ce qu'un système de symboles devrait être. (Newell 1980, pp. 154-155)

1.5 L'ordre Symbolique, du structuralisme à l'IA

Ainsi la tentation est-elle grande d'établir une correspondance, dans laquelle aux « systèmes de signes » du structuralisme sont associés les « systèmes de symboles physiques » de l'IA. A la combinatoire formelle qui caractérise les systèmes de signes selon Deleuze correspond alors la calculabilité effective qui va de pair avec les machines de Turing. Ces deux définitions ne sont pas équivalentes, une combinatoire formelle n'étant pas toujours effectivement calculable.

Dans cet écart qui sépare le formel abstrait du calculable, peuvent se glisser toutes sortes de considérations, voire de divagations, sur « l'impossibilité *a priori* de l'IA », dans lesquelles le sulfureux théorème de Gödel tient assez fréquemment une place de choix. En réalité, il n'existe aujourd'hui aucun moyen de se faire une idée précise des implications concrètes de cet écart. C'est pourquoi nous adoptons une approche de l'IA la plus pragmatique possible, en nous appuyant sur ce qui a déjà été réalisé.

Il s'avère en pratique que, pour la plupart des systèmes de signes qui ont été étudiés, pour la plupart des savoirs qui ont été constitués dessus, leur calculabilité peut aisément être démontrée. Il s'avère surtout qu'aujourd'hui, de nombreux secteurs de la recherche font un usage massif et incontournable de l'informatique ; l'activité de modélisation s'y trouve de fait dirigée par la contrainte, qui reste souvent non explicitée en tant que telle, et dont les implications sont donc occultées, que les modèles produits doivent tourner sur ordinateur, donc être calculables. *C'est ainsi toute une pratique moderne de la recherche scientifique qui tend à annihiler l'écart théorique entre le formel et le calculable*. Autrement dit, il se peut fort bien que l'équivalence, absente *de jure* entre les systèmes de signes du structuralisme et les systèmes de symboles physiques de l'IA, soit rétablie *de facto* (comme hypothèse cachée) par les pratiques scientifiques qui conditionnent la constitution de la science moderne.

1.6 L'approche sémiotique de l'IA

Notre approche de l'IA repose essentiellement sur le choix de mettre au premier plan les aspects sémiotiques des « agents intelligents », c'est-à-dire de les considérer sous l'angle de la communication. Dans sa conception, le fameux test de Turing se situe déjà dans une telle perspective : une personne communique avec un « interlocuteur » à travers un terminal d'ordinateur. Mais il s'en échappe malheureusement par la question que la personne est censée trancher : son interlocuteur est-il un être humain ou une machine ?

L'approche sémiotique permet d'écarter *a priori* toutes les considérations « cognitivistes » classiques sur l'intelligence des agents, leur pensée, leur esprit, leur conscience, voire leur âme ou leur humanité – et tous les débats sans fin qu'elles peuvent susciter (dont nous ne nions d'ailleurs pas qu'elles peuvent parfois avoir un certain intérêt). Nous cantonnons ainsi méthodologiquement notre questionnement à l'impact socioculturel des agents artificiels en tant qu'objets sémiotico-cognitifs, c'est-à-dire en tant qu'objets partageant avec nous certaines formes de savoirs (formulés dans des systèmes socialisés de communication), certaines manières de les exploiter et certains modes de communication à leur sujet. Bref, nous ne considérons par principe que les aspects de l'IA qui peuvent se rapporter à une certaine *interopérabilité sémiotico-cognitive* entre l'homme et les agents artificiels.

A l'heure où d'autres approches fort intéressantes de l'IA se développent (neuronale, génétique, évolutionnaire, etc.), il convient de réaffirmer clairement, non seulement la légitimité de l'approche sémiotique, mais aussi la nécessité impérieuse pour les autres de la prendre en compte. (L'ampleur des développements récents, montre l'absurdité d'une supposition qui voudrait que l'IA « symbolique » soit dépassée, parce que déjà ancienne dans ses principes). Car, même si l'on étudie la manière dont un système complexe peut se développer par apprentissage et adaptation dans un certain environnement (jusqu'à éventuellement développer quelque chose qui ressemblerait à une proto-conscience artificielle), le fait demeure que « l'homme naît dans un univers de langage » (Lacan) et que la composante majeure de notre environnement actuel est de l'ordre du langage et de la culture. Ainsi la culture est-elle probablement l'axe majeur des évolutions à venir dans l'espèce humaine : autrement dit, l'univers de l'évolution est désormais majoritairement un univers sémiotico-cognitif.

Avec l'approche sémiotique de l'IA, ce que nous revendiquons, c'est en somme la légitimité et la nécessité de conserver à l'ordre Symbolique son autonomie, de se méfier de toute tentative de réduction naturaliste, quelle qu'en soit la forme – ce qui revient à réaffirmer l'actualité des deux apports fondamentaux du structuralisme.

2. Le savoir et ses principes de constitution

Du côté épistémologique, il est remarquable que la méthode structuraliste ait débouché sur un élargissement considérable du champ de la science (désormais étendu à la linguistique, l'anthropologie, l'économie, l'histoire, la psychanalyse, etc.). Fait majeur, elle a permis cette entrée des sciences humaines et sociales dans le paradigme général de la modélisation, caractéristique des sciences de la nature, *sans les soumettre au réductionnisme naturaliste* (qui sous-tendait par exemple le rêve d'unité du savoir à l'époque des Lumières).

Venons-en donc au deuxième apport fondamental du structuralisme, son apport épistémologique, en montrant comment sa méthodologie (recherche concomitante des différences significatives dans un système de signes et des homologies structurales entre systèmes voisins) exprime des principes généraux de constitution du savoir.

2.1 La méthode structuraliste

La méthode générale du structuralisme trouve une de ses expressions les plus célèbres dans les fameuses homologies structurales et groupes de transformation que Lévi-Strauss s'est employé à dévoiler dans toute son œuvre anthropologique. L'exemple du totémisme nous permettra de sortir du champ linguistique. Soit la formulation qu'en donne Deleuze (1973)□

> L'*imagination*, suivant sa loi, conçoit nécessairement le totémisme comme l'opération par laquelle un homme ou un groupe s'identifient à un animal. Mais *symboliquement*, il s'agit de tout autre chose□ non pas l'identification imaginaire d'un terme à un autre, mais l'homologie structurale de deux séries de termes. D'une part une série d'espèces animales prises comme éléments de rapports différentiels, d'autre part une série de positions sociales elles-mêmes saisies symboliquement dans leurs propres rapports□ la confrontation se fait "entre ces deux systèmes de différences", ces deux séries d'éléments et de rapports.

Utiliser métaphoriquement des relations entre espèces animales pour parler des relations entre positions sociales, en faisant abstraction de toutes les élaborations que l'imagination associe inévitablement à chacune des espèces prise séparément, c'est exprimer symboliquement une□□homologie structurale□ entre ces deux séries de différences.

Cependant, la séparation entre différences significatives et représentations imaginaires ne s'offre pas d'emblée à l'anthropologue, elle ne peut se faire qu'avec un certain recul. Et ce recul, on ne peut l'obtenir qu'en cherchant ce qui est commun à plusieurs organisations sociales, tout en variant de manière réglée de l'une à l'autre□

> N'est structuré que l'arrangement répondant à deux conditions : c'est un système, régi par une cohésion interne ; et cette cohésion, inaccessible à l'observation d'un système isolé, se révèle dans l'étude des transformations, grâce auxquelles on retrouve des propriétés similaires dans des systèmes en apparence différents. (Lévi-Strauss 1960)

Il résulte donc directement de cette méthode d'élaboration des modèles structuraux que :

> tout modèle appartient à un groupe de transformations dont chacune correspond à un modèle de même famille, si bien que l'ensemble de ces transformations constitue un groupe de modèles. […Ces] propriétés permettent de prévoir de quelle façon réagira le modèle, en cas de modification d'un de ses éléments. (Lévi-Strauss 1958, p. 306)

Ce que vise à construire le structuralisme n'est pas, et ne peut pas être, le modèle d'une organisation isolée ; c'est la théorie d'une famille d'organisations, paramétrée par « un groupe de transformations » permettant de passer d'un modèle à un autre selon la valeur prise par les paramètres. Nous retrouvons ainsi à la base de la méthode structuraliste l'idée que tout modèle présuppose un système de modélisation ; ce qui constitue l'homologue épistémique (c'est-à-dire sur le plan des savoirs) de l'assertion sémiotique (c'est-à-dire sur le plan du signe) que tout message présuppose un code. Dans S&O (chapitre quatre), nous avons montré que cette conclusion allait de pair avec notre *conception générale des théories scientifiques comme des systèmes de modélisation.*

2.2 Sur les principes de constitution du savoir

L'idée de Michel Foucault (1966), qu'il est possible d'exhiber, pour une époque donnée, des principes généraux de constitution du savoir, ne s'impose pas de manière évidente. Sans doute d'ailleurs faut-il admettre qu'à certaines époques transitoires, plusieurs schémas d'organisation puissent coexister en concurrence. Dans « Les mots et les choses », trois époques sont ainsi analysées et les principes de constitution du savoir de chacune sont explicités, ainsi que leur étroite corrélation avec ses conceptions du signe et de la langue. Nous n'évoquerons ce point que brièvement, préférant renvoyer au livre extrêmement riche de Michel Foucault, ou à la présentation que nous en faisons au chapitre trois de S&O. L'objet de ce qui suit est essentiellement de montrer par contraste en quoi l'apport du structuralisme reste incontournable.

A la Renaissance, le principe constitutif de toute connaissance était la *ressemblance*, déclinable sous quatre formes (sympathie, analogie, etc.). En outre, les similitudes entre choses (comme l'œil et l'aconit), *a priori* cachées au regard, pouvaient être découvertes grâce à l'existence de « marques » sur les choses, marques dont la signification était elle-même basée sur une forme décalée de

ressemblance : ainsi, la « sympathie » de l'aconit pour les yeux (qui lui permet de guérir certains maux oculaires) est-elle repérable dans l'« analogie » de ses graines avec la forme de l'œil. Il est à noter que la magie est ainsi légitimée par les principes mêmes de constitution de la connaissance : en agissant sur leurs marques, on agit indirectement sur les choses.

L'époque classique se reconnaît de la manière la plus précise dans le projet de Caracteristica Universalis de Leibniz : construire un système de symboles artificiels et d'opérations de nature logique permettant une classification universelle des choses (songer, par exemple, aux taxinomies des herboristes). La *méthode analytique* (dont la tradition a fait de Descartes le porte-drapeau) consiste à déduire toute connaissance de *la comparaison systématique des identités et des différences, selon une décomposition hiérarchique en éléments simples*. Toute connaissance, même si elle part encore d'un constat de ressemblance, doit être confirmée par l'analyse – c'est-à-dire doit être *fondée* : 1°) sur l'*intuition directe* de l'identité ou de la différence (pour ce qui concerne les éléments simples, véritables « atomes de connaissance ») ; et 2°) sur une forme précise de rationalité déductive, l'*inférence* le long de la hiérarchie des décompositions (pour ce qui concerne les éléments composés).

L'époque moderne, que l'on peut dire structuraliste (bien que Foucault s'évertue à ne jamais utiliser ce terme), propose une démarche extrêmement différente. Comme nous l'avons vu, le savoir structural se constitue par l'identification d'« homologies structurales ». Ainsi, *plutôt que d'inviter à une décomposition hiérarchique, le structuralisme invite à la comparaison structurelle latérale*. Corrélativement, plutôt qu'une « vérité » évidente qui serait attachée à des éléments simples possédant une existence propre (comme telle ou telle caractéristique des graines des plantes), il cherche une pertinence descriptive des relations valables dans toute une famille de modèles. Les « éléments » constituant *in fine* les structures n'y sont définis que par les traits qui les distinguent les uns des autres et par les relations qu'ils entretiennent entre eux ; ainsi, les phonèmes /l/ et /r/ n'ont-ils d'existence séparée dans une langue que dans la mesure où leur opposition y est pertinente, c'est-à-dire y joue un rôle effectif (ce qui n'est pas le cas en japonais, par exemple). Conséquence cruciale : il est dans la nature de cette manière relative, mais directe, d'étudier les problèmes, que chaque description de la réalité, *que chaque domaine de connaissance soit conçu dans sa légitimité propre et dans son autonomie*, c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire de l'expliquer par réduction à des descriptions plus « élémentaires ».

2.3 Unité des principes vs unité des savoirs (consilience)

Au dix-neuvième siècle, l'échec du réductionnisme naturaliste, c'est-à-dire l'impossibilité de rapporter l'étude de la culture à celle de la nature, avait conduit

la science à abandonner de fait à la philosophie le champ de ce qu'on appellerait plus tard les sciences «□humaines□», mettant fin au grand rêve d'unité des savoirs qui avait inspiré toute l'époque des Lumières. Dans ce contexte historique, c'est justement parce qu'elle a mis à l'écart semblable réductionnisme que la méthode structuraliste a permis de ramener l'étude de la culture dans le champ de la science. C'est pourquoi la méthode, et l'idée que nous défendrons plus loin, qu'elle est encore sous-jacente à la constitution des savoirs de notre époque, restent précieuses face au renouveau des tentations réductionnistes (auxquelles échappent rarement les «□sciences cognitives□»).

En particulier, si la méthode de recherche des homologies structurales sous-tend un principe universel de constitution des savoirs, elle légitime aussi une approche autonome de chaque champ de savoir et ne présume d'aucune cohérence entre les contenus effectifs des différents champs ainsi constitués. Elle doit donc être soigneusement contrastée avec le principe de consilience des savoirs de Wilson (1998), résurgence moderne (et assumée comme telle) de l'ambition des Lumières.

Par la consilience, qui est une espèce de principe *a priori* de cohérence, Wilson prétend renouer avec le rêve (réductionniste) d'une unité de tous les savoirs. Aujourd'hui que les dérives totalitaires auxquelles les Lumières ont parfois servi de caution ne sont plus à démontrer, semblable projet est d'emblée suspect. Wilson le sait bien, qui rappelle comment le concept abstrait de «□volonté générale□», exposée dans le «□Contrat social□» de Rousseau, et l'idée qu'elle s'imposerait à tous, ont été récupérés par la Terreur, puis par le communisme. Cependant, cela ne l'arrête pas dans sa formulation de son exemple introductif à ce qu'est supposée permettre la consilience des savoirs□:

> passer […]□de la reconnaissance des problèmes environnementaux et du besoin d'une politique censée, à la recherche de solutions fondées sur le raisonnement moral, puis aux fondements biologiques de ces raisonnements, pour considérer ensuite les institutions sociales comme le produit de la biologie, de l'environnement et de l'histoire, et revenir finalement à l'écologie. (Wilson 1998, p.□17)

Voilà qui est certainement légitime, en tant que rêve ou que motivation individuelle du chercheur. Cependant, bien que toute science ait un certain souci de cohérence avec d'autres sciences, le désir de cohérence universelle de leurs contenus ne constitue pas une méthode concrète de recherche, contrairement au structuralisme. Il risque au contraire de conduire à des amalgames hâtifs et de stériliser toute recherche véritable.

De ce point de vue, il faut distinguer la réduction (toute relative) des sciences naturelles les unes aux autres de la réduction des sciences de la culture à celles de la nature. Dans le premier cas, il s'agit souvent de réductions mathématiques, liées au passage à la limite d'un paramètre, permettant de déduire des propriétés d'un système complexe en l'approximant par un système plus simple. Ainsi, en

considérant de grandes populations de molécules, on peut déduire la thermodynamique des gaz de la mécanique statistique ; en faisant tendre vers 0 la longueur d'onde, on peut déduire l'optique géométrique de la théorie électromagnétique de Maxwell ; en faisant tendre vers l'infini la vitesse de la lumière c, on peut déduire la mécanique classique de la relativité restreinte ; de la même manière, en faisant tendre vers 0 la constante de Planck h, on peut déduire la mécanique classique de la mécanique quantique.

Il faut noter cependant que, bien souvent, une *barrière de complexité* s'oppose en pratique à des réductions « dans l'autre sens ». Ainsi, bien qu'on puisse en principe déduire de la mécanique quantique les propriétés chimiques des molécules, il ne s'agit malheureusement là que d'un espoir théorique, vite dissipé lorsque les molécules en question ont plus de quelques atomes. Aussi la chimie doit-elle développer ses propres modèles. Une barrière de complexité encore plus grande sépare la biochimie de la biologie.

Dans le cas des sciences de la culture, le problème se pose très différemment, car il ne s'agit plus seulement d'infranchissables barrières de complexité et d'obstacles pratiques : il n'y a tout simplement aucun point de départ ; on ne voit pas du tout sur quelles bases scientifiques concrètes la consilience exigée par Wilson pourrait être mise en œuvre : comment, par exemple, la morale pourrait être connectée à la biologie (sans préjuger des dérives que semblable tentative pourrait entraîner), ou comment des observations réalisées sur des populations animales pourraient être extrapolées aux sociétés humaines, infiniment plus complexes, comme le voudrait la sociobiologie.

3. Structuralisme, modélisation et portée de l'IA

Par vocation, le structuralisme se cantonne à l'étude des systèmes de signes, en tant qu'ils se font instruments de communication ; cependant, cette limitation apparemment drastique est contrebalancée par l'hypothèse que toute la culture peut être étudiée sous l'angle de la communication, au travers de systèmes de signes appropriés. D'où l'inséparabilité des deux apports du structuralisme. C'est ainsi qu'une science générale des systèmes de signes a pu se développer, unissant les diverses sciences structurales sous un même paradigme. Par définition, la sémiotique structurale a pour objet l'analyse des différentes composantes de la culture, de *toute* la culture, *sous l'angle de la communication.*

En particulier, comme toute science se bâtit sur ses propres systèmes de signes – se bâtit *comme* système de signes –, il est légitime de supposer que la méthode structuraliste s'applique dans tous les domaines du savoir. Et il s'avère qu'elle est effectivement infuse dans nos pratiques de modélisation. Grâce au rapprochement fait à la première section (sur le plan des systèmes de signes), cela permet d'entrevoir pourquoi l'ordinateur, qui n'est au fond qu'une machine de

Turing universelle, c'est-à-dire un vulgaire boulier de longueur potentiellement infinie (mais toujours finie à chaque instant donné) soumis à quelques règles simples de déplacement des boules, peut avoir (sur le plan des savoirs) un accès aussi étendu à nos savoirs et à la rationalité qui se bâtit dessus.

3.1 Méthode structuraliste et paradigme de modélisation

Le structuralisme, sous l'avatar de la sémiotique structurale, a vocation à étudier tous les systèmes de signes ; il peut donc s'appliquer, en particulier, à l'étude après coup de tous les modèles produits au cours de la pratique des sciences. Et l'on pourrait ainsi constituer une épistémologie structurale. Cela serait d'autant plus justifié que, les modèles produits par les chercheurs ayant vocation à servir de moyen de communication entre eux, ils ont d'office le statut de systèmes de signes.

Mais c'est en un sens plus immédiat et beaucoup plus fort, pensons-nous, que la pratique actuelle de la modélisation, base du paradigme dominant de la science moderne, ressortit à la méthode structuraliste : la recherche de différences significatives et d'homologies structurales entre situations s'impose aujourd'hui directement comme préalable logique à toute activité de modélisation, dans quelque domaine que ce soit.

En effet, il est désormais communément admis qu'il n'y a pas d'observation « pure » ou « neutre », mais que toute observation se fait dans un contexte plus ou moins élaboré de concepts préexistants et d'interprétations théoriques. Au minimum, il y a la décision de « mettre ensemble » des observations considérées comme similaires. L'assomption de cette similarité étant dès lors la base minimale sur laquelle élaborer la modélisation, celle-ci comporte nécessairement une phase d'identification conjointe des éléments et relations qui, en explicitant la similarité des observations, vont constituer le modèle. Dans cette manière de fixer les éléments et relations à faire entrer dans les modèles réside l'apport épistémologique irrévocable du structuralisme par rapport à l'époque classique.

La méthode structuraliste ainsi comprise ne semble concerner *directement* que certains aspects de la modélisation ; elle n'exclut évidemment pas que ceux-ci soient prolongés par toutes sortes d'élaborations mathématiques ; et il faut déjà noter que les aspects concernés sont structurants pour toute l'activité subséquente, puisqu'ils définissent les termes sur lesquels elle va porter. Mais on peut aller un peu plus loin. Car la méthode structuraliste ne doit pas être réduite à son aspect « différentiel », c'est-à-dire à la recherche de « différences significatives » ou d'oppositions binaires dans un corpus (comme elle est trop souvent présentée). La dimension « différentielle » est en effet inséparable de la dimension « homologique », dont les contenus effectifs (les fameux « groupes de transformation » de Lévi-Strauss) ne sont *a priori* soumis à aucune restriction mais

peuvent donner lieu à toutes les théories mathématiques imaginables. Les développements de la linguistique générative en sont l'exemple le plus typique. Ainsi, si l'on dit parfois que le structuralisme ne s'intéresse qu'à la surface des choses, il ne s'oppose pas à la construction de modèles complexes, hiérarchiquement organisés.

3.2 Portée de l'IA «symbolique»

A partir du moment où les principes de constitution de nos savoirs ne conduisent à définir les éléments sur lesquels ils portent que de manière relative, par les relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres– sans qu'il soit besoin de faire la moindre référence à leurs supposés «sens intrinsèque», «sens profond», «essence», «nature propre», «réalité» ou «existence», (quelle que soit la signification qu'on veuille attribuer à ces termes, si d'aventure on tient absolument à leur en donner une)–, on comprend que les savoirs puissent *en principe* s'exprimer dans l'ordre d'une combinatoire symbolique formelle. Ainsi, en réunissant ces conclusions avec celles de la première section, de notre conception des systèmes de signes et de la présence infuse de la méthode structuraliste dans nos pratiques de modélisation résulte que : *la possibilité théorique d'un partage de nos savoirs et de notre rationalité avec les agents artificiels de l'IA est, dans notre culture, inscrite d'office dans les principes généraux de constitution de nos savoirs (d'origine foncièrement structuraliste).*

Cette conclusion n'étaye cependant aucune revendication «cognitiviste» générale (dont le sens resterait d'ailleurs à préciser) quant à une quelconque «possibilité de l'IA». Sa formulation soigneuse ne saurait en effet être extrapolée qu'avec la plus extrême prudence : 1°) comme nous avons vu que les principes de constitution du savoir ont varié au cours du temps, elle n'implique évidemment pas qu'il doive toujours en être ainsi, dans toutes les cultures ; 2°) elle n'implique pas non plus que le savoir doive nécessairement s'exprimer sous la forme logiciste qui s'est superposée en pratique au paradigme symbolique de l'IA et qui en restreint la généralité sémiotique (à ce sujet, voir S&O, chapitre treize) ; 3°) enfin, elle n'implique pas que nos savoirs, partageables avec l'ordinateur quand on les a mis à sa disposition, puissent être développés «spontanément» par lui ; on sait que les techniques d'apprentissage symbolique restent d'une portée assez limitée (justifiant qu'on tente aujourd'hui des approches alternatives, neuronales, génétiques ou évolutionnaires) ; à cet égard, on mesurera rétrospectivement la prudence de Newell dans sa formulation de l'«hypothèse du système de symboles physiques» (c'est nous qui soulignons «exhibe» et non «développe») :

> La condition nécessaire et suffisante pour qu'un système physique *exhibe* un comportement général intelligent est qu'il soit un système de symboles physiques (Newell 1980, p. 170)

3.3 Lien entre savoirs et rationalité

Depuis les origines mythiques de la rationalité occidentale dans l'affirmation de Platon (dans son «Timée») que «l'univers peut être compris rationnellement», la production de savoir a toujours été conçue comme étant sous la dépendance de la rationalité.

Dans la méthode cartésienne, par exemple, toute connaissance, par la nécessité de la décomposition en éléments simples, était étroitement subordonnée à la raison, assimilée à la capacité générale d'inférence. La méthode de décomposition supposant qu'on finisse par rencontrer un niveau où chaque élément simple faisait sens par lui-même, il fallait à tout ce processus un garant ultime, et Descartes ne pouvait en proposer d'autre que Dieu.

Dans nombre d'approches scientifiques modernes, le couplage de la rationalité à la «connaissance» ou à l'«information», qui peut être plus ou moins lâche et plus ou moins implicite, se présente sous une forme plus symétrique. Ainsi, dans la plupart des théories où la rationalité est ramenée à une forme ou à une autre d'optimisation (ce qui inclut de nombreux problèmes de prise de décision), est-il devenu classique de rechercher des solutions qui soient optimales relativement à l'information disponible. Il serait évidemment absurde de supposer qu'on puisse faire un choix optimal dans l'absolu sans disposer des informations pertinentes : qu'on imagine quels investissements boursiers nous ferions si notre rationalité entraînait une telle capacité ! Du côté des mathématiques, la résolution de certains problèmes de ce type a été rendue possible par le développement des théories (déterministes ou stochastiques) de l'optimisation et du contrôle à information partielle. Cette vision optimisatrice de la rationalité, extrêmement réductrice même lorsqu'elle est relative à l'information disponible, reste souvent à la base des théories économiques. Elle a aussi imprégné jusque très récemment les théories de l'évolution de la vie, servant souvent à justifier des affirmations que celle-ci aurait un sens, c'est-à-dire à la fois une orientation et une signification ; aujourd'hui, on admet plus volontiers que l'évolution suit des chemins praticables, pas forcément optimaux.

Cependant, par rapport à ces conceptions (et aussi par rapport au structuralisme), l'IA exprime entre savoir et rationalité un couplage tout à fait nouveau. D'un côté, elle impose de reconnaître explicitement que la rationalité ne peut pas fonctionner en pratique sans disposer de grandes quantités de savoirs spécifiques. Et cela reste d'ailleurs vrai au-delà de l'IA «symbolique», par exemple dans les approches neuronales ou génétiques, dans lesquelles il est apparu que, pour obtenir des résultats intéressants, la structure du réseau de neurones ou les règles de mutation doivent contenir beaucoup de connaissances (souvent implicites) liées au problème à résoudre. Cette liaison plus symétrique entre raison et savoir correspond mieux aux faits historiques, les conceptions de la rationalité (en particulier de la rigueur qui la sous-tend nécessairement) ayant co-évolué avec

le développement effectif des connaissances (y compris dans le domaine mathématique, qui a pourtant toujours été considéré comme le summum de la rigueur).

De l'autre côté, l'IA symbolique introduit une vision utilitariste du savoir, dont la constitution est subordonnée de manière précise aux buts d'un agent et dont l'utilisation est subordonnée à sa rationalité : *un agent est régi par des buts ; il utilise ses connaissances rationnellement pour atteindre ses buts.* L'IA libère certes la rationalité du carcan de l'optimisation dans lequel elle est beaucoup trop souvent emprisonnée aujourd'hui ; mais, dans sa version classique « logiciste », elle instaure, en contrepartie, une vision réductrice et utilitariste de la rationalité et du savoir – tant de sa formulation que de son exploitation.

Bibliographie

Berthier Denis, L'agent rationnel abstrait, objet de l'IA ?, *Revue d'intelligence artificielle*, Vol 8, n° 4, 1994, pp 327-359.

Berthier Denis, *Le savoir et l'ordinateur*, L'Harmattan, Paris, 2002.

Cardon Alain, *Modéliser et concevoir une machine pensante. Approche constructible de la conscience artificielle*, Editions Automates Intelligents, Paris, 2003.

Deleuze Gilles, A quoi reconnaît-on le structuralisme ?, in Châtelet F., éd., *Histoire de la Philosophie*, Vol 8, Hachette, Paris, 1973.

Ducrot Oswald et al., *Qu'est-ce que le structuralisme ?*, Seuil, Paris, 1968.

Foucault Michel, *Les mots et les choses*, Gallimard, Paris, 1966.

Lévi-Strauss Claude : *Les structures élémentaires de la parenté*, Plon, Paris, 1949.

Lévi-Strauss Claude : *Anthropologie structurale*, Plon, Paris, 1958.

Lévi-Strauss Claude : Leçon inaugurale au Collège de France, 5/1/1960, *Annuaire du Collège de France*, Paris, 1960.

Lévi-Strauss Claude : *La pensée sauvage*, Plon, Paris, 1962.

Newell Allen, Physical Symbol Systems, *Cognitive Science*, Vol 4, pp 135-183, 1980.

Newell Allen, The Knowledge Level, *Artificial Intelligence*, Vol 59, pp 87-127, 1982.

Russell Bertrand & Whitehead A., *Principiæ Mathematica*, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 1950.

Wahl François, La philosophie entre l'avant et l'après du structuralisme, *in* (Ducrot 1968), 1968.

Wilson Edward, *Consilience*, Knopf ed., New York, 1998 ; trad. fr. : *L'unicité du savoir*, Robert Laffont, 2000.

Abréviations

IA : intelligence artificielle

S&O : livre de l'auteur « le savoir et l'ordinateur », 2002.