

LES SCIENCES COGNITIVES ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE FACE `A LA BARRIERE SEMANTIQUE

Radu J. Bogdan
Tulane University, New Orleans

I. INTRODUCTION

Pour comprendre le probleme que je veux discuter ici, je dois commencer avec quelques suppositions. Premierement, je vais supposer que les sciences cognitives (SC) and les fondements theoriques de l'Intelligence Artificielle (IA) ont le meme sujet, la cognition humaine. La difference est que les SC essaient d'expliquer la cognition pendant que l'IA essaie de la simuler et reproduire d'une maniere ou d'autre.

Je suppose aussi qu'on peut sé parer dans la cognition des systemes qui construisent et des systemes qui utilisent des representations mentales. On appelle les premieres modules et les seconds systemes centraux; je parlerai aussi de producteurs et d'utilisateurs. Par exemple, le langage et la vision sont de producteurs de representations linguistiques et visuelles pendant que la pensée ou la communication les utilise d'une façon ou d'autre.

Je suppose finalement qu'un certain consensus philosophique et fondationnel est plausible et historiquement verifié . Le consensus est que, d'une part, les sciences cognitives en general, la psychologie et la linguistique en particulier, ont en general reussi à pé né trer et expliquer la structure et le fonctionnement des modules ou producteurs cognitifs, particulierement dans la vision et le traitement du langage. Ou, au moins, le consensus dit qu'on sait maintenant comment penser ou concevoir ce qui se passe dans les modules producteurs. D'autre part, la structure et le fonctionnement des systemes centraux, qui utilisent les representations produit par les modules, restent encore dans le mystere et semblent resister une explication comprehensive par les SC.

S'il y a un consensus sur le phenomene lui mê me, il n'y a pas d'accord sur son explication. Comment interpreter le succes de l'explication de la cognition modulaire et l'echec de celle de la cognition centrale? On a raison à croire que les SC ont une bonne prise conceptuelle sur la formation, mais pas sur l'utilisation, des representations mentales. Pourquoi?

Regardons maintenant la situation dans l'IA. Les experts qui suivent le progres de l'IA nous disent que le palmares en IA est le suivant: on a l'espoir que les performances modulaires en matiere de langage et vision

peuvent être simulés, les difficultés étant d'ordre technique plutôt que conceptuel; on estime aussi qu'on a de succès dans le domaine assez limité et regimenté de la connaissance experte (expert systems), mais très peu dans le domaine de la cognition centrale intelligente. Encore pourquoi?

Avant d'essayer de répondre, il faut noter finalement un développement significatif pour notre discussion. Dernièrement, les recherches fondamentales et même appliquées dans les SC et l'IA montrent un intérêt considérable pour la psychologie du sens commun (ou le folklore de l'esprit, si vous voulez). Cet intérêt semble être motivé par l'espoir que la psychologie du sens commun détient une sorte de clé qui peut aider les SC et l'IA à dépasser leurs limitations et commencer à comprendre la cognition intelligente et créatrice de tous les jours. Est-ce qu'on peut regarder cet espoir comme raisonnable?

Les questions posées à la fin des derniers trois paragraphes réclament, je crois, une réponse unitaire. J'anticipe cette réponse sous la forme d'une thèse que je vais formuler dans la section qui suit et défendre dans la troisième section.

II. LA THESE

La thèse commence par affirmer que:

La raison pour laquelle les SC and l'IA n'ont pas encore réussi à expliquer ou simuler (respectivement) le domaine de la cognition centrale intelligente et utilisatrice des représentations mentales est que, théoriquement, elles traitent les processus d'utilisation comme des processus (seulement) plus complexes de production des représentations. Ça veut dire que les SC and l'IA traitent la différence comme une différence de complexité. Par contre, je soutiens que la différence entre production et utilisation des représentations mentales n'est pas justement une différence de complexité mais de nature.

Quoique vraie, cette thèse n'est pas evidente. Je trouve la raison pour cette manque d'évidence dans (ce qu'on peut appeler) l'imperialisme théorique de la sémantique. Ainsi, la thèse continue,

Du point de vue sémantique, on peut maintenant comprendre les processus productifs ou modulaires. Ces sont des processus essentiellement sémantiques (ou sujets aux contraintes sémantiques). C'est pourquoi, guidés par des préoccupations exclusivement sémantiques et utilisant des méthodes théoriques propres aux faits et règles sémantiques, les SC et l'IA attaquent les problèmes de l'utilisation centrale des représentations avec des ressources conceptuelles trop faibles et inadéquates.

Finalement, c'est à ce point qu'on peut discerner le rôle de la psychologie du sens commun:

Les SC et l'IA essaient d'exploiter la psychologie du sens commun afin de trouver de nouvelles modalités sémantiques, plus puissantes et flexibles, pour comprendre et simuler l'utilisation centrale et intelligente des représentations cognitives. C'est largement une erreur. Si la psychologie du sens commun peut être utile, c'est parce que elle va au-delà de la sémantique cognitive, en général, et certainement au-delà de la sémantique de l'organisme individuel. Les SC et l'IA, toujours limités à la cognition individuelle et par la barrière sémantique, ne peuvent pas vraiment exploiter la psychologie du sens commun.

C'est ça, très schématiquement, la thèse que je veux vous proposer pour discussion. L'espace et le temps me permettent seulement d'esquisser le début d'une défense de la thèse.

III. L'ARGUMENT

Tout organisme est intéressé dans certains aspects de l'environnement qu'il doit discriminer et reconnaître pour atteindre ses buts par des comportements adéquates. Ces aspects d'intérêt comportemental prennent une signification cognitive sous la forme des distinctions sémantiques. Le plus souvent, les distinctions sémantiques les plus importantes pour un organisme sont codifiées sous la forme de concepts. Mais les concepts ne peuvent pas être activés et employés

pour guider le comportement de l'organisme vers les situations et les objectifs d'intérêt sans que les situations et objectifs eux-mêmes soient traités en termes des distinctions sémantiques que l'organisme est capable de faire et reconnaître.

L'idée est assez simple. Un concept ne s'applique que très rarement à son objet d'une manière directe. Il s'applique d'habitude par l'intermédiaire des distinctions sémantiques sousconceptuelles. Si je reconnais un chat (comme l'objet de mon concept chat) c'est parce que je reconnais premièrement une chose physique tridimensionnelle avec une certaine forme géométrique, une certaine couleur, volume, etc. Les processus qui traitent l'information sur ces distinctions sousconceptuelles et l'intègrent, pour la présenter au concept, sont des processus de représentation. On peut regarder les processus de représentation comme une fonction (logique) qui transforme, à l'aide des opérations formelles, l'information périphérique (input) en information conceptuelle (output). On appelle la forme de l'information conceptuelle représentation. L'idée intuitive ici est qu'un concept ne reconnaît l'information qu'on lui présente que si elle a la forme d'une représentation. La raison est que seulement une représentation codifiée, dans sa forme, les distinctions sémantiques sousconceptuelles qui causent l'activation du concept. Les processus cognitifs qui produisent une représentation sont productifs.

La vision offre peut-être l'exemple le plus clair de représentation dans le sens dont je parle. La reconnaissance visuelle d'un objet demande une intégration successive des aspects et distinctions partielles et constitutives (bords, coins, texture, distance, illumination, forme géométrique, mouvement, etc.) avant que l'image visuelle complète puisse prendre corps. C'est un processus de représentation qui, du point de vue fonctionnel, transforme des aspects sémantiquement préliminaires (ou proto-sémantiques) dans une représentation pleinement sémantique d'un objet. C'est en même temps un exemple de la construction ou production modulaire de la représentation visuelle.

Un autre exemple familier du traitement sémantique de l'information est le raisonnement déductif ou inductif. Du point de vue de notre discussion, on peut regarder le raisonnement comme une production de représentations à partir d'autres représentations, tout en respectant et préservant des valeurs sémantiques précises (comme, par exemple,

verité , probabilité ou plausibilité). Ce qui fait cet exemple symptomatique de la malaise théorique des SC et l'IA (comme d'ailleurs d'une bonne partie de la philosophie de la pensée et de la logique) est la prédisposition de traiter le raisonnement comme utilisation des représentations, en effet comme un cas exemplaire de pensée (intelligente et centrale). C'est une erreur.

Prenons comme exemple concret le cas d'un simple raisonnement déductif qui explicite la loi de la commutativité de l'addition: $R1 (a+b) \rightarrow R2 (b+a)$. Une représentation, $R2$, est inférée d'une autre, $R1$, sous une contrainte formelle (la loi de la commutativité). Cette contrainte a une motivation exclusivement sémantique, parce que elle implique que l'ordre de l'addition n'affecte pas la valeur de vérité du résultat. Le processus mental, apparemment utilisateur, en effet imite ou simule un processus tout à fait productif: $R2$ est produite à partir de $R1$. La différence entre ce cas et le cas modulaire de la vision ne réside pas dans le résultat (une représentation) mais dans l'origine du processus (représentation, dans le premier, éléments constitutifs d'une représentation, dans le second).

Si on continue dans cette direction, on reconnaît aussi des exemples fameux de la "pensée" comme le syllogisme, le modus ponens, l'explication déductive, le raisonnement statistique et beaucoup d'autres. Ces sont des exemples de raisonnement qui s'appuient, comme le précédent, sur des processus effectivement productifs des représentations mais qui paraissent comme des processus utilisateurs. La parade n'est pas fortuite, ce qui complique l'exégèse, parce que très souvent on a besoin du point de vue théorique mais aussi pratique de produire, par raisonnement, des représentations nouvelles sous contraintes exclusivement sémantiques. C'est une production délibérée, regimentée, éduquée, professionnelle, donc appartenant à la cognition centrale. On la prends pour modèle de la "pensée" précisément parce que la production inférentielle est gouvernée par la logique. On dit "pensée logique" ou "pensée rationnelle" parce que la logique, en tant que canon de rationalité, a pour but la préservation de la vérité, donc une valeur sémantique. Si la pensée doit s'avancer vers une représentation vraie à partir d'un nombre d'autres représentations vraies, et il'y a pas d'autres paramètres à respecter, alors le raisonnement logique est la voie qu'on doit poursuivre.

C'est une voie productive où on est guidé exclusivement par des repères sémantiques. On a effectivement beaucoup des situations cognitives dans la science ou la vie pratique où on doit s'engager sur cette voie parce que les objectifs eux-mêmes sont principalement sémantiques. Un argument logique ou une démonstration mathématique doivent par nécessité arriver à une représentation vraie quand les prémisses sont vraies. Un diagnostic médical ou géologique est calculé à arriver à une représentation probable ou plausible de son objet (maladie, réserves d'or) à partir de l'évidence; une fois l'information pertinente est représentée dans une forme adéquate dans le vocabulaire médical ou géologique, l'important est de maximiser la valeur sémantique (vérité ou probabilité). Ces situations sont bien comprises dans les SC et peuvent être effectivement simulées par l'IA parce que leurs repères sémantiques sont à la fois nécessaires et suffisants pour assurer le succès de l'entreprise explicative ou simulatrice.

J'ai déjà mentionné que l'explication scientifique de la production modulaire des représentations est assez avancée. J'ai mentionné aussi que dans l'IA on a réussi à créer des systèmes experts qui s'engagent dans des inférences parfois déductives (démonstrations logiques, comme Newell's theorem proving) mais plus souvent inductives (diagnostics médicaux, géologiques, décisions militaires, etc.). On comprend maintenant que le succès de l'explication théorique et de la simulation pratique des processus cognitifs productifs s'explique par le fait qu'on peut avoir une science et une pratique de la sémantique cognitive. J'ai présenté ailleurs des arguments en faveur de cette idée.

1

Pour avancer notre argument, il faut interpoler ici un principe général de l'explication de l'information cognitive. C'est un principe qui concerne l'organisation de l'information. Le principe stipule qu'on conçoit le traitement de l'information cognitive (qui affecte la forme ou la structure de l'information, sa transformation d'une forme à l'autre, le rôle fonctionnel de l'information, etc.) comme étant aligné aux besoins causaux des processus et stratégies que l'information doit servir. Pour être efficace du point de vue causal, l'information doit avoir une forme adéquate; pour être pertinente, la forme causale de l'information doit servir des objectifs cognitifs précis. On doit donc aligner, en termes

d'efficacité causale, la forme de l'information à ses objectifs cognitifs. Ça veut dire que ces derniers doivent contraindre d'une manière ou d'autre les formes dans lesquelles l'information anime et dirige causalment les processus capable d'atteindre les objectifs en question.

Il se trouve que dans les systèmes cognitifs simples (animaux ou robots, par exemple) ou dans les situations cognitives relativement simples (deduction ou reconnaissance visuelle, par exemple) les objectifs à atteindre sont simplement ou notamment sémantiques. Dans ces cas-là, la forme sémantique de l'information est, d'une part, causalment efficace parce que elle produit les effets nécessaires (disons, un objet reconnu ou une conclusion deductivement dérivé e) exclusivement en vertu de ses propriétés formelles qui sont sémantiquement motivées; et d'une autre part, la forme sémantique est pertinente parce que son efficacité causale sert les objectifs en question (reconnaissance, deduction).

Le danger vient de l'imperialisme sémantique qui consiste à prendre les modèles inferentiels et productifs (dont on a justement parlé) pour des modèles de la cognition centrale, donc utilisatrice. C'est exactement l'erreur que les SC et l'IA sont trop souvent prédisposés à commettre dans leur immodestie théorique. Malheureusement, la sémantique ne couvre et donc n'explique pas tout le territoire de la cognition. Le raisonnement ordinaire, la communication linguistique, l'explication ordinaire ainsi que le raisonnement pratique et la décision ont des objectifs cognitifs qui respectent mais en même temps vont au-delà de valeurs et distinctions sémantiques.

Pour atteindre leurs objectifs postsémantiques et en effet pragmatiques (parce que déterminés par un agent dans son contexte cognitif et pratique), le raisonnement, la communication et la décision doivent structurer l'information d'une manière qui (comme notre principe le stipule) est à la fois causalment efficace et pertinente. Le résultat est une forme pragmatique de l'information mentale. Je dis 'mentale' parce que c'est cette forme qui, du point de vue causal, effectivement anime nos processus mentaux les plus typiques. C'est pourquoi la forme sémantique de l'information, qui obsède les SC et l'IA, se révèle sous-déterminante par rapport à la forme mentale. C'est ici la barrière sémantique que les SC et l'IA doivent dépasser pour arriver à conceptualiser l'information mentale et donc expliquer ou simuler la

pensé e humaine que cette forme d'information anime. 2

Prenons un exemple ou deux où l'information de type mental est causalment efficace. Si je veux communiquer quelque chose à quelqu'un je dois généralement respecter non seulement une valeur sémantique de vérité ou de probabilité mais aussi des valeurs de relevance (l'information doit intéresser l'autre dans le contexte), économie (on présente surtout l'information que l'autre ne possède pas), incrementalité (on organise l'information nouvelle d'une manière qui est à la fois économique et pertinente) et ainsi de suite. Ces dernières valeurs ne sont pas sémantiques, parce que elles ne visent pas seulement les paramètres de ma représentation du monde ou de la représentation de mon interlocuteur. Les valeurs sont essentiellement pragmatiques, parce qu'elles visent à effectuer un transfert d'information qui tient compte de l'état actuel de notre connaissance/ignorance sur un sujet précis, de nos objectifs cognitifs et pratiques, de nos limitations de temps et d'intérêt, etc.

Pour respecter ces conditions pragmatiques et avoir les effets dont je parle, l'information doit être structurée dans des formes mentales -- les seules formes qui possèdent les pouvoirs causaux que l'information a besoin pour animer nos pensées et actions. Mon message, par exemple, doit être segmenté d'une manière qui met en relief l'information qui est vraiment nouvelle pour mon interlocuteur. On a des moyens syntactiques pour une telle mise en relief comme, par exemple, les constructions "cleft" (du type 'c'est lui qui a fait ...', où on souligne l'identité de l'agent), ou des moyens phonétiques (intonation, par exemple). Mais évidemment on ne peut pas expliquer la raison pour l'utilisation de ces moyens en termes syntactiques ou phonétiques ou sémantiques parce que la raison est tout à fait pragmatique.

Pareillement, si je veux m'engager dans une action, il ne suffit pas de former des représentations et d'appliquer des concepts sous des règles sémantiques, parce que mon action n'est pas seulement l'expression de mon intérêt sémantique dans le monde qui m'entoure; l'action doit aussi être coordonnée avec mes buts et intérêts pratiques, mon état de connaissance dans un contexte, etc. Notre principe (sur l'organisation de l'information) stipule que, pour produire un tel effet, l'information sémantique doit être alignée aux paramètres de mon action (buts, intérêts, contexte, etc.). Le résultat, encore une fois, est une forme

mentale de l'information.

Ces sont des exemples tout à fait familiers. Les résultats des recherches récentes sur le discours, la communication, l'explication et l'induction cognitive convergent sur, et en même temps confirment, l'hypothèse (que je défends ici) d'après laquelle l'information traitée par nos processus mentaux est organisée par, et opère sous, des contraintes qui ne sont pas exclusivement sémantiques.

Si, au lieu de mentionner l'exemple de la communication ou celui de l'action, où l'information mentale est responsable du point de vue causal, j'aurais décrit ou simulé en quelque détail les exemples eux-mêmes, vous n'auriez eu aucune difficulté à suivre l'enchaînement des structures informationnelles d'après les critères pragmatiques déjà indiqués. Nous sommes très habitués à ce phénomène; c'est le pain cognitif de tous les jours et en effet un exercice banal de la psychologie du sens commun. Cette psychologie n'est pas une théorie folklorique de la mentalité, mais plutôt une pratique qui nous permet de suivre et interpréter les processus cognitifs d'un autre et même les nôtres.

Ce qui est banal pour le sens commun ne l'est pas pour les SC ou l'IA. C'est pourquoi il y a maintenant dans les deux disciplines un intérêt considérable pour comprendre la psychologie du sens commun. L'intérêt est légitime parce que le sens commun est une source remarquable de sagesse pratique en ce qui concerne la cognition humaine. Le problème est comment puiser à cette source. La solution du problème dépend essentiellement d'une représentation adéquate de la psychologie du sens commun. Intuitif et familier que le sens commun est pour nous tous en tant que pratique quotidienne, l'utiliser d'une manière théorique pour avancer notre savoir sur la cognition humaine et avancer aussi notre capacité de l'imiter, n'est pas si simple. En effet, il paraît que le sens commun lui-même est une solution cognitive et pratique aux problèmes biosociaux que des nombreuses espèces animales et notre espèce doivent affronter. Ça veut dire que comprendre le sens commun revient à comprendre des aspects sociaux et pratiques de la cognition que la psychologie, les SC et l'IA ont généralement ignorés. Tant que le sens commun lui-même reste à déchiffrer, on ne peut pas s'appuyer sur lui pour élucider la cognition humaine. Le sens commun et la cognition sont les deux dans le même bateau.

Je ne peux pas développer ici cette thèse sur le sens commun. ³

Pour conclure l'argument développé ici, je veux seulement remarquer que, de nouveau, la barrière sémantique prouve être un obstacle assez formidable à l'exploitation par les SC et l'IA de la sagesse pratique et théorique du sens commun. Il y a des théories très influentes dans les fondements de SC (celles de Fodor et Pylyshyn, par exemple) qui proposent d'interpréter d'une manière très réaliste les catégories cognitives du sens commun (desire, croyance, intention, par exemple) comme correspondant à des états mentaux très précis; et il y a des programmes de recherche dans l'IA qui basent leurs simulations des processus cognitifs sur cette prémisse théorique. Mais la vérité de cette prémisse n'est pas tout à fait évidente -- pour au moins deux raisons.

Premièrement, il n'est pas évident (sans argument) que les catégories cognitives utilisées par le sens commun (croyance, desire, pensée, etc.) sont essentiellement sémantiques; elles ont indiscutablement une dimension sémantique, mais nous avons montré qu'il est peu probable que la dimension sémantique elle-même soit causalement responsable pour (et par conséquent puisse expliquer) les démarches cognitives et leurs effets comportementales. Deuxièmement, il n'est pas évident (sans argument) que la dimension sémantique que le sens commun attribue aux pensées, croyances et intentions doit être conçue d'une manière individualiste, c'est-à-dire, d'une manière qui décrit seulement le fonctionnement interne de la cognition individuelle. Par contre, il y a maintenant une littérature entière où on montre que le sens commun découpe la dimension sémantique des états mentaux dans des contextes sociaux d'interaction entre les sujets cognitifs et que le découpage combine des aspects mentaux et des aspects sociaux et environnementaux qui sont extérieurs à la cognition individuelle. ⁴

La barrière sémantique n'est pas le seul obstacle que les SC et l'IA doivent dépasser. Mais, du point de vue théorique, il est peut-être le plus obstiné, parce qu'il est difficile à percevoir comme obstacle, et pour cette raison, le plus formidable, parce qu'il peut nous empêcher de comprendre les vraies contraintes sur la cognition intelligente et créatrice qui utilise (au lieu de seulement produire) des représentations mentales.

NOTES

1 Voir Radu Bogdan, "Mental Attitudes and Common Sense", NOUS, 22, 3 (1988).

2 J'ai développé l'idée de la pragmatique de l'information mentale dans Radu Bogdan, "The Manufacture of Belief", in Bogdan (ed), BELIEF, Oxford University Press, 1986, et "Mind, Content and Information", SYNTHÈSE, 70, 2 (1987).

3 Voir mon article sur "Mental Attitudes and Common Sense", loc. cit., et "Common Sense Naturalized", in Bogdan (ed), MIND AND COMMON SENSE, Cambridge University Press, 1989.

4 Voir, par exemple, les travaux de Hilary Putnam, "The Meaning of Meaning", in Gunderson (ed), MINNESOTA STUDIES IN THE PHILOSOPHY OF SCIENCE, vol. 7, University of Minnesota Press, 1975; Tyler Burge, "Individualism and the Mental", in MIDWEST STUDIES IN PHILOSOPHY, University of Minnesota Press, vol. 4, 1979; et Jerry Fodor, PSYCHOSEMANTICS, The MIT Press, 1986.