

Philosophie sur ordinateur ou intelligence artificielle

GILBERT BOSS *Université Laval*

MARYVONNE LONGEART *Université du Québec à Hull*

L'informatique se définissant comme le traitement rationnel de l'information par machine automatique¹ et l'intelligence se caractérisant par une même capacité de traitement rationnel, il était inévitable que l'on songe à associer l'intelligence au traitement automatique de l'information. C'est ce qu'a fait John McCarthy en forgeant le terme d'intelligence artificielle (IA)². Par «intelligence artificielle» on peut vouloir exprimer l'ambition de

1. Recréer, transformer ou développer l'intelligence artificiellement
2. Simuler l'intelligence en la reconstituant dans des modèles imitant certains aspects de notre intelligence dite naturelle³.

Une telle entreprise ne diffère pas de celle de la philosophie, dont l'un des buts traditionnels est de répondre aux questions suivantes : Comment rendre l'être humain capable de comprendre méthodiquement, c'est-à-dire comment former l'intelligence grâce à l'art ou à l'artifice ? Qu'est-ce que comprendre ? Quelles sont la définition et les limites de la raison ? C'est pourquoi une grande partie des débats dans lesquels se sont engagés les spécialistes de l'intelligence artificielle ont été de nature philosophique⁴. Malheureusement, le rapport inévitable entre l'informatique et la philosophie s'est enlisé parce qu'on n'a pas pris conscience de deux faits :

- le caractère philosophique de l'idée d'intelligence artificielle
- le caractère artificiel de notre intelligence informée par la tradition philosophique.

Les informaticiens élaborent naïvement des «ontologies» ou catégories⁵ comme si Aristote⁶, Porphyre⁷, Arnauld et Nicole⁸, Kant⁹ ou Mill¹⁰ n'avaient pas existé avec toute la tradition millénaire de la réflexion sur les catégories. Quant aux philosophes, ils disposent maintenant des facilités de

recherche automatique liées aux éditions d'œuvres sur supports lisibles électroniquement. Mais l'approche traditionnelle des textes n'en a guère été modifiée¹¹. Quant à la réflexion sur l'IA, elle tend à s'épuiser dans la banalité, pendant que la recherche informatique en IA s'oriente surtout vers des objectifs plus techniques.

Il y a plusieurs façons de relier la pratique informatique à la philosophie :

- a) **Réfléchir** en philosophe **sur** l'informatique¹².
- b) Amener les recherches en informatique à **s'inspirer des** recherches philosophiques¹³.
- c) Élaborer les moyens de **faire de** la philosophie **sur** ordinateur¹⁴.

Dans la situation a, recherche philosophique et recherche en informatique demeurent extérieures l'une à l'autre. Dans les situations b et c, au contraire, les deux disciplines collaborent. Pour notre part, c'est la voie c que nous voulons explorer. Dans ce qui suit, nous tenterons d'explicitier cette option et de prévenir les malentendus et les oppositions qu'elle pourrait susciter. Pour cela, nous avons divisé notre article en trois sections :

1. Un aperçu de la représentation de systèmes conceptuels sur ordinateur par la technique des réseaux sémantiques.
2. L'application de cette technique à la représentation de philosophies sur ordinateur.
3. Une réflexion critique sur cette entreprise.

Les deux premières parties correspondent chacune à une mise en place de la problématique du point de vue de l'informatique et de la philosophie respectivement. La troisième partie expose, à la lumière des développements précédents, ce qu'il convient de comprendre par «philosophie sur ordinateur» ainsi que les possibilités et les limites liées à une telle entreprise¹⁵.

1. Les réseaux sémantiques et la représentation de systèmes conceptuels sur ordinateur

La représentation des connaissances est selon Winston¹⁶ le problème le plus sérieux auquel se trouve confrontée l'informatique, et plus particulièrement l'IA. Seule une représentation adéquate peut rendre l'information accessible et traitable efficacement. Les trois grandes techniques de représentation des connaissances utilisées en IA sont

- les règles de production (RP)¹⁷
- la logique des prédicats (LP)¹⁸
- les réseaux sémantiques (RS)¹⁹.

Conformément à une terminologie largement acceptée, nous entendons par réseau sémantique (RS) toute forme de représentation (FR) dont la structure de base est analogue à un graphe dont les nœuds sont les objets de la représentation et les arcs les relations entre les objets. Ce n'est pas le lieu

ici de discuter en détail des mérites respectifs de chacune de ces FR, cependant, un bon système de représentation (SR) doit être à la fois expressif et inférentiellement efficace²⁰. De ce double point de vue, les RS ont semblé un compromis intéressant, et c'est pourquoi c'est la FR sur laquelle nous avons concentré nos recherches.

Les RS développés actuellement en IA sont le résultat d'une synthèse entre les idées de Quillian et celles de Minsky.

1.1. Les réseaux associatifs

L'utilisation systématique de réseaux de nœuds pour la représentation des connaissances remonte aux travaux de Quillian²¹ en vue de trouver une façon de conserver en mémoire la signification des mots du langage ordinaire pour permettre à l'ordinateur d'en faire un usage analogue à celui que permet la compétence linguistique d'un être humain.

Deux éléments importants du point de vue de la représentation des connaissances ont été introduits par le modèle de Quillian :

1.1.1. L'organisation hiérarchique des nœuds.

1.1.2. Le mécanisme d'héritage entre les nœuds.

1.2. Les cadres

La notion de cadre a été introduite par Minsky²² pour pallier certaines difficultés de représentation liées aux cas marginaux et aux exceptions. L'hypothèse sur laquelle reposent les travaux de Minsky est que la conceptualisation ne se fonde pas sur des définitions strictes et exhaustives en termes de propriétés nécessaires et suffisantes, mais sur des ensembles de propriétés typiques. Ainsi, un cadre («*frame*») est une structure de données qui représente des stéréotypes. Un cadre a des cases («*slots*») dont l'une contient l'identification du stéréotype (son nom) et les autres ses caractéristiques, qui peuvent elles-mêmes renvoyer à d'autres cadres. Par exemple la case AKO («*a kind of*») établit un lien entre une classe et une sous-classe (spécialisation) et la case ISA («*is a*») établit un lien entre une classe et un membre de la classe (exemplification). Bobrow et Winograd²³ ont suggéré de regrouper dans des structures de ce genre non seulement des informations descriptives, mais aussi des procédures, le tout organisé selon une forme de hiérarchie avec héritage. Ce modèle est à l'origine de l'approche à base d'objet en informatique («*Object oriented systems*»).

1.3. Le critère d'adéquation épistémologique

Si les RS sont des outils puissants et souples, bien des difficultés tant théoriques que pratiques sont liées à leur utilisation²⁴. En particulier, deux problèmes se posent :

- Comment interpréter les nœuds et les liens?
- Comment gérer efficacement les mécanismes d'héritage sans compromettre la cohérence de la représentation?

Face à cette situation, trois attitudes prévalent :

1. Abandonner les RS pour la logique formelle à laquelle ils seraient théoriquement équivalents²⁵.
2. Se consacrer au développement d'outils de plus en plus complexes qui fourniraient des mécanismes *ad hoc* pour résoudre les difficultés au fur et à mesure de leur apparition²⁶.
3. Reconnaître le besoin urgent d'une réflexion épistémologique sur les FR et faire de cette réflexion un préalable à toute recherche future²⁷.

Si on a pu dire que l'intelligence artificielle se trouvait actuellement dans une impasse, c'est qu'aucune de ces attitudes ne répond adéquatement aux problèmes épistémologiques auxquels sont confrontées les recherches dans ce domaine. La première néglige le critère de l'efficacité inférentielle déjà mentionné; la deuxième donne trop souvent lieu à des expédients méthodologiques discutables; la troisième risque de couper la réflexion théorique des développements pratiques qui se poursuivraient indépendamment.

Du point de vue de l'informatique, l'hypothèse sur laquelle repose notre démarche est que *la philosophie sur ordinateur peut fournir à la fois le cadre expérimental et le cadre théorique pour explorer l'adéquation épistémologique d'un SR*. Cependant, cette entreprise n'a de sens que s'il est possible de faire de la philosophie sur ordinateur²⁸.

2. La représentation de philosophies sur ordinateur

2.1. Exemples de représentation

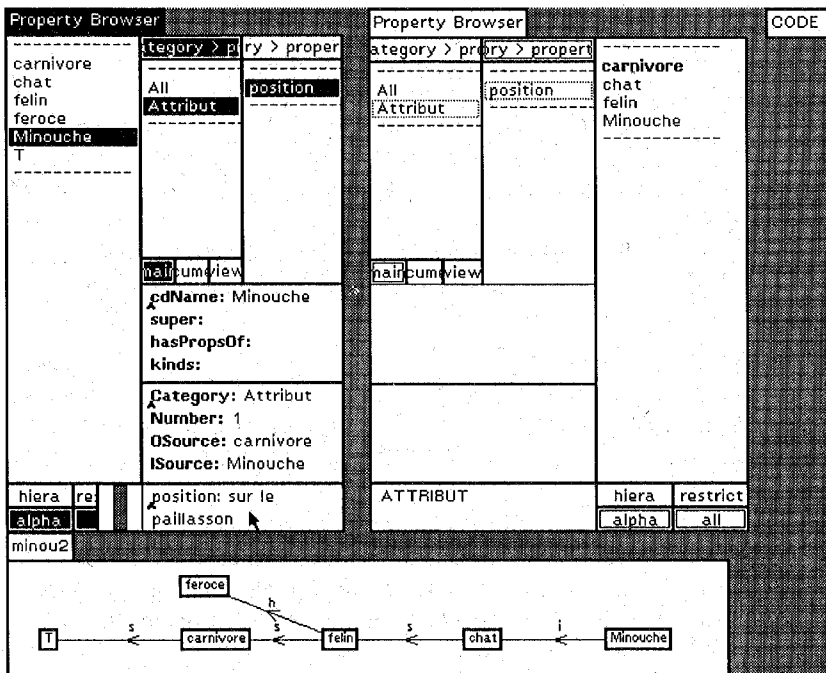
2.1.1. *The cat is on the mat*

Les applications des RS ne sont limitées à priori à aucun domaine spécifique, et rien n'interdit de les faire servir à la représentation des philosophies. Avant de discuter d'essais de représentation de philosophies sur ordinateur réalisés avec le système CODE²⁹, il est nécessaire de présenter les principales caractéristiques de ce SR. Pour cela, prenons un exemple très simple et considérons les propositions suivantes :

- P1. *Le chat est un félin.*
- P2. *Les félins sont des carnivores.*
- P3. *Minouche est un chat.*
- P4. *Minouche est sur le paillason.*
- P5. *Minouche est féroce.*

La fenêtre inférieure de la Figure 1 représente le graphe correspondant à ce petit système conceptuel (SC) dans le logiciel CODE. Les liens chat-félin et félin-carnivore (identifiés par «s» pour «*sub-super concept*») sont des liens entre classe et sous-classe ou entre type et sous-type. CODE permet l'une ou l'autre de ces interprétations. Le lien Minouche-chat (identifié par «i» pour «*instance*») est un lien entre une classe et un membre de cette classe³⁰. Le lien Minouche-féroce (identifié par «h» pour «*has property of*») est un lien analogue à l'attribution. Le lien Minouche-paillasson ne figure pas comme tel sur le graphe, mais se trouve représenté dans le descripteur de concept correspondant à Minouche. La fenêtre supérieure gauche de la Figure 1 présente ce descripteur. On voit dans la colonne «*Category*» la catégorie «*Attributs*». Parmi les attributs de Minouche (colonne «*Propriétés*») figure la position. Le corps de cette propriété (zone en bas à droite) précise la valeur de cette propriété pour Minouche : «sur le paillasson». Minouche hérite en principe de toutes les propriétés de «chat», qui hérite des propriétés de «félin», lequel à son tour hérite des propriétés de «carnivore». De plus, Minouche hérite également des propriétés de «féroce», bien qu'il ne soit considéré ni comme une instance, ni comme une sous-classe de ce concept.

Figure 1



Les deux fenêtres supérieures de la Figure 1 présentent le SC sous forme de listes. Dans la fenêtre de gauche, la première colonne donne la liste des concepts (ces éléments du système qui ont été retenus pour figurer sur le graphe en tant que nœuds). La deuxième colonne représente les catégories associées au concept sélectionné dans la liste des concepts. Enfin la troisième colonne donne la liste des propriétés associées à la catégorie sélectionnée dans la liste des catégories, toujours pour le concept considéré. Dans la fenêtre de droite, la première colonne donne la liste des catégories pour l'ensemble du SC, la colonne suivante, la liste des propriétés associées à la catégorie sélectionnée, et la dernière colonne, la liste des concepts ayant la propriété sélectionnée dans la liste des propriétés.

Que se passerait-il si on décidait d'introduire le paillasson parmi les concepts dans la représentation? Les limites de notre système apparaîtraient immédiatement. En effet, le paillasson demeurerait complètement isolé du reste de la représentation en dépit du fait que P4. La relation spatiale entre Minouche et le paillasson n'est pas une relation active du système. Aucun raisonnement ne peut être fait à son sujet. Ainsi, posons :

P6. *Le paillasson est sur le palier.*

P7. *Minouche est sur le palier.*

Alors, si P6 et P4, on ne peut en déduire que P7 (bien qu'il soit possible par un sous-programme en Prolog d'introduire une règle telle que : $P6 \cdot P4 \rightarrow P7$)³¹. De même, comme nous l'avons vu, le graphe ne représente pas la relation entre Minouche et le paillasson³².

Le problème que nous venons d'identifier à partir d'un exemple très simple est en fait un problème fondamental des RS tels qu'ils ont été généralement conçus. Le présupposé dominant dans ce genre de système est que les relations les plus dignes d'intérêt dans tout SC sont des relations taxonomiques.

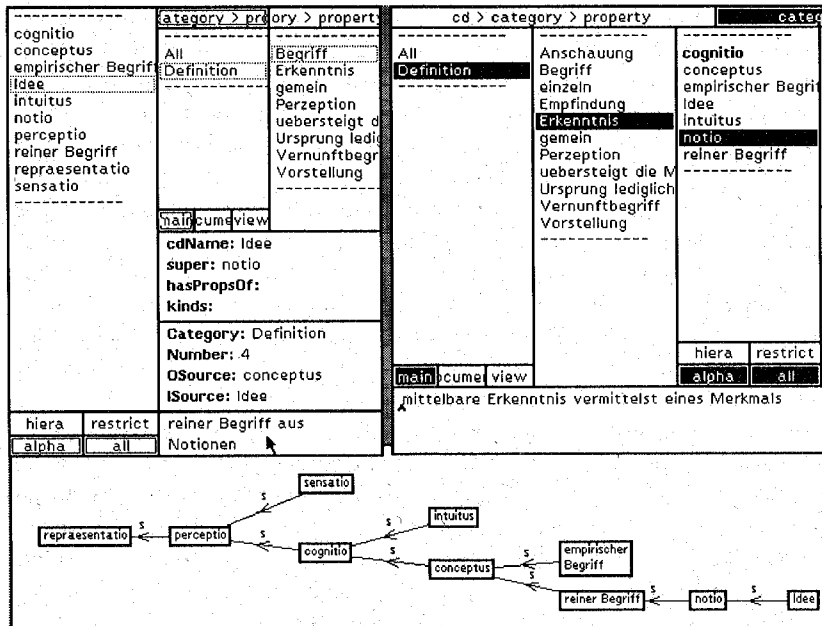
Malgré ces limites, CODE se prête déjà à la représentation de certains aspects de la pensée philosophique, ainsi que nous le verrons ci-dessous.

2.1.2. *Ob Kant ins Reine kommt?*

Notre second exemple sera tiré du début du premier livre de la dialectique transcendantale dans la *Critique de la raison pure* (KRV)³³. La Figure 2 donne trois vues de cette représentation dans le même ordre que dans la Figure 1.

Le passage choisi est très docile à une représentation sur CODE, puisqu'il s'agit pour l'essentiel d'une classification. L'intérêt de ce mode de présentation saute aussi aux yeux. Nous pourrions nous limiter à quelques commentaires sur cette figure, en envisageant successivement ses trois fenêtres.

Figure 2



1. Le **graphe** permet de saisir l'ensemble de la division du concept de représentation d'un seul coup d'œil. Toutes les relations sont de classes à sous-classes. On y voit d'ailleurs immédiatement l'intention de Kant, qui progresse continûment vers le concept d'idée, abandonnant la division des autres branches, qui trouverait son complément dans d'autres textes de la *KRV*.
2. Comme l'arbre est profond, le jeu de l'héritage est relativement important. On le voit dans les deux fenêtres du haut. Le **descripteur de concepts** montre la sélection du dernier terme, le concept d'idée, de manière à faire voir le résultat de la classification effectuée par Kant, dans la colonne «propriétés», qui cumule l'héritage de tous les genres auxquels appartient l'idée. La propriété sélectionnée est celle de «*Begriff*», qui est héritée, mais qui reçoit un complément de définition décisif dans le corps de la propriété (en bas à droite).
3. Dans le **descripteur de propriétés**, nous avons choisi «*Erkenntnis*» (liste centrale), de sorte qu'apparaissent dans la liste de droite les concepts qui héritent de la propriété d'être des connaissances (la mise en gras de *cognitio* en exprime automatiquement l'origine). La sélection du terme «*Notio*» permet de voir comment le corps de la propriété «*Erkenntnis*» a été modifié pour définir la notion³⁴.

2.2. *Le présupposé taxonomique*

Les essais de représentation que nous avons faits sur divers philosophes en utilisant le logiciel CODE confirment l'intérêt des RS comme FR des philosophies. Cette expérience montre que certaines parties des systèmes philosophiques (en particulier les classifications) se prêtent mieux que d'autres à la transposition. Pour cette raison, la représentation de la théorie des passions de Descartes, de Hobbes et de Spinoza, par exemple, donnait des résultats intéressants³⁵. Il serait toutefois hâtif d'en conclure que les RS en général ne sont pas appropriés à la philosophie sous toutes ses formes. Comme le présupposé qui a guidé la conception du logiciel utilisé est que les relations entre concepts sont essentiellement de nature taxonomique, il n'est pas étonnant que ce soient les classifications ou les philosophies prenant principalement la forme de grandes constructions taxonomiques abstraites qui se plient le plus aisément à ce traitement³⁶.

Vu l'importance des taxonomies dans les systèmes de concepts, vu aussi l'importance primordiale que de nombreuses logiques, d'Aristote à Russell, ont attribuée aux principes de classification³⁷, il était tentant de présupposer que les relations principales, et éventuellement toutes les relations vraiment significatives dans un SC, sont des relations de classes ou des relations d'appartenance à une classe. Il n'est donc pas étonnant que ce soit une assumption généralement partagée par les concepteurs de systèmes de représentation des connaissances. Toutefois, le fait que tout ou partie de certaines philosophies soit réfractaire à une représentation dans des RS fondés sur ces présupposés³⁸ semble indiquer les limites de cette FR. Pourtant, quand l'esprit d'une philosophie s'y prête, il n'est pas vain de chercher à la représenter par ce moyen.

2.3. *Le graphe comme mode de représentation non séquentiel*

L'avantage de la représentation sous forme de RS ne consiste pas en la possibilité de **reproduire** le texte, mais plutôt dans les moyens qu'elle donne d'exposer les rapports conceptuels dans une perspective différente de celle que permet la lecture séquentielle d'un texte. *Le graphe permet de saisir d'un seul coup d'œil un ensemble de rapports qui, dans le livre, devrait demeurer implicite.* Comme nous l'avons vu dans les exemples précédents, certains avantages de la représentation sur ordinateur ne sont que des artifices de présentation qui constituent des aides non négligeables pour l'analyse des systèmes conceptuels sans être pour autant spécifiques à ce type de représentation. D'autres caractéristiques en revanche, comme le mécanisme d'héritage, rendent activement présent de façon **synchronique** dans la représentation l'ensemble des relations conceptuelles du système que le texte écrit ne pouvait présenter que **diachroniquement** dans le processus de lecture. De ce point de vue, la représentation sur ordinateur rappelle le type d'exercice qu'effectue le philosophe formaliste, lorsqu'il

analyse le raisonnement d'un philosophe de l'histoire en cherchant à le reproduire dans un quasi-formalisme qui mette au jour tous les moments implicites dans le texte interprété. À la limite, ce genre d'analyse conduirait à une sorte d'opération où la représentation deviendrait elle-même active, ne demandant plus au lecteur que de suivre le jeu réglé des substitutions de symboles. Or, approcher de cette limite où la représentation elle-même deviendrait active et totalement explicite, voilà précisément l'objectif de la représentation sur ordinateur³⁹.

Cependant, le présupposé sur lequel est construit le SR que nous avons utilisé restreint beaucoup son utilisation en philosophie pour deux raisons :

1. Toutes les philosophies n'ont pas, comme le kantisme, des architectures fondées sur des classifications de concepts.
2. La division rigide imposée par CODE ou les systèmes analogues entre les concepts et leurs propriétés impose au texte un découpage artificiel dont l'inadéquation devient évidente lorsque les textes servant de corpus de base à la représentation sont plus longs et plus complexes, parce qu'il y a alors entre ces fonctions une intersubstitution si fréquente que leur distinction radicale devient une entrave importante.

C'est pourquoi, une méthode de représentation idoine⁴⁰ des philosophies sur ordinateur doit retenir l'avantage du traitement automatique des relations conceptuelles sur ordinateur et de leur présentation non séquentielle, tout en rejetant les présupposés dominants dans le secteur, et qui bloquent le progrès de la recherche dans les RS vers des RS d'application universelle.

2.4. Vers un langage graphique de représentation conceptuelle

À la recherche des formes de langage appropriées à la science en général, le marquis de Condorcet en retenait principalement deux :

- Les méthodes techniques (MT)⁴¹
- La langue universelle (LU)⁴².

Le désir d'un langage propre à permettre d'une part le survol rapide, la saisie simultanée des rapports conceptuels, d'autre part l'analyse quasi automatique des termes, remonte à une longue tradition philosophique⁴³. D'une manière générale, les RS se prêtent bien à la sorte d'analyse correspondant à la LU, ceci est évident de par leur nature même. Ils offrent également un moyen de réaliser l'autre aspect, celui des MT, par leur liaison naturelle avec une interface graphique. Déjà dans CODE, l'usage des listes et leur jeu allait dans le sens requis par Condorcet. Le caractère intuitif de la représentation peut être accru encore grâce à une représentation graphique intégrée. D'autre part les graphes conceptuels (GC)⁴⁴ ont une souplesse plus grande que la structure *frame-slots*, qui devrait permettre 1) d'intégrer plus aisément des relations autres que les relations taxo-

nomiques et 2) de briser la contrainte de la distinction rigide entre concepts et propriétés. L'option en faveur des GC paraît donc s'imposer pour la recherche d'une forme de RS universelle.

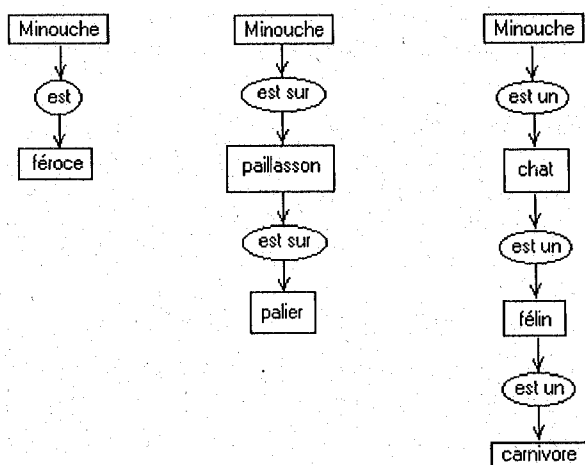
Notre langage graphique comprend les éléments suivants :

- des *rectangles* renfermant un nom, désignant un **nœud conceptuel**,
- des *ovales* renfermant un nom, désignant un **nœud relationnel**,
- des *flèches* entre les ovales et les rectangles, désignant les **liens**,
- de *grands rectangles ou ovales* renfermant d'autres rectangles ou ovales, désignant des **nœuds contextuels** ou contextes⁴⁵.

2.4.1. Encore Minouche! (*Minouche again*)

L'exemple ci-dessous montre les liens des propositions P1 à P7 dans une représentation graphique constituée uniquement des éléments a) à c).

Figure 3



La Figure 3 n'utilise pas l'importante structure des GC décrite en d). Nous introduirons les contextes dans l'exemple suivant. Malgré sa simplicité, la Figure 3 permet de remarquer comment ce procédé graphique reprend les avantages de la représentation précédente (cf. Figure 1), et permet de résoudre les problèmes qu'elle laissait insolubles :

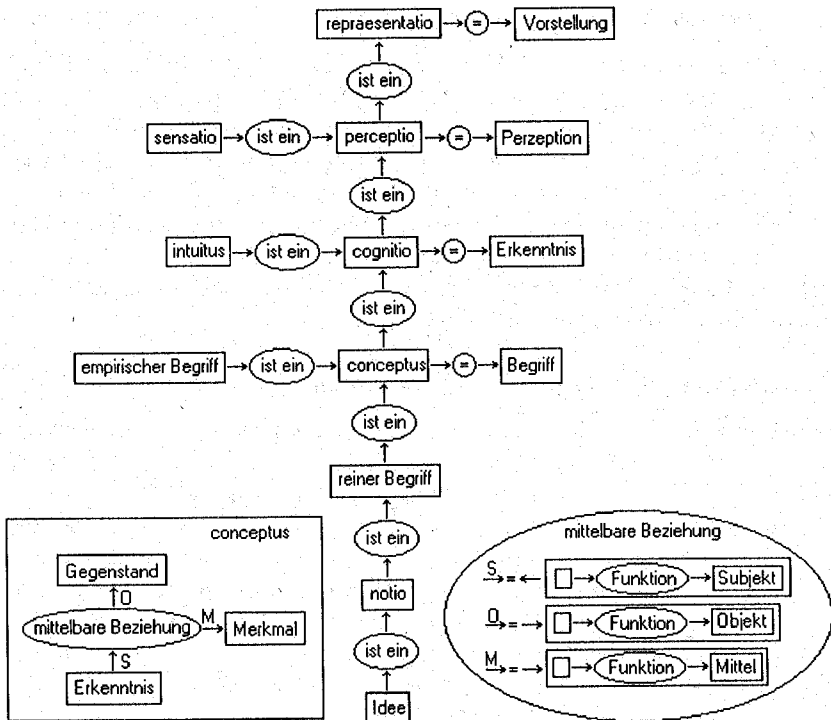
- Le graphe de droite reproduit un équivalent du graphe de la Figure 1.
- La séparation possible des sous-graphes permet de rendre sensible la diversité des liens liés ici aux diverses relations signifiées par le moyen du verbe être⁴⁶.

- La possibilité de situer tous les termes des relations au même niveau graphique n'oblige plus à exclure le paillason du plan de la surface.
- L'héritage devenant possible pour toutes les relations, le système peut effectuer en principe la déduction $P6 \cdot P4 \rightarrow P7$ sans devoir faire intervenir des niveaux hétérogènes entre eux.
- Tous les sous-graphes peuvent se lier à volonté selon leurs termes communs, dans une FR par GC parfaitement intégrée.

2.4.2. Kant revisited

En revenant maintenant à l'exemple du texte de Kant représenté dans la Figure 2, nous pourrions introduire l'usage des contextes. Voici une représentation partielle seulement du passage sur la division de la représentation :

Figure 4



On retrouve à nouveau dans cette représentation l'équivalent du graphe de la Figure 2, ainsi qu'une partie des propriétés inscrites dans les listes de cette même figure. Cependant, il y a quelques nouveaux traits sur lesquels il convient d'attirer l'attention.

- Les termes équivalents, latins et allemands, peuvent apparaître au même niveau de représentation, de sorte qu'il est possible de passer des uns aux autres, comme le fait Kant dans son texte (cette possibilité est due, encore une fois, à l'absence de différence de traitement entre les concepts et les propriétés).
- Les termes qui interviennent dans la définition des membres de la classification, sans y entrer eux-mêmes, sont pourtant représentés à leur tour dans la même représentation graphique que les termes de la classification, sans confusion puisqu'ils font partie de contextes différents.
- L'ouverture et la fermeture des contextes (nous nous sommes contentés d'en représenter deux, l'un pour les termes – *conceptus* –, l'autre pour les relations – *mittelbare Beziehung* – permet de voyager à travers les GC dans le sens de la profondeur, et non plus seulement horizontalement.
- Les relations peuvent être traitées sur le même pied que les termes.

Certes, l'exemple n'est guère impressionnant sous cette forme, parce que l'essentiel lui manque, à savoir le travail de l'ordinateur, qui ne devient d'ailleurs utile que pour des représentations plus étendues. Il lui revient 1) de permettre une circulation presque instantanée entre toutes les parties du graphe, 2) d'ouvrir et de fermer les contextes et 3) de déduire de nouvelles relations à partir de celles qui ont été données par l'utilisateur, soit pour créer le GC, soit pour le consulter ou le questionner. C'est alors seulement que la représentation s'anime et se montre sous un tout autre jour que la forme imprimée, nécessairement statique.

3. Texte, système conceptuel et réseau sémantique

La pratique de l'écrit dans les milieux philosophiques actuels devrait favoriser la compréhension des avantages de la représentation par GC. En effet, la philosophie se présente essentiellement sous la forme de SC, et le travail philosophique fragmentaire qui est le lot de la plupart, consiste en la mise en forme de quelque réseau partiel de concepts tiré d'un ensemble en principe plus vaste, qui sert de fond, en réalité flou, mais supposé prendre la forme d'un SC explicite. Dans cette perspective, l'écrit tourne autour du réseau partiel ou plus large de concepts à expliciter, l'aborde de divers côtés, tâchant d'en suivre tous les liens pour les rendre explicites dans des arguments destinés à en formuler le détail.

Or les GC concentrent la puissance qui se disperse dans l'écrit. Ils représentent immédiatement le SC lui-même, autour duquel l'utilisateur peut tourner à sa guise, alors que, dans les écrits, l'approche séquentielle oblige à une multiplication des angles d'attaque, à une redondance qui ne vient pourtant pas à bout de présenter le SC sous tous ses aspects possibles. Au contraire, dans l'ordinateur, la représentation du SC est présente dans

une quasi-simultanéité, et elle permet une quantité indéfinie d'approches en fonction des intérêts de l'utilisateur. Surtout, la puissance acquise par la capacité d'ouvrir et de fermer des contextes à tous les niveaux de complexité, de manière à pouvoir circuler *ad libitum* des graphes globaux montrant les grandes structures du système jusqu'au détail des plus petites structures partielles, permet de donner à l'esprit de l'utilisateur l'impression de la simultanéité du système philosophique représenté, et d'une appréhension directe de ce dernier comme d'un objet spatial, alors qu'il acquiert une dimension temporelle dans la représentation livresque qui oblige à la lecture séquentielle.

Les avantages du mode de représentation des systèmes philosophiques par GC sont donc les suivants :

- Le système étant disponible simultanément dans sa totalité, il devient aussi plus aisément saisissable dans sa complexité systématique.
- Le travail sur des sous-systèmes reste mieux intégré dans son contexte, qui demeure toujours présent en totalité, quoique latent.
- La lecture d'une représentation philosophique sur GC est fonction du questionnement du lecteur et de son rythme propre, et non de la programmation par l'ordre littéraire choisi par l'auteur.
- La modification d'une relation quelconque dans le SC se répercute aussitôt sur l'ensemble du réseau, grâce à la mise au point automatique des relations, et permet ainsi d'en percevoir les effets et d'éviter éventuellement les incohérences qui pourraient en résulter.
- La représentation donne lieu à un mode d'interrogation interactif, et, comme elle réagit dynamiquement, elle effectue la correction automatique d'une partie au moins des erreurs de lecture de l'utilisateur.

En dépit de l'importance de ces avantages, la résistance des professionnels de la philosophie restera certainement assez tenace au début pour trois raisons :

1. Les habitudes liées à la tradition écrite sont profondes et touchent des couches de la sensibilité indépendantes du pur intérêt philosophique, notamment chez ceux qui ont été éduqués d'une manière plus littéraire et qui associent d'une manière ou de l'autre philosophie et littérature⁴⁷.
2. Certaines croyances concernant la nature de l'homme et de l'intelligence, ainsi que les effets de la mécanisation de l'intelligence, provoquent la crainte que la philosophie sur ordinateur déshumanise la pensée et la tue.
3. On tend souvent à confondre l'effort pour créer un outil de philosophie assistée par ordinateur (PAPO)⁴⁸ avec l'ambition irréaliste de créer un robot philosophe. Et cette confusion engendre soit le scepti-

ticisme et la moquerie, soit l'angoisse face à la dépossession imaginée de nos modes de pensée les plus intimes.

Toutefois, les difficultés à surmonter pour créer des logiciels efficaces de PAPO⁴⁹ sont encore telles qu'on peut prévoir que pour plusieurs années encore l'écrit imprimé gardera le monopole incontesté des modes d'expression de la philosophie.

Notes

- 1 Le néologisme «informatique» a été accepté par l'Académie française en 1966 avec la définition «science du **traitement rationnel**, notamment par **machines automatiques**, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications».
- 2 Proposé par John McCarthy, le terme d'intelligence artificielle fut associé, au Congrès de Dartmouth en 1955, à l'hypothèse méthodologique que «tout ce qui relevait traditionnellement de l'intelligence humaine peut être décrit avec suffisamment de précision pour être réalisé par une machine».
- 3 Ces deux positions correspondent respectivement aux membres de la distinction que Searle fait entre l'IA au sens fort et l'IA au sens faible (Searle, 1980).
- 4 Voir en particulier les discussions épistémologiques (McCarthy et Hayes, 1969; Woods, 1983; Brachman, 1985) et ontologiques (Woods, 1975; Hofstadter, 1980; Minsky, 1981; Winograd et Flores, 1985; Hobbs et Moore, 1985).
- 5 Le projet CYC (Lenat et Guha, 1990; Lenat, Guha *et al.*, 1990) est probablement le plus représentatif de ce point de vue.
- 6 Aristote, 1936.
- 7 Porphyre, 1887.
- 8 Arnauld et Nicole, 1683.
- 9 Kant, 1787.
- 10 Mill, 1974.
- 11 Sur la pratique déjà relativement ancienne de produire des index systématiques d'œuvres, cf. Robinet, 1978. Sur d'autres usages en philosophie et sur celui des nouvelles techniques de recherche électronique directe, cf. Rollinger, 1984; Neuman, 1990.
- 12 Cf. Turing, 1950; Plante, 1971; Boden, 1987; Sloman, 1978; Dennett, 1978, 1979; Ringle, 1979; Dreyfus, 1972; Searle, 1980; Pylyshyn, 1984; Sloman, 1984; Churchland, 1984; Boss, 1987; Boden, 1988; Longeart, 1991.
- 13 Fodor, 1976; Simon, 1978; Churchland, 1986; Rappaport, 1986; Thagard, 1988.
- 14 Boss et Longeart, 1991; Longeart, Boss et Skuce, 1992.
- 15 Il va de soi que, malgré l'apparence, ce développement en trois temps n'implique aucun rapport précis à la dialectique hégélienne.
- 16 Winston définit une forme de représentation comme un ensemble de conventions syntaxiques et sémantiques qui rendent possible la description d'objets et de situations. La syntaxe spécifie les symboles qui peuvent être assemblés; la sémantique spécifie comment une interprétation peut être associée aux symboles et aux combinaisons de symboles autorisées par la syntaxe (Winston, 1984, p. 250).
- 17 Une RP est une assertion générale de la forme **Si <condition> Alors <action>**. Les systèmes à base de RP représentent l'ensemble des connaissances sous forme de RP et utilisent le chaînage avant (mode d'inférence par lequel on part d'une condition pour déduire une conclusion) ou le chaînage arrière (mode d'inférence par lequel on part

- d'une conclusion pour vérifier l'existence de la condition) pour dériver de nouvelles connaissances.
- 18 Quels que soient les espoirs qu'on ait mis dans les outils fondamentaux fondés sur la LP, comme Prolog, il est loin d'être démontré que l'universalité de principe de cette approche corresponde à une possibilité pratique de l'IA actuelle.
 - 19 Les RS sont les seuls instruments actuels à rassembler les avantages de l'efficacité de traitement informatique et de l'adéquation présentationnelle.
 - 20 Le compromis entre l'expressivité et l'efficacité («*tractability*») des systèmes de représentation demeure une préoccupation majeure en IA, cf. Brachman et Levesque, 1985. La plupart des recherches théoriques mettent l'accent sur le développement de formalismes limités du point de vue de leur expressivité mais qui garantissent la complétude et l'efficacité des raisonnements à l'intérieur de ces limites, le système CLASSIC est un produit de cette approche. Cependant, certains systèmes explorent au contraire la possibilité de se contenter de raisonnements incomplets en espérant que cette incomplétude sera tolérable dans la plupart des applications pratiques. C'est le cas des systèmes CAKE et Cycl par exemple, cf. SIGART, 1991.
 - 21 Dans le modèle de mémoire associative de Quillian, un mot de la langue est représenté par un plan en mémoire qui contient son nom, c'est-à-dire le mot lui-même (nœud type), et une référence à tous les autres mots contenus dans sa définition (nœuds occurrences et lien avec leur nœud type respectif). La notion, ou concept, associée à un mot se définit dans le modèle comme étant tous les nœuds types qui peuvent être atteints par une recherche exhaustive partant du nœud type initial représentant ce mot (liens inter-plan) ainsi que toutes les relations entre ces nœuds spécifiées par les liens entre les occurrences de ces nœuds dans une définition (liens intra-plan). Un système conceptuel dans cette perspective est un corps d'information organisé hiérarchiquement, et l'information associée à un nœud type n'a pas à être conservée en mémoire ailleurs que dans le plan contenant ce nœud. Les liens associatifs assurent l'accès à cette information chaque fois que nécessaire. Cf. Quillian, 1968.
 - 22 Cf. Minsky, 1981. La notion de «script» introduite par Schank pour permettre la compréhension de récits est analogue à celle de cadre (Schank et Abelson, 1977).
 - 23 Cf. Bobrow et Winograd, 1977.
 - 24 C'est ce que Brachman a appelé le problème de l'**adéquation épistémologique** des systèmes de représentation. Cf. Brachman, 1985, 1988.
 - 25 Cf. Woods, 1975.
 - 26 Cf. SIGART, 1991.
 - 27 Cette dernière attitude est propre à séduire davantage les philosophes que les informaticiens.
 - 28 Il y a déjà quelques exemples de coopération fructueuse entre informatique et philosophie. Cf. les travaux de Paul Thagard en épistémologie informatique (Thagard, 1988), ou ceux de Jean-Guy Meunier sur l'analyse de texte informatisée (Meunier, Daoust et Rolland, 1976; Meunier, 1990).
 - 29 CODE est un logiciel expérimental développé par l'équipe de D. Skuce au laboratoire d'IA de l'Université d'Ottawa. Cf. Skuce, Shenkang et Beauvillé, 1989.
 - 30 L'idée qu'il faut distinguer entre l'appartenance d'un membre à une classe et l'inclusion d'une classe dans une autre découle de la tradition aristotélicienne, qui, à la limite de la hiérarchie des genres et des espèces, introduit une rupture décisive entre l'espèce infime et l'individu (Aristote, 1936; Porphyre, 1886). Elle trouve son corrélat dans la distinction millienne entre le nom propre et le nom commun, liée aux rôles différents de la dénotation et de la connotation (Mill, 1974), dont un analogue se retrouve dans le couple frégéen de *Bedeutung* et *Sinn* (Frege, 1892). Ces doctrines ne sont pas incontestées, comme l'attestent aussi bien certains épisodes de la querelle sur les universaux

que, plus récemment, la critique de la théorie millienne du nom propre (critique d'inspiration leibnizienne) par Kripke (Kripke, 1980).

31 Par exemple :

EstSur(Minouche, paillasson).

EstSur(paillasson, palier).

EstSur(Z,X) :- EstSur(Z,Y), EstSur(Y,X).

Sur la programmation en Prolog, cf. Clocksin et Mellish, 1981.

Il va de soi qu'une telle règle ne pourrait pas donner lieu sans autres précautions à une application universelle, mais qu'elle devrait être restreinte à un ensemble de cas précis.

32 Tout au plus pourrait-on ajouter un mécanisme de «relation inverse» qui introduirait immédiatement la propriété «sous Minouche» dans la liste des propriétés du paillasson, étant donnée l'existence de la propriété «sur le paillasson» dans la liste des propriétés de Minouche.

33 Voici le texte analysé : «Die Gattung ist *Vorstellung* überhaupt (*representatio*). Unter ihr steht die *Vorstellung* mit Bewußtsein (*perceptio*). Eine *Perzeption*, die sich lediglich auf das Subjekt, als die Modifikation seines Zustandes bezieht, ist *Empfindung* (*sensatio*), eine objektive *Perzeption* ist *Erkenntnis* (*cognitio*). Diese ist entweder *Anschauung* oder *Begriff* (*intuitus vel conceptus*). Jene bezieht sich unmittelbar auf den Gegenstand und ist einzeln; dieser mittelbar, vermittelt eines Merkmals, was mehreren Dingen gemein sein kann. Der Begriff ist entweder ein *empirischer* oder *reiner Begriff*, und der reine Begriff, so fern er lediglich im Verstande seinen Ursprung hat (nicht im reinen Bilde der Sinnlichkeit), heißt *Notio*. Ein Begriff aus Notionen, der die Möglichkeit der Erfahrung übersteigt, ist die *Idee*, oder der Vernunftbegriff» (Kant, 1787, p. 376-377).

34 Ce choix n'est pas arbitraire. Il permettra de comprendre la limitation propre aux RS du genre de CODE.

35 Cf. Longeart, Boss et Skuce, 1992.

36 La philosophie de Kant présente un modèle de ce genre, qui se prête bien à la représentation dans les RS traditionnels, ainsi que nous l'avons expérimenté.

37 Cette idée de la logique comme calcul de relations de classes, qui a dominé notre histoire, à la suite de la définition par division du type de celle du pêcheur à la ligne du *Sophiste* (Platon, 1940-1942, 218d-231c), n'est cependant pas restée incontestée. Ainsi, la tradition porphyro-aristotélicienne trouve des critiques à l'époque moderne, chez un Hobbes par exemple (Hobbes, 1839), tandis que la tradition russellienne (Russell et Whitehead, 1910) subit une certaine mise en question dans les essais de Quine pour préciser les recoupements et le décalage inévitable entre la théorie des ensembles et la logique standard (Quine, 1963, 1986).

38 Non seulement des philosophies d'un style peu conventionnel, comme celle de Wittgenstein, mais bien d'autres, comme celles de Hobbes, de Descartes, de Spinoza, ne se prêtent que très partiellement à un tel mode de représentation.

39 Il se pose naturellement ici la question de savoir si cette tâche n'implique pas l'activité d'une intelligence autonome. Dans ce cas, la philosophie sur ordinateur supposerait la création du robot intelligent. Mais, dans une mesure plus modeste, il est possible de réaliser partiellement ce but de telle manière que le calcul de la machine devienne utile dans l'interaction avec l'utilisateur, sans prétendre pourtant s'en passer, et sans donc impliquer la solution préalable du grand problème de la possibilité de la production d'une intelligence mécanique ou électronique.

40 Sur la notion d'idonéité, cf. Gonseth, 1939.

41 Par MT, il entend «l'art de réunir un grand nombre d'objets sous une disposition systématique, qui permette d'en voir d'un coup d'œil les rapports, d'en saisir rapidement les combinaisons, d'en former plus facilement de nouvelles» (Condorcet, 1988, tableau X).

- 42 Par LU, il entend «celle qui exprime par des signes, soit des objets réels, soit ces collections bien déterminées qui, composées d'idées simples et générales, se trouvent les mêmes, ou peuvent se former également dans l'entendement de tous les hommes; soit enfin les rapports généraux entre ces idées, les opérations de l'esprit humain, celles qui sont propres à chaque science ou les procédés des arts». *Ibid.*
- 43 On pense d'abord naturellement à l'*Ars magna generalis et ultima* de Lulle (Lulle, 1721-1742), à la langue universelle, à l'imagination adjuvante de la raison, à la réforme de la langue algébrique et à sa correspondance avec les figures dans la géométrie analytique de Descartes (Descartes, 1897-1910), ainsi qu'à la caractéristique universelle de Leibniz (Leibniz, 1982).
- 44 Pour une définition générale des GC, cf. Sowa, 1984.
- 45 Ces contextes susceptibles d'être ouverts ou refermés à volonté sont analogues à ceux de Sowa, développés à partir des idées de Peirce. (Cf. Sowa et Way, 1986; Sowa, 1990; Peirce, 1983a, 1983b). Cependant, le langage graphique que nous utilisons, quoique inspiré des graphes conceptuels de Sowa, en est différent à bien des égards. Chez Sowa, seuls les nœuds conceptuels de type PROPOSITION peuvent s'ouvrir sous forme de contexte. La généralisation de la notion de contexte à l'ensemble des nœuds ainsi que d'autres modifications apportées au symbolisme de Sowa qui ne sont pas apparentes dans les exemples ci-dessous ont des conséquences importantes au niveau de la présentation et de la manipulation des GC. Une discussion approfondie de notre langage graphique sortirait du cadre théorique du présent article.
- 46 Nous n'avons pas reproduit ici la distinction entre ISA et AKO, mais rien n'empêcherait de le faire, puisque le nombre des relations n'est pas limité dans cette FR.
- 47 La formation littéraire des philosophes dans l'ancienne tradition humaniste de plusieurs pays rendait sensible à la dimension du style des écrits philosophiques et empêchait de considérer tout à fait les philosophies comme de simples systèmes de concepts. L'idée du *philosophe-écrivain* s'oppose sur bien des points à cet égard à la conception du *philosophe-scientifique*. Dans le premier cas, le travail du concept ne se sépare pas de la considération d'un public et d'un effet à produire sur l'esprit, ni par conséquent du souci du style, tandis que dans le second, le langage est en principe totalement au service de la description du SC et de ses parties. D'un côté, il reste quelque chose de l'idée antique de la philosophie comme recherche de la sagesse, avec la notion d'un cheminement, assez naturellement représenté dans la suite continue des mots et des phrases du discours envisagé dans son caractère littéraire. De l'autre au contraire, le système conceptuel est saisi comme l'objet de la philosophie, et le discours vise à la transparence; il nie la littérature en lui, le cheminement, et tend à casser la continuité séquentielle au profit d'une recherche de simultanéité objective (notes, listes, renvois, mises en évidence, etc., contribuent à cet effet – même si, il faut l'avouer, ils ne représentent souvent qu'une singerie de l'attitude scientifique rigoureusement objectivante). C'est cette dimension que paraît favoriser pour l'instant la recherche en IA sur les RS.
- 48 En dépit d'analogies superficielles, il ne faut pas confondre la PAPO avec la PAO. Cette dénomination ambitieuse effarouchera certains lecteurs. Ne s'agit-il pas uniquement, demanderont-ils, d'interprétation des philosophies assistée par ordinateur plutôt que de philosophie? En réalité le pas de l'une à l'autre est minime et la distinction n'est pas pertinente ici : si nous avons un moyen de représenter les philosophies de l'histoire sur ordinateur, nous posséderons du même coup celui d'y écrire la réflexion philosophique actuelle.
- 49 Le premier de ces logiciels, à notre connaissance, ORGANON, est en gestation au LAPAPOUQH (Laboratoire de Philosophie Assistée par Ordinateur de l'Université du Québec à Hull). Un prototype de cet outil logique appelé plus modestement GRAPHITI est actuellement développé en Smalltalk. GRAPHITI est un environnement devant per-

mettre la lecture, l'écriture et l'exploration **graphique** de systèmes conceptuels arbitrairement complexes.

Références bibliographiques

Aristote

1936 *Organon. I. Catégories. II. De l'interprétation*. Trad. J. Tricot. Paris, Vrin.

Arnould, A. et P. Nicole

1683 *La logique ou l'art de penser, contenant, outre les règles communes, plusieurs observations nouvelles, propres à former le jugement*. Paris, Guillaume Des Prez.

Bobrow, D. G. et A. M. Collins

1975 *Representation and Understanding : Studies in Cognitive Science*. New York, Academic Press.

Bobrow, D. G. et T. Winograd

1977 «An Overview of KRL: A Knowledge Representation Language». *Cognitive Science*, vol. 1, n° 1, p. 3-46.

Boden, M.

1987 *Artificial Intelligence and Natural Man*. Cambridge, MA, MIT Press.

1988 *Computer Models of Mind : Computational Approaches in Theoretical Psychology*. Cambridge, MA, Cambridge University Press.

Boss, G.

1987 *Les machines à penser. L'homme et l'ordinateur*. Zurich, Grand Midi.

Boss, G. et M. Longeart

1991 «Représentation philosophique par réseau sémantique variable». *Laval Théologique et Philosophique*, vol. 47, n° 2, p. 185-192.

Brachman, R. et H. J. Levesque, dir.

1985 *Readings in Knowledge Representation*. Los Altos, Morgan Kaufmann.

Brachman, R.

1985 «On the Epistemological Status of Semantic Networks». Dans R. Brachman et H. J. Levesque, dir., 1985, p. 191-215.

1988 «The Basics of Knowledge Representation and Reasoning». *AI & T Technical Journal*, vol. 67, n° 1, p. 7-24.

Churchland, P. M.

1984 *Matter and Consciousness : A Contemporary Introduction to the Philosophy of Mind*. Cambridge, MA, MIT Press.

Churchland, P.

1986 *Neurophilosophy : Toward a Unified Science of the Mind/Brain*. Cambridge, MA, MIT Press.

Clocksin, W. F. et C. S. Mellish

1981 *Programming in Prolog*. Berlin, Springer Verlag.

Condorcet

1988 *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Éd. A. Pons. Paris, Flammarion.

Dennett, D. C.

1978 *Brainstorms : Philosophical Essays on Mind and Psychology*. Hassocks, Harvester Press.

- 1979 «Artificial Intelligence as Philosophy and as Psychology». Dans M. Ringle, dir., *Philosophical Perspectives in Artificial Intelligence*. Brighton, Harvester Press.
- Descartes, R.
 - 1897-1910 *Œuvres de Descartes*. Éd. C. Adam et P. Tannery. Paris, Vrin.
- Dreyfus, H. L.
 - 1972 *What Computers Can't Do: The Limits of Artificial Intelligence*. New York, Harper & Row.
- Fodor, J. A.
 - 1976 *The Language of Thought*. Hassocks, Harvester Press.
- Frege, G.
 - 1892 «Über Sinn und Bedeutung». *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, vol. 100, p. 25-50.
- Gonseth, F.
 - 1939 *Philosophie mathématique*. Paris, Hermann.
- Hobbes, T.
 - 1839-1845 *Thomas Hobbes malmesburiensis Opera philosophica quæ latine scripsit omnia*. Londres (réimpr., Aalen, Scientia Verlag, 1966).
 - 1839 *English Works of Thomas Hobbes of Malmesbury*. Éd. Molesworth, Londres (réimpr., Aalen, Scientia Verlag, 1966).
- Hobbs, J. R. et R. C. Moore, dir.
 - 1985 *Formal Theories of the Commonsense World*. Norwood, Alex Publishing Corporation.
- Hofstadter, D. R.
 - 1980 *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid. A Metaphorical Fugue on Minds and Machines in the Spirit of Lewis Carroll*. Londres, Penguin Books.
- Kant, I.
 - 1787 *Kritik der reinen Vernunft*. Riga, Hartknoch.
- Kripke, S. A.
 - 1980 *Naming and Necessity*. Oxford, Basil Blackwell.
- Leibniz, G. W. F.
 - 1982 *Generales inquisitiones de analysi notionum et veritatum*. Éd. F. Schupp. Hambourg, Felix Meiner Verlag.
- Lenat, D. B. et R. V. Guha
 - 1990 *Building Large Knowledge Based Systems*. Reading, Addison Wesley.
- Lenat, D. B., R. V. Guha, K. Pittman, D. Pratt et M. Shepherd
 - 1990 «CYC: Toward Programs with Common Sense». *Communications of the ACM*, vol. 33, n° 8, p. 30-49.
- Longeart, M.
 - 1991 «Intelligence et intentionnalité. Critique de l'argument de Searle contre l'intelligence artificielle». *Dialogue*, vol. 30, n° 1-2, p. 85-102.
- Longeart, M., G. Boss et D. Skuce
 - 1992 «Representation of Conceptual Systems using CODE as a Knowledge Representation Environment». Rapport de recherche RR 92/01-3. Université du Québec à Hull.

- Lulle, R.
1721- *Opera omnia*. Mainz, Ivo Salzinger.
1742
- McCarthy, J. et P. J. Hayes
1969 «Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence». Dans B. Meltzer et D. Michie, dir., *Machine Intelligence 4*. Édimbourg, Edinburgh University Press.
- Meunier, J.-G., F. Daoust et S. Rolland
1976 «Sato : A System for Automatic Content Analysis of Text». *Computer and the Humanities*, vol. 10, n° 5, p. 281-287.
- Meunier, J.-G.
1990 «Le traitement et l'analyse informatique des textes». *ICO*, vol. 2, n° 3, p. 5-18.
- Mill, J. S.
1974 *A System of Logic Ratiocinative and Inductive, Being a Connected View of the Principles of Evidence and the Methods of Scientific Investigation*. Éd. J. M. Robson. Toronto, University of Toronto Press; Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Minsky, M.
1981 «A Framework for Representing Knowledge». Dans J. Haugeland, dir., *Mind Design : Philosophy, Psychology, Artificial Intelligence*. Cambridge, MA, MIT Press, p. 95-128.
- Neuman, M.
1990 «An Introduction to the Analysis of Electronic Text in Philosophy». *The Computers & Philosophy Newsletter*, vol. 5, n° 1, p. 1-5.
- Ockham, W.
1974 *Summa Logicae*. Éd. P. Boehner, G. Gál et S. Brown. Saint Bonaventure, NY, Franciscan Institute Publications.
- Peirce, C. S.
1983a *Studies in Logic*. Philadelphie, Benjamin.
1983b *Writings of Charles S. Peirce : A Chronological Edition*. Éd. Max Fisch. Bloomington, Indiana University Press.
- Plante, R.
1971 «Cybernétique et dualisme cartésien». *Dialogue*, vol. 10, n° 4, p. 743-750.
- Platon
1940- *Œuvres complètes*. Trad. L. Robin. Paris, Gallimard.
1942
- Porphyre
1887 *Isagoge et in Aristotelis Categorias Commentarium*. Éd. A. Busse. Bero-
lini, Reimeri.
- Pylyshyn, Z.
1984 *Computation and Cognition : Towards a Foundation for Cognitive Sci-
ence*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Quillian, M. R.
1968 *Semantic Information Processing*. Cambridge, MA, MIT Press.

Quine, W. V. O.

1963 *Set Theory and Its Logic*. Cambridge, MA, Belknap Press of Harvard University Press.

1986 *Philosophy of Logic*. Cambridge, MA, Harvard University Press.

Rappaport, W. J.

1986 «Philosophy, Artificial Intelligence and the Chinese Room Argument : Using the Theory of Abstract Data Type to Contradict John Searle's Argument». *Abacus*, vol. 3, n° 4, p. 7-17.

Ringle, M.

1979 «Philosophy and Artificial Intelligence». Dans M. Ringle, dir., *Philosophical Perspectives in Artificial Intelligence*. Brighton, Harvester Press.

Robinet, A.

1978 «Lexicographie philosophique et paléographie». *Annali-Studi filosofici-I*. Naples.

Rollinger C. R., dir.

1984 *Probleme des (Text-) Verstehens. Ansätze der Künstlichen Intelligenz*. Tübingen, Max Niemeyer Verlag.

Russell, B. et A. N. Whitehead

1910- *Principia Mathematica*. Cambridge, Cambridge University Press.

1913

Schank, R. et R. Abelson

1977 *Scripts, Plans, Goals and Understanding : An Inquiry into Human Knowledge Structures*. New York, Hillsdale.

Searle, J.

1980 «Minds, Brains and Programs». *The Behavioral and Brain Sciences*, vol. 3, p. 417-424.

SIGART

1991 *Implemented Knowledge Representation and Reasoning Systems*. Bulletin SIGART, n° spéc., vol. 2, n° 3.

Simon, H. A.

1978 «What the Knower Knows : Alternative Strategies for Problem-Solving Tasks». Dans F. Klix, dir., *Human and Artificial Intelligence*. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Skuce D., W. Shengkang et Y. Beauvillé

1989 «A Portable Generic Knowledge Acquisition Environment that Understands Basic Logic and Language». Rapport technique TR-89-11, Département d'Informatique, Université d'Ottawa.

Sloman A.

1978 *The Computer Revolution in Philosophy : Philosophy, Science and Models of Mind*. Hassocks, Harvester Press.

1984 «The Structure of Possible Minds». Dans S. Torrance, dir., *The Mind and the Machine : Philosophical Aspects of Artificial Intelligence*. Chichester, Ellis Norwood.

Sowa, J. F.

1984 *Conceptual Structures : Information Processing in Mind and Machine*. Reading, Addison-Wesley.

Sowa, J. F. et E. C. Way

- 1986 «Implementing a Semantic Interpreter Using Conceptual Graphs». *IBM Journal Research and Development*, vol. 30, n° 1, p. 57-69.

Sowa, J. F.

- 1990 «Knowledge Representation in Databases, Expert Systems, and Natural Language». Dans R. A. Meersmann, Z. Shi et C. King, dir., *Artificial Intelligence in Database and Information Systems*. Amsterdam, Elsevier, p. 17-43.

Thagard, P.

- 1988 *Computational Philosophy of Science*. Cambridge, MA, MIT Press.

Turing, A.

- 1950 «Computing Machinery and Intelligence». *Mind*, vol. 59, p. 433-461.

Winograd, T. et F. Flores

- 1985 *Understanding Computer and Cognition*. Norwood, Ablex Publishing Corporation.

Winston, P. H.

- 1984 *Artificial Intelligence*. Reading, Addison-Wesley.

Woods, W. A.

- 1975 «What's in a Link : Foundation for Semantic Networks». Dans Bobrow et Winograd, 1977, p. 35-82.
- 1983 «What's Important About Knowledge Representation». *IEEE Computer*, vol. 16, n° 10, p. 22-29.