Que reste-t-il de la représentation ?

introduction au dossier

par Jean Lassègue et Yves-Marie Visetti

L'idée de représentation en sciences cognitives a eu une étrange destinée. Considérée, il fut un temps, comme la panacée, donc objet de controverse par excellence, elle s'accommode aujourd'hui d'un aimable flou sur le plan de son usage. On pourrait même parler à son propos d'un relatif discrédit – ce qui ne la menace guère, chacun étant devenu moins exigent et rigoureux à son égard. La notion semble vivre en effet de nos habitudes acquises : ainsi entend-on parler de « représentation mentale » ou du caractère « représentationnel » des symboles, et parfois en même temps « d'information » ou de « traitement », sans pour autant que les relations entre ces différents termes soient rigoureusement définies, ni que l'on soupçonne l'existence d'un héritage philosophique plus ancien, toujours en jeu dans ces usages. La diversification et le cloisonnement des paradigmes cognitifs, l'explosion des neurosciences, la variété des ressources informatiques ou physico-mathématiques investies dans la modélisation, ont rendu quelque peu opaque les usages terminologiques – qui semblent au total renvoyer à un habitus sociologique, plus qu'à un ensemble de principes théoriques clairement explicités.

Le dossier rassemblé ici ne prétend évidemment pas faire le tour de la question, mais seulement regrouper quelques travaux originaux qui se penchent sur ces bases conceptuelles présumées, en fonction de préoccupations diverses. On verra que certains continuent à faire usage du terme, mais dans un sens si profondément décalé qu'il rend impossible tout retour à une épistémologie classiquement représentationnaliste. D'autres continuent de se situer dans un cadre mentaliste, mais cherchent à y articuler différents formats représentationnels, symboliques et analogiques. D'autres encore interrogent encore et toujours la possibilité de concilier, à travers le concept de représentation, les discours contradictoires de la causalité et de l'intentionnalité[1].

Pour les raisons que nous venons de dire, il nous a paru judicieux de rappeler les origines de la notion de représentation, et quelques-uns des contextes dans lesquels son statut a été discuté au sein des sciences cognitives des trente dernières années. Cette brève introduction n'a pas d'autre ambition que de servir d'aide-mémoire, en espérant aider ainsi à saisir la portée des textes rassemblés ci-après.

1. Trois points dans l'héritage classique

Il semble évident pour beaucoup, aujourd'hui, que la notion de représentation est tributaire d'un cadre épistémologique bien précis, celui du « traitement computo-représentationnel ». Mais

[1] Il va de soi que le concept mentaliste, et peut-être le terme même, de *représentation* ne sont nullement nécessaires au progrès des recherches en psychologie. Par exemple D. Dubois et J. Poitou (ce numéro) prennent appui sur un concept de *catégorie*, dont on peut étudier, sans aucun présupposé causal ou ontologique, mentaliste ou autre, les déterminations hétérogènes, linguistiques et cognitives (ce dernier terme étant alors pris dans un sens 'marqué'). On vise ainsi à expliciter les normes qui encadrent la formation et la mise en œuvre de ces catégories, et en sont donc des conditions de possibilité.

il est non moins évident – puisque voilà déjà plus de trente-cinq ans que cette thèse a été explicitée dans *Cartesian Linguistics* (Chomsky 1966)[2] – que la notion d'un traitement opéré sur des représentations, toute moderne d'allure qu'elle paraisse, est à peu près intégralement née au 17ème siècle dans le cadre de la théorie de la connaissance de l'époque classique. Sans vouloir refaire l'histoire détaillée de la notion de représentation, on peut cependant noter trois traits caractéristiques du contexte épistémologique de l'époque dont nous héritons plus ou moins consciemment.

Premièrement, la notion de représentation est un concept *philosophique* lié la problématique du *fondement*. Que faut-il entendre par là ? Essentiellement l'idée que la tâche de la philosophie est d'expliciter ce qui garantit la connaissance vraie, et que cette garantie exige de mettre au jour un fondement qui n'est pas immédiatement donné. Descartes[3] est évidemment le grand initiateur de cette problématique chère au 17ème siècle, par rapport à laquelle les traditions ultérieures, qu'elles soient sensualiste (chez Locke) ou intellectualiste (chez Leibniz), se sont démarquées, sans remettre pour autant en question l'idée selon laquelle toute connaissance, pour être considérée comme vraie, se doit de recevoir une garantie, ne serait-ce qu'en Dieu. Les philosophies classiques du fondement font ainsi usage, « à plein régime » pourrait-on dire, de la notion de représentation, sur laquelle peut s'appliquer le vrai et le faux. La connaissance par représentation est alors considérée comme un *regard neutre sur le monde*, et la représentation est l'outil permettant d'en révéler le fondement sans le voiler : signe diaphane rendant possible l'adéquation au monde qui nous préexiste entièrement, la représentation fonde en raison la possibilité même de cette adéquation. A quoi s'oppose ce cadre épistémologique ? A des philosophies de *l'absence de fondement* et ce, dès le 17ème siècle. Pascal en est le principal témoin, lui qui résume ainsi le projet fondationnel cartésien dans la pensée 78, lapidaire dans sa formulation[4] : « Descartes. Inutile et incertain ». La recherche du fondement lui paraît inutile parce qu'elle confond des ordres de connaissance essentiellement hétérogènes : les mathématiques ne conduisent pas plus à Dieu que la grâce ne conduit à la détermination adéquate de la nature physique dans laquelle nous sommes plongés. Et le prétendu fondement cartésien est incertain parce qu'il repose sur le présupposé que la représentation est au fondement d'un ordre universel alors qu'elle n'est, en fait, qu'une pseudo-certitude, puisqu'elle suppose la neutralité complète de l'opération de connaissance que Pascal décrit au contraire comme relevant de l'*intervention* au sein de la nature, à notre échelle particulière.

Deuxièmement, la notion de représentation est liée à un certain type de *rationalité* de nature *constructive*[5]. Par opposition au cadre épistémologique antique dans lequel les objets théoriques (y compris mathématiques) sont *contemplés*, les seuls objets licites (c'est-à-dire ceux qui sont à présent garantis par le biais d'une représentation) sont *construits*, dans le sens où l'on doit pouvoir en suivre pas à pas l'engendrement à partir d'une règle explicite. C'est particulièrement le cas, chez Descartes, pour les mathématiques, qui ne sont pas contemplation d'objets idéaux, mais résolution de problèmes au moyen de règles permettant de produire des solutions qui relèvent d'un univers rationnel et mesurable : qu'il s'agisse de nombres qui devront tous être déterminés par des procédés algébriques, ou de lieux géométriques qui devront être

[2] Le livre de Chomsky date en effet de 1966.
[3] On peut se reporter à Lassègue, J. (1993).
[4] Pascal, B. (1657-1662).
[5] Pour tous ces points, cf. Lachterman, D. R. (1989).

construits par des procédés compatibles avec le caractère euclidien (métrique) de l'espace, relayés sur le plan instrumental par la règle et le compas (ou par des instruments plus complexes s'en rapprochant). Ce type de rationalité est fondé, comme l'illustre le cadre de la géométrie cartésienne, sur des homologies précises entre algèbre et géométrie. Toutefois, contrairement à la conception qui dominait dans l'univers grec, la réalité des nombres n'a pas être gagée à tous coups sur une transposition géométrique. On peut par exemple manier des radicaux, d'ordre arbitraire, qui ne correspondent « naturellement » à aucune « grandeur », ou figure, inscriptibles dans un espace tri-dimensionnel, sans pour autant conclure à l'irréalité des nombres en cause. Mais l'idée générale demeure que les mathématiques sont par excellence ce qui permet la représentation géométrique d'opérations algébriques : la construction mathématique fonde ainsi de part en part le cadre représentationnel[6]. Loin de la problématique pascalienne de l'hétérogénéité des ordres de connaissance qui est à l'origine des premières ébauches, chez Pascal et Fermat, du calcul infinitésimal (fin du privilège constructif et de la mesure rationnelle), du calcul des probabilités (fin du privilège de la certitude absolue comme objet de la détermination mathématique) et d'une physique expérimentale (fin de la physique comme déduction *a priori*)[7], la philosophie de Descartes trouve, dans la représentation claire et distincte, la garantie de *l'universalité* et de la *nécessité* de lois dont la neutralité les rend valables dans n'importe quel ordre de connaissance, aussi bien en mathématiques qu'en physique ou en théologie.

Troisièmement, la notion de représentation est liée à la problématique de la *vérité-adéquation* : face à un sujet abstrait, potentiellement omniscient et ultime garant de la constructibilité des représentations, se trouve un monde existant avant tout sujet, peuplé d'entités pleinement circonscrites dans l'espace et dans le temps. Le sujet décrit adéquatement ce monde quand il parvient à représenter les caractéristiques essentielles contenues intrinsèquement dans les objets, grâce à l'abstraction mathématique qui peut en rendre compte de la façon la plus neutre possible. Toutefois ce « compte-rendu » effectué par la représentation ne repose pas tant sur une désignation, ou sur une ressemblance morphologique entre représentant et représenté (même si ces aspects sont aussi présents dans la philosophie cartésienne) : il est d'abord géométrisation et parcours mesurant, ce qui peut impliquer des approximations, comme lorsque l'on suit une courbe continue par un chemin inscrit, linéaire par morceaux, et de pas suffisamment petit. Autrement dit, ce n'est pas tant la représentation-miroir qui est invoquée ici, ni uniquement la représentation « symbolique » discrète, mais un procédé mesuré et mesurant, de structuration et de parcours de l'extension (statique ou cinétique) des objets à représenter. La représentation a donc ceci de spécifique : (i) qu'elle met au jour ce qui est contenu (sémiotiquement) dans le monde tout en n'intervenant pas sur ce contenu, (ii) qu'elle passe par un traitement fini fondé sur des règles, (iii) que l'algèbre et les constructions géométriques en sont les modes mathématiques privilégiés.

---

[6] La démarche cartésienne est donc prise entre une géométrisation qui, comme telle, implique des opérations ayant lieu dans l'espace et s'inscrivant au sein d'un continuum, et des enchaînements finitistes de telles opérations. Ce double caractère se retrouve dans le fait que d'une part Descartes parle de la « direction » de l'esprit, ce qu'il faut entendre littéralement comme direction adoptée dans un continuum d'orientations intellectuelles possibles, et que d'autre part il soutient une méthode finitiste de résolution des problèmes. Le *Discours de la Méthode* estime en effet qu'un problème traitable doit l'être par une méthode qui procède par décomposition arborescente, et dont les points de terminaison consistent en problèmes relevant de l'évidence. Par ailleurs, l'opposition entre représentation-image et représentation-discrète (de tous ordres) se retrouve aussi chez Descartes.

[7] Voir sur ce point Chevalley, C. (1995).

2. La problématique représentationnelle dans les sciences cognitives

On voit combien ces trois points de l'héritage classique (fondement-certitude, construction et vérité-adéquation) nous sont, à bien des égards, familiers, puisqu'on en retrouve les analogues dans la notion moderne de « traitement computo-représentationnel ». L'idée de « traitement » fait écho à l'idée cartésienne de construction finitaire, certes puissamment renouvelée par l'informatique. On tend alors à abandonner un aspect important de la problématique cartésienne : le plan de travail continu sur le fond duquel les opérations finies sont envisagées. L'informatisation apparaît comme une discrétisation intégrale du finitisme cartésien qui, lui, renvoyait à parts égales à la géométrie et l'algèbre.

Dans une première époque des sciences cognitives, les représentations logico-symboliques et leurs traitements formels constituent un plan d'intelligibilité unique, indifférent premièrement à la matérialité des supports physiques des représentations, et deuxièmement aux modes d'organisation propres à l'extériorité physique, psychique ou sociale à laquelle ces représentations renvoient. Il y a donc à la fois exclusion de la complexité biophysique interne, notamment du cerveau, factorisée pour l'essentiel à travers un supposé *langage de la pensée* de facture logico-symbolique, qui impose partout son format ; et exclusion de toute extériorité, qui se trouve réduite dans ce cadre à ses conditions 'sensorielles' proximales. C'est l'âge d'or du fonctionnalisme logiciste, qui fut la philosophie canonique, et même organique, des « premières » sciences cognitives[8] : pas question d'étudier « pour eux-mêmes » le cerveau, assimilé à une boîte noire à la singularité inessentielle, ni le corps, ni l'environnement social et physique, car ce ne sont tout au plus que des indices permettant de remonter à la structure représentationnelle de l'esprit (*mind*). Le concept de représentation vaut toujours comme fondement opératoire de la connaissance, et pense-t-on, de l'intentionnalité : fondement exclusif, même, pour le sujet commun comme pour la science qui l'étudie, en dépit des apories qui grèvent son usage, et semblent reconduire à une signification excessivement vague « d'objet mental ». Comme il n'y a quasiment pas un seul ouvrage de ces trente dernières années qui n'ait abordé la question, nous nous en tiendrons ici aux points suivants.

Il convient d'abord de souligner que le représentationnalisme, pris en un sens fort, ne se confond pas tout à fait avec les débuts officiels de l'intelligence artificielle (daté conventionnellement par la conférence de Dartmouth, 1956). L'intelligence artificielle, tout comme sa rivale la cybernétique, avait en effet adopté initialement un point de vue beaucoup plus « comportementaliste » : il s'agissait d'abord de construire des simulacres pouvant rivaliser avec les performances humaines dans le cadre de tâches bien définies. Toutefois, dans le cas de l'IA, et contrairement à l'approche cybernétique, le biais représentationnel était présent dès le début, comme on peut, avec le recul, le déceler dans les travaux de Turing. Dans un premier temps, en effet, apparaît une théorie du calcul, qui s'accompagne d'une réduction de l'esprit calculant à la structure formelle de ces calculs (Turing 1936). Dans un deuxième temps, on assiste à une redirection du domaine computationnel ainsi ouvert, en direction d'une problématique de

[8] Principalement initié par H. Putnam, qui devait plus tard l'abandonner. Repris et développé par son élève J. Fodor, qui en a livré les versions les plus tardivement convaincues. Cf. Putnam, H. (1960) ; (1967). Fodor, J. A. (1975) ; (1983).

l'intelligence artificielle, définie essentiellement comme recherche de simulacres réussis (Turing 1950).

La direction était donc tracée. On pouvait partir du principe que les clauses constructives étaient *les mêmes* au niveau cognitif et au niveau scripturaire de la rédaction des programmes. C'était là plus qu'un simple principe d'isomorphisme, car les règles finitaires de réécriture (les programmes) étaient véritablement *identifiées* à des opérations de l'esprit et ce, dans les champs les plus variés de la cognition humaine. C'est sans doute la raison pour laquelle l'Intelligence Artificielle a occupé, un certain temps, le devant de la scène cognitive, précisément parce qu'elle semblait en *incarner* les fondements computationnels. Mais ses premières réalisations, dominées par des concepts « procéduraux », devaient ensuite laisser la place à une vision beaucoup plus « déclarative » des éléments mis en jeu, au sens où ceux-ci devaient être couchés dans le format le plus universel possible, et ne pas préjuger des procédures particulières dans lesquelles ils seraient susceptibles d'être mobilisés. Le nouvel arsenal était conçu en termes de *connaissances* de type encyclopédique, relevant de toute une série de genres descriptifs et de domaines. Et c'est ainsi que la problématique logico-symbolique de l'IA s'est retrouvée beaucoup plus étroitement liée qu'auparavant avec une problématique représentationnaliste. D'instrumental qu'il était initialement, le « symbole » logique de l'IA devint un nouvel avatar du concept de représentation, dont il devait retrouver les grands traits (et les grands problèmes) qui sont les siens depuis Descartes. Comme l'ont fait remarquer Newell et Simon (Newel & Simon 1977), les catégories et les symptômes médicaux, les genres et les espèces biologiques, les catégorisations qualitatives du monde et de l'action, qu'elles soient ou non nommées dans telle ou telle langue, ou seulement implicites dans tel ou tel savoir-faire, peuvent être codés et faire l'objet d'interprétation (au sens d'inférences) dans le cadre de ces systèmes informatiques, précisément parce que ces systèmes ne procèdent pas seulement d'un codage numérique instrumental, mais d'une mise en forme symbolique de connaissances de sens commun (*common knowledge*), supposées équivaloir à la possession de représentations adéquates. Un tel statut de représentation ne peut se réduire au rôle instrumental qui serait celui d'un simple code numérique, même intervenant dans une procédure permettant de simuler une conduite efficace. Les nombres sont en fait des codes pour des « symboles », qui possèdent, on ne sait trop comment, la vertu de représenter le monde, c'est-à-dire dire de se tenir à la place des entités qui le peuplent et des actions qui le transforment. La connaissance consiste alors en la possession de telles représentations, qui, avant même d'être des éléments de programme, sont les pièces constitutives de véritables « théories mentales », placées au fondement de l'intentionnalité.

C'est cette IA de plus en plus ouvertement représentationnaliste, et centrale dans les sciences cognitives de l'époque (qui va des années 1960 jusqu'à la fin des années 1980) qui s'est attirée les critiques acérées et mémorables de Dreyfus dans (Dreyfus 1972). On se rappelle sa ligne argumentative générale. La nature pré-objectivée et formaliste des représentations de l'IA se tient en complète opposition avec les structures majeures de l'être-au-monde humain, tel qu'il est décrit par les auteurs de la tradition phénoménologique que Dreyfus privilégie. Cet être-au-monde, en effet, présente toujours un caractère fondamentalement non objectivant, au sein même de ses procédures d'objectivation ; il renvoie « en arrière-plan » à des capacités cognitives qui sont de facture non représentationnelle, puisque non liées à des objectivations déjà acquises (quelle qu'en soit la source, interne ou externe au 'système'). L'être-au-monde est avant tout corps, perception et action, attitude et projet, situation et contexte, et non catégorisation par types et inférences logiques. Il ne saurait avoir à sa base la structure axiomatique d'une théorie. Les

traits essentiels de la perception, des raisonnements et des actions humaines tiennent à l'ouverture permanente d'un *champ continu*, qui est structuré en formes (*Gestalt*), fonds et horizons, et qui est en même temps un *champ pratique*, où le corps, qui est à la fois « chair » et « corps idéal », est toujours sous-entendu et opérant – même quand il n'est pas thématisé, ou quand il s'agit de tâches abstraites. Un formatage déjà acquis, discret qui plus est, rendrait cette continuité, cette plasticité, ce caractère incarné, proprement inintelligibles. Pour cette raison, l'IA s'avèrera inefficace[9] dans les deux grands 'domaines' qu'elle a pris pour emblèmes : compréhension des langues naturelles, et expertises. Et cela engage à pronostiquer, non seulement l'échec du projet rationaliste et technologique de l'IA, mais aussi celui de toute réduction de l'humain (plus généralement du vivant) qui en reprendrait les hypothèses.

Le livre de Dreyfus a porté au cœur de l'IA, et par voie de conséquence au cœur des sciences cognitives qui y trouvaient à l'époque leur cadre de référence, la critique dévastatrice de la phénoménologie et de l'herméneutique. Après l'ouvrage de Dreyfus (suivi d'un second livre écrit avec son frère Stuart), on vit paraître ceux, apparentés en quelque manière, de Winograd et Flores (1986) puis L. Suchman (1987). Comme ce n'est pas le lieu d'entrer dans une exégèse, on retiendra de ces trois œuvres, de façon toute syncrétique, les traits suivants concernant le rôle éventuel des représentations[10] :

- Seul ce qui a (est) un corps, se trouve « engagé », ou orienté par une « attitude », peut donner sens à des représentations, lesquelles ne se constituent et n'opèrent qu'à partir d'un arrière-plan, toujours présent, qui n'est pas de nature représentationelle.
- La valeur des représentations est toujours conditionnée de façon essentielle par une extériorité qui l'affecte directement, sans pour autant être elle-même représentée : il y a de ce fait une indexicalité et une contextualité inhérentes au processus représentationnel, lui-même toujours relatif à un « engagement » et à une « situation » ontologiquement indissociables.
- Les représentations éventuelles correspondent à des modes cognitifs et/ou intentionnels particuliers, qui permettent à certaines anticipations de prendre forme et d'être thématisées comme telles, pour entrer dans un processus de validation/sanction et de transformation de la « situation », au cours duquel leur valeur classificatoire ou normative se voit renégociée. Elles répondent ainsi, par exemple, à un *breakdown* communicationnel, à la perception d'incongruités (images, conduites, langages), ou à l'effort de rapporter une situation à une norme disponible.
- Ces représentations éventuelles, et les conduites qu'elles conditionnent, n'ont aucune raison *a priori* de relever du format logico-syntactique, et des processus programmés, caractéristiques des représentations courantes en sciences cognitives et en IA.
- Les dimensions techniques, culturelles, sociales, des modes représentationnels sont primordiales.
- La « vérité » est, non plus adéquation à un état de chose pré-donné, mais manifestation d'une capacité à « faire exister » en conformité avec des normes intrinsèquement contextuelles.

[9] Est-il besoin de souligner la justesse de ce pronostic ? Il n'y a tout simplement aucune proportion entre les résultats obtenus (si intéressants soient-ils) et les promesses d'alors.

[10] La problématique de H. Dreyfus était par exemple beaucoup moins explicitement culturaliste, ou tributaire d'une pensée de la technique, que celle de Winograd-Florès ou L. Suchman.

On voit, au total, que le rôle concédé aux représentations est : soit nul, soit référé à un arrière-plan non représentationnel, soit dépendant d'attitudes intentionnelles/objectivantes particulières, soit encore rapporté à une extériorité constructive de nature sociale et technique.

Mais revenons aux problématiques classiquement représentationnalistes. Les années 1980 sont marquées, d'une part par la discussion sur la modularité de l'esprit, d'autre part par l'irruption des paradigmes connexionnistes[11], et avec eux, du problème de l'émergence et de la structure des catégories (concept de typicalité, entre autres). Le débat fait rage, mais reste interne au représentationnalisme, qu'aucun des protagonistes en vue ne souhaite menacer. Le concept de représentation s'adapte donc, et, sans que quiconque, *in fine*, n'y trouve plus de contradiction, se voit considéré dans les faits comme compatible avec, à la fois : les approches développementales, une plus grande contextualité (tâche, histoire, situation, architecture), une certaine pluralité de formats (images vs symboles), un étagement de niveaux (microscopiques vs macroscopiques) qui déstabilise pourtant l'ontologie mentale du fonctionnalisme, diverses formes d'émergentisme (problématique de l'ancrage du symbolique dans la perception), etc. Un temps menacé par la fameuse partition de Fodor entre processus périphériques (organisés en modules) et centraux (holistes et contextuels), le concept de *module* regagne du terrain, et se trouve finalement invoqué à tout bout de champ : à tout 'domaine' cognitif scientifiquement objectivable correspond son ou ses modules, et réciproquement. Cette extension proliférante a un prix : le concept cognitif de module n'entretient plus avec celui de l'informatique qu'un vague rapport d'analogie. On peut douter alors de la réalité de son apport scientifique[12]. Et pourtant, tout comme le concept d'*information*, souvent invoqué lui aussi de façon métaphysique (cf. immédiatement ci-dessous), il semble aujourd'hui encore incontournable pour les épistémologies cognitivistes[13].

Sur le plan des thématiques, on constate, vers la fin de cette période, le retour au premier plan, dans l'agenda scientifique, de la perception et de l'action. Parallèlement, les neurosciences, qui jouaient jusque-là un rôle second dans le processus de construction des sciences cognitives, s'imposent progressivement comme la référence centrale. Dès lors, le fonctionnalisme logiciste, jusque-là dominant, trouve moins de défenseurs proclamés. La plupart se reconvertissent dans le programme d'une naturalisation intégrale des sciences cognitives, qui ne peut que passer désormais par une reformulation strictement physicaliste du concept de représentation.

---

[11] Le livre fondamental reste Rumelhart, D. E., J. L. McClelland, & al. (1986).

[12] La neuropsychologie, avec ses modèles de boîtes et flèches, n'a plus cessé d'en faire usage, après l'avoir combattu dans une époque antérieure, où elle était plutôt holiste. Actuellement, de nombreuses interprétations des localisations (relatives) de l'activité cérébrale, telles qu'elles sont révélées par les diverses techniques d'imagerie, font aussi usage du terme, sans pour autant que le concept, avancé comme un postulat, ait été précisé. Cf. O. Houdé, B. Mazoyer, et al. (2002).

[13] Pour des aveux, immédiatement compensés par des professions de foi déconcertantes, se reporter à Andler, (2002) in Andler, Fagot-Largeaut, Saint-Sernin, *Philosophie des sciences*, vol. 1, Gallimard. Nous y apprenons par exemple que personne ne sait dire en quoi consiste la « nature » de cette « information ». Néanmoins, « les sciences cognitives n'ont au fond qu'un seul postulat intangible, qui est que la cognition est nécessairement, constitutivement, commerce informationnel » (p. 290). On notera la posture inflexible (« intangible... nécessairement, constitutivement »), qui vient se résoudre en une formule aussi prudente que littéraire (« commerce informationnel »). Et dix pages plus loin, cette déclaration : « Toute tentative pour donner corps à une science de l'esprit-cerveau passe par une notion de module, notion provisoire qui sera appelée à être modifiée à mesure que progressent les connaissances » (p. 300). Si nous comprenons bien : ne parlons plus de localisations, d'aires (de Broca), ou de colonnes (de Hubel et Wiesel), mais plus simplement et directement de modules ! On reste quelque peu confondu devant un tel travail 'philosophique', qui relèverait plutôt du genre homélitique (hors de l'Eglise, point de salut ! le marxisme, horizon indépassable de notre temps ! etc. Chacun complètera la liste).

La stratégie consiste alors à éluder le problème du *format* des représentations, qui obligerait sans doute, pour être traité dans un tel cadre physicaliste, de concevoir une théorie physique et cognitive des *formes*, relevant d'une toute autre tradition épistémologique. De la représentation, on retient donc essentiellement qu'elle est support d'*informations*, et l'on cherche à « déduire » sa valeur intentionnelle (essentiellement référentielle) des modalités précises de son insertion dans une causalité de type biophysique. S'ouvre alors la période des *biofonctionnalismes* : le programme est de pister la mise en place de la corrélation intentionnelle à partir de schémas d'interaction causale, rencontrés et consolidés au cours de la phylogenèse de l'espèce, ou dans l'ontogenèse individuelle (cf. (Dretske 1995), (Millikan 1984), (Proust 1992 ; 1995 ; 1997)). Il va de soi que ce faisant, et pour les besoins de la discussion, on doit accepter de se situer quelque peu en amont des modalités symboliques propres à la cognition et aux conduites humaines : le terrain est celui de l'éthologie, principalement. Le problème rencontré par ces tentatives semble être toujours le même : il faut que les représentations soient du 'sujet', qu'elles y trouvent définies leur fonction et le fondement interne de leur valeur intentionnelle ; il faut en même temps qu'elles réfèrent à une extériorité distale caractérisable dans des termes physicalistes neutres, reposant sur des distinctions dont le répertoire est déjà acquis (ladite « information ») ; et, conformément au schéma de reconstruction adopté, c'est cette extériorité préalablement objectivée qui doit être cause efficiente [de la généalogie] des fonctions actuellement supportées par la représentation, à chacune de ses occurrences singulières. Mouvement qui apparaît véritablement comme une impossible quadrature du cercle, dans la mesure où : (i) l'animal n'est pas lui-même défini et identifié comme le foyer singulier d'une boucle corps-environnement, (ii) perceptions, actions et valeurs interagissent, certes, mais ne sont pas co-constituées à l'état natif, et (iii) l'on reconduit un modèle paradoxal, à la fois solipsiste et externaliste, d'individuation et d'identification des intentions ('types' internes, renvoyant à des 'états de choses' externes). L'intentionnalité, qu'elle soit objectivée en termes d'états mentaux ou physiques, répond alors à un modèle de détermination incompatible avec un procès d'individuation par co-constitution entre l'animal et son monde propre : ce qui impliquerait de la comprendre comme *ouverture tensive* toujours *à-déterminer* au sein de cette boucle de co-détermination, et non comme renvoi à une réalité déterminée. Une telle démarche reste inaccessible à la descendance naturalisée du fonctionnalisme[14], toujours profondément gagée sur la recherche de fondements ontologiques excluant tout recours au *vague*, et tout appel à des causalités circulaires qui seraient constitutives des *éléments* ou des *individus* eux-mêmes.

Cette idée d'une individuation des intentions qui soit un procès de constitution incessant, une *activité* orientée par une « attitude », et centré sur un « thème » qui la dépasse sans pouvoir en être détaché, on la doit en effet à la phénoménologie. Initialement constituée, sur le plan philosophique, dans une opposition frontale aux démarches naturalisantes et naïvement objectivantes de la psychologie, elle a en réalité toujours été accompagnée, ou 'redoublée', par des courants scientifiques qui entendaient au contraire aller activement au devant des sciences de la nature, une fois qu'elles auraient renouvelé leurs schémas d'explication physico-mathématiques (école gestaltiste de Berlin), et après qu'elles auraient intégré une pensée

[14] Outre les biofonctionnalismes que nous venons d'évoquer, cette descendance naturalisée du fonctionnalisme comprend l'ensemble des travaux qui ont repris de la perspective fonctionnaliste les traits majeurs de la représentation et de son rôle, et qui pensent les retrouver à présent, réalisés dans le cerveau tel qu'étudié par les neurosciences.

spécifique du vivant (Uexküll, Buytendijk, von Weizsäcker), et assuré une prise en compte aussi précoce que possible du développement des formes symboliques au sein d'une culture (écoles de la microgenèse, psychologies culturelles). Les divers courants qui poursuivent actuellement en sciences cognitives une problématique naturalisante d'inspiration phénoménologique, en proviennent directement. Ils entretiennent une relation historique fondamentale avec les modèles physico-mathématiques de l'émergence des formes, avec les modèles d'auto-organisation venus de la cybernétique, avec le structuralisme dynamiciste issu des travaux de R Thom[15]. On y retrouve également, d'une problématique à l'autre, les traits majeurs mis en avant dans les décennies précédentes par H. et S. Dreyfus, T. Winograd et F. Flores, L. Suchman. Avec cette différence de taille que la perspective est à présent celle d'une naturalisation à la recherche de ses conditions biophysiques, et non plus celle d'une critique et d'une réorientation de l'IA, qui n'a plus aujourd'hui la valeur centrale qui était naguère la sienne[16]. Comme il ne peut être question ici de rendre compte avec précision de la diversité de ces courants contemporains, on posera seulement – à un niveau très générique – la question de savoir ce que devient avec eux le problème de la représentation.

Si l'on autorise une réponse brutale, et qui ne tienne pas compte des inévitables divergences entre les uns et les autres, nous dirons que le problème des représentations s'efface alors devant celui des *anticipations*, et des *médiations* actives au sein d'un parcours de *constitution*. Le premier problème est celui de la *présentation*, de la mise en présence, et de l'individuation – toujours en cours – des formes et des conduites. Le mode représentationnel, dans un sens qui pourrait peut-être rejoindre l'acception classique, mais en la réinterprétant radicalement, correspondrait alors à une *explicitation* particulière de ces anticipations, au sein d'un champ qu'elles auraient la fonction de calibrer, cartographier, valider, sanctionner, ou re-conditionner pour le rendre mieux accessible à une transformation réglée. Les fonctions de la représentation ne sont donc pas définissables en dehors de capacités spécifiques d'action ou d'activité, dont les différentes facettes – désirs, fins poursuivies, normes – ne se précisent que dans le cours d'action, ne sont pas ontologiquement dissociables les unes des autres, et ne se conçoivent pas non plus comme des « attributs » indépendamment objectivables. Une telle problématique est clairement dynamiciste et émergentiste ; elle entraîne une différence considérable entre les façons de stipuler

[15] Voir par exemple, le livre collectif édité par Petitot, Varela, Pachoud, Roy (1999, trad. franç. 2002). Avec également des contributions de N. Depraz, J.P. Dupuy, G. Longo, A. Noe, L. Pessoa, J.L. Petit, B. Smith, E. Thompson, T. Van Gelder. Pour des exposés qualifiés de *sceptiques*, voir dans le même ouvrage les contributions de R. Barbaras, J.M. Salanskis, M. Villela-Petit ; également la thèse de W. Miskiewicz (2000). Pour une critique à partir d'une prise en compte des sciences sociales et de la culture, cf. Lassègue et Visetti (2002). Pour une reconstruction et une relance des idées gestaltistes, cf. Rosenthal et Visetti (1999, 2003) ; pour les problématiques de la *microgenèse*, Rosenthal (2002). Pour des problématiques liées à une pensée de la biologie, voir J. Stewart, R. Scheps, P. Clément (1997) ; pour une pensée de la genèse technique de l'intentionnalité, V. Havelange, C. Lenay, J. Stewart (ce numéro). Pour une conception originale de la corrélation entre philosophie phénoménologique et naturalisation, voir aussi Lenay et Sebbah (2001).

[16] Plus diverse dans ses problématiques, l'IA est aujourd'hui moins encline aux surenchères qui l'ont un temps discréditée. Surenchères dans lesquelles se sont illustrés aussi bien les courants représentationnalistes qui la dominaient de façon écrasante, que les courants anti-représentationnalistes très minoritaires qui sont venus les contester dès la fin des années 1980. On peut citer ici le cas de R. Brooks, auteur de mémorables manifestes, et pionnier de la robotique située et émergentiste. Qui n'a pas eu sous les yeux le programme à 5 ans qu'il proposait, ou projetait de proposer au MIT, pour la réalisation d'un robot anthropomorphe torse-tête, n'aura pas connu l'un des sommets auxquels le vrai culot peut atteindre. Mais il est vrai, de toute façon, *qu'il en fallait* pour soutenir, au beau milieu des terres ennemies, et avec quel succès, des hérésies aussi retentissantes.

les « anticipations », en tant que conditions dynamiques, et les façons de décrire la structure des présentations, en tant que formats transitoirement stabilisés[17].

Il y a bien sûr des différences importantes entre les diverses problématiques syncrétiquement évoquées ici. Certaines restent assez proche de la tradition mentaliste, et entendent la réformer en profondeur par une conversion massive aux systèmes dynamiques ; elles maintiennent, ce faisant, une problématique de l'intentionnalité du sujet individuel. D'autres insistent au contraire sur la boucle de constitution entre le vivant et son monde, et insistent sur l'extériorité de la technique, ou le caractère social des normes pratiques, dont elles font des conditions *sine qua non* de la détermination des fins individuelles comme du sens intime des actions.

Dans les versions les plus écologiques et sociales de ces problématiques d'inspiration phénoménologique et herméneutique, l'accent est donc mis sur les situations d'interaction, et la phénoménologie spécifique qu'elles engendrent. C'est moins un monde qui serait immanent au *sujet* qui fait l'objet des sciences de la cognition, qu'un monde co-construit, qu'il est possible d'explorer réflexivement, par des modèles eux-mêmes informatiques. La représentation n'a plus alors de vertu *fondationnelle*, et ce n'est pas son adéquation à un monde existant préalablement qui en fait l'intérêt : elle apparaît elle-même comme un phénomène distribué, à la fois intérieur et extérieur, au sein d'architectures complexes, naturelles et artificielles. Et, sauf inscription acquise au sein d'une pratique normalisée, elle se comprend mieux à partir de *traces*, ou de *médiations*, dont les formats de présentation, les fonctions, les valeurs, se fixent de façon largement imprévisible au sein de transactions relevant à chaque fois d'une pluralité de 'systèmes'. On peut dire, au total, que ces problématiques sont, d'un seul et même mouvement, naturalisantes et culturalisantes, tant par leurs méthodologies que par leurs concepts théoriques fondamentaux.

Venons-en maintenant, de façon très rapide, à la façon dont ces questions sont travaillées par les articles du dossier.

3. Contenu du dossier

L'article de A. Plagnol, qui ouvre le dossier, se place dans un cadre représentationnaliste (mentaliste) relativement classique, qu'il cherche à refondre et complexifier, dans la perspective notamment d'un usage en psychopathologie. Prenant acte de ce que « l'univers représenté par un sujet » ne correspond pas, de l'aveu général, à un « modèle » unique – si ce n'est dans des cas élémentaires de micro-univers artificiels –, il propose de revenir sur la « structure des espaces de représentations », pour y introduire d'emblée la complexité et l'hétérogénéité qui paraissent requises. Le principe de base est d'articuler représentations « symboliques » et « analogiques », en décrivant, de façon précise et spéculative, leurs modes d'intégration réciproques. Les représentations analogiques, qui peuvent être plus ou moins abstraites, consistent en un « déploiement structuré d'un ensemble d'éléments dans un espace », qui valent pour le sujet comme mise en présence directe d'un contenu, sans autre médiation. La thèse, tendanciellement réaliste, est que ces représentations réfèrent par une

[17] On trouvera dans notre site (http://formes-symboliques.org) un argumentaire général sur cette perspective ainsi que des articles s'y rapportant.

forme ou une autre d'isomorphisme avec une situation objective qui est visée. Les représentations symboliques ont au contraire une forme arbitraire par rapport au contenu représenté, et ne réfèrent qu'indirectement via d'autres représentations (*in fine*, analogiques). Des processus d'abstractions (de l'analogique vers le symbolique) et de projections (dans la direction inverse) relient ces deux ordres fondamentaux.

Reprenant de façon originale un certain nombre de modèles classiques de l'organisation de la mémoire, Plagnol appelle alors *trame* l'ensemble, monté en réseau, des représentations symboliques (stables ou transitoires, actives ou non), et *plans* les représentations analogiques mobilisées à un instant donné du travail. Un *pli* élémentaire (e-pli) est alors une représentation analogique susceptible d'être actualisée d'un seul tenant au sein d'un plan actif. Pourquoi ce vocabulaire fondé sur le champ lexical du *pliage* ? En raison de deux contraintes fondamentales. D'une part celle qui porte sur la capacité maximale de déploiement analogique : lorsque l'espace en cours est trop vaste, il doit être plié (comme une carte routière !), et s'articule alors en un ensemble de plis élémentaires. D'autre part, celle qui porte sur les limites de la mise en cohérence par montage analogique: si deux contenus ne peuvent être insérés dans une montage analogique unique, même constitué de plusieurs plis élémentaires recollés ensemble, l'espace est dit *plissé* ; il est fait par exemple de plusieurs mondes possibles, interconnectés mais analogiquement incompatibles en quelque manière ; seules des chaînes symboliques peuvent alors faire le lien, et conditionner des parcours d'un monde à l'autre. D'où une notion de *chemin*, défini comme succession réglée de plis élémentaires. Plagnol présente ensuite les contraintes qui poussent à complexifier l'espace de représentations, i.e. à augmenter le nombre de ses plis (en les fragmentant, par ex.). Le mouvement de transformation ou de parcours de la structure entière correspond à un principe général de « minimisation d'une *tension* », qui, toutes choses étant égales par ailleurs, ne peut être atteinte que par co-déploiement, *en un seul pli*, de tous les éléments actifs du « problème » en cours. Ce cadre théorique original permet alors de décrire le cheminement du sujet lors de la résolution d'un problème de mathématiques, ou de faire leur place aux *événements traumatiques* et aux *réactions de défense*, ce qui rejoint le souci fondamental de l'auteur de théoriser les situations étudiées par la psychopathologie.

L'article de G. Auletta s'inscrit dans le cadre, assez largement éprouvé dans les années 1990, du débat sur la réduction *causale* d'une *intentionnalité* elle-même entièrement gagée sur la représentation (cf. notre rapide présentation plus haut). Il entend poser deux questions. Premièrement, à quelles conditions (plus ou moins intrinsèques) peut-on dire qu'une entité réfère à quelque chose d'autre ? Deuxièmement, quelle garantie avons-nous que les dites représentations mentales correspondent à, ou sont en accord avec, leurs objets externes ? Une relation de type causal suffit-elle à donner ces garanties ? Auletta ne semble pas remettre en question, de façon générale, la conception représentationnaliste de l'intentionnalité. Ce sont ses caractérisations ontologiques et/ou causales, proposées par des auteurs d'orientation naturalisante, qu'il met en doute. Il en rappelle les traits majeurs, tels qu'ils ont été décrits par des auteurs comme F. Dretske, ou après lui J. Perner : asymétrie entre représentant et représenté, singularité du référent, possibilité de méprise représentationnelle, et non-existence possible du référent. L'auteur complète cette liste par la mention du caractère « multidirectionnel « ou multivoque » de la relation de représentation. Sa ligne argumentative est claire : ou bien les critères ne sont pas si sûrs et intrinsèques qu'il le faudrait, ou bien ils ne sauraient être pris en charge par les réductions causales évoquées. Son examen, en conclusion,

de la question des fondements ou garanties de la représentation est encore plus net à cet égard : Auletta réaffirme que la capacité représentationnelle ne renvoie pas en soi à une correspondance externe fondatrice, mais à une forme d'*institution* via des *actes intentionnels*, régulés en feedback par des conséquences de nature pratique. Mais dans ce cas, dira-t-on, à quoi bon le concept de représentation ? Auletta ne répond pas à cette question – à vrai dire, il ne la pose même pas. Façon comme une autre de revenir à la case départ, après une décennie de philosophies qui ont cherché à naturaliser un concept mentaliste et objectiviste de représentation, en visant à travers lui la naturalisation de l'intentionnalité tout entière.

L'article de Havelange, Lenay, et Stewart tourne résolument le dos à ce concept de la représentation, conçue comme un tenant-lieu dédoublé d'une objectivité indépendamment accessible. Il lui substitue un tout autre concept, en bonne résonance avec une autre valeur du mot en français, la représentation théâtrale : la représentation est ce qui rend présent, constitue le présent, ou assure la mise en présence. C'est un processus, non un objet, interne ou externe. Cette conception radicalement non représentationnaliste de la représentation « s'origine dans le concept phénoménologique d'intentionnalité, ouvre les sciences cognitives à un programme de recherche fondé sur l'énaction [varelienne], et renvoie à une définition de la cognition ancrée dans le vivant ». C'est dire si rien, dans ce déplacement radical, ne s'oppose à l'idée de naturalisation. Au contraire, on peut y voir, selon les auteurs, la seule voie efficace, et conforme aux phénomènes, pour une naturalisation qui ne serait pas fondée sur l'interprétation cognitiviste/représentationnaliste des phénomènes intentionnels[18]. Mais cette naturalisation est profondément redirigée par une analyse du *couplage* constitutif entre le vivant et son monde propre, avec en son noyau le couplage sensori-moteur qui *médiatise* ce co-avènement. Nous ne pouvons faire mieux ici que reproduire le résumé des auteurs eux-mêmes : « Les dispositifs de couplage, inamovibles chez l'animal, deviennent amovibles chez l'homme, et donnent lieu à des prothèses techniques qui lui permettent une inventivité inédite. Anthropologiquement constitutive, la technique médiatise ainsi la représentation par une mémoire externe inscrite dans les objets matériels. Au plan phénoménologique [possiblement naturalisable, mais dans une toute autre orientation que dans les travaux d'inspiration cognitiviste], elle instaure une genèse technique de l'intentionnalité qui ébranle le partage traditionnel entre l'empirique et le transcendantal ». Autrement dit, il s'agit d'une problématique profondément marquée par la phénoménologie, mais qui se sépare d'elle en radicalisant un point de vue génétique, qui voit dans l'extériorité des formes sociales et de la technique, la marque d'une avance sur le développement des structures de la conscience. Le fait d'avoir conservé le terme de 'représentation' ne procède pas d'un simple jeu de mots : cela renvoie, comme le disent les auteurs, à la possibilité d'analyser ces *anticipations* (indissolublement 'internes' et 'externes', 'individuelles' et 'collectives') comme des *traces* ou des *médiations*, au sein de dynamiques de formation de l'expérience et de l'action, dont il faut pister les différentes temporalités et strates génétiques – y compris phylogénétiques, puisque le thème de la 'technique', qui peut sembler au premier abord limité au strict plan anthropologique, s'inscrit en réalité au cœur d'une problématique beaucoup plus vaste de la

[18] Les auteurs reprennent ici l'analyse de J.P. Dupuy (1994), selon laquelle la conception cognitiviste, défendue par tant de philosophes analytiques, viendrait d'une lecture erronée de l'œuvre de Brentano par Chisholm, son introducteur aux Etats-Unis. Selon cette conception cognitiviste, rappelons-le une fois encore, l'intentionnalité est constituée d'états mentaux qui n'acquièrent un contenu qu'en raison de leur correspondance avec un réel supposé objectif et indépendant – donc apparemment non garanti dans son existence par la simple occurrence de l'état mental (en lequel pourtant réside toute la disposition intentionnnelle).

constitution. Il resterait alors à élucider, par la suite, jusqu'à quel point cette problématique intrinsèquement génétique reprend à son compte le projet de la naturalisation, et de quelle façon elle entend le rediriger – en comprenant, notamment, ses conditions techniques et sociales constituantes.

Références

Brooks, R. (1991). « Intelligence witout representation » *Artificial Intelligence*, 47: 139-159.

Chevalley, C. (1995). *Pascal. Contingence et probabilités*. Paris, Presses Universitaires de France.

Chomsky, N. (1966). *Cartesian Linguistics*. New York, Harper & Row.

Dretske, F. I. (1995). *Naturalizing the mind*. Cambridge, Mass., MIT Press.

Dreyfus, H. L. (1972). *What Computers can't do ; The Limits of Artificial Intelligence*. New York, Harper & Row.

Dupuy, J.-P. (1994). *Aux origines des sciences cognitives*. La Découverte, Paris

Fodor, J. A. (1975). *The Language of Thought*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind : an essay on faculty psychology*. Cambridge, Mass., MIT Press.

Houdé, O. ; Mazoyer B. & al. (2002). *Cerveau et psychologie : introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*. Paris, Presses universitaires de France

Havelange, V., Lenay, C., Stewart J. (2003). « Les représentations : mémoire externe et objets techniques ». *Intellectica* 35 (2003/1).

Lachterman, D. R. (1989). *The Ethics of Geometry*. London & New York, Routledge & Kegan Paul.

Lassègue, J. (1993) « Note sur l'emploi et l'origine de la notion de représentation en sciences cognitives », *Intellectica* (1993/2), 17: 199-212.

Lassègue, J., Visetti Y.-M. (2002). « Séminaire Formes Symboliques : Argumentaire » (http://www.formes-symboliques.org).

Lenay C., Sebbah, F. D. (2001). « La constitution de la perception spatiale. Approches phénoménologiques et expérimentales », *Intellectica* (2001/1), 32 : 45-85.

Millikan, R. G. (1984). *Language, thought, and other biological categories : new foundations for realism*. Cambridge, Mass, MIT Press.

Miskiewicz, W. (2000), *Le projet de la phénoménologie de la raison et le paradigme représentationnel de la conscience (la philosophie de Husserl dans le contexte du cognitivisme)*, Thèse de l'Université de Paris 10.

Newell, A., Simon H. A. (1977). « Computer Science as Empirical Enquiry : Symbols and Search », *Communications of the Association for Computing Machinery* (10).

Pascal, B. (1657-1662). *Pensées*. Paris, Seuil.

Petitot, J. (1993), « Phénoménologie naturalisée et morphodynamique : la fonction cognitive du synthétique a priori », *Intellectica*, 17 (2) : 79-126.

Petitot J. (1996), « Morphodynamics and Attractor Syntax », in T. van Gelder, R. Port (éds.), *Mind as Motion*. Cambridge, MA. : MIT Press.

Petitot, J., Varela, F., Pachoud, B., Roy, J.-M. (éds) (1999), *Naturalizing Phenomenology. Issues in contemporary phenomenology and cognitive science*, Stanford, Stanford University Press ; trad. franç. (2002), *Naturaliser la phénoménologie*, CNRS éditions,

Proust, J. (1992) « La règle et l'artifice ». *Wittgenstein et la philosophie aujourd'hui*. J. Sebestik & A. Soulez (eds). Paris, Klincksieck**:** 101-113.

Proust J. (1995) « Causalité, représentation et intentionnalité », in D. Janicaud (ed). *L'intentionnalité en question, entre phénoménologie et recherches cognitives*, Paris, Vrin : 311-327.

Proust, J. (1997). *Comment l'esprit vient aux bêtes*. Paris, Gallimard.

Putnam, H. (1960). « Minds and Machines ». *Dimensions of Mind*. S. Hook. New York, New York University Press: 148-179.
Putnam, H. (1967). « The Mental Life of some Machines ». *Intentionality, Minds and Perception*. H. N. Castaneda, Wayne State University Press: 84-100.
Rosenthal, V. (2002). « Microgenesis, immediate experience and visual processes in reading ». A paraître dans *Seeing, Thinking, and Knowing*, A. Carsetti (ed.), Kluwer.
Rosenthal, V., Visetti, Y.-M. (1999), « Sens et temps de la Gestalt », *Intellectica*, 28, p. 147-227.
Rosenthal, V., Visetti, Y.-M. (2003), *Köhler*, Les Belles Lettres, Paris.
Rumelhart, D. E., J. L. McClelland (eds) (1986). *Parallel distributed processing : explorations in the microstructure of cognition*. Cambridge, Mass., MIT Press.
Salanskis, J.M. (2003), *Herméneutique et cognition*. A paraître, Lille, Presses du Septentrion.
Salanskis, J.-M., Rastier, F., Scheps, R. (éds) (1997), *Herméneutique : textes, sciences*, Paris, Presses Universitaires de France.
Stewart J., Scheps R., Clément P. (1997). « Umwelt et interprétation » et « La phylogenèse de l'interprétation », in Salanskis et al. 1997, *Herméneutique : textes, sciences*, p. 209-252.
Suchman, L. A. (1987). *Plans and situated actions : the problem of human-machine communication*. Cambridge, New York, Cambridge University Press.
Turing, A. M. (1936). « On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem », *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42: 230-265.
Turing, A. M. (1950). « Computing Machinery and Intelligence », *Mind* LIX (236 ; Oct. 1950): 433-460.
Visetti, Y.-M. (1989), « Critique du livre de Lucy A Suchman, Plans and Situated Actions – The Problem of Human/Machine Communication », *Intellectica* (1989/1), 7 : 67-96.
Winograd, T., Flores F. (1986). *Understanding computers and cognition*, Ablex Publishing Corporation.