

Sciences cognitives : enjeux scientifiques et politiques

PAR JOHN STEWART

En l'espace de cinq ans, les "sciences cognitives" sont passées d'un statut quasi-inexistant à celui d'un domaine clef dont tout le monde parle ; on en évoquera les raisons ci-dessous. Mais un constat préliminaire s'impose : du point de vue intellectuel, c'est à dire scientifique au sens restreint, les "sciences cognitives" n'existent pas encore ; elles sont à constituer.

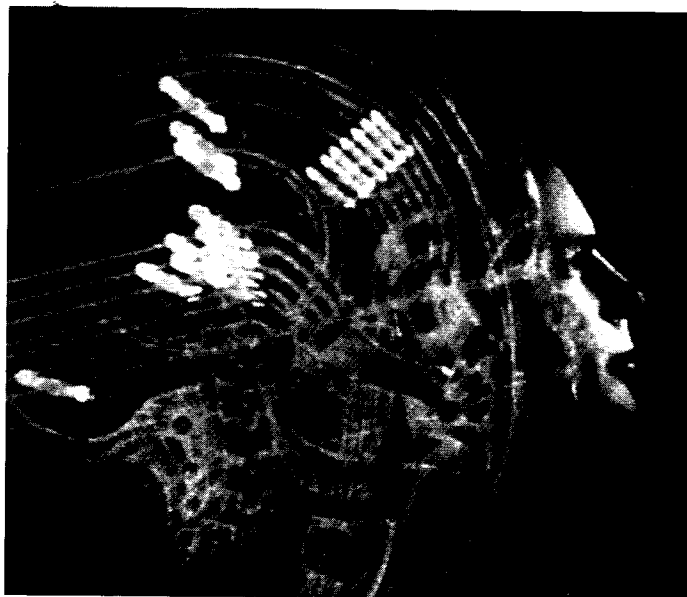
Panorama...

Atomes, gènes ou inconscient, les objets scientifiques n'existent pas de manière immédiate ; ils sont donnés en théorie. Or il n'y a pas à l'heure actuelle, de paradigme scientifique permettant de définir de manière consensuelle ce qu'est la cognition. De manière typiquement préparadigmatique, les opinions à ce propos foisonnent ; pour les uns, la cognition est une propriété de tous les organismes vivants, pour les autres, des seuls êtres humains, pour certains encore, elle est pratiquement synonyme d'intelligence rationnelle.

Par conséquent, les "sciences cognitives" actuelles ne sont rien d'autre qu'une collection hétéroclite de disciplines telles que l'épistémologie, l'informatique, l'intelligence artificielle (I.A.), la linguistique, la logique, les neurosciences, la psychologie cognitive, la sociologie de la connaissance, etc. (faute de mieux, on adopte un ordre alphabétique d'énumération ; aucun critère ne permet d'ailleurs de spécifier si la liste en est ou non complète). Cet état de choses n'est pas, en soi alarmant. Il signifie simplement que tout reste à faire. C'est en ce sens que les enjeux scientifiques des sciences cognitives sont de première importance.

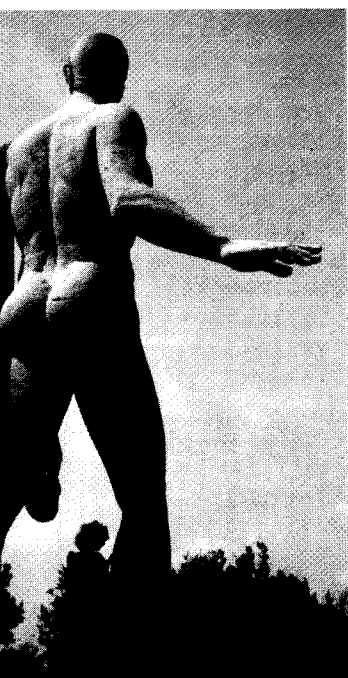
... des possibilités

L'émergence des sciences cognitives offre en effet plusieurs possibilités quasi-historiques de redistribution des savoirs (Morin 1977-81) ; en premier lieu, un rapprochement de la philosophie et de la science.



Dans le berceau de la pensée occidentale, philosophie et science, quête de la sagesse et recherche de la connaissance n'étaient pas disjointes ; mais la Renaissance les vit s'écarter assez rapidement l'une de l'autre. Peu de philosophes considèrent aujourd'hui que le travail scientifique peut utilement informer leur démarche. Or la notion même de sciences de la cognition rend concevable - quoique cela ne soit pas encore réalisé - un programme de recherche scientifique en "épistémologie naturelle". Réciproquement, peu de scientifiques considèrent nécessaire pour leur métier d'entretenir des considérations philosophiques ; mais la réflexivité intrinsèque à propos des sciences cognitives, pour peu qu'on s'y engage avec rigueur (réflexivité immédiatement évidente dans l'expression "connaissance de la connaissance"), signifie qu'une ressaisie philosophique pourrait - cela reste à faire - légitimement être considérée comme partie intégrante d'un travail scientifique.

En deuxième lieu s'offre, une articulation équilibrée entre sciences de la nature d'une part. sciences humaines et sociales (SHS), de l'autre. On connaît la difficulté et les avatars d'une telle articulation ; les SHS résistent légitimement à une réduction, à un appauvrissement du type de celui qu'opère la sociobiologie, ou à l'exemplarité méthodologique d'une physique tenue pour modèle exclusif de scientificité. Mais dans le cas des sciences cognitives, les SHS peuvent faire valoir d'être incontournables, tout d'abord en vertu de leur apport d'observations phénoménologiques, mais surtout peut-être en l'espèce



de l'épistémologie et de la sociologie de la connaissance qui, soumettant les sciences de la nature les plus "dures" à un regard critique, les remettent, pour ainsi dire, à leur place. En position de force donc, les SHS peuvent se dispenser d'être "frileuses" et se laisser sereinement informer par une articulation avec les sciences de la nature; ressource dont l'étude de la cognition ne pourrait que souffrir d'être privée.

Enfin peut s'opérer une percée des SHS. Les SHS ont jusqu'ici fait figure de parents pauvres par rapport à la physique, à la chimie et aujourd'hui à la biologie, disciplines fécondes en technologies économiquement importantes. En raison de l'informatique et de l'intelligence artificielle, les sciences cognitives se situent dans la même catégorie. Il n'est pour les

SHS que de se prêter à une articulation forte avec les sciences de la nature pour être à leur tour motrices d'un développement technologique et économique.

Communication : l'incertitude

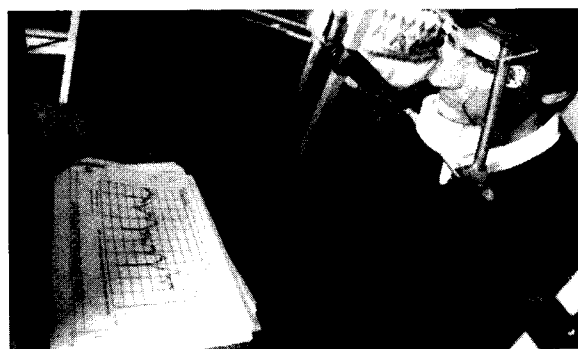
La communication, dans sa relation à la cognition, occupe au sein de ce nouveau paysage une position clef. Une fâcheuse tendance, inscrite de mille manières dans notre langage par la "métaphore du conduit" (Reddy 1979) considère que la communication consiste dans l'envoi d'une substance ou d'une entité quantifiable contenue "dans" le message et appelée, par exemple "information". S'en autorise une focalisation de l'attention sur les technologies de télécommunication (satellites, fibres optiques, etc) dont l'objectif principal est de maximiser les capacités de transmission shannonienne. Mais il s'agit là de la même erreur que celle qui donne à croire que l'information "transportée" par les mots (linguistique) ou les gènes (biologie) peut être une cause ontologique suffisante des phénomènes déclenchés (Stewart et al, 1988).

En fait, dans une situation communicationnelle, chacun des partenaires (re-)construit une perception, significative pour lui, à partir d'un signal relativement fruste qui est loin d'être suffisant pour pouvoir spécifier entièrement cette perception (les artistes figuratifs sont passés maîtres en matière de production d'effets proches de l'illusion optique). De ce fait, une incertitude intrinsèque caractérise la communication. Plutôt que de présupposer une identité du message à l'émission et à la réception et de mesurer les pertes ou les distorsions survenant en cours de transfert, une compréhension scientifique de la communication requiert le concours de sciences cognitives qui soient en mesure de décrire la construction des états cognitifs d'organismes en interaction constitutive avec d'autres organismes. Cette conceptualisation cognitive de la communication, que j'appellerais constructiviste (voir ci-dessous), concerne tous les organismes vivants (couplage structurel), y compris les agents psychosociaux ("common knowledge"). Encore balbutiante à

l'heure actuelle, son élaboration est indispensable pour que les sciences de la communication surmontent leur écartèlement entre des technologies de télécommunication et une critique sémiologique ou littéraire également insuffisantes à rendre pleinement raison de leur objet.

Echecs et réussite de l'I.A.

Les enjeux technologiques des sciences cognitives sont particulièrement évidents dans le domaine de l'Intelligence Artificielle. Deux approches se présentent, correspondant à des finalités différentes. D'une part, on peut construire des machines pour réaliser telle ou telle tâche spécifique: c'est le point de vue de l'ingénierie, qui s'intéresse avant tout aux **réussites**. D'autre part, on peut essayer de comprendre le fonctionnement cognitif d'organismes naturels; ce sont alors les **échecs** des simulations en I.A. qui sont instructives (par exemple, l'incapacité radicale des ordinateurs existants de fonctionner dans une situation "quotidienne" illustre le problème de la définition du contexte et renvoie à l'impossibilité principielle de prévoir explicitement tous les cas de figure possibles !) Chacune de ces approches est parfaitement légitime, mais il y a quelque danger à les confondre. Ainsi, le fait qu'un procédé d'ingénierie aboutisse ne signifie pas que c'est comme cela que les êtres humains fonctionnent, et encore moins que c'est comme cela qu'ils doivent fonctionner. Réciproquement, quand il s'agit de concevoir des technologies, ce n'est pas forcément une bonne chose que de vouloir s'inspirer de ce que font les êtres humains. Ceci nous amène aux enjeux politiques.



Enjeux politiques : remplacer l'humain ?

Les enjeux politiques sont cruciaux, précisément parce que les sciences cognitives sont de toute évidence appelées à un développement technologique et donc économique considérable. L'enjeu majeur est peut-être le suivant: quelles sont les relations sociales qui vont s'instaurer avec cette nouvelle technologie ? Deux extrêmes se présentent : a) les ordinateurs sont développés dans la visée de remplacer les êtres humains (robotique, systèmes experts) et/ou de contraindre les êtres humains à fonctionner selon les schémas "rationnels" des ordinateurs. Paradoxalement, cette tendance peut être renforcée si l'I.A. se donne le but irréflecté de simuler le comportement humain.

b) La recherche-développement vise la construction de machines qui vont co-exister avec des êtres humains sur un mode enrichissant pour ceux-ci (Winograd & Flores 1986).

Un point sensible et de grande actualité est à cet égard le devenir des machines connexionnistes. D'un côté, celles-ci peuvent être soumises à un régime de dressage pour obtenir des relations pré-établies entre "entrées" et "sorties", dans le meilleur style du conditionnement opérant behavioriste. L'inconvénient est analogue à celui de la relation maître-esclave : le maître se soumet lui-même à la nécessité de maintenir cette relation, avec toute la rigidité que cela implique. L'autre possibilité consiste à mettre positivement en valeur le fait que des machines connexionnistes peuvent avoir des comportements "non-programmés", c'est à dire non prévus explicitement au départ. Dans ces conditions, la relation homme-machine peut se développer de manière plus souple ; en quelque sorte, c'est en respectant l'autonomie de la machine que l'homme peut aussi se trouver plus libre et plus créatif.

Les enjeux scientifiques : l'I.A. classique

Dans le désordre chaotique des sciences cognitives en général, un pôle brille par la cohérence de sa structuration : c'est ce qu'on peut appeler "l'I.A. classique". Puisant ses racines dans l'empirisme logique, le positivisme et le formalisme, l'I.A. classique se fonde sur le modèle de la machine de Turing et la notion de calcul (ou computation) sur des représentations symboliques. Ces prémisses permettent un certain nombre d'articulations structurées. Elles s'accordent bien avec une épistémologie popperienne : les hypothèses surgissent de manière quasi-aléatoire, on ne sait, trop comment : mais peu importe car elles couvrent toute la gamme des possibles. La direction est donc donnée par les épreuves de falsification : seules survivent les hypothèses qui entretiennent une relation de correspondance adéquate avec le réel. Le progrès est dès lors assuré et continu : on s'achemine lentement, asymptotiquement, mais sûrement vers un idéal de correspondance parfaite entre connaissances et réalité.

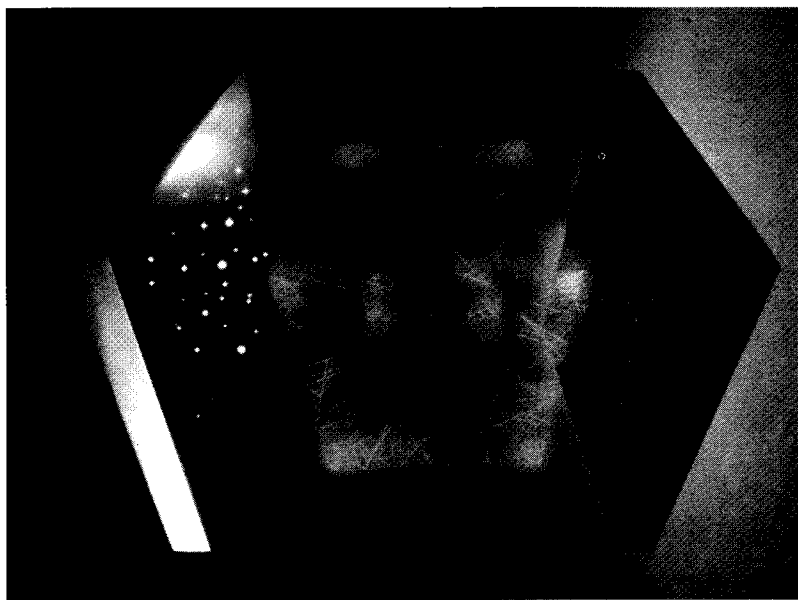
Cette épistémologie s'accorde bien à son tour avec une certaine biologie. D'abord avec la théorie néo-darwinienne et la génétique des populations : les variations génétiques surgissent de manière aléatoire (mutations) ; la direction de l'évolution est donnée par la sélection naturelle, qui assure une adaptation ("fitness") nécessairement croissante (théorème "fondamental" de Fisher). Ensuite avec la biologie moléculaire : l'organisation des êtres vivants est spécifiée par un programme génétique (analogie avec les programmes d'ordinateurs), analysable en termes d'information codée dans la séquence de nucléotides de l'ADN. Le trait saillant de cette épistémologie et de cette biologie est leur caractère de formalisme abstrait.

Paradigme normatif...

En effet, l'épistémologie popperienne joue un rôle normatif non négligeable ; mais elle s'avère d'une

puissance explicative quasi-nulle dès qu'il s'agit de comprendre - scientifiquement - les phénomènes historiques réels de l'évolution des connaissances scientifiques. De même, le formalisme de la génétique des populations est dépourvu d'efficacité dès qu'il s'agit de comprendre la phénoménologie d'une situation écologique concrète, sans parler des grandes lignes de la phylogénèse ; et la biologie moléculaire n'a jusqu'à présent fourni aucune explication du moindre événement dans l'ontogénèse des organismes multicellulaires.

Ce trait de formalisme abstrait caractéristique de l'I.A. classique, se retrouve par ailleurs dans la linguistique chomskienne, qui commence par la syntaxe formelle (définition de structures grammaticales), pour ne passer qu'ensuite à la sémantique (rôle de désambiguïsation des énoncés), et reléguer la pragmatique en troisième position. (Pour une critique radicale, voir Lakoff 1987). Dans cette liste non-exhaustive



des articulations structurées figure également en bonne place la notion de langage formel de la pensée, développée par la psychologie computationnelle de l'école du MIT.

Cette constellation mérite l'étiquette honorable de "classique", car elle est à l'heure actuelle le seul candidat conséquent pour le poste de paradigme permettant le développement d'une science normale, et la percée récente des sciences cognitives ne se serait sans doute pas faite sans elle. Cependant, il n'est pas acceptable d'en rester là, car ses faiblesses (attribuables en grande partie à la prédominance du formalisme abstrait mentionné ci-dessus) sont telles que cette pensée est très peu opérationnelle dans des domaines importants. En témoigne le fait qu'une grande part du travail créatif dans les sciences cognitives se fait de manière locale, sous la forme de "bricolages" non informés par une théorisation explicite - ce qui suscite l'impression d'ensemble, déjà évoquée, d'un foisonnement désordonné. Il y a donc largement place pour le développement d'un - ou de plusieurs - paradigmes alternatifs

RÉFÉRENCES

- CREA (1987). *Généalogies de l'auto-organisation*. Cahiers du CREA.
8. Lakoff G. (1987). *Women, Fire and Dangerous Things*. Chicago University Press.
- Latour B. (1987). *Science in Action*. Harvard University Press, Cambridge.
- Maturana H.R. & Varela F.J. *The Tree Knowledge*. Shambhala, Boston.
- Morin E. (1977-81). *La Méthode : I. La Nature de la Vie ; II. La Vie de la Vie ; III. La Connaissance de la Connaissance*. Ed. du Seuil, Paris.
- Reddy M.J. (1979). *The conduit metaphor : a case of frame conflict in our language about language*. In : A. Ortony Ed., Cambridge University Press.
- Stewart J., Andeewsky E. & Rosenthal V. (1988). *Du culte de l'information en biologie et en sciences du langage*. *Revue internationale de Systémique* 2, 15-28.

Un paradigme alternatif : le constructivisme

Parmi les multiples alternatives possibles à l'I.A. classique dans le rôle de paradigme articulant l'ensemble des sciences cognitives, il en est un qui me semble particulièrement prometteur (cause et conséquence de mon investissement personnel dans cette voie) et que j'aimerais présenter brièvement. Cette alternative, à laquelle on peut peut-être attribuer l'étiquette de "constructivisme", possède des racines philosophiques anciennes (von Glaserfeld 1988) - dans la tradition sceptique, chez Vico, Berkeley, dans une certaine lecture de Kant, et au vingtième siècle chez Whitehead et Merleau-Ponty. A partir des années 1940 (donc en parallèle chronologique avec l'I.A. classique), cette tradition essentiellement critique s'est transformée, grâce à l'apport d'une certaine biologie en opposition avec le réductionnisme de la biologie moléculaire (Waddington, Needham, Weiss, Bateson, Piaget - voir CREA 1987), en une force potentielle de proposition positive.

Mais ce n'est que depuis quelques années que cette potentialité commence à s'actualiser, en partie sans doute grâce à la résurgence du connexionnisme, longtemps occulté en I.A. mais actuellement à la mode. Précisons toutefois que le connexionnisme et le "parallel distributed processing" (PDP) ne sont pas déterminants en tant que tels ; fournissant des outils irremplaçables pour le développement (éventuel) du constructivisme, ils sont néanmoins parfaitement ambigus car aisément assimilables par l'I.A. classique. Le décollage du constructivisme (à supposer que l'avenir le confirme rétrospectivement) doit donc se rapporter à une conjonction d'événements plus diffuse. Parmi d'autres éléments, citons des travaux biologiques (réseaux de neurones, mais aussi système immunitaire conçu comme réseau) où les concepts d'auto-organisation et, surtout, d'autopoïèse (Maturana et Varela 1987, Varela 1989a,b) deviennent réellement opérationnels ; et le profillement à l'horizon d'une jonction entre ces travaux et le constructivisme issu de la sociologie des connaissances et des techniques (Latour 1987).

L'autopoïèse

Quelles sont, très schématiquement, les articulations établies par le paradigme appelé ici "constructiviste" ? L'objet fondamental est donné, en théorie, par la définition de l'**autopoïèse** : une entité composite dont les relations dynamiques entre les composants sont telles que, d'une part, la (re-)production des composants est assurée et que d'autre part, ces relations entre les composants sont elles-mêmes (re-)produites. Cet énoncé correspond, bien sûr, à une **définition théorique du vivant** - ce qui suffit déjà à différencier le paradigme de l'autopoïèse de celui de la biologie moléculaire issue de la génétique mendélienne, qui n'en possède pas. Mais la véritable originalité de cette théorie réside dans la définition du **domaine cognitif** d'une entité autopoïétique, qui n'est rien d'autre que l'ensemble de toutes les relations avec un environnement dans lesquelles l'entité considérée peut entrer sans perdre sa qualité autopoïétique - c'est à dire sans se désintégrer. Il est à noter que l'environnement n'est pas un simple donné extérieur auquel l'organisme vivant doit s'adapter ; il faut le concevoir plutôt comme une "niche écologique" non spécifiable indépendamment de la stratégie déployée par l'organisme pour l'habiter.

Autrement dit, "niche" et "organisme" sont co-constitués. Par conséquent, en qualifiant le domaine de viabilité de l'organisme comme son domaine cognitif, on se donne d'emblée une ontologie où la séparabilité de l'objet et du sujet ne va pas de soi. Dans cette optique, la notion de représentation symbolique devient problématique, car il n'est plus possible de répondre de manière naïve à la question : "représentation de quoi" (cf l'inconnaissable "en soi" de Kant). On mesurera l'opposition radicale avec l'I.A. classique ; ce qui est important, pourtant, c'est que cette critique de la notion de représentation ne condamne pas à l'impuissance scientifique. On remarquera aussi que cette définition de la cognition comme phénomène biologique la sépare, en droit, de phénomènes plus spécifiques tels que le comportement animal et le système nerveux ; a fortiori la cognition n'est pas limitée aux êtres humains et encore moins aux seules actions rationnelles ou "intelligentes".

Emergence d'un langage

En fait, les différentes sciences cognitives s'articulent les unes aux autres dans le cadre d'une ontologie scientifique et progressive, par étapes d'émergence, qui conduit aux performances linguistiques humaines. Très grossièrement, les trois étapes principales sont les suivantes :

1) si l'autopoïèse d'un organisme requiert des interactions régulières et spécifiques avec d'autres organismes, on dit qu'il y a **couplage structurel** ; dans ce cas, on dira qu'il y a co-ordination d'actions entre les organismes concernés. Phénoménologiquement, c'est à ce stade qu'émergent les **objets**, qui sont ce à propos de quoi il y a eu co-ordination d'actions. Exemple : un nid d'oiseau est ce qui sert à couvrir les œufs ; hors cette co-ordination d'actions, la collection de brindilles et de boue, pour ainsi dire, n'est pas un "nid" et en fait n'existerait pas.





2) Quand l'objet à propos duquel il y a coordination d'actions est lui-même une co-ordination d'actions, on dit qu'il y a langage.

Ainsi, à l'opposé de la linguistique classique, ce paradigme fournit une authentique définition théorique de ce qu'est le langage. Cette définition rend compte d'emblée de la nature (indéfiniment) réursive du langage ; on remarquera également que le langage apparaît, comme inséparable d'organismes existants **corporellement** dans une forme de **sociabilité**.

3) Finalement, puisque ce que nous avons pris comme point de départ - à savoir la théorie biologique de l'autopoïèse - n'existe lui-même que dans le langage, les questions relatives aux fondements (ontologiques et épistémiques) sont re-posées récursivement. Ainsi, le constructivisme rend justice à la dimension réflexive des sciences cognitives.

La responsabilité du scientifique

Pour conclure, revenons à la question de la signification politique du paradigme constructiviste. Spontanément, nous adoptons tous une philosophie "objectiviste", c'est à dire nous croyons que les objets de la connaissance existent et sont ce qu'ils sont, indépendamment de toute relation à un sujet éventuel de la connaissance. Dans cette optique, la science semble

être foncièrement "neutre" - elle ne fait que décrire les choses comme elles sont (Stewart & Havelange 1989). Autant dire que la question de la responsabilité sociale des scientifiques ne se pose pas - ce qui est malheureusement l'attitude largement dominante aujourd'hui. A cet égard, le paradigme constructiviste offre une perspective radicalement différente.

Selon cette nouvelle optique, le sujet de la connaissance participe à la construction d'un monde qu'il ou elle **amène à exister**. Cela ne veut nullement dire que l'on peut faire ce qu'on veut : un "principe de réalité" impose des contraintes sévères sur les formes et stratégies de vie qui sont viables (cf le fait que chaque espèce biologique est contrainte de rester dans des limites très étroites). Néanmoins, ce principe de réalité ne détermine pas un seul monde : une pluralité de mondes sont possibles (cf l'incroyable diversité d'espèces biologiques qui toutes sont viables); et il devient une question chargée de valeur que de savoir lequel de ces mondes sera réalisé dans les limites d'espace et de temps disponibles. En appliquant réflexivement cette épistémologie aux sciences cognitives elles-mêmes, comme le constructivisme nous y invite, une conséquence primordiale en résulte : la responsabilité du scientifique lui-même se trouve engagée dans une reconnaissance explicite de son rôle dans l'avènement du monde qu'il décrit. ■

Stewart, J. & Havelange V. (1989). *Les boutiques de Sciences en France, un bilan*. Alliage 1, 95-103.

Varela F.J. (1989a). **Autonomie et Connaissance, essai sur le vivant**. Ed. du Seuil, Paris.

Varela F.J. (1989b). **Connaître les sciences cognitives**. Ed. du Seuil, Paris.

von Glasersfeld E. (1988). *Introduction à un constructivisme radical*. In : P. Watzlawick Ed., **L'invention de la réalité**. Ed. du Seuil, Paris.

Winograd T. & Flores F. (1986). **Understanding Computers and Cognition**. Ahlex, New Jersey.

CHIMERES

N°8 PRINTEMPS - ÉTÉ 90, 144 pages

V. Nahoum-Grappe *Rumeur et langue de bois : à propos de l'hiver roumain* Félix Guattari *Des subjectivités, pour le meilleur et pour le pire* Alice Cherki *Une neutre et bienveillante violence* Mony Elkaim *Pour repenser les systèmes* Paul Virilio *Vitesse, vieillesse du monde* Edgar Morin *Computo, ergo sum* J.-P. Faye *H et h ou la métaphysique du boulanger* Roger Gentis *Le scandale de l'identité* Gilles Deleuze *Les conditions de la question : qu'est-ce que la philosophie ?* Raymond Bellour *L'oubli* Pascal Barbe *Dessins*

N°9 AUTOMNE 90, 160 pages

Alexandre Adler *L'URSS ne croit pas aux larmes* Paul Brétécher *Cartes postales* Andoche Praudel *La merveille de l'aile* Danielle Roulot *Greffes de transfert, bouture de fantasme* Françoise Routhier *Socrate peut-il être une femme ?* René Schérer *La formulation actuelle de l'utopie* H. Schulz-Keil *"Schwärmerei", extraits inédits de la correspondance de Kant*.

N°10 HIVER 90-91, 152 pages

Michel Foucault *La vérité et les formes juridiques* Nestor Perlongher *Les vicissitudes des garçons de la nuit* Jacqueline Rose *Margareth Thatcher et la meurtrière* Jean-Claude Polack *Le trou dans la tête* Yves Buin *L'improvisation chez Monk* Louis Marin *L'efficace de l'image religieuse* Eric Alliez *Hétérogenèse de l'inconscient* Armand Miayoukou *Le pacte* Al Martin *Dessins*.

N°11 PRINTEMPS 91, 136 pages

Sélim Nassib *En remontant la «rue arabe»* Paul Virilio *Les perspectives du temps réel* Richard Pottier *Anthropologie des représentations chamaniques* Patrick Chemla *Constructions* Annie Vacelet *Mots de passe* Félix Guattari *L'hétérogenèse machinique* Bill Viola *Le son d'une ligne de balayage* Marie Depussé *Un château, un prince* Fouad Elkoury *Photos*.

REVUE TRIMESTRIELLE

DIRIGÉE PAR GILLES DELEUZE ET FÉLIX GUATTARI

RÉDACTEURS EN CHEF : DANIELLE SIVADON ET J.-C. POLACK

Rédaction et administration : Ana de Staal

Prix de vente au numéro: 100 F. Abonnements (4 numéros/an): 340 F (chèques à l'ordre de CHIMERES). Veuillez adresser toute correspondance à

A. Staal, 165, rue d'Alsia 75014 Paris, Fax.: 45 45 43 97.

Diffusion en librairie : ROUDIL, 53, rue Saint-Jacques 75005 Paris.

Renseignements par Minitel : 36 15 ALTER, puis Chimera*.

