Alain GALLAY,
avec la complicité
de Jean-Claude GARDIN

25 ans de logicisme en archéologie : quel bilan ?

Résumé

Jean-Claude Gardin a montré que les démonstrations des archéologues pouvaient se formaliser dans des enchaînements de propositions répondant à la formule « si Pi alors Pi + 1 ». Cette réflexion théorique anticipait en fait les questions techniques liées à la présentation et à la diffusion des connaissances par l'intermédiaire des réseaux informatiques, dont on connaît le fulgurant développement actuel. Cette communication fait le point des questions soulevées par la présentation logiciste des constructions archéologiques. Quatre questions retiennent particulièrement l'attention : les relations entre le langage scientifique nécessairement lié à ce type de construction et le langage naturel, véhicule habituel de la communication humaine ; les conditions de production d'une construction logiciste ; les conditions de lecture et de compréhension des constructions logicistes ; les problèmes pratiques liés à l'évolution des supports informatiques.

Abstract

Jean-Claude Gardin has shown that archaeological reasoning could be formalised according to a chaining of propositions in the form «if Pi, then Pi+1». This theoretical approach was anticipating in fact some technical issues related to the current boom in knowledge description and transmission via computer networks. This paper analyses the current status of the logicist approach for archaeological constructs. Four points are discussed: the relationships between the scientific language triggered by such constructs and the natural language of ordinary human communication; the conditions for producing a logicist construct; the conditions for deciphering and understanding logicist constructs; the practical issues related to the development of computer tools.

Il y plus de 25 ans, Jean-Claude Gardin avait proposé d'utiliser le terme de « logicisme » pour désigner l'analyse et une méthode d'évaluation de nos écrits archéologiques. Quel bilan peut-on dresser de ce mouvement qui a, encore aujourd'hui, du mal à s'imposer, alors qu'il offre l'une des voies les plus performantes pour assurer une meilleure assise épistémologique et scientifique à nos constructions ?

LE CONTEXTE : UNE ARCHÉOLOGIE EN QUESTION

On ne peut qu'être frappé aujourd'hui par le contraste existant entre l'éventail des multiples paradigmes proposés, censés faire progresser notre discipline (« nouvelle Archéologie », archéologies processuelle, contextuelle, postmoderne, etc.) et la stabilité de nos pratiques traditionnelles, source effective de progression de notre savoir sur les sociétés disparues. Cette situation ne peut manquer de nous interpeller sur les fondements réels de ces modes qui n'ont eu, semble-t-il, que peu d'impacts sur le développement de la discipline, les vraies questions se posant ailleurs. Les enjeux actuels de l'archéologie se situent en effet sur un tout autre plan – dont on parle moins – et qui pourra servir de point de départ aux présentes réflexions.

Nous laisserons ici les questions de fond, notamment la question du statut de l'archéologie, discipline traditionnellement rattachée aux sciences humaines, par

rapport aux sciences de la nature, sujet qui a été développé ailleurs (Gardin, 2001a ; Gallay, 1986). Nous nous intéresserons par contre aux questions de forme, étant entendu que les critiques formulées concernent également nos propres travaux.

Au plan de l'architecture de nos constructions (et nous englobons ici l'ethnologie qui ne peut être dissociée de nos réflexions), nous ne pouvons qu'être frappé par les nombreuses références à l'ordre de la science alors que la situation réelle est tout autre. Les travaux produits montrent le plus souvent une absence totale de mérites formels sur le plan des argumentaires. Les objectifs sont passés sous silence. Les démonstrations restent extrêmement lâches et témoignent de pratiques obscures dans la mobilisation des savoirs locaux ou exogènes.

Au plan des publications, nous ne pouvons qu'être étonné du rythme effréné et du volume des travaux produits, une inflation qui ne peut être que suspecte lorsqu'on la compare au rythme de progression de notre savoir effectif. Cette situation aboutit aujourd'hui à plusieurs impasses : inadéquation des formes de publication aux pratiques de lecture, impossibilité de lire tout ce qui se produit, difficultés de maîtrise des résultats obtenus par la recherche, problèmes financiers de publication. À cela s'ajoute l'énorme malentendu lié au rôle supposé salvateur de l'informatique, un moyen qui ne peut, en lui-même, nous sortir de l'impasse si nous ne développons pas, en amont, une réflexion sur la nature de nos pratiques discursives.

Le logicisme apporte à ces vraies questions une série de réponses qu'il n'est pas inutile, inlassablement, de rappeler dans le prolongement des travaux de Jean-Claude Gardin. Ce texte, écrit après avoir relu l'ensemble des travaux de notre collègue, est un simple résumé sans originalité des thèses qui n'ont cessé de nous inspirer (le seul enjeu de cette contribution). Ce survol nous servira de mesure quant au chemin qu'il nous reste à accomplir pour aboutir à une réelle maîtrise de nos propres travaux. Que notre ami nous pardonne le caractère malhabile de ces grossières paraphrases.

La seule question que nous devons nous poser est la suivante : y a-t-il la place en archéologie pour des propositions que l'on puisse considérer comme solidement, sinon définitivement établies ? (Gardin, 1991a et 1994). Ce qui, dans ce cadre strict, nous intéresse ici est la forme textuelle, autrement dit la nature de l'architecture des constructions, indépendamment des contenus spécifiques, soit des thèmes traités rapportés à L (lieu), T (temps) ou F (fonction).

On distinguera ici deux aspects complémentaires (fig. 1) :

- l'analyse logiciste réunit d'abord des exercices de réécriture de travaux « traditionnels ». Cet exercice permet néanmoins de déboucher sur un certain nombre de contraintes qui pourraient assurer au texte une meilleure assise. Nous passons ainsi d'une analyse purement descriptive à des aspects proprement normatifs ;

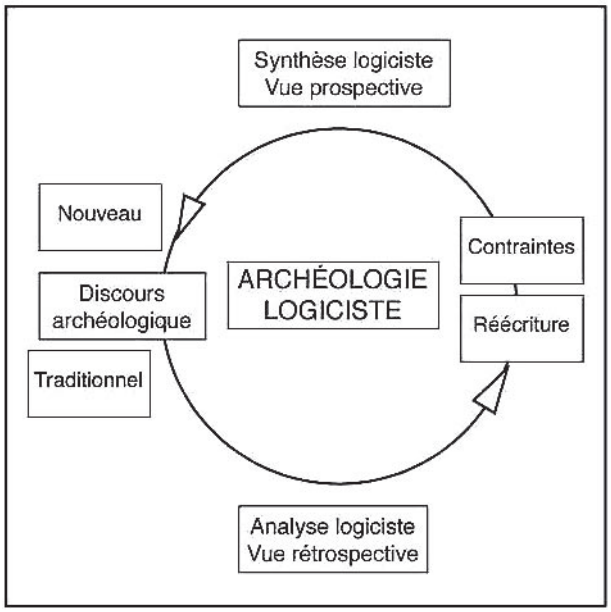

Fig. 1 – Analyse et synthèse logiciste. L'examen des publications archéologiques traditionnelles peut donner lieu à des exercices de réécritures qui permettent de mettre en évidence certaines lacunes et/ou failles dans les démonstrations proposées. Dans une seconde phase, il est dès lors possible de proposer des formulations plus strictes et plus cohérentes des anciennes publications ou de nouvelles constructions (inspiré de Gardin, cours de Genève 1976-77).
Fig. 1 – *Logicist analysis and synthesis. Adapted from Gardin, course given in Geneva 1976-77.*

- la synthèse logiciste se situe au niveau de la mise en œuvre de ces contraintes dans de nouveaux discours. Ce second aspect du logicisme, qui concerne autant les mécanismes de production de constructions inédites que la forme que pourraient prendre à l'avenir ces dernières, est resté longtemps au second plan ; il nous retiendra ici tout particulièrement.

HISTORIQUE

Sur le plan de l'histoire des recherches, il est possible de distinguer deux mouvements de réflexions parallèles liés au développement de l'outil informatique, l'un tourné vers la maîtrise de l'outil mathématique (Djindjian, 1991), l'autre sur le développement de la réflexion sémiologique (Gallay, 1989 et 1998). Alors que, schématiquement, le premier suit pas à pas le développement de l'outil informatique et cherche à bénéficier directement des acquis technologiques, le second, dominé par Jean-Claude Gardin, anticipe régulièrement ces développements en proposant une réflexion de fond sur nos pratiques. Un rapide résumé concernant ce second point, auquel est lié le logicisme, suffira ici. Rappelons néanmoins tout d'abord quelques concepts (Gardin, 1974a et 1979 ; Gallay, 1986) :

Nous pouvons distinguer trois types de discours :

- le langage naturel (LN), correspondant au langage discursif de tous les jours ;

- les langages documentaires (LD), représentations métalinguistiques des objets (ou textes) en vue de leur identification dans une recherche d'informations ;
- les langages scientifiques (LS), langages « contrôlés », subordonnés à des objectifs délimités et restreints, enrichis de termes techniques appartenant spécifiquement au domaine de recherche.

Le cycle de la recherche peut se diviser en quatre étapes successives (fig. 2) :
- les compilations (constructions compilatoires Cc), réunion des données de base spécifiques ou comparatives, pour servir la construction envisagée ;
- les ordinations (constructions typologiques Ct) ou mise en ordre des données à travers des typologies, soit des mises en correspondance de caractéristiques intrinsèques (physiques, géométriques ou sémiologiques) et extrinsèques (de lieu, de temps, de fonction) ;
- les interprétations (constructions explicatives Ce) : résultats de la construction concernant la vie des hommes d'autrefois ;
- les pronostics permettant l'administration de la preuve à travers un retour au niveau de faits empiriques nouveaux.

Années cinquante : description

On prend conscience de l'importance que les archéologues paraissent accorder aux travaux de compilation des données à travers la prolifération de catalogues et de corpus (Cc) portant sur les matériaux les plus divers : monnaies, statues, céramiques, monuments, inscriptions, etc. La réflexion se développe alors dans deux directions ; la première concerne la question de la représentation des objets, la seconde celle de la représentation des textes, savants ou non, écrits en langage naturel (Gardin, 1956, 1958 et 1978 ; Le Rider, 1975 ; Christophe *et al.*, 1956 ; Christophe et Deshayes, 1964 ; Digard *et al.*, 1975 ; Gardin *et al.*, 1976).

Cette question débouche sur la construction de langages documentaires (LD) facilitant l'accès à des données de toutes sortes. L'idée (ou l'illusion) alors dominante est qu'il est possible de donner une seule description exhaustive de la réalité sous la forme d'un langage documentaire unique et que cette représentation LD de la réalité peut générer d'elle-même une interprétation (Ct puis Ce, ou directement Ce), pourvu qu'on lui applique des procédures de description et d'ordination strictement contrôlées, avec ou sans l'aide de tests statistiques (Gardin, 1994).

Années soixante : compilation et ordination

On envisage dans la foulée la création de grandes banques de données factuelles (Cc) susceptibles d'alimenter une infinité d'analyses conduites par des chercheurs différents et répondant à des objectifs variés. Ces recherches vont trouver trois champs d'application : la représentation des matériaux archéologiques (M'LD), la représentation des textes écrits en langage naturel (LN'LD) (Gardin, 1967a et b ; Gardin et Garelli, 1961 ; Allard *et al.*, 1963) et la représentation des textes scientifiques (LS'LD) (Gardin, 1964 ; Cros *et al.*, 1964). Trois *credo* théoriques nous semblent néanmoins alors dominer, qui concernent successivement la description, l'ordination et l'interprétation des données :
- le premier, la possibilité de donner une description exhaustive et unique de la réalité archéologique, tant au niveau de la fouille que du codage LD des documents exhumés ;

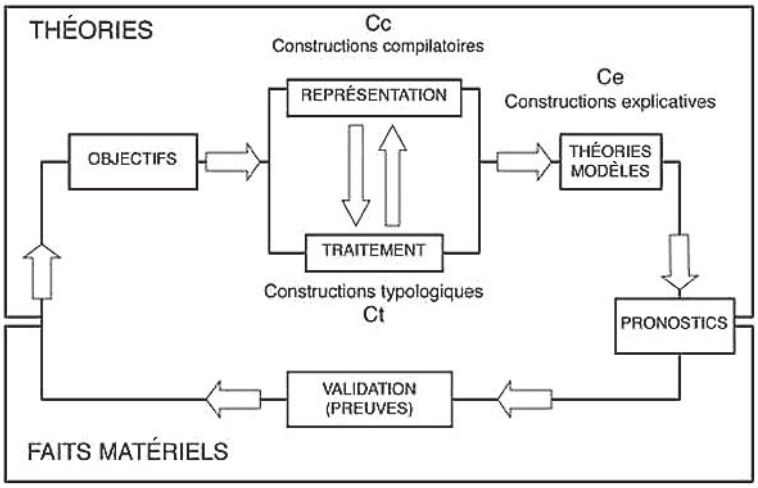

Fig. 2 – Articulation des diverses étapes d'une recherche scientifique. Une construction s'inscrit dans un cycle partant de certains faits matériels. La formulation des objectifs permet au lecteur de juger de la pertinence des résultats obtenus. La mobilisation des faits empiriques nécessite qu'on résolve à la fois les questions de leur représentation et de leur traitement et débouche sur des résultats présentés sous forme de théories ou de modèles. Les théories seront ultérieurement mises à l'épreuve de nouveaux faits empiriques (inspiré de Gardin *et al.*, 1987, fig. 1).
Fig. 2 – *Linkage between different types of constructs in the scientific research cycle. Adapted from Gardin* et al. *1987, fig. 1.*

- le second, l'idée que cette description peut être à l'origine d'une interprétation unique de la réalité selon le schéma LD → LS et que l'arsenal mathématique et statistique désormais à disposition est un gage du caractère scientifique de cette démarche ;
- le troisième, particulier au monde anglo-saxon, l'hypothèse que la documentation archéologique permet d'accéder à une compréhension globale et totale de l'histoire, sous tous ses aspects techno-économiques, sociaux et politiques.

D'une manière générale, nous pouvons considérer qu'il s'agit de stratégies « aveugles » de recherche, où la finesse de la description des données et l'application à ces dernières des procédures mathématiques sophistiquées sont considérées comme un gage d'efficacité.

Cette approche empirique de la réalité (points 1 et 2), qui ne débouche en fait que sur des interprétations d'une très grande pauvreté, est contrebalancée, notamment dans le monde anglo-saxon, par l'introduction de modèles hypothético-déductifs ambitieux dont les liens avec les données empiriques sont loin d'être éclaircis (point 3).

Années soixante-dix : interprétation et reconnaissance des référentiels externes

Les années soixante-dix vont pourtant voir surgir une série de difficultés et d'impasses méthodologiques. Ces divers échecs semblent liés aux stratégies aveugles et à la confusion existant entre cibles documentaires et cibles scientifiques, la stratégie d'un passage direct LD (Cc) → LS (Ce) se révélant totalement utopique (Gardin, 1970 et 1975 ; Lumley-Woodyear *et al.*, 1974 ; Borillo et Gardin, 1974 ; Gallay, 1977).

La réflexion se tourne donc vers l'étude des mécanismes de l'interprétation, scellant la naissance du mouvement logiciste *sensu stricto*. Une réflexion en profondeur porte désormais sur les procédures permettant d'attribuer du sens aux données (Cc) et aux ordres (Ct) à travers l'analyse d'un certain nombre de constructions (Gardin, 1974b ; Gardin et Lagrange, 1975 ; Lagrange et Bonnet, 1978). On prend conscience de l'importance des références extérieures dans le processus d'interprétation (Gardin et Lagrange, 1975). Ces connaissances peuvent être réparties entre des notions de sémantique universelle (considérées comme faisant partie du sens commun) et des notions de sémantique locale justifiables de références explicites dans les domaines archéologique, historique ou ethnologique propres à la recherche engagée, ces dernières très largement dominantes. Cette réflexion trouve aujourd'hui son prolongement dans le mouvement qui se dessine en faveur des bases de connaissances (bases de règles et séries référentielles) distinctes des banques de données (Gardin, 1999b).

Années quatre-vingt : les systèmes experts

On constate la convergence formelle existant entre la manière dont on rationalise la recherche d'explications sous forme d'enchaînements de propositions répondant à la formule « si {Pi} alors {Pi + 1} » (ou « si {Pi} alors {Pj} » et les systèmes experts qui voient le jour aux États-Unis dès la fin des années soixante-dix (Gardin, 1987a, c et d ; Gardin *et al.*, 1981). Plusieurs tentatives de formalisation du raisonnement sous forme de systèmes experts sont entreprises. Ces expériences ponctuelles s'écartent résolument des ambitions unificatrices des recherches en intelligence artificielle des années soixante pour s'intéresser aux raisonnements propres à chaque recherche, dans les domaines les plus divers (Gardin, 1989a ; Gardin *et al.*, 1987 ; Francfort *et al.*, 1989).

Elles mettent en évidence les pratiques éminemment discursives des archéologues et le caractère « local » des démonstrations. Elles montrent par contre que le cumul des connaissances propres à plusieurs chercheurs permet d'enrichir considérablement l'approche des thèmes particuliers à chaque domaine de recherche.

Années quatre-vingt-dix : désillusion ou espoirs ?

Les années quatre-vingt-dix voient se développer des réflexions sur la nature des raisonnements propres aux sciences humaines et des recherches sur de nouvelles formes de publications issues des schématisations logicistes ou de la structure des systèmes experts.

Les expériences d'enseignement que nous avons menées à Genève depuis 1983 – date à laquelle nous avons inauguré un cours d'archéologie théorique – et pendant vingt ans durant, montrent que les étudiants ont beaucoup de peine à intégrer cet enseignement dans leurs pratiques de recherche (voir par exemple l'absence quasi totale d'impact sur les travaux de nos étudiants réunis dans Besse *et al.*, 2003). Cette position de rejet, que l'on retrouve dans la plus grande partie de la communauté scientifique, est un phénomène sur lequel il convient de s'interroger. En deçà des questions de culture universitaire dominante, nous y voyons, entre autre (cf. *infra*), une cause beaucoup plus terre à terre. Cette approche est fort « coûteuse » en raison des investissements intellectuels importants qu'elle suppose (Gardin, 2000a), donc notamment en temps de travail.

Malgré ces difficultés, le mouvement logiciste a eu le mérite d'attirer l'attention sur une manière de poser les problèmes de fondements dans les sciences de l'Homme, qui n'a cessé de gagner du terrain (Gardin, 1987a). Des travaux comme ceux de Wiktor Soczkowski sur les théories de l'origine de l'Homme (Soczkowski, 1991 et 1994) constituent un excellent exemple des performances de l'analyse logiciste. Le projet Arkeotek, développé par Valentine Roux dans le cadre du laboratoire « Préhistoire et technologie » de Paris X-Nanterre, aborde aujourd'hui dans la perspective logiciste, et en collaboration avec la « Maison des sciences de l'Homme », la question des nouvelles formes de publication (voir notamment http://www.arkeotek.org).

L'ANALYSE LOGICISTE : DÉFINITION

La réflexion repose sur le postulat que, dans les sciences de l'Homme comme dans celles de la nature, le discours est « construit », pour les raisons et selon les modalités qui sont celles des disciplines empiriques en général (Gardin, 1987a). Le terme de logicisme s'applique au projet de reconstruction du discours scientifique sur des fondements logiques plus clairs, mais distincts de la logique formelle des logiciens. Il teste les fondements méthodologiques des constructions et non l'utilité empirique des produits (fig. 3).

Contexte épistémologique

Le logicisme est une épistémologie résolument pratique qui se rattache au positivisme ou à l'empirisme logique. Alors que des sémiologues comme Jean-Blaise Grize distinguent dans l'argumentation en sciences humaines trois aspects : raisonner (aspect inférentiel), représenter (aspect sémiologique) et dire (aspect discursif) (Grize, 1966 et 1974), le logicisme ne retient que les deux premiers aspects et en écarte les questions proprement linguistiques qui, dans la perspective d'application à l'informatique, restent secondaires.

Le logicisme peut être situé par rapport à la logique, la linguistique, la sémiologie et l'informatique.

Sur le plan de la logique, on considère qu'il est ni facile ni nécessairement opportun de ramener les inférences dégagées par l'analyse des constructions à des calculs formels au sens des logiciens (Gardin *et al.*, 1981).

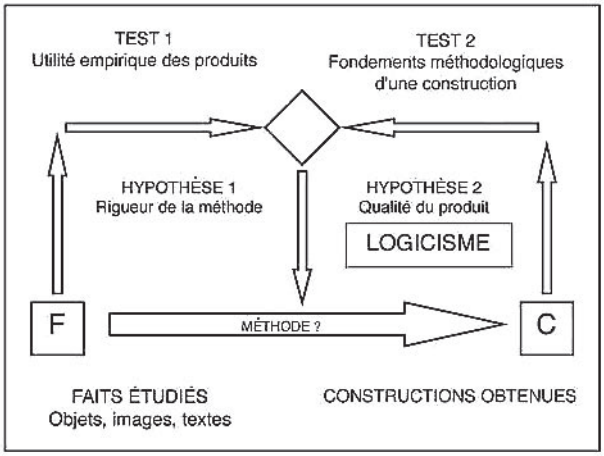

Fig. 3 – Fondements de la démarche logiciste. Il y a deux moyens complémentaires de tester la pertinence d'une construction reliant certains faits empiriques (F) à des résultats (C). Une première évaluation (test 1) peut porter sur l'utilité empirique des produits d'une certaine méthode (hypothèse 1) en termes de prédiction sur des faits observables. Une seconde (test 2) sur les fondements méthodologiques de la construction dont la valeur empirique est, dans ce cas, tenue pour acquise (hypothèse 2). La démarche logiciste porte essentiellement sur ce second volet de l'évaluation (inspiré de Gardin, 1974a, fig. 5).
Fig. 3 – *Foundations of the logicist approach. Adapted from Gardin 1974a, fig. 5.*

Sur le plan linguistique, il convient de se situer par rapport à la quadruple opposition discours/phrase, sémantique/syntaxe, domaine spécialisé/univers général et enfin multilingue/unilingue. Il est en effet possible de partir de l'idée que les règles qui permettent à certaines personnes de comprendre une langue donnée, comme l'entend le linguiste, n'ont pas de rapport avec la faculté qu'a cette personne de dégager les sens des textes écrits dans cette même langue (Gardin, 1974a). Ce qui intéresse l'analyse logiciste concerne donc les conditions d'imposition du sens dans son discours, dans des univers particuliers spécifiques et cela, quelle que soit la langue utilisée. Un même objet peut en effet être traité dans des langues diverses selon les auteurs. Les catégories et les relations dont on a besoin aux niveaux les plus profonds du raisonnement sémantique sont en effet si éloignées des caractéristiques des langues naturelles que l'on peut faire l'hypothèse d'une autonomie propre justifiant d'un traitement séparé indépendant des langues particulières fournissant la base des énoncés. Notre propos ne concerne donc pas l'analyse linguistique, mais l'organisation des connaissances dans des domaines spécifiques. Comme le souligne Jean-Michel Berthelot (2003) : « Il y a donc bien, dans la possibilité et l'effectivité d'une dissociation entre forme textuelle et constituants cognitifs, une spécificité du discours scientifique. »

Sur le plan sémiologique, il convient de distinguer la sémiologie, au sens où les logiciens du début du siècle comme Charles S. Peirce ou Charles Morris (1938) concevaient le terme, des dérives actuelles de la néosémiologie. Le logicisme se rapproche de la première conception du terme dans la mesure où son champs est l'étude des langages utilisés comme outils de la démarche scientifique, quelle qu'elle soit, selon la formule {sémiologie → LD/LS → monde empirique}. Elle s'écarte résolument des débordements de la néosémiologie (Roland Barthes, Paul Ricœur) qui considère toute manifestation humaine et même naturelle comme des signes selon la formule {sémiologie → monde empirique}. On ne peut en effet concevoir l'émergence d'une nouvelle science unifiée qui prétendrait se surajouter, ou même se substituer, aux diverses disciplines existantes, tant dans le domaine des sciences humaines que dans celui des sciences de la nature (Gardin, 1987b et 1991a).

Ce qui intéresse le logicisme, ce sont les processus de symbolisation actualisés dans les œuvres et l'identification des encyclopédies implicites utilisées par les chercheurs, quelles que soient les chapelles dont ils se réclament. La fonction critique reste donc secondaire par rapport à la compréhension de l'activité créatrice primaire, du moins dans un premier temps. Le travail effectué peut contribuer néanmoins au progrès des disciplines concernées, ce qui justifie sa raison d'être.

Les considérations précédentes permettent de mieux situer le jeu par rapport aux questions informatiques. Nous dirons donc que le logicisme se propose de contraindre et d'optimiser le rendement de l'outil informatique, quel qu'il soit. Il précède donc l'informatique sur le plan pratique – et peut parfaitement s'en

passer – même si la réflexion tient compte des contraintes logico-techniques de la machine. L'informatique ne sera donc jamais le *Deus ex machina* qui nous permettra de résoudre nos problèmes.

Globalement, le logicisme se rapproche des travaux en intelligence artificielle ; mais il concentre son attention sur la maîtrise des domaines spécialisés et s'écarte radicalement de la recherche d'une utopique formalisation du raisonnement humain en général.

Interprétation : caractère local des règles d'inférences

Les considérations précédentes montrent que les opérations « {Pi} → {Pj} », formule à laquelle on peut réduire nos raisonnements, traduisent les pratiques discursives de nos constructions, mais ne sont en aucune manière l'expression de règles de raisonnements que l'on pourrait appliquer de façon aveugle et automatique dans des univers de discours quelconques (Gardin *et al.*, 1981).

L'analyse des modalités selon lesquelles l'archéologue donne du sens à ses trouvailles montre que l'on fait toujours appel à un contexte de référence extérieur, archéologique, historique ou ethnologique. L'analogie, qu'on le veuille ou non, joue un rôle essentiel dans nos constructions. Les conditions de transfert font alors appel soit à des données considérées (souvent à tort) comme des évidences, soit à des savoirs locaux (fig. 4 ; dans le cas présenté, l'identification du faucon repose sur les connaissances acquises dans le cadre de la fauconnerie du Moyen-Âge occidental, mais on sait que les Mongols chassent avec des aigles et que les Chinois pêchent avec des cormorans).

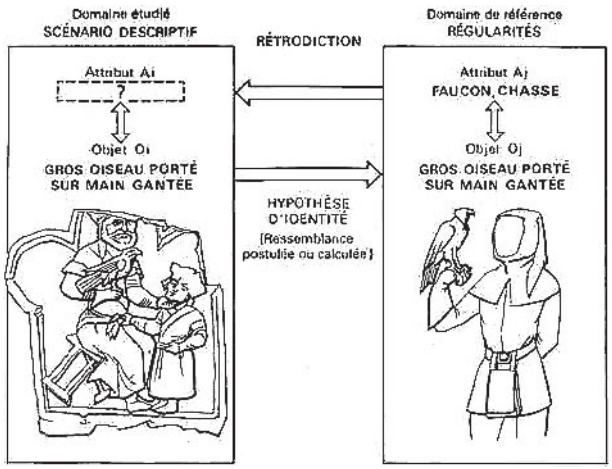

Fig. 4 – Schéma illustrant la méthode comparative, soit le processus de transfert d'un attribut à partir d'un référentiel externe. L'archéologue travaille sur des vestiges matériels (Oi) dont la signification (Ai) n'est pas immédiatement accessible. Pour leur donner sens, il doit relier son objet d'étude à un contexte de référence, dont les objets (Oj) sont considérés comme équivalents. On peut alors « rétrodire » le sens (Aj) de l'objet comparé en direction de l'objet étudié. Ce processus permet de considérer ici que la stèle parle de fauconnerie (d'après Gallay, 1986, détourné de Gardin et Lagrange, 1975, fig. 1a).
Fig. 4 – *Diagram of the attribute transfer process as seen from an external frame of reference. After Gallay 1986, adapted from Gardin and Lagrange 1975, fig. 1a.*

On parle dans le premier cas de sémantique universelle, dans le second de sémantique locale. L'analyse des travaux montre l'écrasante majorité des arguments de sémantique locale. Les univers de référence, qualifiés parfois d'OLS (organisations logico-sémantiques), sont souvent minuscules, une situation aux antipodes d'une « logique naturelle et universelle », mais se rapprochant de la logique des champs de Stephen Toulmin (Toulmin, 1958). Cette situation a deux conséquences pour le programme logiciste :

- la première implique qu'il est toujours nécessaire de déterminer les conditions de transférabilité des données externes mobilisées et les limites L (lieu), T (temps) ou F (fonction) de leur applicabilité (Gardin, 1987c) ;
- la seconde débouche sur la recherche de champs de références d'applications plus larges ; nous touchons ici au programme de l'ethnoarchéologie (Gardin, 1989b ; Gallay, 1992 et 2002b) et aux réactions que l'on peut avoir face à la parcellisation des savoirs ethnologiques et à la morosité actuelle des sciences humaines (Testart, 2001, 2004a et b).

L'objectivité des rapprochements réalisés à cette occasion se mesure alors à la fois par rapport :

- à la procédure générative de formation des catégories ;
- à la valeur empirique de celles-ci, mesurée vers l'aval ou au niveau de leurs capacités prédictives ;
- à leur « réalité », pour ou dans le groupe humain concerné (Gardin, 2000b).

Schématisations (analyse logiciste)

Le logicisme est d'abord une manière rétrospective de présenter les constructions une fois la théorie constituée. Cette présentation utilise des schématisations situées à mi-chemin entre la surabondance des formes d'expression que tolèrent, ou recommandent, les sciences humaines et l'ascèse des formalismes qu'imposerait la logique formelle, l'une et l'autre excessives (Grize, 1974). On peut montrer que les démonstrations des archéologues (argumentation reliant des données empiriques à une interprétation) peuvent se formaliser dans des enchaînements de propositions répondant à un calcul dont la formule peut se résumer comme « si Pi alors Pi + 1 » ou « si Pi alors Pj » ou encore « {Pi} → {Pj} » (Gardin, 1999a) (fig. 5). On distinguera alors :

- les propositions P0, données déclarées, sans antécédents explicites dans la construction, correspondant aux données du corpus (Cc) (ce qui n'exclut pas qu'elles puissent avoir des antécédents ailleurs) ;
- les propositions Pi dérivées ;
- la ou les propositions Pn correspondant aux résultats obtenus, qu'il s'agisse d'une typologie (Ct) ou d'une explication (Ce).

Dans ce jeu, on ne prend, provisoirement, aucun parti sur les propriétés des liens d'inférence qui sous-entendent le passage des prémisses aux conclusions :

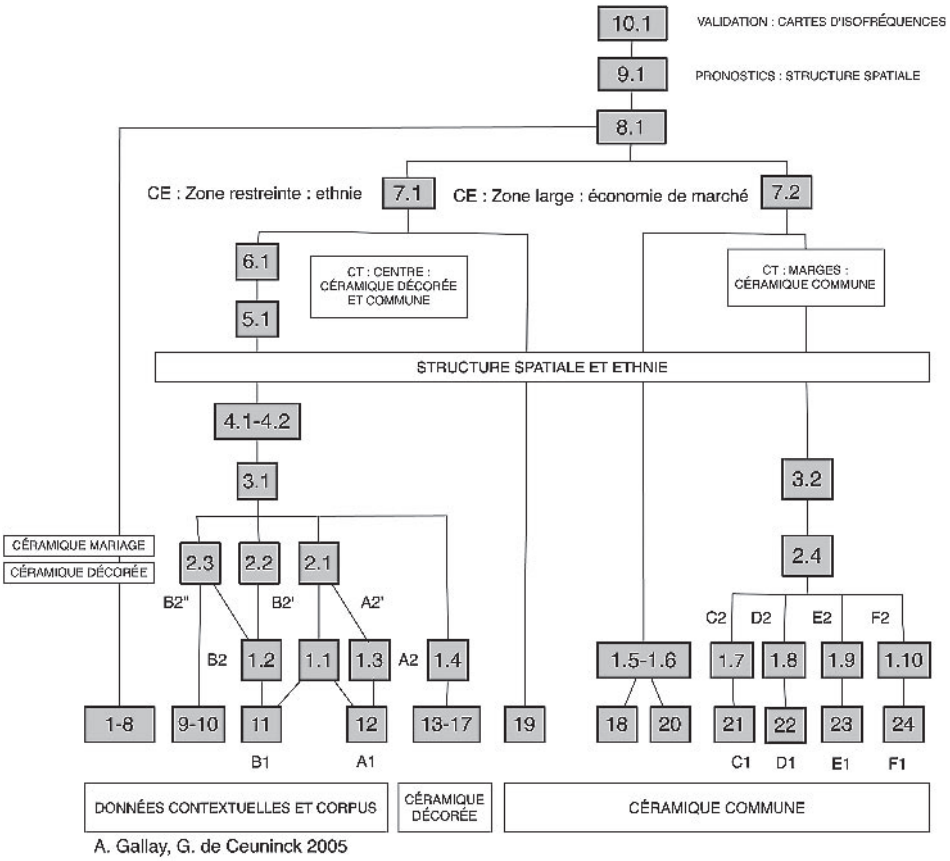

Fig. 5 – Delta intérieur du Niger (Mali). Une schématisation logiciste résumant la construction d'un modèle spatial. Ce dernier permet de délimiter une aire spécifique de peuplement. On démontre que les jarres décorées offertes à l'occasion des mariages permettent de délimiter une aire de peuplement homogène alors que les poteries communes, diffusées sur les marchés, sont impropres à ce genre d'analyse (modifié d'après Gallay et Ceuninck, 1998).
Fig. 5 – *Logicist outline. Adapted from Gallay and Ceuninck 1998.*

liens d'implication, de causalité, de signification, d'association, de voisinage, etc. (Borel, *in* Gardin, 1987a) ; seule compte alors la possibilité d'apprécier la valeur empirique du résultat. Si la construction est vérifiée, nous devons considérer chacune des opérations « si Pi alors Pj » comme une règle en puissance à propos de laquelle nous aurons à établir plus systématiquement que nous n'y avons jamais été obligés :

- son extension L, T et F, c'est-à-dire les conditions nécessaires et (jusqu'à plus ample informé) suffisantes de sa recevabilité ;
- sa résistance à l'épreuve de faits nouveaux, mesurée par le poids des constructions cumulées qu'elle peut porter, au fur et à mesure que grandit l'édifice des interprétations (Gardin, 1991a).

Systèmes experts

Les procédures de réécriture du logicisme présentent de nombreuses analogies avec celles des systèmes experts et justifient de considérer ces derniers comme un outil permettant de prolonger et d'affiner la démarche (fig. 6). Nous avons en effet les concordances suivantes :

- Analyse logiciste :
  SI {Pi} ALORS {Pj}

- Système expert :

SI p	ET p → q	ALORS q
Base de faits	Règle	Base de faits enrichie

Les systèmes experts sont susceptibles d'être utilisés dans divers contextes (Lagrange, 1988) :

- exploitation intelligente d'archives et de bases de données ;
- automatisation de tâches complexes et répétitives dans des domaines bien structurés (identification d'un objet) ;
- aide à l'interprétation dans des domaines spécialisés (interprétation de données archéométriques sur des objets par exemple) ;
- modélisation du raisonnement dans des domaines de connaissance peu structurés (théories de « origines » de l'Homme, de l'État, du Néolithique ; par exemple Francfort *et al.*, 1989).

L'analyse logiciste entend décrire la façon dont les œuvres sont agencées dès lors qu'on les considère comme des constructions. L'ambition des systèmes experts n'est pas seulement de décrire les raisonnements,

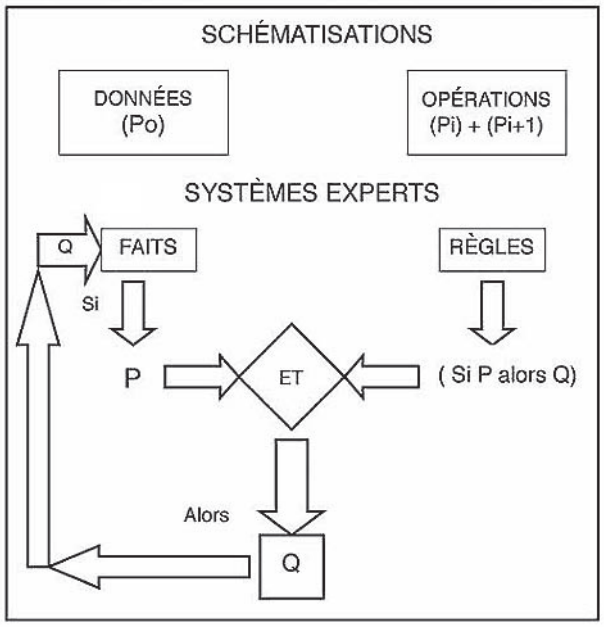

Fig. 6 – Comparaison entre la démarche logiciste des schématisations et la structure d'un système expert. Les schématisations logicistes permettent de passer des données (Po) à des interprétations (Pn) par des opérations de cumul de type « si {Pi} alors {Pi + 1} ». Les systèmes experts pratiquent de même en appliquant aux faits, puis aux propositions dérivées de ces faits, des règles de nature identique « Si P alors Q » (d'après Gardin, 1989a, fig. 2).
Fig. 6 – *Comparison between a logicist approach and an expert system structure. Adapted from Gardin 1989a, fig. 2.*

c'est-à-dire de les reformuler à la manière d'un calcul programmable, elle est aussi, en quelque sorte, de les activer, dans plusieurs sens du terme (Gardin *et al.*, 1987). Les systèmes experts permettent en effet :

1. De reconnaître (diagnostic), mais pas, dans un premier temps, de reproduire (faux).

La qualité attendue d'un système expert est une aptitude à former des diagnostics corrects. « Connaisseur », l'expert saura « re-connaître » certains aspects du monde empirique. Cependant, il ne s'ensuit pas que le savoir ainsi mobilisé permette à l'expert de « reproduire » l'objet de sa recherche. À l'inverse, le « faussaire » se distingue par son aptitude à fabriquer des objets conformes. Son savoir-faire ne recoupe pas (nécessairement) le savoir-dire de l'expert.

La conjonction des deux formes de savoir n'en caractérise pas moins la connaissance scientifique, qu'il s'agisse de centrales nucléaires ou de taille expérimentale du silex (Gardin, 2000a).

2. De démontrer qu'une règle est locale et incomplète.

Pour passer d'un constat « {Pi} → {Pj} » à une prescription « {p} → {q} », nous sommes le plus souvent contraints d'enrichir considérablement la partie gauche ou la partie droite de la règle, selon que l'opération est inductive ou déductive (Gardin *et al.*, 1987 ; Gallay, 1992).

Transformer les opérations de réécriture en règles générales de raisonnement ne permet pas de démontrer qu'une règle est vraie ou fausse, mais qu'elle peut être incomplète ou locale : locale parce qu'il existe des cas où, partant des mêmes prémisses, on arrive à d'autres conclusions ; incomplète par conséquent : car la formulation de la règle nécessite que l'on ajoute des prémisses pour aboutir à des conclusions correctes dans chaque cas. Lorsque cette exigence est satisfaite, la règle cesse d'être incomplète, mais elle reste locale. Les informations supplémentaires servent à spécifier le contexte dans lequel une règle est applicable (Gardin, 1989b).

3. De proposer des tests d'application à d'autres contextes.

La réalisation de systèmes experts et l'explicitation du système d'inférences pose une question de fond : peut-on utiliser ces règles pour de nouveaux faits archéologiques dans des circonstances où il est possible de juger de la validité empirique du résultat ? (Gardin, 1989b).

4. De cumuler des expertises.

Les systèmes experts permettent de mettre en commun les savoirs de plusieurs experts, même si ces derniers se contredisent partiellement (règles de type « si p alors q1 OU q2 »). La diversité des théories ou des visions du monde suscitées par le même objet n'est pas, en science, une anomalie. Les questions ennuyeuses commencent toutefois lorsqu'il n'existe pas de moyen d'éprouver la validité relative de chacune, ni, par conséquent, de décider quelle est « la meilleure », sur une base plus stable que notre jugement personnel (Gardin, 1991a).

L'application des systèmes experts à diverses constructions archéologiques (Gardin *et al.*, 1987), notamment à travers l'utilisation du logiciel SNARK (Vialatte, 1985 ; Laurière, 1986), permet de mettre en évidence un certain nombre de caractéristiques communes :

- les données comparatives sont nécessairement incluses dans la base de faits au même titre que les données d'observation proprement dites ;
- les ressemblances invoquées entre les éléments de ces deux ensembles, et situées à la base de la plupart des raisonnements interprétatifs, ont un caractère « donné » alors qu'elles pourraient être le produit de procédures bien définies, mathématiques ou autres ;
- on constate la très grande fréquence de cette pensée analogique et de la procédure simple de « transfert d'attribut » ;
- les règles d'inférence de la construction ont le plus souvent des allures *ad hoc*, locales.

Les premières applications des systèmes experts à l'archéologie montrent bien la nature des recherches qu'il faudrait développer pour mieux asseoir nos constructions :

- recherches sur les procédures suivies pour constituer les données initiales et comparées ;
- recherches sur les fondements et les mécanismes de l'analogie, par des voies mathématiques ou logiques ;

- recherches sur les conditions qui rendent le « transfert d'attribut » recevable dans certains contextes, irrecevable dans d'autres, ce qui correspond à une partie du programme ethnoarchéologique ;
- recherches sur les critères à retenir pour décider entre plusieurs règles d'inférences présentant une même partie gauche (« si p, alors q1, OU q2…OU qn ») ;
- recherches d'une manière plus générale sur les « domaines » respectifs de nos règles, c'est-à-dire leur extension, les conditions ou les contextes où nous les tenons pour applicables.

L'erreur est de considérer que les expériences d'application des systèmes experts condamnent ces derniers en tant que tels, alors qu'elles ne font que traduire les propriétés ou les impropriétés, selon les cas, des modes de construction symboliques propres à la science en général ou aux sciences humaines en particulier (Gardin, 1987d). Ceci dit, ces expériences n'enrichissent pas véritablement la substance de notre savoir. Pour ce faire, il faudrait se résoudre à élargir considérablement les dimensions de nos bases de connaissances, de telle sorte que nous puissions enfin utiliser celles-ci comme des outils dans des situations de recherche réelles (aide à l'interprétation, tests d'hypothèses, etc.) et non pas seulement comme des spécimens, pour les besoins d'une démonstration.

Identification de la présence d'un résidu non mobilisé

Sur le plan épistémologique, l'analyse des constructions révèle toujours un résidu, en ce sens que l'interprétation Pn n'utilise en général qu'une partie des informations livrées dans P0.

On peut découvrir dans ce résidu certaines données qu'il conviendrait de réintroduire dans la construction pour en préciser le contexte, mais également des données inutiles dont la suppression permettrait d'alléger le texte (Gardin, 1987c). Le passage à une représentation logiciste supprime d'autre part certaines composantes du discours qui appartiennent aux effets de majoration verbale ou à la langue de bois visant la réussite de l'affiliation du lecteur à une école ou à son endoctrinement (Passeron, 1991).

Conflits d'interprétations et facteurs C

L'analyse logiciste des diverses constructions liées à une question particulière enregistre de nombreuses multi-interprétations contradictoires. Cette situation n'est pas en soi catastrophique puisqu'elle se rencontre fréquemment en sciences. Mais les règles du jeu scientifique lui imposent de considérer cette situation comme un problème à régler (Gardin, 1987c) en dehors de toute analyse socio-historique visant à dégager les facteurs de toute espèce qui pourraient être à l'origine de ces « divergences de vue » (Gardin, 1997a). Il convient en effet d'écarter cette forme spécieuse de rationalisation qui consiste à inclure dans {p'} le nom de l'auteur de l'opération « si p alors q », son appartenance culturelle ou le courant théorique dont il se réclame. Le logicisme n'est pas une explication de texte.

Les conflits d'interprétation méritent d'être traités comme des problèmes justifiables de quelque solution et exigent qu'on s'emploie à chercher celle-ci par les voies habituelles de la recherche. L'aboutissement est, au mieux, une contextualisation des opérations d'inférence. Nous débouchons donc ici sur des intentions normatives se situant au-delà du programme d'analyse proprement dit (Gardin, 1997a).

Cette remarque nous entraîne dans l'identification des facteurs C – Contexte ethnographique, Connaissances établies, Croyances plus ou moins partagées, sens Commun – le plus souvent présents dans les constructions. Le but de l'analyse n'est pas en effet de démontrer que les propositions sont vraies ou fausses, mais qu'elles sont le plus souvent incomplètes et qu'elles méritent donc d'être enrichies en tenant compte des données inexprimées (Gardin, 1991a). Une manière de rationaliser les divergences consiste à les inclure dans la sphère des antécédents. On obtient alors des formules univoques de type « si p.Ci alors qi », selon les convictions Ci de l'auteur Ai, le contexte d'observation qu'il a choisi pour justifier cette inférence, son image personnelle du sens commun Ci, etc., bref, les circonstances Ci où se situe l'énoncé, compris dans le sens le plus large.

Formellement parlant une ambiguïté de type :
{p} → {q1} OU {q2} … OU {qn}

pourrait se réduire en enrichissant la partie gauche de l'expression de règles non ambiguës telles que :
{p.C1} → {q1} ; {p.C2} → {q2} ; {p.Ci} → {qi} ; {p.Cn} → {qn}

On constate que les facteurs C se répartissent alors en trois grands ensembles respectivement liés (Gardin, 1991b et 1997b) :
- aux cultures particulières concernées par l'étude ou aux conditions environnementales naturelles ou humaines (restrictions L, T, F) ;
- à l'influence de l'observateur, idéologie, contexte socioculturel, circonstances de l'étude, etc. ;
- à l'influence de l'informateur et de ses croyances (pour ce qui touche à l'ethnoarchéologie).

Le jeu normatif qui pourrait prolonger cette mise en forme pourrait consister à introduire, dans une problématique de logique des champs, les premiers facteurs dans la construction tout en cherchant à diminuer, sinon à supprimer, l'influence des deux seconds.

LA SYNTHÈSE LOGICISTE : QUESTIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES

Le jeu des réécritures logicistes entraîne tout naturellement une modification fondamentale de nos pratiques de rédaction et nous sommes tenté désormais de

publier nos travaux sous forme de schématisations et à l'avenir, peut-être, sous forme de bases de connaissance (Gardin, 1987c). Nous évoquerons dans cette seconde partie les problèmes liés à ce renversement de point de vue à partir d'un certain nombre d'expériences personnelles, passées ou en cours, qui concernent aussi bien l'ethnoarchéologie que l'archéologie : jarres de mariage du Delta intérieur du Niger (Gallay et Ceuninck, 1998), céramique des femmes des forgerons Djèmè-na (Gallay et Ceuninck, 2003), interprétation du mégalithisme sénégambien (Gallay, 2005 et à paraître). Les questions touchées concernent aussi bien les conditions pratiques de production de schématisations *ex nihilo* que les problèmes liés à la lecture de ces dernières.

Question 1 : quels types de langage ?

La démarche logiciste nécessite que l'on soit clair sur les types de langages utilisés, notamment dans le domaine de l'enquête actualiste, indissociable de l'approche archéologique. Il convient de distinguer tout d'abord la rationalité prêtée à l'acteur d'une action décrite par le chercheur de la rationalité propre au discours savant, la seule qui nous intéresse ici. Pareto disait en effet que la sociologie ne commence qu'avec la fin de l'illusion de la transparence du sens des actions à la conscience des acteurs.

Nous avons traité ce sujet ailleurs (Gallay, 2002b), nous nous contenterons de rappeler que nous pouvons distinguer dans notre pratique, qui se situe dans l'opposition entre les deux cultures science (le « modèle ») et littérature (le « récit »), plusieurs types de discours (Gardin, 1995, 2001a et b) (fig. 7). Le « modèle » touche aux questions proprement scientifiques des constructions et ne concerne que ces dernières. Nous trouvons à ce niveau :

- les représentations ou schématisations logicistes elles-mêmes, rédigées en langage scientifique (fig. 7, n° 6) ;
- des paraphrases rédigées en langage scientifique et/ou naturel permettant une meilleure compréhension des enchaînements logiques de l'interprétation. Nous lui réserverons ici la dénomination de commentaires (Gardin, 1998b et 2001b) (fig. 7, n° 7).

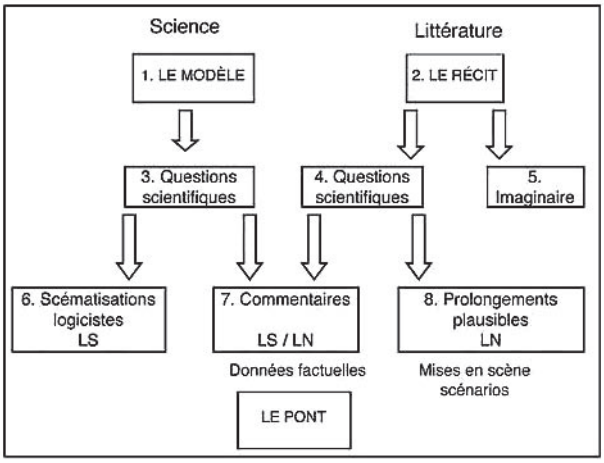

Fig. 7 – Articulation des démarches scientifiques et littéraires. Au modèle scientifique (1) pouvant s'exprimer sous forme de schématisations (6) s'oppose le récit (2). Mais cette dernière notion recouvre des réalités diverses : commentaires de constructions savantes (7) ou interprétations scientifiques lâches illustrant les prolongements plausibles des résultats obtenus (8), essais « littéraires » romancés enfin (2 et 5). LS : langages scientifiques, LN : langages naturels (d'après Gallay, 2002a).
Fig. 7 – *Linkage between different language types relating science and literature. After Gallay 2002a.*

Un autre aspect du discours est lié à la question essentielle de la décidabilité : que se passe-t-il au-delà des propositions terminales (Pn) d'une schématisation ? Viennent là se placer, le plus souvent, des propositions interprétatives supplémentaires qu'on ne réussit pas à raccorder à la base de données explicites de la construction (Gardin, 2001b). Ce troisième domaine concerne donc les prolongements plausibles des constructions en langage naturel, au delà du noyau dur des constructions dans des domaines considérés par la communauté savante des archéologues comme « scientifiques » (fig. 7, n° 8).

Le « récit » regroupe tous les aspects littéraires, clairement distincts de la démarche scientifique et assumés comme tels (Gallay, 1995 et 2002a). On peut découvrir à ce niveau, dans les nombreuses fictions historiques produites, souvent par les archéologues eux-mêmes (Pelot *et al.*, 1990 ; Goudineau et Govin, 2000) deux composantes essentielles :

- les questions proprement scientifiques soulevées par les œuvres et susceptibles d'une évaluation de cet ordre. Ce domaine rejoint les commentaires des schématisations et les prolongements plausibles de ces dernières (fig. 7, n° 4) ;
- l'imaginaire fictionnel qui donne à l'œuvre sa cohérence, sa dynamique et son aspect dramatique, romantique ou autre, et qui ressort du langage naturel (fig. 7, n° 5).

Question 2 : quelles conditions de production ?

Un aspect important de la réflexion concerne les conditions de production de nouvelles schématisations. Est-il possible de produire *ex nihilo* des constructions de ce type, ou doit-on passer obligatoirement par des exercices de critique et de réécriture de travaux rédigés dans un premier temps sous une forme traditionnelle ? L'expérience que nous avons de cette question requiert une réponse nuancée.

L'exercice demande en effet un certain entraînement et une bonne schématisation résulte toujours d'un long processus de va-et-vient entre une réflexion plus ou moins anarchique et globale et un resserrement ultérieur de l'argumentation. Nous nous demandons dans ce cadre si ces difficultés ne proviennent pas de la nature profonde et biologique du raisonnement humain. Notre réponse pourrait tenir en cinq points :

1. Les schématisations logicistes présentent, sous certains aspects, une vue cognitiviste de l'argumentation.

Le modèle computo-représentationnel de l'activité cérébrale de Jerry Fodor (1975) stipule une forte analogie entre l'activité de notre cerveau et la façon dont fonctionnent les ordinateurs selon la double équivalence : pensée = *software*/cerveau = *hardware*. Le cognitivisme suppose une dissociation possible entre les opérations mentales et les supports matériels et une concordance entre pensée et logique. Les opérations mentales seraient indépendantes des significations et suivraient des voies algorithmiques indépendantes de leur mise en œuvre organique, les représentations étant ou justes ou fausses.

Si la problématique logiciste est effectivement très liée à un modèle « computo-représentationnel », elle s'en distingue néanmoins, selon nous, sur au moins deux plans :

- en tant qu'épistémologie pratique, elle se développe en dehors de toute hypothèse concernant ses rapports avec le support biologique alors que le cognitivisme stipule une dissociation effective ;
- contrairement à Jerry Fodor, elle exclut l'idée que les mécanismes de l'inférence puissent être indépendants des significations et renonce aux illusions d'une intelligence artificielle générale indépendante des contenus.

2. Gerald M. Edelman démontre que le cerveau humain ne fonctionne pas selon le modèle cognitiviste.

La pensée n'est pas transcendante et ne peut s'analyser indépendamment de son support biologique et des expériences subjectives provenant des interactions avec le monde extérieur. La stabilisation des significations procède par interactions avec le monde extérieur et par sélection darwinienne. Les catégories de la pensée humaine ne sont pas celles de la logique formelle car les calculs logiques ne permettent pas d'établir de relations significatives entre symboles et monde réel. Le cognitivisme ne permet pas de rendre compte de l'invention (Edelman, 1992).

3. L'acte de découverte suit un cheminement darwinien par essais et erreurs, conforme à ce que l'on sait aujourd'hui du développement des aptitudes neurologiques.

J.-P. Changeux (1983 et 2002) a bien montré comment les interactions avec l'environnement façonnent, au cours de l'ontogenèse, la structure biologique du cerveau selon un processus que l'on peut qualifier de darwinien en proposant des pré-représentations approximatives du monde qui seront par la suite sélectionnées par interaction avec le monde extérieur. On peut, semble-t-il, étendre ces constatations au niveau de l'activité neurologique de l'individu adulte. Il existe une dualité essentielle entre les cheminements de la découverte et les raisonnements de la preuve. L'analyse et la synthèse logiciste portent exclusivement sur les seconds ; ce ne qui signifie aucunement qu'elles stérilisent les premiers (Gardin, 1991a).

4. Le processus de découverte se développera toujours selon un va-et-vient dialectique reliant des anticipations globales, peu ou mal argumentées, et une rationalité *a posteriori* proche des conceptions cognitivistes.

5. Seuls les résultats d'une démarche et la présentation aboutie de la démonstration intéressent le lecteur. Il n'y a donc pas de raisons d'intégrer dans nos travaux des informations sur le processus de découverte, où tout est possible.

Question 3 : quelles nouvelles publications ? Présentation et conditions de lecture

On soulignera tout d'abord la convergence entre certaines propositions du programme logiciste en matière de publications archéologiques et les réflexions que les nouvelles technologies de l'information suscitent aujourd'hui (Gardin, 1998a). Cette convergence ne doit cependant pas nous faire oublier certains points essentiels.

La substitution du support électronique au support imprimé n'est pas forcément nécessaire. La diffusion *on line* de certaines revues regroupant des textes d'articles répondant aux normes rédactionnelles classiques n'a rien à faire avec les réflexions développées ici. Loin de limiter le volume des publications, cette voie de diffusion risque au contraire de provoquer une inflation encore plus grave.

Le progrès des supports électroniques ne suffit pas à corriger *de facto* le déséquilibre entre production et consommation. Entre la version originale d'un texte en langage naturel et sa schématisation, la différence la plus visible est la réduction de volume, même lorsque l'on reformule la schématisation en langage naturel, mais le gain ne peut être complet que si l'on propose une condensation des constructions qui doit s'effectuer sans perte d'information et non de simples résumés de ces dernières (Gardin, 1999b).

Ces nouvelles formes de présentations suscitent aujourd'hui un certain intérêt avec l'apparition du format SCD *(Scientific Constructs and Data)*, développé par Valentine Roux et Philippe Blasco pour publier les constructions logicistes (Gardin et Roux, 2004). Ce format a déjà fait l'objet de certaines applications dans le cadre des publications de la « Maison des sciences de l'Homme » (Roux, 2000 ; Gelbert, 2003).

Une construction consacrée au mégalithisme sénégambien, sur laquelle nous travaillons actuellement en collaboration avec Jean-Claude Gardin et Valentine Roux, nous permettra de mieux saisir l'articulation de ce format avec l'architecture d'une construction logiciste.

La présentation comprend un texte imprimé présentant le contexte de l'étude et un CD consacré à la construction logiciste proprement dite. Le texte imprimé constitue une première prise de connaissance des

enjeux de la construction. Il regroupe une synthèse des travaux consacrés à ce jour au sujet, précise les objectifs de la construction et les questions posées et présente la schématisation logiciste ainsi que la bibliographie. On pourrait concevoir une présentation de cette partie sur support électronique en cas de diffusion *on line* du travail.

Question 4 : quel avenir pour les constructions ?

Les expériences de présentation de schématisation logiciste sur support informatique n'en sont qu'à leur début et de nombreux problèmes restent encore à résoudre. Deux questions se posent aujourd'hui :

- la première concerne les conditions de lecture et de compréhension des constructions les plus complexes. L'expérience que nous avons des premières constructions publiées montrent qu'un certain apprentissage est nécessaire pour se familiariser avec l'architecture des démonstrations proposées. On peut se poser la question de savoir si les difficultés rencontrées au niveau de la lecture ne sont pas de même nature que celles que nous avons signalées à propos du décalage entre les processus de découvertes et la mise en place des preuves. Peut-être y a-t-il ici la place pour une réflexion permettant d'assurer une meilleure lisibilité aux constructions. Les expériences menées à Genève montrent néanmoins que cette forme de présentation constitue un excellent support pédagogique apprécié des étudiants ;
- la seconde question est d'ordre pratique et technique ; elle est liée à l'évolution extraordinairement rapide des supports informatiques (tant au niveau du *software* que du *hardware*) et au problème de la conservation à long terme des archives scientifiques. Nous ne partageons en effet pas l'optimiste de ceux qui pensent que la communauté scientifique saura se donner les moyens d'actualiser, de façon constante, régulière et exhaustive, les supports informatiques de l'ensemble de la production scientifique produite dans ce contexte technique. Où l'on retrouve ici, pour terminer et conclure, le rôle irremplaçable du document écrit et l'aspect somme toute secondaire de l'informatique dans tout cela, par opposition aux gains incontestables obtenus sur le plan épistémologique strict. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLARD M., ELZIÈRE M. GARDIN J.-C., HOURS F. (1963) – *Analyse conceptuelle du Coran, sur cartes perforées*, Mouton, Paris, La Haye.

BERTHELOT J.-M. (2003) – Le texte scientifique : structures et métamorphoses, *in* J.-M. Berthelot dir., *Figures du texte scientifique*, Science, histoire et société, Presses universitaires de France, Paris, p. 19-53.

BESSE M., STAHL-GRETSCH L.-I., CURDY P. dir. (2003) – *ConstellaSion : hommage à Alain Gallay*, Cahiers d'Archéologie romande, t. 95, Lausanne.

BORILLO M., GARDIN J.-C. dir. (1974) – *Les banques de données archéologiques, Colloque national du CNRS, 932, Marseille, 12-14 juin 1972*, éd. CNRS, Paris.

CHANGEUX J.-P. (1983) – *L'homme neuronal*, Le temps des sciences, A. Fayard, Paris.

CHANGEUX J.-P. (2002) – *L'homme de vérité*, O. Jacob, Paris.

CHRISTOPHE J., DESHAYES J. (1964) – *Index de l'outillage, sur cartes perforées : outils de l'Âge du Bronze, des Balkans à l'Indus*, éd. CNRS, Paris.

CHRISTOPHE J., DESHAYES J., GARDIN J.-C. (1956) – *Code pour l'analyse morphologique des armes et outils en métal*, Centre d'analyse documentaire pour l'archéol., Paris (ronéotypé, révisé 1962).

CROS R.-C., GARDIN J.-C., LÉVY F. (1964, 1re éd.) – *L'automatisation des recherches documentaires : un modèle général : le Syntol*, Paris, Gauthier-Villars (rééd. 1968).

DIGARD F., ABELLARD C., BOURRELLY L., DESHAYES J. *et al.* (1975) – *Répertoire analytique des cylindres orientaux publiés dans des sources bibliographiques éparses (sur ordinateur). Vol. 1 : Principes et résultats, vol. 2 : Code, vol. 3 : Commentaire*, éd. CNRS, Paris.

DJINDJIAN F. (1991) – *Méthodes pour l'archéologie*, A. Colin, Paris.

EDELMAN G.M. (1992) – *Biologie de la conscience* (trad. de *Bright air, brilliant fire*), O. Jacob, Paris.

FODOR J.A. (1975) – *The language of thought*, The language and thought ser., Harvard University Press, Cambridge Mass.

FRANCFORT H.-P., LAGRANGE M.-S., RENAUD M. (1989) – *Palamède : application des systèmes experts à l'archéologie de civilisations urbaines protohistoriques*, LISH/UPR, 315, Document de travail, t. 9, éd. CNRS, Paris.

GALLAY A. (1977) – À propos de deux banques de données sur ordinateur en archéologie, *Archives suisses d'Anthropologie générale*, Genève, t. 41, fasc. 2, p. 99-110.

GALLAY A. (1986) – *L'archéologie demain*, Belfond/Sciences, Belfond, Paris.

GALLAY A. (1989) – Logicism: a french view of archaeological theory founded in computational perspective, *Antiquity*, t. 63, p. 27-39.

GALLAY A. (1992) – À propos de la céramique actuelle du delta intérieur du Niger (Mali) : approche ethnoarchéologique et règles transculturelles, *Ethnoarchéologie : justification, problèmes, limites, 12es rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, 17-19 octobre 1991*, éd. APDCA, Juan-les-Pins, p. 67-89.

GALLAY A. (1995) – Archéologie et histoire : la tentation littéraire, *in* A. Gallay dir., *Dans les Alpes, à l'aube du métal : archéologie et bande dessinée, Catalogue d'exposition, Le Soleil des Morts : archéologie et bande dessinée, Sion sept. 1995-janv. 1996*, Musées cantonaux du Valais, Sion, p. 9-22.

GALLAY A. (1998) – Mathematics and logicism in archaelogy: a historical approach, *in* S. Tabaczynski dir., *Theory and practice of archaeological research, 3 – Dialogue with the data: the archaeology of complex societies and its context in the '90s*, Institute of Archaeology and Ethnology, Committee of pre- and protohistoric sciences, Polish Academy of Sciences, Warszawa, p. 115-137.

GALLAY A. (2002a) – Archéologie et bande dessinée : mérites et limites d'une utopie, *in* P. Jud et G. Kaenel dir., *Lebensbilder – Scènes de vie, Colloque de Zoug, 13-14 mars 2001*, Documents du GPS, t. 2, Groupe de travail pour les recherches préhistoriques en Suisse, Lausanne, p. 107-113.

GALLAY A. (2002b) – Maîtriser l'analogie ethnographique : espoirs et limites, *in* F. Djindjian et P. Moscati dir., *Data management and mathematical methods in archaeology, 14e congrès de l'Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques, Liège, sept. 2001*, Archeologia e calcolatori, Firenze, t. 13, p. 79-100.

GALLAY A. (2005) – Le mégalithisme sénégambien entre archéologie et ethnohistoire, *Mélanges Louis Chaix*, Revue de Paléobiologie, vol. spécial 10, Genève, p. 135-147.

GALLAY A. (à paraître) – Une construction logiciste pour l'interprétation du phénomène mégalithique sénégambien, *Colloque en l'honneur de G. Thilmans*, Dakar, déc. 2004.

GALLAY A., CEUNINCK G. de (1998) – Les jarres de mariage décorées du Delta intérieur du Niger (Mali) : approche ethnoarchéologique d'un bien de prestige, *in* B. Fritsch, M. Maute *et al.* dir., *Tradition und Innovation: prähistorische Archäologie als historische Wissenschaft: Festschrift für Christian Strahm*, Internationale Archäologie: Studia honoraria, t. 3, M. Leidorf, Rahden, p. 13-30.

GALLAY A, CEUNINCK G. de (2003) – La tradition céramique des forgerons djémé-na de la plaine du Séno (Mali), La culture matérielle de la boucle du Niger, *Bulletin du Centre genevois d'Anthropologie*, t. 6, p. 11-67.

GARDIN J.-C. (1956) – *Code pour l'analyse des cylindres orientaux*, Centre d'analyse documentaire pour l'archéologie, Paris (ronéotypé).

GARDIN J.-C. (1958) – Four codes for the description of artifacts: an essay in the archaeological technique and theory, *American Anthropologist*, t. 60, p. 335-357.

GARDIN J.-C. dir. (1964) – *Le Syntol : étude d'un système général de documentation automatique*, Presses académiques européennes, Bruxelles, 4 volumes.

GARDIN J.-C. (1967a) – Methods for the descriptive analysis of archaeological materials, *American Antiquity*, 32, p. 13-30.

GARDIN J.-C. (1967b) – Recherches sur l'indexation automatique des documents scientifiques, *Revue d'Informatique et de Recherche opérationnelle*, t. 1, fasc. 6, p. 27-46.

GARDIN J.-C. dir. (1970) – *Archéologie et calculateurs : problèmes sémiologiques et mathématiques, Colloque international du CNRS : sciences humaines, Marseille, 7-12 avril 1969*, éd. CNRS, Paris.

GARDIN J.-C. (1974a) – *Les analyses de discours*, coll. Zethos, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.

GARDIN J.-C. (1974b) – Les projets de banques de données archéologiques : problèmes méthodologiques, technologiques et institutionnels, *in* M. Borillo et J.-C. Gardin dir., *Les banques de données archéologiques, Colloque national du CNRS, 932, Marseille, 12-14 juin 1972*, éd. CNRS, Paris, p. 15-26.

GARDIN J.-C. (1975) – Effets logiques des bases de données sur les disciplines d'érudition, *Revue internationale des Sciences sociales*, t. 27, p. 815-830.

GARDIN J.-C. (1978) – *Code pour l'analyse des ornements*, éd. CNRS, Paris (1956, révisé 1973).

GARDIN J.-C. (1979) – *Une archéologie théorique, L'Esprit critique, Hachette, Paris* (adaptation fr. de *Archaelogical constructs: an aspect of theoretical archaeology*, 1980, Cambridge Univ. Press, Cambridge).

GARDIN J.-C. (1987a) – La logique, naturelle ou autre, dans les constructions de sciences humaines, *Revue européenne des sciences sociales*, Genève, t. 25, fasc. 77, p. 179-195.

GARDIN J.-C. (1987b) – Les rapports troubles de la sémiologie avec la linguistique, *Cahiers Ferdinand de Saussure*, t. 41, p. 65-74.

GARDIN J.-C. (1987c) – Questions d'épistémologie pratique dans les perspectives de l'intelligence artificielle, *Bulletin de la Société française de Philosophie*, t. 81, fasc. 3, p. 7-112.

GARDIN J.-C. (1987d) – *Systèmes experts et publications savantes*, British Library, London.

GARDIN J.-C. (1989a) – Artificial intelligence and the future of semiotics: an archaeological perspective, *Semiotica*, t. 77, fasc. 1/3, p. 5-26.

GARDIN J.-C. (1989b) – The rôle of «local knowledge» in archaeological interpretation, *in* S.J. Shennan dir., *Archaeological approaches to cultural identity*, One world archaeol., 10, Unwin Hyma, London, Boston, p. 110-122.

GARDIN J.-C. dir. (1991a) – *Le calcul et la raison : essais sur la formalisation du discours savant*, Recherches d'histoire et de sciences sociales, t. 46, EHESS, Paris.

GARDIN J.-C. (1991b) – Le rôle du sujet dans les sciences de l'Homme : essais d'évaluation objective, *Revue européenne des Sciences sociales*, Genève, t. 29, fasc. 89, p. 91-102.

GARDIN J.-C. (1994) – Informatique et progrès dans les sciences de l'Homme, *Revue informatique et statistique dans les Sciences humaines*, Liège, t. 30, fasc. 1/4, p. 11-35.

GARDIN J.-C. (1995) – L'éloge de la littérature et ses ambiguïtés dans les sciences historiques, *in* A. Gallay dir., *Dans les Alpes, à l'aube du métal : archéologie et bande dessinée, Catalogue d'exposition, Le Soleil des Morts : archéologie et bande dessinée, Sion sept. 1995-janv. 1996*, Musées cantonaux du Valais, Sion, p. 23-34.

GARDIN J.-C. (1997a) – Le questionnement logiciste et les conflits d'interprétation, *Enquête : anthropologie, histoire, sociologie*, t. 5, p. 35-54.

GARDIN J.-C. (1997b) – «Quand on voit c'qu'on voit, quand on sait c'qu'on sait…», *L'homme : revue française d'Anthropologie*, t. 143, p. 83-90.

GARDIN J.-C. (1998a) – Cognitive issues and problems of publication in archaeology, *in* S. Tabaczynski dir., *Theory and practice of archaeological research, 3 – Dialogue with the data: the archaeology of complex societies and its context in the '90s*, Institute of Archaeology and Ethnology, Committee of pre- and protohistoric sciences, Polish Academy of Sciences, Warszawa, p. 65-113.

GARDIN J.-C. (1998b) – *Prospections archéologiques en Bactriane orientale (1974-1978), 3 : description des sites et notes de synthèse*, Mémoires de la Mission archéologique française en Asie centrale, t. 9, Recherches sur les civilisations, Paris.

GARDIN J.-C. (1999a) – Archéologie, formalisation et sciences sociales, *Sociologie et Sociétés*, t. 31, fasc. 1, p. 119-127.

GARDIN J.-C. (1999b) – Calcul et narrativité dans les publications archéologiques, *Archeologia e calcolatori*, Firenze, t. 10, p. 63-78.

GARDIN J.-C. (2000a) – Approches sémiotiques du raisonnement en archéologie : une contribution au problème du «pont», *in* P. Perron, L.G. Sbrocchi *et al.* dir., *Semiotics as a bridge between the humanities and the sciences*, Legas, New York, Ottawa, p. 27-48.

GARDIN J.-C. (2000b) – La pensée réfléchie et ses progrès dans les sciences de l'homme, *Actualités du contemporain, Colloque EHESS, Toulouse, 7-8 avril 1995*, Le Genre humain, t. 35, le Seuil, Paris, p. 253-272.

GARDIN J.-C. (2001a) – Entre modèle et récit : les flottements de la troisième voie, *in* J.-Y. Grenier, C. Grignon *et al.* dir., *Le modèle et le récit*, éd. la Maison des sciences de l'Homme, Paris, p. 457-488.

GARDIN J.-C. (2001b) – Modèles et récits, *in* J.-M. Berthelot dir., *Epistémologie des sciences sociales*, Presse universitaires de France, Paris, p. 407-454.

GARDIN J.-C., GARELLI P. (1961) – Étude des établissements assyriens en Cappadoce par ordinateur, *Annales : économies, sociétés, civilisations*, sept.-oct., p. 837-876.

GARDIN J.-C., LAGRANGE M.-S. (1975) – *Essais d'analyse du discours archéologique*, Notes et monographies techniques du CRA, 7, éd. CNRS, Paris.

GARDIN J.-C., ROUX V. (2004) – The Arkeotek project: a European network of knowledge bases in the archaeology of techniques, *Archeologia e Calculatori*, t. 15, p. 25-40.

GARDIN J.-C., CHEVALIER J., CHRISTOPHE J., LAGRANGE M.-S. et coll. (1976) – *Code pour l'analyse des formes de poterie, Analyse documentaire et calcul en archéologie*, éd. CNRS, Paris (1956, révisé 1974).

GARDIN J.-C., LAGRANGE M.-S., MARTIN J.-M., MOLINO J., ATALI-SMIT J. (1981) – *La logique du plausible : essai d'épistémologie pratique en sciences humaines*, Travaux et documents, éd. la Maison des sciences de l'Homme, Paris (rééd. 1987).

GARDIN J.-C., GUILLAUME O., HERMAN Q., HESNARD A., LAGRANGE M.-S., RENAUD M., ZADORA-RIO É. (1987) – *Systèmes experts et sciences humaines : le cas de l'archéologie*, Eyrolles, Paris.

GELBERT A. (2003) – *Traditions céramiques et emprunts techniques : étude ethnoarchéologique dans les haute et moyenne vallées du fleuve Sénégal* (+ CD-ROM), éd. la Maison des sciences de l'Homme-Épistèmes, Paris.

GOUDINEAU C., GOVIN J.-C. illustrations (2000) – *Le voyage de Marcus : les tribulations d'un jeune garçon en Gaule romaine*, Actes Sud/Errance, Arles.

GRIZE J.-B. (1966) – Logique et sciences de l'homme, *Cahiers de Psychologie*, t. 9, fasc. 3/4, p. 25-30.

GRIZE J.-B. (1974) – Logique mathématique, logique naturelle et modèles, *Jahresbericht/Schweizerische Geisteswissenschaftliche Gesellschaft*, p. 201-207.

LAGRANGE M.-S. (1988) – Les systèmes experts et la recherche en archéologie et sciences humaines : un point de vue pragmatique, *Documentaliste : sciences de l'information*, t. 26, fasc. 1, p. 11-15.

LAGRANGE M.-S., BONNET C. (1978) – *Les chemins de la « Memoria » : nouvel essai d'analyse du discours archéologique*, Notes et monographies techniques du CRA, 10, éd. CNRS, Paris.

LAURIÈRE J.-L. (1986) – Un langage déclaratif : SNARK, *Techniques et Sciences informatiques*, t. 3, p. 141-172.

LE RIDER G. (1975) – *Code pour l'analyse des monnaies. Analyse documentaire et calcul en archéol.*, éd. CNRS, Paris (1956, révisé 1973).

LUMLEY-WOODYEAR H. de, BOURRELY L., CAMPS-FABRER H. (1974) – Exploitation automatique des données d'un site préhistorique, *in* M. Borillo et J.-C. Gardin dir., *Les banques de données archéologiques, Colloque national du CNRS, 932, Marseille, 12-14 juin 1972*, éd. CNRS, Paris, p. 41-80.

MORRIS C. (1938) – *Foundations of the theory of signs*, International Encyclopaedia of unified Science, t. 1, fasc. 2, University of Chicago Press, Chicago.

PASSERON J.-C. (1991) – *Le raisonnement sociologique : l'espace non poppérien du raisonnement naturel*, Essais et recherches, Nathan, Paris.

PELOT P., LIBERATORE T., COPPENS Y. (1990) – *Le rêve de Lucy*, La dérivée, éd. du Seuil, Paris.

ROUX V. dir. (2000) – *Cornaline de l'Inde : des pratiques techniques de Cambay aux techno-systèmes de l'Indus*, Archéol. expérimentale et ethnogr. des techniques, t. 5, éd. la Maison des sciences de l'Homme, Paris.

STOCZKOWSKI W. (1991) – *Origine de l'homme : entre l'anthropologie naïve et savante*, thèse de doctorat, EHESS, Paris.

STOCZKOWSKI W. (1994) – *Anthropologie naïve, anthropologie savante : de l'origine de l'homme, de l'imagination et des idées reçues*, Empreintes de l'homme, éd. CNRS, Paris.

TESTART A. (2001) – *L'esclave : la dette et le pouvoir*, Errance, Paris.

TESTART A. (2004a) – *La servitude volontaire, 1 : les morts d'accompagnement*, Errance, Paris.

TESTART A. (2004b) – *La servitude volontaire, 2 : l'origine de l'État*, Errance, Paris.

TOULMIN S.E. (1958) – *The use of argument*, Cambridge University Press, Cambridge.

VIALATTE M. (1985) – *Description et application du moteur d'inférences SNARK*, thèse de doctorat, université Paris VI, Paris.

Alain GALLAY
Professeur honoraire
13, boulevard du Pont d'Arve
CH-1205 Genève (Suisse)