



**HAL**  
open science

## Médias, multi et hypermédias pour l'apprentissage : points de repère sur l'émergence d'une communauté scientifique

Georges-Louis Baron, Brigitte de La Passardière

### ► To cite this version:

Georges-Louis Baron, Brigitte de La Passardière. Médias, multi et hypermédias pour l'apprentissage : points de repère sur l'émergence d'une communauté scientifique. Premier colloque Hypermédias et Apprentissages, Sep 1991, Châtenay-Malabry, France. pp.7-15. edutice-00000776

**HAL Id: edutice-00000776**

**<https://edutice.hal.science/edutice-00000776v1>**

Submitted on 16 Feb 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**MÉDIAS, MULTI ET HYPERMÉDIAS POUR L'APPRENTISSAGE :  
POINTS DE REPÈRE SUR L'ÉMERGENCE  
D'UNE COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE**

**Georges-Louis Baron\* - Brigitte de La Passardière\*\***

\*Institut National de Recherche Pédagogique

\*\*Université P. et M. Curie, Laboratoire MASI

Le préfixe "hyper" est sans doute, dans l'esprit du public, plus généralement attaché au commerce de masse (les hypermarchés) qu'à celui des médias ou à celui des apprentissages. Pourtant, dans une communauté scientifique en voie de constitution, le concept d'hypermédia est né, s'est développé, a trouvé des champs d'application dans le domaine de l'éducation. Les lignes qui suivent analysent ce développement, en le situant dans le champ plus général de l'utilisation de médias en éducation.

## **1. Les médias en éducation**

### ***1.1. Repères historiques***

Les médias d'enseignement existent depuis bien longtemps, comme Jacques Perriault le rappelle avec l'emploi qui fut fait, dès le siècle dernier, des plaques photographiques (Perriault 89). En 1969, Paul Saettler, abordant dans son livre *History of instructional technology*, l'histoire de la prise en compte des médias dans l'éducation et la formation, relève que dès la fin de la première guerre mondiale se développe une industrie du film éducatif et un mouvement de ce que l'on appelait alors l'instruction "visuelle", ensuite dénommée "audio-visuelle".

L'idée d'utiliser des médias dans les processus d'instruction s'est particulièrement développée dans les années 60, alors que se posait la question du renforcement de l'efficacité des systèmes d'éducation, perçus comme des systèmes techniques aux performances très faibles. Face à la crise engendrée par l'accès d'un nombre croissant d'élèves à des études secondaires toujours fondées sur une organisation et une pédagogie traditionnelles, des solutions alternatives ont été recherchées, tendant à mettre l'accent sur l'individualisation de l'enseignement et le travail autonome de l'élève et utilisant les différents médias : télévision éducative, radio, film, vidéo, laboratoires de langues, ordinateur...

En France, l'Institut Pédagogique National a diffusé dès les années 60 des catalogues et répertoires de productions faisant appel à des "moyens d'enseignement" divers : "disques parlés", "bandes enregistrées", films, diapositives, "radiovisions", "montages photographiques sonorisés"... Une revue, *Media* a été publiée de 1969 à

1978 par l'Institut Pédagogique National (IPN), puis par l'Office Français des Techniques Modernes d'Enseignement (OFRATEME) et le CNDP.

Des actions “multi média” ont été lancées à cette époque, comme par exemple l'opération “France face à l'avenir” (OFRATEME 71), qui était fondée sur l'exploitation par les élèves de l'enseignement élémentaire d'émissions de télévision et de radio concernant leur région. On trouve également pendant une brève période l'expression “emploi combiné de moyens audio-visuels” (Tanem 71).

Avant 1980, l'expression “Multi-médiats” (dans cette graphie) est donc rattachée d'une part à la formation individualisée et, d'autre part, à l'audio-visuel et aux différents médias qui y interviennent (Gaudé & Valérien 80).

L'apparition puis, après 1980, le développement de l'informatique ont renouvelé l'approche des médias pour l'éducation. Dès les années soixante, l'ordinateur est apparu comme un moyen d'enseignement, alors que les théories de l'enseignement programmé connaissent une vogue certaine et que de nombreux types de machines à enseigner voyaient le jour<sup>1</sup>.

Des “langages d'écriture de cours” ont été écrits par des informaticiens et des expériences d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) ont été lancées, surtout en université, en étroite association avec des constructeurs d'ordinateurs. Là encore, l'attention a été portée aux différents médias. P. Suppes, un des pionniers de l'EAO, décrit dans (Suppes & al 68) un dispositif utilisé au laboratoire d'informatique de l'Institut d'études mathématiques de l'université de Stanford en 1965/66. Il relève que le poste de travail élève disposait de deux dispositifs de visualisation, l'un permettant l'affichage de microfilms, le second étant un tube vidéo d'une résolution de 1024x1024 points.

Le système pouvait piloter un magnétophone et l'élève avait la possibilité de communiquer avec le système par l'intermédiaire d'un crayon optique. Par ailleurs, les consoles de l'expérience PLATO ont disposé également dès les années soixante d'écrans graphiques tactiles.

Assez rapidement (dès le début de la décennie suivante), d'autres logiciels, ne reposant pas tous sur le modèle de l'enseignement programmé par ordinateur, ont été

---

<sup>1</sup> Les préoccupations multi-médiats étaient présentes dès les origines. Si la machine de Skinner est fondée sur la présentation de textes, et sur la saisie de réponses, l'auto-tutor de N. Crowder (Crowder 60) utilise des films, fixes ou animés. Dans les années 70, les machines à enseigner MITS (Monitrice d'Instruction Technique et Scientifique Individuelle), construites par la société SINTRA, sont réellement audio-visuelles, puisqu'elles permettent de proposer des programmes ramifiés dont les items sont graphiques, et peuvent être sonores.

créés par les informaticiens, et d'autres expérimentations ont été menées ; il faut en particulier citer le cas du mouvement LOGO, alternative à l'EAO classique, dont les idées fondatrices ont commencé à être diffusées dans ces années (Papert 70), ainsi que divers travaux menés sur la simulation (INRP 80).

Mais l'ordinateur est longtemps resté une machine de professionnels, chère et peu répandue ; les expériences ont généralement eu une extension limitée. En fait, il a fallu attendre la micro-informatique et les opérations de développement de l'informatique à l'école pour qu'un certain nombre de logiciels se socialisent.

De plus, jusqu'à une date assez récente, les micro-ordinateurs disponibles dans les écoles avaient soit des capacités mémoire relativement faibles, soit des possibilités graphiques limitées (jusqu'à l'apparition de systèmes tels que Windows, les ordinateurs du monde MS-DOS ont surtout fonctionné en mode "texte"), ce qui limitait les possibilités d'intégration sur un même poste de travail de différents médias. Ceci devient maintenant moins vrai et les interfaces graphiques deviennent la norme.

## ***1.2. Les logiciels éducatifs***

En informatique, une des évolutions les plus notables des dernières décennies a été le développement de logiciels de différents types, notamment de progiciels, qui, sans être des langages de programmation, donnent à l'utilisateur la possibilité de contrôler les traitements qu'il fait effectuer à l'ordinateur et prennent en compte des considérations ergonomiques.

Dans le domaine de l'éducation, des logiciels spécifiquement éducatifs existent et sont utilisés. Mais l'expression "Enseignement Assisté par Ordinateur", victime d'un certain discrédit, se voit souvent remplacer par le terme "multimédia", au masculin singulier, pour désigner les applications gérant par logiciel des données de différents types (textuel, graphique, sonore). Cependant, tout logiciel à visée éducative, fût-il un "environnement multimédia", doit contribuer à faciliter des apprentissages et un problème clé (toujours ouvert) reste celui du contrôle des interactions avec un apprenant.

En effet, les logiciels gérant des dialogues éducatifs sont généralement conçus pour permettre l'exploration d'un graphe de situations pédagogiques, la transition d'un sommet à un autre étant contrôlée par le logiciel en fonction de connaissances sur le domaine et sur l'apprenant.

F. Tréhard a étudié, dans le contexte des apprentissages de mathématiques à l'école élémentaire (Tréhard 87), le type de communication (considérée comme une variable didactique) qu'imposent les logiciels. Elle a distingué, parmi les produits existants,

deux grands types de communication, selon que l'utilisateur est en mode "réponse" ou en mode "commande".

Historiquement, le mode "réponse" est le premier apparu, dans le courant des années soixante. Dans le cadre de théories de l'apprentissage fondées sur le modèle Stimulus-Réponse, les machines étaient vues comme des moyens d'augmenter la productivité de systèmes d'enseignement ayant à faire face à un afflux massif de clients. L'attention des concepteurs se portait alors beaucoup sur le découpage adéquat en *items* du sujet à enseigner, présenté à l'apprenant selon un agencement "d'unités d'interaction" choisi par le système dans un ensemble de chemins prévus à l'avance par le concepteur du cours.

Dès les années soixante-dix, se sont développés d'autres points de vue sur les apports de l'informatique (c'est-à-dire souvent de la programmation) aux apprentissages. Alors qu'auparavant, on raisonnait surtout en termes de comportements, les travaux de S. Papert ont permis, avec le langage LOGO, de mettre au premier plan l'étude des processus cognitifs des élèves lorsqu'ils sont en mode "commande" (Papert 70).

L'idée de mettre l'élève en situation d'exploration de micro-mondes s'est révélée féconde, et d'autres systèmes que LOGO ont adopté cette approche, fondée d'après J-M et C. Laborde (Laborde 91), sur trois composantes :

- un système d'objets représentant une réalité le plus souvent complexe ;
- une théorie, modélisant le système précédent ;
- une matérialisation des concepts de la réalité précédente (objets et relations).

Dans ce contexte, l'apprenant explore le micro-monde, ce qui, on le sait, ne suffit pas à garantir qu'il apprenne effectivement.

*"Beaucoup d'espoirs ont été investis par les protagonistes du concept de micro-monde comme solution au problème de l'éducation. Mais en accord avec la constatation qu'il arrive qu'on n'assiste qu'à un simple déplacement des problèmes, on peut penser que la seule vertu d'encourager une activité exploratrice n'est pas suffisante pour modifier le système de connaissances de l'utilisateur"* (Laborde 91). Les auteurs concluent à l'intérêt de coupler micro-monde et module tutoriel "intelligent".

Cette idée de systèmes "à initiative mixte", c'est-à-dire permettant à l'apprenant de poser des questions est pour sa part assez ancienne (Carbonnell 71). Les systèmes permettant ce type de communication (qui possèdent souvent une représentation de l'apprenant et utilisent des techniques d'Intelligence Artificielle) sont cependant restés longtemps trop sophistiqués pour fonctionner sur les configurations installées dans les écoles.

Par ailleurs, l'introduction puis la généralisation d'outils graphiques et de périphériques de pointage comme la souris ont permis de passer d'une conception séquentielle des traitements à la mise en œuvre d'interfaces de manipulation directe autorisant des comportements "opportunistes" de l'utilisateur (Coutaz 91).

Désormais, des produits "multimédias", voire "hypermédias" ne sont plus de la science-fiction. Différents types d'interaction avec des systèmes informatiques sont maintenant répandus, comme par exemple la "navigation" dans les données, où l'initiative revient entièrement à l'utilisateur.

## **2. Les hypermédias**

### ***2.1. Vous avez dit "hypermédia" ?***

Il est généralement admis que c'est Vannevar Bush qui est à l'origine du concept d'hypermédia. Dans un texte aux tonalités prophétiques de 1945 (Bush 45), il remarque d'abord que les moyens *d'accès* à l'information sont très en retard par rapport aux moyens de *production* de l'information. Puis il envisage, de façon très prospective, les nouvelles possibilités offertes par la technique pour capter, stocker, reproduire l'information sous toutes ses formes et y accéder de manière simple.

Il est ainsi conduit à présenter la notion de "memex", dispositif hypothétique permettant à son utilisateur, grâce à une gestion de microfilms et de photographies instantanées, non seulement d'accéder à de l'information, mais aussi de créer des "index associatifs", mémorisant des liens entre des items reliés sémantiquement.

Cette idée d'accès associatif aux données a fini par se réaliser. Dans les années soixante, T. Nelson invente le terme "hypertexte" (Nelson 68) et de premiers logiciels d'hypertexte apparaissent (Engelbart 68). Ils sont rebaptisés "hypermédias" quand ils peuvent gérer des données de types différents et non plus seulement des textes.

En fait, des systèmes hypertextes et hypermédias pour micro-ordinateurs ont commencé à diffuser dans la seconde moitié des années quatre-vingt. Ils comportent maintenant de nombreux représentants, permettant de "naviguer" entre des sommets (ou "nœuds") d'un graphe de situations.

Ces sommets sont reliés entre eux par des "liens" que l'utilisateur peut activer pour se "transporter" ailleurs, en fonction de ses intérêts. Une des caractéristiques communes de ces systèmes est la distinction faite entre différents modes d'utilisation. La plupart d'entre eux possèdent deux modes distincts : le mode auteur et le mode utilisateur final. Dans ce dernier, l'utilisateur n'a qu'une possibilité, celle de "naviguer" entre les sommets du graphe. Ce mode correspond à la consultation d'encyclopédies, à

la recherche d'informations, de documentation technique... Dans le mode auteur, on peut créer des nœuds et des liens, les modifier, les supprimer...

En accord avec cette distinction, un système hypermédia contient usuellement deux programmes : un interpréteur pour l'utilisateur final (en anglais, *runtime*), et pour les auteurs une *boîte à outils* contenant divers éditeurs (en général, des éditeurs commerciaux de la même gamme de matériel).

## **2.2. Hypermédiats et éducation**

L'un des premiers intérêts de l'utilisation des hypermédiats dans une situation pédagogique est certainement la rapidité et la facilité avec lesquelles un apprenant peut accéder à l'information. Ayant toute latitude pour parcourir une base de données aussi vaste et complète que possible, il peut acquérir "par imprégnation" non seulement la connaissance consciemment recherchée, mais une part sans doute non négligeable de tout ce qu'il a fortuitement rencontré (Jone 89).

Qui plus est, la navigation permet sans doute à l'apprenant d'assimiler une partie des *structures internes* du domaine qu'il explore grâce aux liens entre les éléments d'informations qu'il aura retenus (Mc Aleese 90).

Enfin, un hypermédia peut, plus facilement qu'un livre, offrir au lecteur la possibilité de choisir le niveau de détail qu'il souhaite atteindre. Par exemple à partir d'une information, il est possible d'accéder à toutes les données liées au sujet traité par un "effet de zoom", ou alors de se focaliser sur tel ou tel aspect du domaine étudié. L'apprenant peut ainsi se familiariser avec des environnements et des *démarches non linéaires*.

Un hypermédia peut également aider un utilisateur à rapprocher des éléments d'informations pour les *comparer*, les *confronter* et les *analyser*. Cette possibilité permet à l'étudiant d'avoir plusieurs points de vue sur un même sujet (connaissances théoriques, illustrations, explications, exercices, études de cas, simulations...) à condition que l'hypermédia ne soit plus seulement conçu comme une base de connaissances, mais plutôt comme un "outil de réification" au sens des tutoriels intelligents.

Les utilisations pédagogiques possibles sont alors de deux ordres : à partir d'un vaste éventail de situations, l'étudiant peut abstraire et généraliser en dégagant un concept sous-jacent ; ou, à l'inverse, il peut vérifier si une connaissance abstraite trouve une application dans tel ou tel cas particulier. Dans les deux cas, il s'entraîne à sélectionner l'information selon des critères de pertinence qu'il doit définir en fonction de son objectif initial parmi les possibilités offertes par le système.

Les hypermédiats peuvent être des outils efficaces pour soutenir les activités de *synthèse* et de *production* d'un apprenant. La possibilité d'adjoindre à une base d'informations des annotations diverses (commentaires, critiques, questions...) est non seulement une aide à la mémorisation, mais aussi un entraînement à l'évaluation et à l'assimilation. De plus, s'il est possible de créer de nouveaux liens entre les noeuds existants, et d'ajouter de nouveaux noeuds, l'apprenant a ainsi l'opportunité de structurer concrètement ses acquis, voire de bénéficier de ceux des autres étudiants d'un groupe, tout en leur soumettant les siens.

Enfin, la création d'hypermédiats est sans doute une activité permettant à un apprenant d'acquérir des compétences plus complexes. En effet, à partir de la recherche d'informations pertinentes et de leur décomposition en unités cohérentes jusqu'à la conception des liens entre elles, l'enseignant peut élaborer un ensemble de situations d'apprentissage au cours desquelles les étudiants seront amenés à approfondir leur connaissance d'un domaine.

Bien sûr, il n'est pas de produit technologique sans contraintes pour l'utilisateur, et certaines difficultés ont été bien repérées, comme par exemple la désorientation de l'utilisateur (Foss 88).

### ***2.3. Naissance d'une communauté***

Pour différentes raisons, liées à la disponibilité de produits nouveaux revendiquant de nouvelles formes d'accès au savoir et sans doute aussi à des effets de mode (ou seulement de modernité), diverses communautés scientifiques mènent des recherches sur les hypermédiats appliqués à la formation et à l'éducation depuis les informaticiens jusqu'aux psychologues et aux spécialistes de sciences de l'éducation.

Ce sujet constitue en France un domaine de recherche relativement récent, mais tout à fait dynamique, intéressant aussi bien les industriels que des chercheurs et des enseignants relevant de l'Éducation nationale. Les premiers espèrent que les recherches dans ce domaine répondront rapidement à leurs besoins en formation, toujours croissants. Les seconds espèrent qu'elles déboucheront sur la définition de nouvelles pratiques pédagogiques, susceptibles d'améliorer la qualité de leur enseignement dans de nombreuses disciplines.

Dans le cadre de l'enseignement, hypertextes ou hypermédiats ne sont qu'un type de logiciel parmi d'autres. C'est pourquoi de nombreuses recherches tentent d'allier les hypermédiats à d'autres techniques. On peut ainsi mentionner des travaux qui visent à les coupler avec des systèmes d'Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur (EIAO), à y intégrer un guidage et un contrôle de l'apprenant, ou encore à les ouvrir sur les logiciels extérieurs de type simulateur ou progiciel.

L'utilisation des hypermédiats en éducation donne aussi lieu à de nombreuses réalisations et on trouve ainsi des applications dans des domaines variés, dans les différents milieux concernés par l'éducation (professionnel, universitaire ou scolaire).

### **3. Présentation des actes du colloque**

C'est dans ce contexte d'émergence d'une communauté s'intéressant aux possibilités des hypermédiats pour l'éducation et la formation que l'idée a germé d'organiser des journées scientifiques destinées à faire le point sur cette question des hypermédiats pour l'éducation et à contribuer au rassemblement de cette communauté. Ces journées, placées sous le patronage du laboratoire MASI (Méthodologie et Architecture des Systèmes Informatiques), de l'INRP (Institut National de Recherche Pédagogique), de l'AFCET (Association Française des sciences et Technologies de l'Information et des Systèmes) et de l'association EPI (Enseignement Public et Informatique) se sont tenues au CREPS de Châtenay-Malabry les 24 et 25 septembre 1991.

Des conférences plénières, des travaux en ateliers et des démonstrations de produits ont réuni environ 250 participants francophones de différents pays (Belgique, Espagne, France, Italie, Portugal, Québec, Suisse...) venant pour leur majorité de l'université, de laboratoires de recherche et aussi de l'enseignement de second degré et de l'entreprise.

Les actes de ces journées reprennent l'organisation des sessions. Dans une première partie est étudiée la question des fonctionnalités pédagogiques des hypermédiats. Une seconde partie s'intéresse à la question de la conception de documents hypermédiats. L'expérimentation et de l'évaluation d'hypermédiats font l'objet de la troisième partie. Puis des textes présentent le contenu des ateliers, ainsi que la synthèse de la table ronde finale. Enfin, des contributions se font l'écho des séances de posters.

### **4. Références**

- (Baron 90) G.-L. Baron. L'informatique en éducation, le cas de la France. *Revue Française de Pédagogie*, n° 92, 1990, pp. 57-78.
- (Bush 45) V. Bush. As we may think. *Atlantic Monthly*, Vol. 76 n°1, 1945, pp. 101-108.
- (Carbonnell 71) J.-R. Carbonnell. AI in CAI: an artificial intelligence approach to computer assisted instruction. *IEEE transactions on man-machine systems*, New York, Vol. 11, n°4, 1971, pp. 190-202.
- (Coutaz 91) J. Coutaz. Interfaces homme-machine : un regard critique. *Technique et Science Informatique*, n°53, 1991, pp. 53-34.

- (Crowder 60) N. Crowder. Automatic tutoring by intrinsic programming. In Lumsdaine (A.A.) & Glaser (R.), eds. *Teaching machines and programmed instruction*. Department of audio-visual instruction, National Education Association, 1966, pp. 286 - 298.
- (Daniel Vatonne 90) M.-C. Daniel-Vatonne. *Hypertextes : des principes communs et des variations*. Technique et Sciences Informatique, Vol. 9, 1990, pp. 475-491.
- (Dieuzeide 65) H. Dieuzeide. *Les techniques audio-visuelles dans l'enseignement*. PUF, Nouvelle encyclopédie pédagogique, Paris, 1965, 159 p.
- (Engelbart 68) D. Engelbart & W.K English. *A research center for augmenting human intellect*. AFIPS conference proceedings, Vol 33, part 1. Thompson books, Washington DC, 1968.
- (Foss 88) C.L. Foss. *Effective browsing in hypertext systems*. in RIAO 88 : *Conference on User-Oriented Content Based Text and Image Handling*. Cambridge, MA, MIT, 1988, pp. 81-98.
- (Gaudé & Valérien 80) P. Gaudé & J. Valérien. *Education Permanente*, 52, mars 1980, p. 53-64
- (Glikman 89) V. Glikman. *Evolution d'une politique en matière de technologie éducative : histoire de RTS/promotion, une expérience française de technologie éducative pour adultes, 1964, 1985*. Thèse de doctorat, Université R. Descartes, 1989, 806 p.
- (Jones 89) T. Jones. *Incidental Learning during Information Retrieval : a Hypertext Experiment*, ICCAL'89, Dallas, in *Lecture Notes in Computer Science*, n° 360, Springer Verlag, 1989.
- (Laborde 91) J.-M. Laborde, dir. *Cabri géomètre*, tirés à part des publications. Grenoble, Université J. Fourier, 1991, 240 p.
- (Le Meur 91) A. Le Meur. *L'électrification du signe et l'accès à l'information. Pour un continuum d'outils : banque de données, hypertextes, langage d'auteur*. Thèse de l'université de Nancy II, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, 1991, 261 p. + annexes.
- (Linard 90) M. Linard. *Des machines et des hommes*. Editions Universitaires, Savoir et formation, Paris, 1990, 240 p.
- (McAleese 90) R. McAleese. *Concept as Hypertext Nodes : the Ability to Learn While Navigating through Hypertext Nets*, in Jonassen (D.) & Mandl (H.) (eds), *Designing hypermedia for learning*, NATO, series F, Vol. 67, Springer Verlag, 1990.
- (Nelson 67) T.H. Nelson. *Getting it out of our system ; in Information retrieval : a critical review*. Schechter (G.) ed, Thompson books, Washington DC, 1967.
- (Papert 70) S. Papert. *Teaching children thinking*. Actes de la first world conference on computer education, Sheepmaker (B.) & Zinn (K.-L.), eds, New York, Hafner, 1970, pp. 1/73-1/78.

- (Perriault 89) J. Perriault. *La logique de l'usage ; essai sur les machines à communiquer*. Flammarion, 1989, 255 p.
- (Saettler 69) P. Saettler. *A history of instructional technology*. Mac Graw Hill, New York, 1969, 399 p.
- (Skinner 54) B.F. Skinner *The science of learning and the art of teaching*. Harvard Educational review, Vol. 24, n°2, 1954
- (Suppes & al 68) P. Suppes, M. Jerman, D. Brian. *Computer Assisted Instruction : Stanford's 1965/66 arithmetic program*. Academic Press, New York, London, 1968, 385 p.
- (Tanem 71) B. Tanem. *L'emploi combiné des moyens audiovisuels pour la formation individuelle ou en petits groupes. Média, techniques et moyens d'enseignement*, OFRATÉME, Paris, n°23-24, octobre-novembre 1971.
- (Tréhard 87) F. Tréhard. *Logiciels pouvant impliquer des activités mathématiques à l'école élémentaire : typologie et enjeux didactiques*. Thèse de doctorat de l'Université Paris VII, 1987, 406 p. + fascicule annexe.