

# Cognition et technologies d'apprentissage : quelques questions et pistes de recherche

**Jean-François ROUET**

Laboratoire Langage et Cognition,  
Université de Poitiers

---

## RÉSUMÉ

---

*Dans cet article j'essaie de montrer l'importance des théories de la compréhension pour la conception de systèmes d'informations électroniques adaptés aux besoins des utilisateurs. J'aborde trois problèmes qui me paraissent centraux à l'heure actuelle. Le premier concerne la nature des processus cognitifs qui sous-tendent la lecture et la compréhension des documents complexes. Vient ensuite la modélisation des tâches dans lesquelles intervient l'usage du système d'information. Enfin, l'article aborde la question des méthodes permettant d'analyser l'activité cognitive des utilisateurs dans une perspective de recherche fondamentale ou d'évaluation. Ces trois questions me paraissent des pré-requis importants pour la conception de technologies d'apprentissage efficaces.*

**Mots-clés :** Activité cognitive, Apprentissage, Conception centrée-utilisateur, Evaluation, Hypertexte, Lecture, Modélisation.

## ABSTRACT

---

*In this paper I try to show the importance of comprehension theories for the design of electronic information systems that fit the users' needs. I discuss three issues considered central in the present context. The first issue has to do with the analysis of the cognitive processes that allow one to read and understand complex documents. Then comes the issue of modeling complex cognitive tasks which involve the use of complex information systems. Finally, I discuss the methods that allow the cognitive analysis of users either for fundamental research or evaluation. I argue that those questions are important prerequisite for the design of effective learning technologies.*

**Key-words:** Cognitive activity, Evaluation, Hypertext, Learning, Modeling, Reading, User-centered design.

*Les recherches présentées ici ont été réalisées en partie grâce au soutien du Centre national de la recherche scientifique, dans le cadre du programme "Education et Formation en Europe", et de l'Institut universitaire de formation des maîtres de l'Université de Poitiers.*

Le développement rapide des technologies de l'information et de la communication (TIC) pose ou repose des questions essentielles à propos des processus d'apprentissage. En particulier, l'idée répandue selon laquelle les TIC favorisent les apprentissages autonomes pose la question des pré-requis nécessaires à de tels apprentissages. D'un autre côté, les systèmes d'informations électroniques apportent de nouvelles façons de présenter l'information, dont on peut questionner l'incidence sur l'organisation des apprentissages (effet "en retour"). Dans cet article, j'examine plus précisément cette relation "dialectique" entre technologies de l'information et processus d'apprentissage. Je m'en tiens aux technologies généralistes, tels que les hypermédias, dans leur rapport avec les compétences linguistiques de l'individu. Ce choix correspond au constat d'un usage pédagogique de plus en plus répandu des sites Web dont la plupart présentent l'information sous forme hypermédiatique.

Comme le rappellent Tricot, Pierre-Demarcy et El Boussarghini (2000), les hypermédias sont avant tout des documents. Des documents certes complexes, organisés en réseau, et pouvant contenir des informations hétérogènes (textes écrits ou oraux, illustrations, animations graphiques ou sonores, etc.), mais documents tout de même. Leur utilisation repose donc entre autres choses sur la lecture et la compréhension d'informations verbales. Dans le contexte des hypermédias, la lecture et la compréhension peuvent prendre des tournures assez particulières. En effet, l'utilisateur doit adopter une conduite stratégique ; il doit se repérer dans un espace documentaire non-linéaire ; il doit

sélectionner les "liens" pertinents tout en écartant ceux qui ne le sont pas. La réussite de ces activités dépend à la fois des capacités cognitives de l'apprenant (par ex., ses stratégies de lecture et de compréhension), et des qualités ergonomiques du système hypermédia (Rouet & Tricot, 1998). Un système hypermédia trop complexe, doté d'une interface médiocre, ou trop faiblement structuré peut s'avérer inutile pour le public auquel il est destiné. Ainsi, et contrairement à un préjugé largement répandu, les TIC ne font que renouveler la problématique du rapport élève-document, sans apporter de solutions définitives.

Après une phase d'expansion rapide des TIC au cours de laquelle ont été privilégiés les aspects technologiques, une plus grande attention est désormais accordée aux facteurs cognitifs, ergonomiques et pédagogiques qui conditionnent l'adaptation des systèmes documentaires électroniques aux besoins des apprenants (Dillon & Gabbard, 1998 ; Rouet, Levonen & Biarreau, 2001 ; van Oostendorp & de Mul, 1996). Pour identifier ces facteurs, il faut partir des modèles théoriques fondamentaux du traitement humain de l'information, puis procéder à l'analyse des tâches et activités mettant en œuvre des systèmes d'informations complexes (quel que soit leur format), pour en arriver à de véritables méthodes de conception des systèmes documentaires informatisés. Dans cette nouvelle perspective, le système d'information n'est pas l'œuvre d'un créateur isolé, mais le produit d'une démarche conceptuelle qui intègre dès le départ les caractéristiques du public-cible et du contexte d'utilisation. La relation entre recherche et conception

des systèmes est d'ailleurs à double sens, puisque l'évaluation empirique d'un prototype peut faire naître de nouvelles questions de recherche.

La conception rationnelle des technologies d'apprentissage suppose donc une bonne connaissance des stratégies cognitives qui caractérisent le traitement de l'information complexe chez l'apprenant. L'étude de ces stratégies s'est constituée depuis quelques années en un champ de recherches à part entière. Je me propose d'en faire une rapide présentation à travers trois questions centrales : **celle des pré-requis cognitifs** à l'usage des hypermédias ; **celle des modèles de tâche** pertinents pour caractériser l'interaction entre l'apprenant et le système ; **celle enfin des méthodes et des techniques** permettant l'étude expérimentale du comportement de l'utilisateur.

## **1. LECTURE ET COMPRÉHENSION DES HYPERMÉDIAS : DES PROCESSUS COGNITIFS SPÉCIFIQUES ?**

Quelles sont les compétences nécessaires pour qu'un apprenant soit en mesure d'exploiter des sources d'informations complexes (textes ou documents) dans le cadre d'une activité d'apprentissage ? Cette question a tout juste commencé à faire l'objet d'études en psychologie cognitive. Pour partie, ces compétences sont celles qui permettent la lecture et la compréhension de documents "traditionnels" ; il n'est donc pas inutile de s'intéresser aux modèles cognitifs de la compréhension pour comprendre le potentiel et aussi les difficultés propres aux hypermédias.

La compréhension des textes constitue un domaine de re-

cherches particulièrement actif en sciences cognitives (Britton & Black, 1985 ; Britton & Glynn, 1987 ; Denhière, 1991 ; Denhière & Baudet, 1992 ; Fayol et coll., 1992 ; Mandl, Stein & Trabasso, 1984 ; van Dijk & Kintsch, 1983). La plupart des théories proposées jusqu'à présent reposent sur le paradigme classique du traitement de l'information (Newell & Simon, 1972) : elles présupposent l'existence de plusieurs types de processus cognitifs, fonctionnant en parallèle et de façon plus ou moins interactive (Perfetti, 1985 ; van Oostendorp & Goldman, 1999). Certains processus assurent le traitement des microstructures textuelles (identification des mots, analyse syntaxique, construction des propositions sémantiques), alors que d'autres assurent la construction de représentations macrostructurelles (unités thématiques, macro-relations ; van Dijk, 1980). Le résultat en est l'élaboration progressive d'une représentation mentale (ou **modèle de situation** : Kintsch, 1986 ; van Dijk, & Kintsch, 1983) dans laquelle les informations du texte sont associées aux connaissances initiales du sujet. Le modèle de situation influence en retour le traitement des informations ultérieures, et permet l'acquisition de connaissances nouvelles.

Ces recherches ont permis de progresser significativement vers la modélisation du traitement cognitif de textes courts, dans des tâches simples de compréhension ou de mémorisation (Kintsch, 1998). Le fait central à retenir est que la compréhension résulte d'une rencontre entre l'information apportée par le texte et les connaissances initiales du lecteur. Il faut donc que le texte se situe dans un certain rapport de familiarité/nouveauté par rapport au

lecteur (McNamara, Kintsch, Songer & Kintsch, 1996). Ceci passe notamment par l'emploi d'un vocabulaire adapté et par des structures textuelles typiques, signalées par des descripteurs métalinguistiques (titres, signaux typo-dispositionnels, tables et index, etc.). L'absence de ces indices constitue un handicap sérieux pour les utilisateurs d'hypermédias, dans lesquels ces repères sont souvent absents ou métamorphosés.

Dans beaucoup de situations pédagogiques, la lecture et la compréhension prennent des tournures plus complexes, liées notamment à la quantité d'informations à traiter. On ne compile pas un dossier de documents comme on lit un roman. On ne cherche pas une information dans un manuel scolaire comme on feuillette une encyclopédie. La nature des processus qui sous-tendent ces activités de compréhension "complexes" est encore méconnue. On peut faire l'hypothèse que les modèles cognitifs classiques n'en rendent compte que partiellement (cf. ci-dessus). En effet, les activités documentaires complexes nécessitent plusieurs niveaux d'intégration rarement pris en compte dans les recherches : intégration entre plusieurs sources d'informations, intégration de processus de compréhension, de recherche d'information et de résolution de problèmes, etc. Il convient donc d'essayer d'appréhender ces mécanismes intégratifs sur la base de situations représentatives des activités réelles de lecture et compréhension des documents complexes.

Un domaine particulièrement intéressant pour l'étude de ces processus est celui de l'Histoire. L'historien travaille en général à partir d'un ensemble de sources documentaires (sources primaires

ou de seconde main). La "résolution" d'un problème historique passe le plus souvent par la lecture, la confrontation, l'évaluation des sources documentaires (Wineburg, 1991). Au niveau scolaire, l'histoire est certainement l'un des domaines qui met le plus en jeu la capacité des apprenants à extraire de l'information utile à partir de sources documentaires complexes.

Dans le cadre d'une coopération entre le Laboratoire Langage et Communication (CNRS et Université de Poitiers) et le Learning Research and Development Center (University of Pittsburgh), nous avons réalisé une série d'études sur la compréhension de documents historiques. L'une de ces études (Rouet, Favart, Britt & Perfetti, 1997) a mis en évidence des différences entre novices et experts dans l'évaluation de différents types de textes historiques. Dans cette étude on demandait à des étudiants en histoire (experts) ou en psychologie (novices) d'étudier une controverse historique à l'aide d'un ensemble de documents primaires (traités, correspondance) et secondaires (essais historiques, manuels). Les documents présentaient différentes interprétations de la controverse (par ex., "l'intervention des Etats-Unis dans la révolte panaméenne de 1903 était/n'était pas justifiée"). Les étudiants devaient ensuite évaluer l'utilité et la crédibilité de chaque document. En général, les documents primaires sont jugés plus utiles et dignes de confiance que les autres types de documents. En revanche, les critères d'évaluation diffèrent d'un groupe à l'autre : les novices tendent à se baser sur le contenu des documents, alors que les experts utilisent les caractéristiques des sources (auteur, type de texte...). Ce résultat sug-

gère que seuls les experts possèdent une représentation stable (de type schéma) des différents types de textes caractéristiques de leur discipline.

Rouet, Favart, Gaonac'h & Lacroix (1996) ont analysé un corpus de résumés recueillis dans le cadre de l'expérience précédente. Cette analyse a mis en évidence d'importantes différences dans la façon dont les étudiants novices et experts rendent compte de la controverse. Les novices tendent à prendre parti de façon claire (ce qui leur était d'ailleurs demandé), alors que les experts expriment des positions beaucoup plus nuancées, voire refusent même de s'engager. Par ailleurs, les experts choisissent leurs arguments et les organisent de façon plus sophistiquée. Ils font référence au contexte historique général, et semblent pouvoir construire des chaînes d'arguments plus élaborées. Il semble donc que des historiens experts, même en présence d'un problème peu familier, mettent en œuvre un "raisonnement documentaire" particulier, lié à leur expertise de la discipline. Ce raisonnement procède plus spécifiquement d'une analyse du problème posé (résoudre une controverse) et de la lecture, évaluation et compréhension des sources documentaires disponibles.

Des recherches du même type ont été réalisées par Limon et Carretero (1996), qui ont également suggéré l'existence de modèles documentaires plus stables chez les historiens experts. Des travaux menés dans d'autres domaines, tels que la conception informatique, aboutissent à des conclusions similaires en montrant que la prise d'informations fait partie des stratégies expertes de résolution d'un problème de

conception (Déttienne, 1996 ; Déttienne, Rouet, Burkhardt et Deleuze-Dordron, 1996 ; Rouet, Deleuze-Dordron & Bisseret, 1995 ; Visser, 1996). Ces recherches tendent aussi à montrer que des **schémas rhétoriques** sont à l'œuvre dans la lecture experte de documents complexes. Ces schémas rhétoriques fonctionnent comme des représentations internalisées des structures textuelles typiques. Ils contiennent les caractéristiques de chaque type de texte pouvant être rencontré dans le domaine en question. Ils peuvent guider la sélection et l'évaluation de l'information au sein d'un document, ce qui confirme des faits déjà établis dans le cas de textes plus simples (p. ex., Dee-Lucas & Larkin, 1988).

Le format des schémas documentaires cognitifs a fait l'objet de quelques propositions théoriques. Ainsi, Perfetti, Rouet & Britt (1999) proposent un modèle cognitif selon lequel la représentation de documents multiples inclut non seulement des éléments de contenu (information apportée par chaque document), mais encore des données relatives à la source (par ex., l'auteur du document) et des données pragmatiques (par ex. intention communicative). L'intervention des schémas rhétoriques dans la compréhension experte pourrait *a contrario* expliquer certaines difficultés de compréhension constatées chez les élèves, comme le fait qu'ils écartent *a priori* certaines sources d'informations pourtant utiles (Winburg, 1991), parce qu'ils ne disposent pas des clés permettant de les interpréter ou de les exploiter dans le contexte du thème ou problème étudié.

De plus, un modèle généralisé de lecture documentaire pourrait conduire à des prescriptions utiles

pour la conception de systèmes documentaires informatisés. On sait que ces systèmes fonctionnent bien s'ils sont structurés conformément aux attentes des utilisateurs (Dillon, 1994). Il pourrait donc être utile de partir des modèles "experts" pour organiser les systèmes d'informations. Se poserait alors le problème de la transposition didactique de ces modèles experts. Quelques propositions ont récemment été formulées par Britt & Gabrys (in press) pour l'enseignement de l'histoire. Cependant, ce champ de recherche n'en est encore qu'à son tout début.

## **2. RÉOLUTION DE PROBLÈMES ET UTILISATION DE DOCUMENTS COMPLEXES : VERS UN MODÈLE INTÉGRÉ ?**

Le deuxième axe de recherches concerne la relation entre prise d'informations et résolution de problèmes, dans les domaines qui supposent la consultation simultanée de nombreux documents. Par exemple, comment l'historien sélectionne-t-il les différentes sources disponibles pour "documenter" son sujet de recherche ? Comment un élève architecte exploite-t-il une base de documents durant la conception d'un projet architectural précis ? Comment l'ingénieur en informatique utilise-t-il une bibliothèque de composants logiciels lors de la réalisation d'un nouveau programme ? Ces questions sont importantes pour concevoir des systèmes d'informations adaptés aux besoins des utilisateurs.

On a l'habitude de considérer la "résolution de problèmes" comme une activité mettant en jeu des

raisonnements parfois complexes, mais sur la base d'énoncés précis, de données restreintes et de règles explicites. Cette conception s'applique bien à la plupart des problèmes logiques ou scientifiques, qui sont les problèmes le plus souvent pris comme exemple dans les études à caractère psychologique (Richard, 1990). L'arrivée des TIC dans de nombreux secteurs d'activités a placé sur le devant de la scène une catégorie nouvelle de problèmes, les "problèmes d'information". Il s'agit généralement de problèmes moins bien définis, pouvant accepter plusieurs solutions et surtout dont la résolution exige la consultation de grandes quantités d'informations. Ces caractéristiques s'appliquent aux problèmes de conception (ex. informatique, architecture), mais aussi aux problèmes étudiés en sciences sociales ou juridiques (Voss & Post, 1988) voire littéraires (Zeit, 1994). Dans ces domaines, résoudre un problème implique avant tout la capacité à structurer un "espace-problème" initialement flou, afin de dégager un plan de solution qui sera progressivement affiné jusqu'à l'obtention d'une solution satisfaisante compte tenu des circonstances.

E. de Vries (de Vries, 1994 ; de Vries et de Jong, 1999) est l'auteur d'une série de recherches visant à étudier ce type de processus dans le domaine de la conception architecturale. Les études menées par de Vries reposent sur l'hypothèse générale que la résolution d'un problème de conception passe par deux grandes phases, une phase de structuration du problème et une phase de résolution proprement dite. A ces deux phases correspondraient différents besoins d'information : informations générales et abstraites pour la pre-

mière phase, informations spécifiques et concrètes pour la seconde. De Vries a testé cette hypothèse en utilisant un système hypertexte permettant de présenter ces deux types d'informations, dans le cadre de la conception d'aires de jeux pour enfants. Dans une série d'expériences, elle a demandé à des étudiants en architecture de faire appel au système afin de proposer un projet d'aménagement d'une aire de jeux pour enfants. Grâce à l'enregistrement des parcours des sujets, de Vries a pu mettre en correspondance les phases de résolution et le type d'information consultée, ce qui semble vérifier l'hypothèse de départ. Certains résultats suggèrent en outre que la structuration sous forme de réseau (par rapport à une structuration hiérarchique) permet la production de solutions conceptuellement plus riches.

Cette recherche est représentative d'un nouveau courant d'études, qui tente d'élaborer des modèles théoriques pour rendre compte d'activités cognitives mettant en œuvre à la fois la compréhension d'un ensemble d'informations et la résolution d'un problème. On peut également situer dans ce courant les recherches sur les documents historiques mentionnées ci-dessus. En décloisonnant des domaines d'études traditionnellement séparés, ces recherches peuvent permettre d'aboutir à des modèles intégrés des conduites cognitives complexes.

### **3. ANALYSER LES INTERACTIONS ENTRE L'UTILISATEUR ET LE SYSTÈME D'INFORMATIONS**

Le troisième axe concerne l'analyse des interactions entre le sujet

(en particulier élève ou apprenant) et un dispositif informatique destiné à communiquer des informations documentaires. Cette analyse est indispensable pour comprendre les stratégies mises en œuvre par le sujet (par ex., stratégies de recherche d'informations), et déterminer dans quelle mesure le système induit la mise en œuvre de stratégies spécifiques (par exemple, l'apprenant est-il influencé par l'organisation des informations dans un document hypertexte ?).

A partir d'un certain niveau de complexité de l'information, l'apprenant ne peut y accéder qu'à travers des structures d'organisation et de contrôle, ou "interfaces" : catalogues, tables des matières, index, pagination dans le cas des documents imprimés ; menus, mots-clés, ou liens hypertextes dans le cas des documents électroniques. L'une des caractéristiques des systèmes informatisés est de permettre l'accès à un même corpus par le biais d'interfaces variées, qui s'ajoutent ou se substituent les unes aux autres selon les besoins de l'utilisateur. Le problème est d'adapter au mieux les caractéristiques de l'interface aux compétences de l'utilisateur. A cet égard, la plupart des systèmes existants pèchent par excès de complexité, ce qui génère parfois une "surcharge cognitive" pour l'utilisateur (Wright, 1991).

Pour réduire la complexité des interfaces, il convient d'étudier finement la structure des interactions système-utilisateur afin d'identifier les éventuels problèmes et de les interpréter correctement (Cf. Rouet, Dillenbourg, Steffens et van Oostendorp, 1999). Cette préoccupation recouvre plusieurs problèmes, et avant tout des problèmes de méthodologie : à partir de quelles

observations peut-on travailler ? Comment s'assurer que le recueil d'indices en temps réel ne perturbe pas l'activité du sujet ? Comment, enfin, analyser les données ainsi recueillies pour dégager des interprétations valides ?

Rouet et Passerault (1999) ont recensé les différentes techniques d'analyse "online" (en temps réel) dans l'étude expérimentale de la compréhension. Ces techniques vont de la mesure des temps de lecture à l'enregistrement de potentiels évoqués, en passant par le recueil de protocoles verbaux. L'étude "online" des interactions système-utilisateur permet en plus d'analyser les parcours des utilisateurs, c'est-à-dire la séquence de leur choix parmi les possibilités offertes par le système. Si ces techniques permettent d'approcher au plus près le déroulement des processus cognitifs, avec le minimum de perturbations, elles ne sont pas toujours d'une interprétation aisée. Le principal risque est de se trouver face à une quantité excessive d'observations trop complexes pour être exploitées. Pour résoudre ce type de problème, Rouet et Passerault proposent d'adapter le "grain d'observation", c'est-à-dire le niveau de détail des événements enregistrés aux objectifs de la recherche. Le grain d'observation peut aller d'un enregistrement exhaustif (par exemple, trace de tous les mouvements de la "souris" et frappes clavier) jusqu'à la sélection d'événements ou groupes d'événements jugés *a priori* pertinents (par exemple, la sélection d'une certaine page-écran). Le grain d'observation doit être déterminé en fonction des hypothèses de travail. Des hypothèses générales (par ex., dans le cas de la simple exploration des propriétés d'un système)

requièrent un niveau de grain plutôt grossier, alors que des hypothèses fines (par ex., comparaison de deux modes de structuration de l'information) demanderont un grain plutôt fin, qui n'est pas incompatible avec une certaine sélectivité des données.

Goldman et coll. (1999) montrent toutefois que l'enregistrement des parcours ne suffit pas toujours à poser un diagnostic correct sur les éventuelles difficultés d'un apprenant face à un système complexe. Ces auteurs ont enregistré l'activité d'enfants de 12 ans alors que ces derniers travaillaient sur des problèmes de physique à l'aide d'un environnement interactif. Ils ont par ailleurs enregistré les "protocoles verbaux" des enfants, en l'occurrence leurs commentaires et justifications sur leur propre activité, pendant l'utilisation du système. L'étude de quelques cas semble indiquer que la seule analyse des parcours entraîne parfois une évaluation erronée du niveau de réussite ou d'échec des enfants. Les évaluateurs à qui l'on communique les protocoles verbaux en plus des parcours réalisent des évaluations plus justes.

Ainsi l'on voit que l'analyse des interactions système-utilisateur nécessite le plus souvent des faisceaux d'informations, et une activité de comparaison/corroboration. Les recherches réalisées ces dernières années devraient déboucher sur la définition de principes méthodologiques généralisables à une vaste gamme de systèmes d'informations. Dans le cas particulier des hypertextes, certaines expériences ont mis en évidence la nécessité de structurer l'information de façon claire et hiérarchisée, du moins quand le système est destiné à des utilisateurs sans expé-

rience préalable (sur ce point cf. Rouet, Levonen, Dillon & Spiro, 1996 ; Tricot & Rouet, 1998).

Dans tous les cas **l'évaluation de l'interface** s'avère une étape indispensable du processus de conception. Or il existe à l'heure actuelle une certaine confusion quant au sens du terme évaluation. Pour certains, l'évaluation d'un prototype se résume à la simple appréciation critique d'un collègue ou d'un "utilisateur" de circonstance. D'autres procèdent à des évaluations finales, juste avant la livraison du produit fini, se privant ainsi de la possibilité de prendre en compte d'éventuels défauts de conception. D'autres enfin nient tout simplement la pertinence d'une démarche d'évaluation par l'usage, arguant que la seule évaluation qui vaille est celle du marché. Dans un monde où beaucoup d'activités sensibles sont désormais partiellement réalisées par l'intermédiaire des systèmes d'informations électroniques, une telle attitude confine à l'irresponsabilité. Un système d'informations mal conçu peut générer des perturbations graves des activités humaines auxquelles il est destiné. On peut imaginer ce que serait l'état sanitaire du pays si la validation des nouveaux médicaments était confiée aux seules lois du marché !

Même s'il n'est pas aussi vital (du moins pas encore), le problème des technologies éducatives doit être considéré avec tout autant de sérieux. Seule la confrontation précoce des choix de conception avec le comportement réel des utilisateurs peut permettre de juger de la pertinence de ces choix et dans le cas contraire de procéder aux aménagements qui s'imposent. D'où l'intérêt de développer des méthodologies per-

mettant de concilier la rigueur scientifique, la validité écologique (réalisme des situations d'observations) et les contraintes (notamment temporelles) des équipes de développement.

#### **4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE**

Le développement des TIC a renouvelé la question de l'adaptation des ressources documentaires aux besoins des apprenants. Si les hypermédias ouvrent considérablement les possibilités d'accès et d'utilisation de l'information, ils ne constituent pas toujours des outils adaptés aux situations d'éducation et de formation. En revanche, l'apparition de ces systèmes semble avoir stimulé l'intérêt des chercheurs pour les conduites cognitives complexes, qui associent recherche d'informations, compréhension et résolution de problèmes.

Les recherches menées ces dernières années font apparaître trois problèmes distincts mais complémentaires. D'une part, il faut modéliser les processus de compréhension dans le cas de textes complexes ou multiples ; d'autre part, il faut décrire les stratégies cognitives qui sous-tendent la résolution des "problèmes d'information" ; enfin, il faut apprendre à observer et caractériser la structure des interactions entre système et utilisateur, dans le cas de systèmes multi- ou hypermédias.

L'examen de quelques-unes des recherches menées selon l'un ou l'autre de ces trois axes nous suggère que la conception de systèmes documentaires adaptés aux besoins de l'éducation et de la

formation passe par une prise en compte de modèles tirés d'au moins trois disciplines distinctes : la psychologie cognitive, l'ergonomie et les sciences de l'éducation. Bien que ces recherches en soient encore à leur tout début, on peut déjà entrevoir quelques conséquences pour la conception de systèmes documentaires éducatifs.

D'une part, l'utilisation de documents représente une activité cognitive complexe, qui requiert des compétences spécifiques : d'une part la capacité à réguler sa propre activité de compréhension ; d'autre part, la connaissance des propriétés de différents types de documents et/ou d'outils documentaires. On sait que ces compétences sont acquises tardivement et, pour certaines d'entre elles, par une partie seulement des individus. Il convient donc de rechercher avant tout la simplicité des systèmes proposés, afin d'éviter une sous-utilisation liée au manque d'expertise des apprenants.

Par ailleurs, les systèmes en question doivent permettre l'accomplissement de séquences d'apprentissage autonome, au cours desquelles l'apprenant examine des sources d'informations variées, les évalue et les sélectionne selon leur contribution au thème ou au problème étudié. Il est donc indispensable que les systèmes en question assistent l'utilisateur dans la gestion de son activité, notamment en facilitant la reconstitution des étapes antérieures ("historique" de l'activité) et la matérialisation des produits intermédiaires (prise de notes, sélection ou marquage de l'information pertinente, etc. ; sur ce dernier point voir Beaufls, 1996 ; 1999).

Mais le problème de l'adaptation des systèmes documentaires aux

besoins des apprenants semble avoir une autre conséquence : il incite les chercheurs de ces disciplines à reconsidérer leur conception du "sujet", en tout cas pour ce qui concerne les activités en question. Les modèles actuels de la psychologie cognitive sont utiles mais insuffisants pour expliquer comment l'élève exploite des ensembles complexes d'informations. Une telle explication nécessite d'une part la prise en compte des caractéristiques spécifiques des outils didactiques dans chaque discipline d'application (par ex. histoire, architecture) ; d'autre part la structure psycho-ergonomique des tâches et activités, dans le contexte d'un système d'informations donné ; enfin les niveaux de processus et surtout les types de connaissances impliqués dans ces activités (Rouet & Tricot, 1998). A terme il ne semble pas déraisonnable d'entrevoir un changement progressif de paradigme, qui donnera priorité à "l'écologie" des conduites cognitives complexes dans la recherche de modèles explicatifs généraux du comportement humain.

## RÉFÉRENCES

Beaufls, A. (1996), « Appropriation de réseaux de navigation hypermédias par des élèves de collège. Résultats d'une expérimentation et perspectives ». In E. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (dir.) : *Hypermédias et Apprentissages, actes de troisièmes journées scientifiques* (p. 225-236). Paris : INRP et EPI.

Beaufls, A. (1999), « Aide à la recherche d'information dans les environnements hypermédias ». In J.-F. Rouet & B. de La Passardière : *Hypermédias et Apprentissages, actes du quatrième colloque* (p. 73-85). Paris : INRP et EPI.

Britt, M.A. & Gabrys, G. (In Press). Teaching advanced literacy skills for the World Wide Web. To appear in C. Wolfe (Ed.), *Webs We Weave: Learning and Teaching on the World Wide Web*. Academic Press.

Britton, B.K. & Black, J.B. (1985), *Understanding expository text*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Britton, B.K. & Glynn, S.M. (1987), *Executive control processes in reading*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Dee-Lucas, D. & Larkin, J.H. (1988), «Novice rules for assessing importance in scientific texts.» *Journal of Memory and Language*, n° 27, p. 288-308.

Denhière, G. (1991), «Le traitement cognitif du texte». *Psychologie Française*, Vol. 36, n° 2.

Denhière, G. & Baudet, S. (1992), *Lecture, Compréhension de Texte et Science Cognitive*. Paris : PUF.

Détienne, F. (1996), «What model(s) for program understanding?». In Rouet, J.-F. & Levonen, J.J. : *Proceedings of the International Seminar on Using Complex Information Systems* (p. 60-66). Poitiers, Laboratoire Langage et Communication.

Détienne, F., Rouet, J.-F., Burkhardt, J.-M. & Deleuze-Dordron, C. (1996), «Reusing processes and documenting processes : toward an integrated framework». *Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Conference on Cognitive Ergonomics*.

Dillenbourg, P. & Rouet, J.-F. (1995), «Analyzing learner-computer interaction : Lessons from empirical studies». *Sixth European Conference for Research on Learning and Instruction*. Nijmegen, The Netherlands, August 26-31.

Dillon, A. (1994), *Designing Usable Electronic Text : Ergonomics Aspects of Human Information Usage*. London : Taylor and Francis.

Dillon, A. & Gabbard, R. (1998), «Hypermedia as an educational technology : A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control and style». *Review of Educational Research*, Vol. 68, n° 3, p. 322-349.

Fayol, M., Gombert, J.-E., Lecoq, P., Sprenger-Charolles, L. et Zagar, D. (1992), *Psychologie cognitive de la lecture*. Paris : Presses Universitaires de France.

Goldman, S.R., Zech, L.K., Biswas, G., Noser, T. and the Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1999), *Computer technology and complex problem solving : Issues in the study of complex cognitive activity*. Instructional Science.

Kintsch, W. (1974), *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Kintsch, W. (1986), «Learning from text». *Cognition and Instruction*, n° 3, p. 87-108.

Kintsch, W. (1998), *Comprehension : A paradigm for cognition*. Cambridge, MA : Cambridge University Press.

Kintsch, W. & van Dijk, T.A. (1978), «Toward a model of text comprehension and production». *Psychological Review*, n° 85, p. 363-394.

Limon, M. & Carretero, M. (1996), «Complex learning in the domain of history : an empirical study about a microhistory problem». *Paper presented at the International Seminar on Using Complex Information Systems*. Poitiers, September 4-6, 1996.

Mandl, H., Stein, N. & Trabasso, T. (1984), *Learning and Comprehension of Text*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

McNamara, D.S., Kintsch, E., Songer, N.S. & Kintsch, W. (1996), «Are good texts always better ? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text». *Cognition and Instruction*, Vol. 14, n° 1, p. 1-43.

Newell, A. & Simon, H.A. (1972), *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

Perfetti, C.A. (1985), *Reading Ability*. New York : Oxford University Press.

Perfetti, C.A., Rouet, J.-F. & Britt, M.A. (1999), «Towards a theory of document comprehension». In H. van Oostendorp & S. Goldman : *The construction of mental representations during reading*. Mahwah, NJ : Erlbaum.

Richard, J.-F. (1990), *Les activités mentales*. Paris, PUF.

Rouet, J.-F., Deleuze-Dordron, C. and Bisseret, A. (1995), « Documentation as part of design : Exploratory field studies ». In K. Nordby, P.H. Helmersen, D.J. Gilmore & S.A. Arnesen : *Human-Computer Interaction - Interact'95* (p. 213-218). London : Chapman & Hall.

Rouet, J.-F., Dillenbourg, P., Steffens, K. & van Oostendorp, H. (1999), *Analyzing learner-system interactions*. Instructional Science, Vol. 27, n° 314.

Rouet, J.-F., Favart, M., Britt, M.A. & Perfetti, C.A. (1997), « Studying and using multiple documents in history : Effects of discipline expertise ». *Cognition and Instruction*, Vol. 15, n° 1, p. 85-106.

Rouet, J.-F., Favart, M., Gaonac'h, D. & Lacroix, N. (1996). « Writing from multiple documents : Argumentation strategies in novice and expert history students ». In Rijlarsdaam, G. & van den Bergh, H. : *Theories, models and methodologies in writing* (p. 44-60). Amsterdam : Amsterdam University Press.

Rouet, J.-F., Levonen, J.J. & Biardeau, A. (2001), *Multimedia learning : cognitive and instructional issues*. Oxford, UK : Elsevier Science.

Rouet, J.-F., Levonen, J., Dillon, A.P. and Spiro, R.J. (1996), *Hypertext and Cognition*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

Rouet, J.-F. & Passerault, J.-M. (1999), « Analyzing Learner-hypermedia interaction : An overview of online methods ». *Instructional Science*, Vol. 27, n° 3/4, p. 201-219.

Rouet, J.-F. & Tricot, A. (1998), « Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs ». In A. Tricot & J.-F. Rouet : *Hypertextes et Hypermédiat* (p. 57-74). Paris : Hermès.

Tricot, A., Pierre-Demarcy, C. & El Boussarghini, R. (2000), « Specific help devices for educational hypermedia ». *Journal of Computer-Assisted Learning*, n° 16, p. 102-113.

Tricot, A. & Rouet, J.-F. (1998). *Les hypermédiat : Approches cognitives et ergonomiques*. Paris : Hermès.

van Dijk, T.A. (1980), *Macrostructures*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

van Oostendorp, H. & de Mul, S. (1996). *Cognitive aspects of electronic text processing*. Norwood, NJ : Ablex Publishing Co.

van Oostendorp, H. & Goldman, S. (1999, Eds.). *The construction of mental representations during reading*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

Visser, W. (1996). « The relevance of models of knowledge retrieval for models of information retrieval ». In Rouet, J.-F. & Levonen, J.J. : *Proceedings of the International Seminar on Using Complex Information Systems* (p. 67-72). Poitiers, Laboratoire Langage et Communication.

Voss, J.-F., & Post, T.A. (1988), « On the solving of ill-structured problems. In M.T.H. Chi, R. Glaser, & M.J. Farr : *The nature of expertise* (p. 261-285). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

Vries, E. de (1994), *Structuring information for design problem solving*. Unpublished doctoral dissertation, University of Eindhoven.

de Vries, E. & de Jong, T. (1999), « The design and evaluation of hypertext structures for supporting design problem solving ». *Instructional Science*, Vol. 27, n° 3-4, p. 285-302.

Wineburg, S.S. (1991), « Historical problem solving : a study of the cognitive processes used in the evaluation of documentary and pictorial evidence ». *Journal of Educational Psychology*, n° 83, p. 73-87.

Wright, P. (1991), « Cognitive over-heads and prostheses : Some issues in evaluating hypertexts ». In R. Furuta & D. Stotts : *Proceedings of the Third ACM Conference on Hypertext* (p. 1-12). New York, NY : ACM Press.

Zeitz, C.M. (1994), « Expert-novices differences in memory, abstraction, and reasoning in the domain of literature ». *Cognition and Instruction*, Vol. 12, n° 4, p. 277-312.