



HAL
open science

Intégration cognitive et technologies d'apprentissage

Sylvie Merlet

► **To cite this version:**

| Sylvie Merlet. Intégration cognitive et technologies d'apprentissage. 2005. hal-00003728

HAL Id: hal-00003728

<https://hal.science/hal-00003728>

Preprint submitted on 20 Jan 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.

Intégration cognitive et technologies d'apprentissage *

Responsable scientifique : Sylvie MERLET

Sylvie MERLET

Laboratoire Langage et Cognition, CNRS 6096, Université de Poitiers
99, Avenue du Recteur Pineau
86022 POITIERS Cedex
Tél. : 05 49 45 46 10
E-mail : Sylvie.Merlet@mshs.univ-poitiers.fr

Équipes partenaires

- Laboratoire de Psychologie Expérimentale, CNRS UMR 8581, Université René Descartes
- Département Innovation Pédagogique, École Nationale Supérieure des Télécommunications

Résumé signalétique

Ce projet de recherche examine les rapports entre l'organisation des informations dans les documents multimédias et le traitement cognitif (perception, compréhension, mémorisation) de ces informations par l'apprenant. Plus précisément, nos travaux s'efforcent de trouver des principes d'organisation susceptibles de favoriser l'apprentissage de notions complexes à partir de l'étude de documents multimédias.

Notre approche considère la mise en relation des informations au sein d'un modèle mental, ou *intégration cognitive*, comme un mécanisme central dans l'apprentissage. Nous distinguons d'une part l'*intégration locale*, qui concerne de petits groupes de concepts au sein d'une même page (ou écran) d'informations, et l'*intégration globale* qui concerne de plus grandes masses d'informations (par exemple les principaux concepts d'un domaine).

Concernant l'intégration locale, les trois études menées ont permis de dégager un ensemble de résultats concluants : la présence d'animations au sein d'un document pédagogique multimédia a des conséquences sur les stratégies d'étude, l'appréciation subjective et la compréhension des contenus ; la complémentarité modale semble améliorer l'intégration des informations par rapport à des formats de présentation où l'ensemble des informations (verbales et iconiques) serait présenté visuellement ; enfin, l'effet d'un support imagé (vidéo) sur la compréhension d'un document présenté oralement dépend de la capacité à traiter l'information verbale.

Au plan de l'intégration globale, nous montrons que le format de présentation des documents (liste, carte hiérarchique ou réseau) sur la compréhension d'un hypertexte a des effets variables selon le niveau d'expertise du public, ce qui suggère une interaction entre le niveau de connaissance et l'effet structurant d'un format de présentation.

Enfin, nous avons engagé une réflexion sur les conditions optimales du transfert entre les expériences de psychologie et les pratiques de conception innovante. Les échanges engagés avec l'équipe de conception-développement de l'ENST ont permis d'identifier un certain nombre d'interrogations auxquelles les expériences réalisées et l'expertise acquise permettent d'apporter des éléments de réponse sous forme de recommandations.

Mots-clés : animations graphiques + compréhension + expertise + intégration cognitive + intégration globale + intégration locale + mémoire de travail + multimodalité + représentation de contenu + transfert technologique

Nombre de participants : 11

Nombre total d'hommes-mois : 45

* Projet soutenu par Conitique dans le cadre de « École et sciences cognitives ».

Rappel des enjeux et objectifs fixés à l'origine

Ce projet se situe à l'interface de la psychologie cognitive, de l'ingénierie éducative et de l'ingénierie des systèmes d'information. Il se propose de répondre à un double objectif: d'une part, modéliser les processus cognitifs qui sous-tendent l'apprentissage à partir de systèmes multimédias; d'autre part, développer et tester un certain nombre de dispositifs multimédias comportant des modes de présentation innovants de l'information.

La question centrale du projet concerne les relations entre la structure de l'interface multimédia et la représentation cognitive construite par l'utilisateur dans un contexte d'apprentissage: peut-on induire des processus d'apprentissage spécifiques au moyen de dispositifs multimédias innovants? Cette question sera traitée à la fois en termes de processus cognitifs et en termes d'organisation des connaissances en mémoire à long terme. Notre projet cherchera à identifier les facteurs de *compatibilité cognitive* (permettant notamment une diminution de la charge cognitive) entre l'organisation des informations dans le système et le traitement de ces informations par l'utilisateur (Rouet, 1999). Ces facteurs de compatibilité seront étudiés à travers l'*intégration locale* et *globale* des informations.

L'*intégration locale* concerne la façon dont des informations de différents types (par exemple, textes et images), ou issues de différentes modalités sensorielles sont mises en relation au cours d'une activité de compréhension. Des expériences récentes ont montré que certaines combinaisons de modalités entraînent une facilitation de l'apprentissage (Moreno & Mayer, 1999; Gyselinck & al., 1999). Une première série de recherches tentera de modéliser l'intégration entre information auditive et visuelle dans le cadre du modèle componentiel de la mémoire de travail inspiré de Baddeley (1996) ainsi que les conséquences de cette intégration au plan de la structure des modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983). Par ailleurs, nous examinerons l'effet des animations graphiques sur la compréhension de phénomènes complexes. Les données actuellement disponibles sur ce sujet sont encore rares et assez contradictoires (Schnotz, Böckheler & Grzondziel, 1999).

L'*intégration globale* concerne la façon dont les unités d'informations qui composent un système sont « représentées », d'une part dans le système d'information (tables, index, cartes de contenu, liens hypertextes) et en mémoire à long terme (intégration sémantique et séparation des sources: Britt, Perfetti, Sandak & Rouet, 1999). Cette partie du projet tentera d'apporter des réponses aux questions suivantes: certains modes de représentation externe favorise-t-il l'accès à l'information et la mise en relation des informations traitées? La représentation en mémoire à long terme est-elle totalement intégrée ou conserve-t-elle la spécificité des sources (souvenir du « locus » d'une information)? Enfin, quelle est la nature entre facilité de l'accès à l'information et construction des modèles mentaux?

Les conséquences attendues se situent à différents niveaux:

- Au plan théorique, les études réalisées dans le cadre de ce projet devraient contribuer à un modèle général des processus d'apprentissage à partir de systèmes technologiques. Elles contribueront notamment à mieux connaître la structure des représentations cognitives élaborées en situation d'interaction avec un système multimédia.
- Au plan méthodologique, ce programme de recherche permettra de tester la faisabilité d'une collaboration entre spécialistes de psychologie cognitive, d'ingénierie éducative et d'informatique. Une attention particulière sera portée aux contraintes temporelles et organisationnelles qui pèsent sur ce type de collaboration. De nouvelles orientations pour l'ingénierie des processus de conception (mode d'organisation et communication entre acteurs dans un projet collaboratif et développement technologique) pourront être formulées.
- Au plan de la structuration de ce domaine de recherches, notre ambition à terme est d'élargir ce réseau des collaborations à d'autres équipes de recherche opérant dans le champ de la psychologie cognitive des apprentissages, dans celui des systèmes multimédias ou encore dans celui de la sémiologie cognitive.

Résumé des résultats effectivement atteints

Les recherches portant sur l'*intégration locale* ont fait l'objet d'un découpage en trois parties.

- Une première série de deux recherches s'intéresse à l'effet des animations sur la construction d'un modèle mental. Elles ont nécessité à part égale la collaboration des trois disciplines impliquées dans le projet à savoir, la psychologie cognitive, l'ingénierie éducative et l'informatique. Ces deux premières études avaient pour but d'évaluer les effets de la richesse informative et de la consigne d'étude (résolution de problème vs. mémorisation) sur l'apprentissage de notions d'électronique à l'aide du cédérom « l'électronique en questions » développé par l'ENST par des élèves ingénieurs (expérience 1) et par des élèves de classes de BTS électronique (expérience 2). Les divers enrichissements apportés (position des schémas, animations, contrôle accru du défilement) n'ont eu aucun effet significatif sur la com-

préhension des contenus par les élèves ingénieurs. Ce résultat vient corroborer une série d'études récentes (Wright & al., 1999; Schnotz, in press; Lowe, in press) montrant des effets faibles voire nuls des animations graphiques sur la compréhension. En revanche, auprès des étudiants de BTS, la version enrichie conduit à de meilleurs scores de compréhension pour un des deux problèmes étudiés. Concernant les autres résultats, les deux études montrent des effets similaires: la version enrichie ne semble pas améliorer la performance en résolution de problèmes, elle demande un temps de lecture initial plus long et elle est en général davantage appréciée des sujets. Cette première série d'études nous montre que le potentiel certain des médias interactifs pour l'apprentissage de notions scientifiques ne peut fructifier qu'au prix d'une réflexion approfondie entre le format de représentation

de l'information et les processus cognitifs qui gouvernent la perception, le traitement et l'intégration des informations en mémoire.

- Une deuxième série d'études sur l'intégration locale s'est intéressée à l'influence du mode de présentation et de la mémoire de travail sur la compréhension d'informations multimodales. Là encore, les deux études réalisées ont nécessité la contribution des trois disciplines engagées dans le projet. L'hypothèse testée ici est que la compréhension d'informations multimédias mobilise des sous-systèmes spécialisés de la mémoire de travail. Pour ce faire, les deux études utilisent le paradigme expérimental de la double-tâche (réalisation d'une tâche concurrente verbale ou spatiale concurrentement à la tâche principale de compréhension de séquences multimédias tirées de « l'électronique en questions »). Un premier résultat rapporte un effet de modalité: présenter des informations de nature distincte (verbale, iconique) dans des modes sensoriels différents (auditif et visuel) facilite leur compréhension et leur intégration. D'autre part, la tâche concurrente verbale altère la performance aux questions de compréhension quel que soit le format de présentation (la modalité utilisée pour l'information verbale). En revanche, la tâche concurrente spatiale n'interfère pas avec la compréhension des séquences multimédias. Lorsqu'on s'intéresse aux performances de mémorisation (épreuves de reconnaissance de diagrammes et de phrases dans l'expérience 2), on constate des effets d'interférence sélective (en fonction de la modalité mise en jeu pour le traitement des informations verbales) des tâches concurrentes verbales et spatiales. Ces résultats suggèrent que les sous-systèmes de la mémoire de travail joueraient un rôle crucial dans le maintien des représentations de surface des informations verbales et iconiques construites au cours des premières étapes de la compréhension.
- La dernière étude réalisée dans le cadre des travaux sur l'intégration locale s'intéresse au rôle du support imagé sur la compréhension d'un document oral en fonction des capacités linguistiques des apprenants. Les ressources mobilisées ici relèvent uniquement de la psychologie cognitive. Notre hypothèse est que les processus mis en jeu dans l'intégration des informations multimédias (ici des informations verbales auditives et des informations imagées vidéo) dépendent, au moins pour partie, de l'efficacité des processus linguistiques de bas niveau impliqués dans le décodage des unités linguistiques. Cette expérience a été réalisée auprès de sujets francophones diversement compétents en anglais, langue dans laquelle étaient présentés les documents. Les résultats mettent en évidence une différence quant au statut de l'image dans les deux documents utilisés. Lorsque le support imagé entretient un rapport de cohérence (voire une certaine redondance) vis-à-vis de l'information verbale auditive, on observe une amélioration de la compréhension pour les apprenants de niveau avancé et une baisse des performances pour les sujets natifs. Ainsi, le support imagé permettrait dans ce cas de compenser une partie des déficits encore présents chez les apprenants de niveau avancé, alors qu'il condui-

rait les sujets natifs à investir une attention moindre sur le médium verbal. En revanche, lorsque le support imagé n'est pas dans un rapport de redondance mais plutôt de complémentarité vis-à-vis du support verbal, on observe une diminution des performances de compréhension pour tous les groupes de sujets (intermédiaire, avancé, natifs). Ces résultats posent la question de la fragilité de l'équilibre dans le partage des ressources attentionnelles dans les situations où les apprenants doivent traiter et intégrer deux sources d'information ou plus. Cette question rejoint celle de la dominance, en terme attentionnel, du médium imagé sur le médium verbal et conduit également à s'interroger sur l'utilisation pédagogique de l'image à l'école élémentaire ou plus exactement sur les conditions de son utilisation.

Trois recherches ont été réalisées dans le cadre des travaux de l'équipe sur *l'intégration globale* (les résultats des deux dernières études sont encore en cours d'analyse et seront présentés dans le rapport final).

- La première a porté sur l'étude du rôle des cartes conceptuelles dans la compréhension des textes expositifs en fonction des connaissances référentielles. Il s'agit d'une recherche de psychologie cognitive. Cette étude s'intéresse à l'effet du format de présentation des cartes conceptuelles sur le processus d'intégration globale des hypertextes en relation avec les connaissances référentielles des utilisateurs. Alors que le format de présentation n'induit aucun effet quant aux performances mesurées auprès des sujets experts, on observe un effet positif des cartes hiérarchiques sur la réalisation du processus d'intégration globale des hypertextes pour les sujets novices vis-à-vis du domaine référentiel.
- La seconde étude visait à étudier l'influence du format de présentation d'un hypertexte sur sa compréhension par des lecteurs adultes. Nous avons cherché à vérifier que la représentation explicite des sources (auteur, type de document, etc.) peut améliorer la compréhension d'un ensemble documentaire (cf. Perfetti, Rouet & Britt, 1999; Wiley & Voss, 1999). Nous avons comparé une version basée sur les sources, et une basée sur le contenu thématique des documents. Les résultats indiquent des effets faibles mais significatifs en faveur de l'hypothèse.
- La dernière étude consiste à comparer trois interfaces pour l'accès au contenu du cédérom « L'Électronique en Questions ». Cette étude s'inscrit dans une logique de transfert technologique entre l'équipe de recherche et l'équipe de conception. Nous avons demandé à des étudiants de DUT et de BTS d'électronique d'effectuer des tâches de recherche d'informations dans le cédérom au moyen soit d'une carte de concepts, soit d'un index, soit d'une interface « mixte » regroupant les propriétés des deux premières. Les premiers résultats font apparaître un avantage de l'interface index (rapidité d'accès), mais également des interactions avec le niveau de formation des utilisateurs.

Publications issues du projet

- Rouet, J.-F. (1999). Interactivité et compatibilité cognitive dans les systèmes hypermédias. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 25, 87-104.
- Gyselinck V., Ehrlich M.-F., Cornoldi C., De Beni R. & Dubois V. (1999) L'intégration d'informations verbales et iconiques dans la compréhension de notions scientifiques : prendre en compte les contraintes cognitives des apprenants, in J.-F. Rouet & B. de La Passardière, *Hypermédias et Apprentissages*, Paris : INRP/EPI, 187-197.
- Britt, M. A., Perfetti, C. A., Sandak, R., & Rouet, J. F. (in press). Content integration and source separation in learning from multiple texts. In S. R. Goldman, A. C. Graesser, & P. van den Broek (Eds.). *Narrative comprehension, causality, and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso*. Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Choplin, H., Dubois, V., Galisson, A., Rouet, J.-F., Everard, J.-M., Paquelin, D. (2001). « Des nouveaux outils au processus d'innovation pédagogique : qui est l'élève ? », *Spirales*, n° 28, Université Lille-3.
- Choplin, H., Rouet, J.-F., Degrugillier, D., Milon, M., Pacalet, R., Provost, J., Galisson, A. (2000). Educational multimedia and microelectronics : should we think first about the conditions of use ?, in Courtois B., Guillemot N., Kamarinos G., Stéhelin G. (Eds.), *Microelectronics Education*. Proceedings of the 3rd European Workshop on Microelectronics Education, May 18 & 19, 2000. Kluwer : Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres, 2000.
- Dubois, V., Gyselinck, V., Choplin, H. (2001). Compréhension d'informations multimodales : influence du mode de présentation et de la mémoire de travail. In E. de Vries, J.-P. Pernin & J.-P. Perrin (éds), *Hypermédias et Apprentissages 5*, Actes du 4e colloque Hypermédias et Apprentissage, Grenoble, 9-11 Avril 2001, Paris : INRP/EPI, p. 211-224.
- Potelle, H., Rouet, J.-F. (submitted). Effect of content representation and readers' prior knowledge on the comprehension of hypertext. *Discourse Processes*.
- Rouet, J.-F., Choplin, H., Dubois, V. (2001). Effets de l'imagerie et du contexte de tâche sur l'apprentissage à partir de séquences multimédias. In E. de Vries, J.-P. Pernin & J.-P. Perrin (éds), *Hypermédias et Apprentissages 5*, Actes du 4e colloque Hypermédias et Apprentissage, Grenoble, 9-11 Avril 2001, Paris : INRP/EPI, p. 183-196.