
Exploitation pédagogique des différents médias dans les systèmes d'apprentissage multimédias

Denis Harvey
Université de Montréal
denis.harvey@umontreal.ca

Réflexion pédagogique

Résumé

Contrairement à ce que plusieurs personnes pensent, les différents médias n'enseignent pas tous de la même façon. Une présentation multimédia permet de combiner les avantages respectifs des différents stimuli dans la mesure où l'on connaît les caractéristiques intrinsèques de chaque type de message. La nature du stimuli, sa nouveauté et sa complexité influencent l'apprentissage. Si leurs capacités propres sont bien exploitées, chaque type de message et chaque média permettront de répondre à des situations spécifiques au bénéfice de certains étudiants, d'accomplir différentes tâches et d'atteindre certains objectifs pédagogiques. La question du choix et de l'intégration harmonieuse des différents médias disponibles est donc un des éléments centraux du design pédagogique des systèmes d'apprentissage multimédias.

Abstract

Contrary to what some people think, the various media do not all teach in the same way. A multimedia presentation can combine the respective advantages of various stimuli as long as the intrinsic features of each type of message are known. The nature of the stimulus, its novelty and complexity influence learning. If their particular capabilities are properly exploited, each type of message and each medium can be used in specific situations to benefit some students, complete certain tasks and achieve certain pedagogical objectives. The question of the choice and harmonious integration of the various media available is therefore one of the pivotal elements in the pedagogical design of multimedia learning systems.

Introduction

La plupart des théories modernes de l'apprentissage soulignent que pour construire son propre savoir, l'étudiant doit se sentir engagé dans un processus interactif logique et passer une partie importante de son temps d'étude à utiliser ses nouvelles connaissances dans un environnement stimulant (Jonassen, Howland, Moore et Marra, 2003; Semple, 2000; Tennyson, 2002). Nous disposons maintenant de supports technologiques performants qui permettent la mise au point de systèmes d'apprentissage très sophistiqués. Cependant, il est essentiel de souligner que pour être efficace, une présentation multimédia devrait pouvoir combiner les avantages pédagogiques spécifiques des différents médias. En effet, si les caractéristiques de chaque média sont bien exploitées, chacun devrait permettre de répondre à des situations d'apprentissage spécifiques et d'atteindre des objectifs pédagogiques précis. Le choix et l'intégration pédagogique efficace des différents médias disponibles sont donc des éléments centraux du design pédagogique de ces systèmes (Mayer, 2003).

Les caractéristiques, les avantages et les limites des différents types de messages généralement utilisés dans les systèmes d'apprentissage multimédias seront donc présentés, puis suivra une discussion sur la place de ces éléments théoriques dans le design des systèmes d'apprentissage multimédias (SAMI).

Canal audio

Contexte théorique

Les limites de l'audition humaine nous obligent à tenir compte des caractéristiques du canal auditif et de la façon dont l'information y est traitée. Par exemple, le son est par définition transitoire et public, mais il peut être facilement répété, ce qui en favorise la rétention. Le canal auditif est particulièrement efficace pour gérer l'information urgente, et comme en plus il est multidirectionnel, il permet d'attirer rapidement l'attention de l'auditeur, quelle que soit l'orientation du champ visuel de celui-ci (Hapeshi et Jones, 1992). On peut considérer ce canal comme le principal système d'alarme de l'appareil cognitif humain. En effet, il est en mesure de mettre le système nerveux de l'auditeur en alerte sans interférer, bien au contraire, avec la capacité d'attention de ce dernier. Le sujet peut donc participer à une autre activité cognitive tout en recevant une information auditive. Par contre, comme avec tous les systèmes d'alarme, l'utilisation répétée et inopportune de stimuli sonores peut vite devenir inutile et très agaçante (Moreno et Mayer, 2000a; Postner et Nissen, 1976; Tucker et Jones, 1991). Voilà donc un système automatique qui laisse toutes les capacités du système cognitif disponibles, peu importe la modalité des signaux qui suivront.

Pour être efficace, le message parlé doit être court et traiter uniquement des faits saillants, mais il est prudent d'inclure les points forts du message dans des phrases

redundantes pour assurer une meilleure stabilité à l'essentiel du message à transmettre (Baddeley, Gathercole et Papagno, 1998; Hapeshi et Jones, 1992).

On sait depuis longtemps que le bruit de fond interfère avec la mémorisation de l'information auditive (Rabbit, 1968; Schramm, 1972) et le souvenir immédiat de mots présentés sur le mode visuel. Cette interférence s'observe même si la langue utilisée pour transmettre ce message inopportun n'est pas comprise par le sujet. D'ailleurs, plus le « bruit » ressemble à la voix humaine, plus il interfère avec la mémorisation (Larsen, Baddeley et Andrade, 2000; Moreno et Mayer, 2000a; Salamé et Baddeley, 1989).

Musique de fond

La musique instrumentale nuit davantage à l'attention et à la concentration qu'un bruit non spécifique, mais moins que la musique vocale. Les courtes périodes de repos, qui permettent des retours sur le sujet traité, augmentent généralement la concentration et le silence semble alors préférable à la musique de fond. Par contre, et cela est très clair, les émotions influencent le traitement des informations. Les mécanismes responsables de cette influence ne sont toujours pas connus, mais il est évident que les émotions mettent le système cognitif en éveil. Le système cognitif humain semble avoir un biais pour la cohérence et les faits agréables : les gens ont tendance à mieux se souvenir des événements positifs et cohérents qui se passent dans un environnement agréable (Boltz, Schulkind et Kantra, 1991; Lang et Friedstad, 1993; Strickland, 2002).

Canal visuel

Contexte théorique

Même si 90 % de notre information sur le monde extérieur passe par les nerfs op-

tiques, l'information visuelle est généralement traitée moins rapidement que l'information auditive. Par contre, il semble que le système cognitif humain encode avec une facilité étonnante les images, ce qui permet une mémorisation à très long terme de ce type de message (Cossette, 1983).

En situation normale, le canal visuel domine les autres canaux perceptifs chez l'enfant comme chez l'adulte (Drew et Grimes, 1987). La dominance visuelle semble être reliée à la faible capacité relative de ce canal à alerter l'organisme comparative-ment au canal auditif. Pour qu'un stimulus visuel puisse servir d'alerte, l'information doit d'abord être traitée par le système pré-perceptuel (filtre). Si cette information est jugée sémantiquement pertinente, le système attentif est alors requis pour la suite des opérations. En réponse à cette faiblesse relative, le système nerveux a tendance à concentrer une part importante de ses capacités d'attention sur le canal visuel, les autres canaux se retrouvant avec la part congrue (Postner et Nissen, 1976).

Comme on peut s'y attendre, les images complexes sont beaucoup plus difficiles à mémoriser que les schémas. En effet, les détails ou la couleur rendent la mémorisation de ces images plus laborieuse que de simples contours en noir et blanc. De plus, le codage d'images complexes demande un temps d'inspection assez long pour permettre plusieurs fixations sur différents endroits de l'image. Souvent, plusieurs des détails d'une image échappent à la perception, sauf si un texte d'accompagnement incite à y porter une attention particulière. Il est aussi bien démontré que le texte imagé est particulièrement utile pour les étudiants qui ont des problèmes de lecture (Lieury, 1992; Najjar, 1998). L'image avec ou sans texte d'accompagnement, et qu'elle soit fixe ou animée, est aussi très efficace pour transmettre les éléments spatiaux d'un message (Tucker et Jones, 1991). Enfin, il

faut aussi souligner que l'image peut également souvent servir à fournir de l'information « extralinguistique » difficilement exprimable par des mots (Kozma, 2000; Levie et Lentz, 1982; Tennyson, 2002).

Images animées et apprentissage

Il est important d'intégrer des stimuli visuels dynamiques pour favoriser l'apprentissage (Giardina, 1992; Park et Hannafin, 1993). Ceci semble particulièrement vrai chez les étudiants ayant une bonne perception spatiale (ChanLin, 2001). De plus, une séquence vidéo est plus efficace pour convaincre ou mettre l'apprenant en situation qu'une image fixe ou un diaporama. Un média qui permet la présentation de séquences vidéo sera donc plus efficace pour entraîner des changements d'attitude chez l'étudiant (Simonson, Aegerter, Berry, Kloock et Stone, 1987). Cependant, les séquences animées doivent être de très bonne qualité et vraiment pertinentes. Ces séquences devraient surtout servir à « raconter » des histoires qui permettent à l'utilisateur d'être présent là où il ne le serait pas normalement (Ward, 1992). De plus, on sait depuis longtemps qu'en général, les étudiants préfèrent les images animées qui se rapprochent le plus possible de la réalité (Cossette, 1983). Finalement, l'animation peut être très utile et efficace s'il s'agit d'insister sur les grandes lignes du sujet traité plutôt que sur les détails (Mayer et Anderson, 1992; Schramm, 1972).

Intégration audiovisuelle et mémorisation

En général, la mémorisation d'une image demande moins d'effort mental que celle du message narratif. On peut donc penser que si le système cognitif est très sollicité, l'image aura priorité sur le message narratif ou écrit (Drew et Grimes, 1987; Grimes, 1990; Shih et Alessi, 1996). La rétention à long terme du contenu sémantique d'un message en

mode auditif ou visuel serait la même. La différence résiderait plutôt dans l'aspect non sémantique du message. Il est intéressant de souligner que, comparé au système visuel, le système perceptif auditif est plus sensible au temps et à la chronologie des événements qu'à l'espace. Ceci explique pourquoi la narration est particulièrement efficace pour permettre l'encodage et la réminiscence d'éléments sériels comme des listes de mots par exemple (Moreno et Mayer, 2002; Watkins, LeCompte, Elliott et Fish, 1992). La présentation sur le canal auditif d'une liste de mots entraîne donc généralement une meilleure rétention que la lecture en silence de cette liste. Pour optimiser la rétention, le lecteur a d'ailleurs souvent tendance à relire à haute voix les listes d'éléments écrits à apprendre afin de profiter de cette caractéristique du message narratif! Dans ce cas, la supériorité du canal auditif s'expliquerait par son mode de fonctionnement en série, l'information auditive mémorisée permettant de conserver les détails chronologiques de la présentation. L'information visuelle, qui est traitée en mode parallèle, est encodée avec beaucoup moins de détails chronologiques. Ces détails sont des indices très utiles lors de la recherche ultérieure de l'information dans la mémoire (Baddeley, 2000; Gathercole et Conway, 1988; Glenberg et Swanson, 1986; Watkins *et al.*, 1992). On comprend alors pourquoi les informations auditives récentes sont plus aisément rappelées que les informations visuelles : la chronologie de la présentation peut alors servir de repère à la réminiscence (Gathercole et Conway, 1988; Glenberg et Swanson, 1986; Watkins *et al.*, 1992). À plus long terme, cependant, le mode visuel permet de mémoriser plus de repères non sémantiques, qui pourront faciliter la reconnaissance du message (Dean, Garabedian et Yekovich, 1983; Lehman, Mikesell et Doherty, 1985).

L'image favorise la réflexion synthétique et la parole ou le mot, la pensée analytique et linéaire. Quand il s'agit de montrer et de par-

ticulariser, l'image est sans doute plus efficace. Quand il faut démontrer et généraliser, le mot est à coup sûr plus approprié (Cossette, 1983). De nombreuses études ont aussi montré la supériorité de l'image sur la narration pour le rappel des étapes d'une action (Lieury, 1992). En plus, dans une présentation audiovisuelle, il est plus facile de reconnaître une image déjà vue que de se souvenir des mots présentés à la place de l'image. Par contre, si on demande d'expliquer des faits présentés par une narration ou par une image, la narration permettra de donner plus rapidement la bonne réponse. Sans doute parce que dans ce genre d'exercice de réminiscence, le message est mémorisé dans son format d'origine (Hoffner, Cantor et Thorson, 1989). Il est évidemment plus facile de verbaliser un message présenté sous la forme d'une image que l'inverse (Denis et Colonelli, 1976).

Implication de ces concepts théoriques dans le design des SAMI

L'exploitation de l'indéniable potentiel pédagogique des SAMI passe par l'élaboration et le respect de règles ou de balises de design elles-mêmes basées sur nos connaissances en psychologie cognitive. Pour utiliser efficacement les canaux auditif et visuel dans des SAMI, il est donc important de bien comprendre le rôle respectif de ces canaux dans le système cognitif humain et la manière dont ils peuvent interférer ou, au contraire, se compléter.

Saturation des canaux perceptifs

Même si les auteurs ne s'entendent pas sur les mécanismes de saturation des différents canaux, il est évident que la capacité humaine de traitement de l'information est relativement limitée. Il est donc essentiel que les stimuli audio et vidéo n'entrent pas en concurrence pour l'utilisation simultanée de ces ressources limitées (Conway et

Gathercole, 1987; Hanson, 1989; Hapeshi et Jones, 1992). Si la quantité d'information est supérieure à la capacité de traitement et d'intégration de l'utilisateur, il est inutile d'avoir recours à plusieurs canaux en même temps : la présence redondante sur les deux canaux n'améliorera pas l'apprentissage. Si, par contre, la capacité de traitement et d'intégration de l'étudiant n'est pas saturée, il peut être pertinent de se servir de plusieurs canaux en même temps. Dans ce cas, comme le postule la théorie de la redondance des codes, chaque canal perceptif permettra de mémoriser des référents différents qui serviront d'ancrages spécifiques pour la mémoire à long terme (Baddeley, 2000; Mayer et Moreno, 2002; Moreno et Mayer, 2000b; Paivio, 1991).

Interférence entre les canaux perceptifs

On sait qu'il faut éviter le plus possible d'utiliser un mode de présentation quand un autre est anticipé par l'utilisateur étant donné le risque de confusion. En cas de conflit cognitif entre les deux modes de présentation, c'est inévitablement le canal visuel qui prend le dessus (Tucker et Jones, 1991). De plus, la narration et le texte ne doivent pas servir à transmettre simultanément des messages différents, sous peine de confusion (Tucker et Jones, 1991). En effet, des stimuli auditifs non pertinents au message principal interfèrent avec la mémorisation de ce message, qu'il soit auditif ou visuel. Une narration ou un son apparenté à la voix humaine exercent l'interférence la plus marquée, et ce, indépendamment de leur origine spatiale ou de leur amplitude (Jones et Macken, 1995; Miles, Madden et Jones, 1989). On remarque aussi une baisse générale importante de la rétention en l'absence de correspondance entre les canaux (Grimes, 1990). Tout comme le système de traitement en série de l'information auditive ou linguistique, le système de traitement de l'information visuelle peut

être contrecarré par la présentation de messages visuels non pertinents (Toms, Morris et Foley, 1994). La présentation simultanée du même message linguistique en mode écrit et narratif produit la même interférence que l'intrusion d'un message non pertinent sur le même canal. On peut expliquer cette interférence par la nécessité de traduire les graphèmes en phonèmes. Par contre, une image et un message linguistique peuvent être présentés simultanément sans interférence si l'image ne demande pas de recodage verbal (Hapeshi et Jones, 1992). Finalement, comme la musique de fond mal utilisée n'offre aucun avantage dans un système multimédia et peut souvent nuire à la compréhension du message principal, il est recommandé d'utiliser celle-ci avec prudence (Strickland, 2002).

Intégration audiovisuelle

Comme il a été souligné plus haut, les modes auditif et visuel d'échange de l'information diffèrent largement. La parole est publique, transitoire, toujours sujette à interprétation et se prête mal à la transmission d'informations spatiales. Les données transmises verbalement sont aussi plus susceptibles de perdre de l'exactitude que les données visuelles (Tucker et Jones, 1991). Par contre, les signaux sonores sont perceptibles quelle que soit l'orientation spatiale de l'auditeur. L'apprenant peut donc effectuer d'autres types d'activité tout en écoutant un message sonore. En plus, un court message sonore est plus facilement répété et peut donc séjourner plus longtemps dans la mémoire à court terme qu'un message visuel. Par contre, l'image demeure généralement disponible plus longtemps. Le déroulement d'une présentation narrative ou écrite est linéaire et nécessite donc un certain temps, ce qui dans quelques cas peut rendre cette présentation ennuyeuse.

Une présentation par l'image n'est généralement pas soumise à cette contrainte de temps (Baddeley, 2000; Hapeshi et Jones, 1992).

L'image a préséance sur les stimuli auditifs s'il n'existe aucune relation entre les deux puisque son encodage exige moins d'effort mental. De plus, dans une présentation audiovisuelle, la mémorisation des informations présentées sur les deux canaux est optimale à court et moyen terme quand le canal auditif est sollicité immédiatement ou peu après le canal visuel. Il est donc essentiel de ne pas présenter l'information linguistique avant l'image qui l'accompagne (Baggett, 1984; Kozma, 2000). Pour transmettre l'information linguistique, le message écrit devrait être surtout réservé aux phrases longues et complexes renfermant des termes difficiles ou nouveaux qui doivent être revus fréquemment. Les messages audiolinguistiques devraient, eux, être favorisés quand il s'agit de donner des directives aux utilisateurs d'un SAMI. Il faut aussi se souvenir qu'avec le canal audio, comme avec tous les systèmes d'alarme, un recours abusif ou inopportun peut vite devenir très agaçant.

Quand les modes de communication ne se concurrencent pas entre eux, ils favorisent plutôt une meilleure compréhension et une mémorisation à long terme du sujet présenté. En effet, s'il est possible de construire une représentation mentale qui ait un sens sémantique à partir d'un message sonore ou d'un message visuel, la combinaison des signaux semble agir en synergie, c'est-à-dire qu'elle permet l'ajout d'information complémentaire en rapport avec certaines caractéristiques du système symbolique utilisé. Souvent, l'image peut servir à fournir de l'information extralinguistique difficile à rendre par des mots ou un message narratif (Kozma, 2000; Levie et Lentz, 1982; Tennyson, 2002). Dans un texte illustré,

le texte contient généralement le message sémantique primaire alors que l'image sert plutôt à évoquer des schémas présents chez l'étudiant pour faciliter l'encodage. Il est possible que, dans un SAMI bien structuré, les stimuli visuels servent aussi à mettre en contexte l'information linguistique et donc à en faciliter le traitement. Dans une présentation audiovisuelle, le canal visuel ou le message imagé représentent souvent la principale source d'information, et la narration a généralement un rôle explicatif. Le canal auditif sert alors de « pilote » pour le système cognitif. En contrepartie, l'image contribue souvent à réduire l'ambiguïté de certains passages du message linguistique audio. Il semble aussi logique d'utiliser les messages linguistiques sonores pour les informations qui seront mises à profit rapidement, et de privilégier le canal visuel (messages écrits ou imagés) pour les informations à mémoriser à plus long terme. Il faudra aussi privilégier les images simples et les schémas accompagnés de texte ou de narration explicative et utiliser des images animées de qualité chaque fois que c'est possible.

Il est aussi souhaitable d'identifier le(s) canal(aux) qui sert(vent) normalement à percevoir l'information à médiatiser et d'utiliser ce mode de présentation dans les SAMI. Dans les sections où l'audiovisuel est utilisé, il est essentiel de faire correspondre les messages sur les deux canaux et de ne pas utiliser un mode quand un autre est anticipé, à moins qu'un effet de particularisation du message ne soit recherché. Finalement, quand c'est possible, il est aussi préférable d'associer plusieurs systèmes de codes à un message important pour favoriser sa mémorisation.

Conclusion

Il est évident depuis longtemps que certains médias sont beaucoup mieux adaptés à certains types de messages et que les caractéristiques intrinsèques d'un média influen-

cent considérablement certaines fonctions cognitives spécifiquement utiles à l'apprentissage d'une tâche déterminée. Si ses capacités propres sont bien exploitées, chaque type de message et chaque média permettent donc de répondre à des situations pédagogiques spécifiques au bénéfice de certains étudiants. De plus, comme chaque média modèle le contenu à sa façon, il est maintenant évident que certaines méthodes pédagogiques requièrent un média particulier et que certains médias permettent la mise en application d'une approche spécifique. Il est donc important de poursuivre l'étude approfondie des attributs spécifiques de chaque média et de déterminer quel couplage médium-méthode donnera les meilleurs résultats pédagogiques dans un système d'apprentissage spécifique.

Références

- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E. et Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158-173.
- Baddeley, A. D. (2000). Short-term and working memory. Dans E. Tulving et F.I. M. Craik (dir.), *The Oxford handbook of memory* (p. 77-92). New York: Oxford University Press.
- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media association. *Journal of Educational Psychology*, 76, 408-417.
- Boltz, M., Schulkind, M. et Kantra, S. (1991). Effects of background music on the remembering of filmed events. *Memory & Cognition*, 19, 593-606.
- ChanLin, L. (2001). Considerations of Spatial Ability in Learning from Animation. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 2001(1), 263-268.
- Conway, M. A. et Gathercole, S. E. (1987). Modality and long-term memory. *Journal of Memory and Language*, 26, 341-361.
- Cossette, C. (1983). *Les images démaquillées, approche scientifique de la communication par l'image* (2^e éd.). Québec, Canada : Rigul International.
- Dean, R. S., Garabedian, A. A. et Yekovich, R. (1983). The effect of modality shifts on proactive interference in long-term memory. *Contemporary*

Educational Psychology, 8, 28-45.

- Denis, M. et Colonelli, C. (1976). Mémorisation de dessins ou de noms selon le matériel utilisé lors de la reconnaissance. *L'année psychologique*, 76, 32-56.
- Drew, D. G. et Grimes, T. (1987). Audio-visual redundancy and TV news recall. *Communication Research*, 14, 452-461.
- Gathercole, S. E. et Conway, M. A. (1988). Exploring long-term modality effects: Vocalization leads to best retention. *Memory & Cognition*, 16, 110-119.
- Giardina, M. (1992). L'interactivité dans un environnement d'apprentissage multimédiatisé. *Revue des sciences de l'éducation*, 18, 43-66.
- Glenberg, A. M. et Swanson, N. G. (1986). A temporal distinctiveness theory of recency and modality effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12(1), 3-15.
- Grimes, T. (1990). Audio-video correspondence and its role in attention and memory. *Educational Technology Research and Development*, 38, 15-25.
- Hanson, L. (1989). Multichannel learning research applied to principles of television production: A review and synthesis of the literature. *Educational Technology*, 29, 15-19.
- Hapeshi, K. et Jones, D. (1992). Interactive multimedia for instruction: A cognitive analysis of the role of audition and vision. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4, 79-99.
- Hoffner, C., Cantor, J. et Thorson, E. (1989). Children's responses to conflicting auditory and visual features of a televised narrative. *Human Communication Research*, 16, 256-278.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J. et Marra, R. M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective* (2^e éd.). Columbus, OH: Merrill/Prentice-Hall.
- Jones, D. M. et Macken, W. J. (1995). Phonological similarity in the irrelevant speech effect: Within or between-stream similarity? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21(1), 103-115.
- Kozma, R. (2000). Reflections on the state of educational technology research and development. *Educational Technology Research and Development*, 48(1), 5-15.
- Lang, A. et Friestad, M. (1993). Emotion, Hemispheric Specialization, and Visual and Verbal Memory for Television Messages. *Communication Research*,

- 20, 647-670.
- Larsen, J. D., Baddeley, A. D. et Andrade, J. (2000). Phonological Similarity and Irrelevant Speech. *Memory*, 8, 145-157.
- Lehman, E. B., Mikesell, J. W. et Doherty, S. C. (1985). Long-term retention of information about presentation modality by children and adults. *Memory & Cognition*, 13, 21-28.
- Levie, W. H. et Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communications and Technology Journal*, 30, 195-232.
- Lieury, A. (1992). *La mémoire, résultats et théories* (4^e éd.). Liège : Pierre Mardaga.
- Mayer, R. E. et Anderson, R. B. (1992). The instructive animations: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 444-452.
- Mayer, R. E. et Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-109.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
- Miles, C., Madden, C. et Jones, D. M. (1989). Cross-Model, Auditory-Visual Stroop Interference: A Reply to Cowan and Barron (1987). *Perception and Psychophysics*, 45, 77-81.
- Moreno, R. et Mayer, R. E. (2000a). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 117-125.
- Moreno, R. et Mayer, R. E. (2000b). Meaningful design for meaningful learning: Applying cognitive theory to multimedia explanations. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, 2000*(1), 747-752.
- Moreno, R. et Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 156-163.
- Najjar, L. J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40(2), 311-323.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.
- Park, I. et Hannafin, M. J. (1993). Empirically-based guidelines for the design of interactive multimedia. *Educational Technology Research and Development*, 41(3), 63-85.
- Postner, M. I. et Nissen, M. J. (1976). Visual dominance: An information processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, 83, 157-171.
- Rabbit, P. M. A. (1968). Channel capacity, intelligibility and immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 241-248.
- Salamé, P. et Baddeley, A. D. (1989). Effects of background music on phonological short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41, 107-122.
- Schramm, W. (1972). What the research says? Dans W. Schramm (dir.), *Quality in instructional television* (p. 45-78). University of Honolulu, Hawaii.
- Semple, A. (2000). Learning theories and their influence on the development and use of educational technologies. *Australian Science Teachers Journal*, 46(3), 21-28.
- Shih, Y. F. et Alessi, S. A. (1996). Effects of text versus voice on learning in multimedia courseware. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5, 203-218.
- Simonson, M. R., Aegerter, R., Berry, T., Kloock, T. et Stone, R. (1987). Four studies dealing with mediated persuasive messages, attitudes, and learning styles. *Educational Communication and Technology*, 35, 31-41.
- Strickland, S. J. (2002). Music and the brain in childhood development: Review of research. *Childhood Education*, 78(2), 100-103.
- Tennyson, R. D. (2002). Linking learning theories to instructional design. *Educational Technology*, 42(6), 7-12.
- Toms, M., Morris, N. et Foley, P. (1994). Characteristics of visual interference with visuospatial working memory. *British Journal of Psychology*, 85, 131-144.
- Tucker, P. et Jones, D. M. (1991). Voice as interface: An overview. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 3, 145-169.
- Ward, M. C. (1992). Fifteen principles for designing more effective instructional hypermedia/multimedia products. *Educational Technology*, 32, 5-11.
- Watkins, M. J., LeCompte, D. C., Elliott, M. N. et Fish, B. S. (1992). Short-term memory for the timing of auditory and visual signals. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 931-937.