

L'influence des formats de présentation sur la mémorisation

Résumé:

Le format de présentation d'une information influence-t-il sa mémorisation ? C'est à cette question que l'on apportera quelques éléments de réponse dans cet article de synthèse. Les attributs des médias (modalité de présentation du texte, présence d'une illustration, d'un film ou d'une animation, organisation temporelle et spatiale de ces éléments, etc.) plutôt que les médias eux-mêmes seront l'objet de ce travail. On exposera rapidement les premiers travaux sur la mémorisation d'items simples pour s'intéresser ensuite aux spécificités du texte écrit par rapport aux documents oraux ou télévisuels. Quelques hypothèses explicatives de la supériorité de l'écrit seront avancées. Le rôle de dynamique (film ou animation) fera l'objet d'un développement particulier, notamment par la présentation des travaux de Mayer. Les implications pédagogiques de ces résultats seront discutées.

Mots clefs : format, apprentissage, images.

¹ Laboratoire de Psychologie Expérimentale, Université Rennes II, 6, avenue Gaston Berger, 35043, Rennes Cedex

1. INTRODUCTION

Ce numéro de la revue de psychologie de l'éducation est consacré à l'étude de l'influence des formats de présentation sur la mémorisation et la compréhension de documents. Ces formats (textes, narrations, film, illustrations, hypertextes ou animations) sont autant de modes de présentation de l'information disponibles pour le pédagogue. Ils possèdent tous des caractéristiques qui les rendent plus ou moins efficaces en fonction des situations d'apprentissage et des sujets impliqués dans cette situation. Le domaine est vaste, cet article se veut donc une introduction à ce volume plus qu'une revue de questions exhaustive.

Le rôle des formats de présentation sur la mémorisation a déjà fait l'objet de nombreuses études. Les premières études comparaient notamment des informations imagées (dessins ou photographies) à des mots ou des phrases. Le développement des médias audiovisuels a conduit un certain nombre de chercheurs à évaluer leur efficacité en terme d'apprentissage, comparant par exemple les documents télévisés au texte. Enfin plus récemment, c'est le multimédia qui fait l'objet d'études de plus en plus nombreuses.

2. EXISTE-T-IL UN MEDIA SUPERIEUR A UN AUTRE ?

Si cette question a pour objectif de classer de manière absolue les médias (livre, télévision ou ordinateur par exemple) en fonction de leur efficacité pédagogique, nous ne pouvons y répondre que par la négative. De nombreux auteurs suggèrent aujourd'hui de recentrer le débat des médias transmettant le savoir à l'apprenant lui-même (Jonnassen, Campbell et Davidson, 1994, Clark, 1994, Mayer, 1997). Mayer (1997) déclare même que cette question appartient au passé. Il propose de s'intéresser à des questions plus pertinentes sur les conditions d'efficacité des médias en fonction de leurs attributs et en replaçant l'apprenant dans une situation active de construction du savoir. Clark (1994) a lui une position plus radicale et soutient que les «médias n'influenceront jamais l'apprentissage». L'auteur souligne la confusion qui existe entre les médias, leurs attributs et les méthodes d'apprentissage. Sans soutenir une telle position, nous pensons néanmoins que de telles remarques doivent être prises en compte.

De fait, aux regards des différents travaux, il apparaît de plus en plus pertinent de s'intéresser aux conditions d'efficacité des médias en fonction de leurs attributs (illustrations, textes, narrations, animations), de la tâche à réaliser et des caractéristiques propres du sujet en situation d'apprentissage. Lieury (Lieury, Badoul et Belzic, 1996) identifie en fonction des croisements entre présence d'images, de textes ou de discours

« sept portes de la mémoire ». Certaines sont auditives (discours, cours oral), d'autres auditives et visuelles (cours oral plus tableau), d'autres auditives et imagées (télévision).

3. LES PREMIERES ETUDES : LA MEMORISATION DES DESSINS ET DES MOTS

Les études comparatives de la mémoire des dessins et de celle des mots sont nombreuses (Voir Lieury, 1995 pour une revue récente). On retiendra parmi celles ci les expériences princeps, qui ont ouvert la voie à des expérimentations plus précises. Dès 1965, Ducharme et Fraisse mesurent les taux de rappel de mots et de dessins chez des enfants. Des listes de 25 items sont créés avec des dessins d'objets simples ou les mots correspondant à ces objets. Les auteurs constatent que les dessins sont mieux rappelés que les mots. Ceci est en soit un premier résultat intéressant mais un résultat complémentaire va ouvrir la voie à de nouvelles perspectives de recherches. En effet, dans une troisième condition, les enfants devaient verbaliser les dessins pendant la phase d'apprentissage. Les performances dans cette condition sont identiques à la condition où le dessin n'était pas verbalisé. Cette équivalence des performances semble donc indiquer que les enfants ont utilisé une dénomination implicite du dessin dans la condition où la verbalisation n'était pas requise par la tâche. Cette verbalisation implicite postérieure au codage sémantique servira de base au modèle de la dénomination proposée par Fraisse en 1980 (voir Jamet, 1996a pour une présentation de ces travaux). L'hypothèse d'un recodage verbal du dessin lors du processus de mémorisation va être reprise et développée par un chercheur canadien et son équipe. En effet, Paivio et Csapo (1969) utilisent au sein d'une même expérience des mots concrets, des mots abstraits et des dessins. Mais l'ingéniosité de ces chercheurs va consister à manipuler le temps de présentation des mots et des dessins. Ils utilisent deux intervalles interstimuli. Le premier est fixé à 187 ms, le second à environ 500 ms. Dans ce dernier cas, le temps de traitement disponible pour le codage mnésique est donc nettement supérieur à la première condition. La supériorité des dessins sur les mots concrets n'est visible qu'au temps de présentation le plus élevé. Cette théorie du double codage a reçu bon nombre de validations expérimentales, et des développements plus récents (Paivio, 1991 ; Mayer et Sims, 1994 ; Mayer, 1997) la rendent plus compatible avec les résultats récents notamment dans le domaine de la compréhension.

Parallèlement, à ces études sur les dessins et les mots présentés visuellement, d'autres travaux se sont intéressés à la mémorisation de mots lus ou entendus. On observe une supériorité à court terme de la modalité auditive (Murdock, 1968). La supériorité de la modalité auditive sur le format visuel n'est que d'environ une dizaine de secondes (Peterson et Johnson, 1971).

L'étude de l'influence du mode de présentation sur l'apprentissage ne peut évidemment pas se limiter à l'étude de la mémorisation de mots et de dessins. C'est lors de la confrontation à des documents plus complexes que cette influence prendra toute son importance. Ainsi, par exemple, est-il plus efficace en terme d'apprentissage de lire un texte que d'écouter le discours correspondant ?

4. LA SUPERIORITE DU TEXTE SUR LES AUTRES FORMATS

4.1. Lire ou Ecouter ?

Un document auditif, un cours par exemple, est-il plus efficace qu'un texte en terme d'apprentissage? On observe en fait dans la littérature une relative supériorité de la lecture sur l'audition d'un document que les lecteurs soient des collégiens (Lieury et Badoul et Belzic, 1996), des adolescents (Gunter, Furnham et Gietson, 1984) ou des adultes (Furnham et Gunter, 1987, Bell et Perfetti, 1994). Le mode écrit est supérieur au mode auditif quant au taux de bonnes réponses à un QCM ou en rappel libre (Furnham, Proctor et Gunter, 1988) ou à des questions de compréhension d'un texte long (Bell et Perfetti, 1994). Ceci est vrai que le document présenté soit : des informations (Furnham et al, 1984, Furnham et Gunter, 1987) ; des publicités (Furnham et Williams, 1987), un document scientifique (Furnham et al, 1990 ; Lieury et al., 1996), un reportage (Furnham et al, 1988).

Il serait néanmoins prématuré ici de conclure que toutes information transmise visuellement sera mieux mémorisée que si elle est entendue. En effet, nous ne comparons ici que des textes sans illustrations. On constatera que, dès lors que des illustrations ou des animations sont proposées conjointement à un texte, les résultats sont en faveur d'un texte écouté parallèlement à la présentation des images, plutôt que d'un texte lu (Mousavi, Low et Sweller, 1995 ; Mayer et Moreno, 1998). Cette supériorité d'une présentation d'informations dans deux modalités simultanées n'apparaît que pour des documents possédant une charge intrinsèque élevée, c'est à dire des documents où les éléments à traiter simultanément sont nombreux (Tindall-Ford et al, 1997).

4.2. Quelques remarques sur l'hypertexte

Les textes utilisés dans les travaux évoqués jusqu'à présent était des textes linéaires. Avec le développement de l'informatique, le lecteur est de plus en plus souvent

confronté à des textes non-linéaires, les hypertextes où des liens, souvent mis en évidence par des mots d'une couleur différente, permettent le passage d'une page à une autre du document. Ces hypertextes, et plus généralement les hypermédias, posent des problèmes spécifiques à leur structure et à la navigation qu'ils imposent (Rouet et Merlet, 1996 ; Rouet et Tricot, 1996). En effet, l'avantage résidant dans la multiplicité des modes d'accès aux concepts peut se transformer en inconvénient, le logiciel devenant alors un véritable labyrinthe conceptuel (Tricot et Bastien, 1996). La comparaison des hypertextes et des textes linéaires révèle des interactions entre la tâche demandée au lecteur (lecture libre, compréhension, rappel) et le type de texte (Rouet et Tricot, 1996). Ainsi, Dee-Lucas et Larkin (1995) ont démontré qu'un hypertexte permettait un rappel plus performant des idées importantes du texte (les titres) qu'un texte traditionnel à condition qu'il soit structuré sous forme d'un organigramme. Cet effet n'est présent que lorsque la tâche était une lecture générale. Quand les sujets étaient prévenus qu'ils devraient effectuer un résumé du texte (lecture spécifique), l'avantage de l'hypertexte disparaissait, les sujets prenant en compte de manière plus importante les titres dans le texte traditionnel. Enfin, il apparaît que les hypertextes ne sont pas égaux entre eux, un hypertexte non structuré (une liste de concept) étant inférieur en terme de rappel à un hypertexte structuré (organigramme) ou à un texte traditionnel.

4.3. Texte et document télévisé

Un autre support informationnel et, non des moindres, mérite d'être étudié. La télévision est en effet le média le plus utilisé de nos jours. Les études réalisées notamment par Anderson, Wilson et Fielding (1988) aux Etats-Unis révèlent que les jeunes américains lisent moins de 20 minutes par jour pour plus de deux heures passées devant la télévision. Mais qu'en est-il de l'efficacité informative de la télévision? Deux axes de recherches existent pour répondre à cette question : le premier consiste à tenter de prédire le niveau de vocabulaire ou de culture générale des enfants à partir de leurs activités extra-scolaires, notamment le temps passé à lire ou à regarder différents types d'émissions télévisées. Cette approche a été développée notamment par l'équipe de Stanovich (Cunningham et Stanovich, 1991 ; Stanovich et Cunningham, 1993). Une étude réalisée dans notre laboratoire complète les travaux de Hall, Chiarello et Edmonson (1996). Elle démontre l'influence du temps passé à lire (l'exposition à l'écrit) sur le niveau de vocabulaire d'enfants de 11 ans, mais une influence de l'exposition aux émissions culturelles télévisées est aussi mise en évidence (Jamet et al., en préparation).

Le second axe de réponse, celui que l'on va développer ici, consiste à comparer le film documentaire à ces équivalents écrits ou oraux. La comparaison de l'écrit au document télévisuel n'a finalement qu'un intérêt expérimental limité. En effet, il est dans ce cas difficile d'isoler ce qui dans les différences observées relève du rôle de l'image (voir

point 5.3) de celui des spécificités du texte par rapport à la narration (voir point 4.5). Néanmoins, il existe un intérêt pédagogique à comparer ces formats dans la mesure où ils sont constamment utilisés dans le milieu éducatif.

L'étude de la littérature sur ce sujet démontre que le document écrit est mieux mémorisé que le document télévisuel, quel que soit le document (publicité, informations ou magazine scientifique) pour des lecteurs adultes. Voici à titre d'exemple les résultats d'une expérience de Furnham, Proctor et Gunter (1988). On présente à des étudiants un film de 4 mn 30 traitant d'une île de l'océan indien. Le document est présenté sous trois formes : audiovisuelle, auditive ou écrite. La qualité de la mémorisation des étudiants est évaluée par 2 types d'épreuves. La première est une épreuve de rappel libre, la seconde un questionnaire.

Tableau 1 : Taux de rappel et de bonnes réponses en fonction du médium, d'après Furnham et al., 1988

Présentation	télévisuelle	Auditive	textuelle
Rappel (/54)	14,8	14,9	17,6
Questionnaire (/24)	14,54	12,75	17,8

Chez des lecteurs adultes (Furnham et Gunter, 1985, 1987 ; Furnham et Williams, 1987 ; Furnham, Gunter et Green, 1990 ; Furnham, Proctor et Gunter, 1988 ; Gunter, Furnham et Gietson, 1984) et des collégiens (Lieury, Badoul et Belzic, 1996), la présentation écrite est plus efficace que la présentation télévisuelle. Néanmoins, il semble que ceci ne se vérifie pas chez des enfants plus jeunes (Beentjes et Van der Voort, 1991) la télévision étant parfois même supérieure (Beentjes et Van der Voort, 1993, Beentjes, Voojs et Van der Voort, 1993 ; Walma Van der Molen & Van der Voort, 1997). L'âge, mais surtout à travers lui un certain nombre de compétences cognitives est l'une des variables susceptibles d'influencer la supériorité de l'écrit.

4.4. Quelques variables importantes pour la supériorité de l'écrit

Dans une étude publiée en 1991 (Beentjes et al.), la supériorité du document télévisé est mise en évidence chez des enfants de 10 ans mais disparaît chez des enfants de 12 ans. Dans l'étude de Walma Van der Molen et Van der Voort (1997), les documents télévisés sont mieux mémorisés par des enfants de 11 ans que les textes, quel que soit leur niveau de lecture ou le fait qu'ils aient été prévenus du test ou non. Néanmoins, Lieury et al. (1996) observent une supériorité du document écrit chez des enfants du même âge lorsqu'ils s'intéressent à la mémorisation d'une émission scientifique. Il apparaît donc une possible interaction entre l'âge et média. Dans une étude transversale, nous avons

comparé l'efficacité relative des formats écrits et audiovisuels en fonction de l'âge des sujets (Jamet et Cochenec, 1998). La mémorisation est évaluée par un questionnaire de questions ouvertes portant sur des informations plus ou moins explicites du texte.

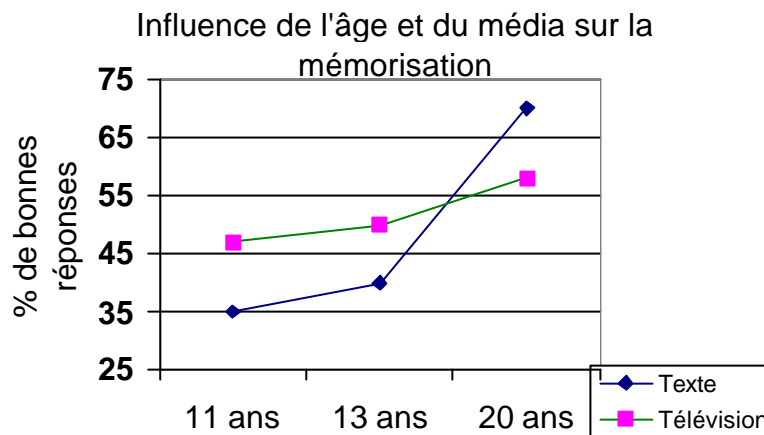


Figure 1 : Interaction entre l'âge et le média dans une tâche de mémorisation, d'après Jamet et Cochenec, 1998

La télévision est supérieure à l'écrit chez de manière significative pour les enfants de 11 ans. La différence est réduite pour les enfants de 13 ans et s'inverse chez les adultes, le texte produisant la meilleure performance. Ces résultats vont dans le sens de nos hypothèses de départ à savoir une interaction entre âge et format. Les résultats à 11 ans corroborent donc les travaux de Walma Van der Molen et Van der Voort (1997). Néanmoins, des résultats opposés ont déjà été observés chez des enfants du même âge (Lieury et al., 1996). La nature du document utilisé doit donc, entre autre, être prise en compte dans la généralisation des ces résultats.

Les effets de l'âge que l'on a étudié masquent bien évidemment l'évolution au cours du développement d'un certains nombre de processus cognitifs. Ici, c'est tout d'abord l'automatisation progressive des étapes précoces conduisant à la reconnaissance lexicale ou de l'étape de calcul syntaxique qui vont permettre l'utilisation des ressources attentionnelles pour des processus de haut niveau d'intégration sémantique et régulations métacognitives. Sur le premier point, il est désormais clair que l'automatisation des étapes précoces permet la mise en place de processus d'intégration sémantique plus efficaces du fait même des ressources libérées (Stanovich, 1990). De fait, le niveau de compréhension

écrite dépend pour une part non négligeable du niveau d'efficacité des étapes d'accès au lexique (Bell et Perfetti, 1994).

De plus, les ressources libérées par l'automatisation vont permettre la mise en place de stratégies qui lorsqu'elles sont connues et utilisées à bon escient par le lecteur (Paris, Wasik & Turner, 1990), vont participer pour beaucoup à la supériorité de la lecture.

Le niveau de lecture en lui-même est évidemment primordial dans la comparaison du format écrit aux autres formats. Ainsi, l'étude déjà citée maintes fois de Bell et Perfetti (1994) éclaire quelque peu cette affirmation difficilement contestable. Dans cette expérience, trois groupes de sujets sont créés en fonction du niveau de lecture des sujets. Le premier groupe est un groupe de lecteurs efficaces. Le second groupe est caractérisé par un trouble de lecture non spécifique qui s'étend au domaine verbal. Le troisième groupe est caractérisé par un trouble spécifique de la lecture, ce qui correspond à la définition classique de la dyslexie. Les trois groupes sont équivalents en terme de QI non verbal. Néanmoins, en comparant le rappel des informations importantes dans les différents formats, un fait intéressant est mis en évidence. Le groupe de "mauvais lecteurs spécifiques" rappelle moins de ces informations importantes que de détails dans le format écrit uniquement. Il semble qu'à l'écrit ces lecteurs n'aient plus suffisamment de ressources pour dégager les informations importantes du texte.

De plus, à notre connaissance, aucune étude n'a exploré la médiation éventuelle du niveau de connaissance préalable lui aussi confondu en partie avec l'âge des sujets dans la comparaison écrit/télévision. L'influence considérable des connaissances préalables du sujet dans la compréhension d'un document a été largement démontrée. Les sujets possédant des connaissances préalables plus élevées réalisent plus rapidement des inférences que des novices (Tardieu, Ehrlich et Gyselinck, 1992) démontrant par ce fait la qualité supérieure de leur représentation mentale analogique du texte, leur « modèle mental » (Johnson-Laird, 1983). De nombreuses études démontrent que l'utilisation que fera un lecteur d'un texte dépend pour beaucoup de ces connaissances préalables. Ainsi, Voss et Sielfies (1996) démontrent des interactions entre le niveau de compréhension orale des sujets, la structure textuelle et le niveau de connaissances préalables. Dans un texte où les relations causales entre événements sont explicites, ce qui est retenu du texte dépend du niveau de compréhension du sujet. Lorsque ces relations causales sont implicites, le niveau d'apprentissage dépend des connaissances préalables. De même, Fincher-kiefer, Post, Green et Voss (1988) ont montré que la demande en ressources cognitives d'un texte était modulé par le niveau d'expertise des lecteurs dans le domaine du texte, le base-ball en l'occurrence. Le rôle de l'image dépend pour beaucoup du niveau de connaissances préalables (Mayer et Gallini, 1990). Dès lors, il est plausible, que des connaissances

préalables plus élevées lorsque l'on compare des adultes à des enfants ou des novices à des experts viennent moduler la supériorité de l'écrit sur la télévision notamment.

De même, si l'influence de capacités spécifiques du système cognitif, telle que la mémoire de travail, sur le niveau de compréhension d'un texte est bien établie (voir Coirier, Gaonac'h et Passerault, 1996 pour une synthèse), les faits sont moins clairement établis en ce qui concerne les relations entre compréhension orale et mémoire de travail. S'il est clair que les niveaux de compréhension orale et écrite sont très liés (Gernsbacher, Varner et Faust, 1990) reflétant ainsi la même aptitude à comprendre dans les deux formats, il est aussi démontré que dans le format écrit, des régulations de type contrôlé permettent de compenser certains déficits (Stanovich, 1980 ; Walkzick, 1993, 1995 ; Jamet, 1996a pour une revue en français). Ces compensations (modulations du rythme, retours en arrière, etc..) sont impossibles en modalité orale, l'auditeur étant alors, hypothétiquement, plus dépendant du niveau d'effcience des processus de bas niveau. Ces compensations que l'on vient d'évoquer sont en fait pour une large part responsable de la supériorité de l'écrit sur les formats auditif ou audiovisuel (voir Fayol, 1992, pour une proposition similaire).

4.5. Quelques hypothèses explicatives de la supériorité de l'écrit

La première des hypothèses explicatives de la supériorité de l'écrit est liée au rythme et à la vitesse de présentation. Pendant la présentation d'un document oral, l'auditeur ne maîtrise pas cette vitesse. Le lecteur est maître de son rythme, il peut compenser certaines difficultés de décodage en ralentissant sa lecture (Walczyck, 1993 ; 1995), il peut moduler sa vitesse en fonction de la difficulté du texte ou de l'introduction de nouveaux arguments (Haberlandt, Graesser, Schneider et Kielly, 1986). Dans cette dernière étude, le temps de lecture en fenêtre mobile est mesuré en fonction du nombre d'arguments introduits dans la phrase et en fonction de la tâche à réaliser. Lors d'une tâche de lecture libre ou de compréhension, les temps de lecture augmentent pour le mot concerné par l'argument. Lorsque les sujets doivent effectuer un rappel libre, cet effet est cumulé avec une augmentation proportionnelle du temps en fin de phrase. Les sujets modulent donc leur temps de lecture en fonction des nouvelles informations et de la tâche à accomplir. Cette augmentation du temps de lecture en fonction des arguments est plus marquée en fin de ligne pour des lecteurs rapides, en fin de phrase pour des lecteurs lents (Haberlandt, Graesser et Schneider, 1989).

La seconde explication possible repose sur la possibilité de retours en arrière dans le texte lorsque cela est nécessité par une information mal intégrée. Ces régulations sont mises en place progressivement au cours du développement (Garner et Reis, 1981). L'utilisation des retours en arrière apparaît même comme dépendante de certaines capacités cognitives de base. Ainsi, Walczyck et Taylor (1996) ont montré que les lecteurs qui possédaient les processus de récupération de l'information en mémoire de travail les moins rapides étaient ceux qui effectuaient le plus de retours en arrière dans le texte. Mais le niveau de compréhension de ces individus n'était pas plus faible, il y donc compensation ici par les retours en arrière. Ces retours en arrière semblent pour pouvoir être enseignés de manière profitable (Garner, Hare, Alexander, Haynes & Winograd, 1984) de même qu'une part non négligeable des autres stratégies propres à la lecture (Paris, Wasik & Turner J.C., 1990)

D'autres hypothèses devront aussi être testées. C'est notamment celle concernant la gestion des paragraphes. Le marquage des paragraphes dans un texte est important dans la mesure où il fournit au lecteur un indice relatif à la fin d'un épisode conceptuel. Etant donné les capacités limitées de la mémoire de travail, il est nécessaire d'effectuer par cycle des opérations de condensation et de stockage de la macrostructure. De fait, les temps de lecture sont plus longs sur les derniers segments des paragraphes (Passerault et Chesnet, 1991). Il est plausible que l'absence de ce type de segmentation à l'oral ait une influence sur l'efficacité de ce format.

L'une des explications avancée dans la littérature pour expliquer la supériorité de la lecture sur la télévision est la notion d'effort mental (Salomon, 1984). Les spectateurs investiraient moins de ressources attentionnelles dans le média audiovisuel. Cet effort mental a malheureusement été vérifié a posteriori par des questionnaires portant sur les impressions des sujets (Salomon, 1984 ; Beentjes, 1989). En 1993, Beentjes et Van der Voort se sont intéressés à cette hypothèse mais en la testant par des mesures de temps de réaction sur une tâche secondaire. En lisant ou en regardant la télévision, des enfants devaient appuyer le plus rapidement possible sur un bouton réponse lorsqu'ils entendaient un "bip". Ici, des temps de réaction (TR) moins longs sont attendus en condition télévisuelle si l'effort mental investi dans le média est moindre. Les résultats sont inverses aux hypothèses, puisque les TR moyens sont 530 ms pour la TV et de 440 ms pour la lecture chez des enfants de 9 ans. Rien ne permet donc à l'heure actuelle de valider cette hypothèse.

Cette notion d'effort mental peut être aussi appréhendée par la notion d'attente d'un test. Les études généralement réalisées placent les sujets dans une situation d'apprentissage en leur indiquant clairement la présence d'une épreuve de mémoire. Mais la majorité de notre activité télévisuelle n'est pas dirigée vers l'apprentissage. On peut donc penser que le fait de prévenir du test va engendrer un investissement attentionnel, un

effort mental, qui va être particulièrement bénéfique à la lecture parce cet effort mental est plus habituel dans ce médium. C'est cette hypothèse qui a été testée par Beentjes et son équipe en 1993.

Un groupe d'enfants regarde un journal télévisuel, un autre lit le texte de ce journal. Chacun des ces deux groupes est à nouveau divisé, la moitié des enfants étant prévenu du test de mémoire l'autre non. Les taux de bonnes réponses suivants sont observés à la suite du test :

Tableau 2 : Taux de rappel en fonction du médium et de l'attente d'un test, d'après Beentjes et al., 1993

Médium	Attente du test	
	oui	Non
Texte	53	37
TV	51	44

Lorsque les enfants attendent un test, télévision et lecture sont équivalentes, ce qui confirme les résultats observés chez des enfants du même âge (11 ans) par la même équipe en 1991. En revanche, lorsque les enfants ne se placent pas en situation d'apprentissage, la télévision est supérieure à la lecture. Cet effet d'attente d'un test n'est néanmoins répliqué par Walma van der Molen et Van der Voort, 1997). On doit donc rester prudent sur les effets de l'effort mental comme élément explicatif de la supériorité du format écrit.

4.6. Quelques remarques et quelques implications pédagogiques...

On a constaté une relative supériorité du document écrit sur le document auditif ou audiovisuel dès lors que le lecteur est suffisamment efficient. On réaffirme ici que ceci est une conclusion générale et que de nombreuses variables peuvent venir moduler cet état de faits, bien évidemment le niveau de lecture, mais aussi bien que cela ne soit prouvé, le

niveau de connaissance préalables, le niveau de mémoire de travail, d'habilité à traiter des documents imagés et la nature du document elle-même.

Un certain nombre de remarques relatives aux conséquences pédagogiques de ces résultats doivent être exposées :

La majorité des expériences réalisées utilisent des documents auditifs enregistrés. Ceci est réalisé dans un souci de rigueur scientifique, pour que les contenus soient identiques dans tous les groupes. Néanmoins, ce procédé éloigne le chercheur du cours oral où l'enseignant peut moduler sa vitesse quand l'information lui semble difficile à intégrer, répéter des informations, répondre à des questions, etc. Il y a donc la nécessité d'expérimenter de manière plus écologique. C'est dans ce but que dans l'expérience, de Lieury et ses collaborateurs (1996), il s'agissait bien d'un cours oral. On y retrouve la relative supériorité du livre (38% de bonnes réponses) sur le cours oral (21%).

La seconde remarque concerne bien évidemment le niveau d'expertise du lecteur. Si ce dernier est trop jeune ou mauvais lecteur, il est fort probable que le cours oral sera pour lui plus bénéfique. Mais ce serait une erreur de préconiser à outrance des cours oraux aux dépens de cours écrits ou de livres. L'automatisation des processus de lecture et plus globalement le niveau de lecture dépendent pour une large part des habitudes de lecture (McBride-Chang et al, 1993). Diminuer le temps de lecture parce que le lecteur n'est pas suffisamment habile ne se fera qu'à ses dépens. De plus aucune donnée n'est disponible sur l'effet des questions qui sont toujours écrites même lorsque les données sont entendues.

5. LE ROLE SPECIFIQUE DE L'IMAGE

Les apports de l'image à la compréhension et la mémorisation ont fait l'objet de nombreuses études (Voir la synthèse de Gyselinck, ce volume). L'image est un complément utile au texte sous certaines conditions spécifiques. Ces conditions sont détaillées dans l'article de Gyselinck, nous ne les reprendrons donc pas ici. On se contentera de présenter ici l'étude de Mayer et Gallini (1990). Les images peuvent être aussi dynamiques, sous formes d'animations multimédia, ou de documents filmés. Ces deux types d'images ont leur avantages et inconvénients respectifs mais respectent certaines lois communes en terme d'efficacité (Park et Hopkins, 1993 ; Najjar, 1996).

5.1. Quand une image vaut-elle mille mots ?

C'est à cette question que se proposent de répondre Mayer et Gallini (1990) en s'appuyant notamment sur la distinction des types d'illustration proposée par Levin

(1981, cité par Mayer et Gallini 1990.), à savoir les illustrations décoratives, les représentations, celles qui permettent d'insister sur les idées clefs du texte, celles qui permettent de les organiser au sein d'une structure cohérente et enfin les illustrations de type explicatives relatives à la compréhension du texte. C'est à ce dernier type d'illustrations que s'intéressent Mayer et Gallini. Pour ces auteurs, les conditions suivantes doivent être remplies pour qu'une illustration soit efficace :

- * Le texte doit être de type explicatif
- * L'évaluation finale utilisée doit mesurer la compréhension et l'interprétation et non le rappel en lui-même. Les auteurs utilisent ainsi des tâches de résolution de problèmes plutôt qu'une tâche de rappel ou de reconnaissance.
- * Les illustrations doivent être explicatives, insistant par exemple sur les relations entre des systèmes, le déroulement d'une procédure.
- * Les sujets doivent être novices dans le domaine concerné.

Les auteurs font alors un certain nombre de prédictions :

- * Les illustrations explicatives amélioreront le rappel des informations du même type et non des informations factuelles.
- * Ces mêmes illustrations amélioreront le score à un test de résolution de problèmes mais non à un test de reconnaissance de phrases qui ne mesure pas directement la qualité de l'interprétation.
- * Les illustrations explicatives sont plus efficaces que des illustrations non explicatives en ce qui concerne le rappel conceptuel et la résolution de problèmes. L'hypothèse sous-jacente étant que l'illustration dans ce cas bénéficie directement à la construction d'un modèle mental plus efficace.
- Enfin, ces prédictions ne seront valides que dans le cas où les sujets sont novices dans le domaine étudié. En ce qui concerne la résolution de problèmes, il est proposé que des sujets ayant des connaissances préalables plus élevées construisent un modèle mental suffisamment pertinent pour que l'illustration soit peu bénéfique.

Toutes ces prédictions sont testées par trois expériences successives. Dans chaque cas, des étudiants lisent un texte accompagné ou non d'illustrations. Ces illustrations peuvent être descriptives (le système étudié est présenté accompagné d'une légende désignant ces composants), explicatives (une série de croquis illustre les différentes étapes de fonctionnement du système) ou enfin à la fois descriptives et

explicatives. Les textes exposent successivement le fonctionnement d'un frein, d'une pompe, d'un générateur électrique. Les étudiants sont ensuite évalués par un rappel libre, une épreuve de résolution de problèmes (Qu'est-ce qui a pu se produire lorsque l'on appuie sur la pédale de frein et que le frein ne fonctionne pas ?) et enfin un test de reconnaissance de phrases du texte.

Toutes les prédictions sont vérifiées. Le dernier type d'illustrations (explicatif-descriptif) améliore le rappel des éléments explicatifs et la résolution de problèmes uniquement pour les étudiants novices en mécanique. Les autres types d'illustrations ne sont pas efficaces, ce qui souligne la nécessité d'utiliser des illustrations fournissant à la fois des éléments factuels et conceptuels. Les étudiants ayant des connaissances préalables plus élevées ne profitent pas de la présence d'une illustration à une exception près, le rappel des éléments explicatifs dans la troisième expérience où le texte était un peu plus développé.

5.2. Les animations multimédia...

Des simples signaux clignotants aux animations les plus complexes, les images dynamiques sont de plus en plus utilisées dans les documents multimédias. Mais comme le souligne Reiber (1990), ces animations sont plus souvent présentes pour impressionner que pour instruire. Dans la revue de questions de cet auteur, les 13 expériences citées démontrent le plus souvent une absence d'effet de l'animation en terme d'apprentissage. Une étude plus récente du même auteur semble indiquer toutefois des effets en termes motivationnels (Reiber, 1991) se traduisant par un retour à l'activité plus important lorsque les animations sont présentes. La synthèse plus récente de Park et Hopkins (1993) arrive aux mêmes résultats mitigés quant aux effets de l'animation. Ces auteurs proposent des situations où les animations sont efficaces : démonstration d'actions séquentielles dans une tâche procédurale (réparation d'un système), simulation de comportements des systèmes complexes (tableau de bord d'un avion dans un simulateur), illustration de systèmes et de manifestations invisibles (système sanguin ou nerveux), illustration de tâches difficiles à verbaliser (actions simultanées dans un système complexe), pour orienter l'attention vers des données spécifiques ou fournir une analogie visuelle à un processus temporel par exemple. On reviendra ultérieurement sur cet apparent manque d'efficacité à la lumière de travaux plus récents.

5.3. Les images télévisées

Les documents filmés sont eux aussi utilisés couramment dans le milieu pédagogique. Comme dans le cas des animations, les travaux publiés obtiennent des résultats différents voire contradictoires. L'image télévisée semble parfois permettre un

ou de rappel libre, compréhension par des épreuves de résolution de problèmes ou d'inférences. Le rôle de l'image télévisée ou de l'animation multimédia sera plus clairement établi dès lors que l'on définira clairement ce qui est évalué et par quelle épreuve cette évaluation est réalisée.

5.4. Sommes-nous de bons processeurs multimédia?

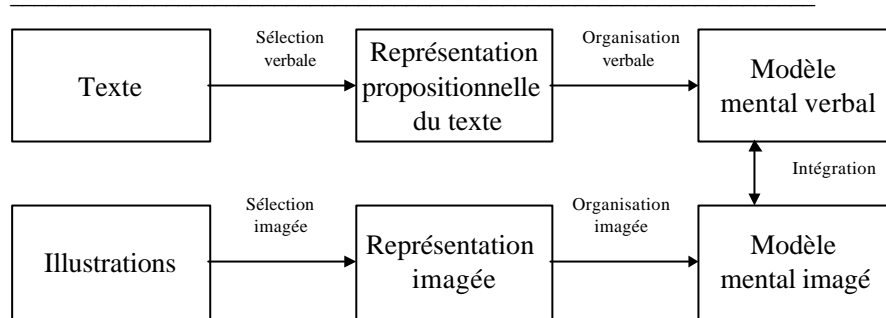
Sommes nous capables de traiter des informations provenant de sources différentes simultanément? Baggett et Ehrenfeucht répondent par l'affirmative à cette question pour conclure leur article publié en 1983 en concluant que les étudiants de leur expérience apparaissent « comme de bons processeurs multimédia ». Ils démontrent en fait dans cette étude que des documents où la bande son et l'image sont présentées simultanément sont plus efficaces que si les présentations sont successives. Ces résultats peuvent paraître surprenant dans la mesure où l'on pourrait attendre une « surcharge » du système cognitif dès lors qu'il doit traiter des informations imagées ou verbales provenant de plusieurs sources. Le postulat de départ de cette conception de l'attention est la notion de ressources attentionnelles. Chaque individu possède une capacité limitée de traitement qui peut être gérée pour réaliser plusieurs tâches simultanément (Kahneman, 1973).

Néanmoins, les expériences réalisées dans le but de tester une éventuelle concurrence des informations auditives et visuelles obtiennent des résultats globalement similaires. La présentation d'informations visuelles et auditives en simultané permet une mémorisation supérieure à une présentation successive (Baggett, 1984, Baggett et Ehrenfeucht, 1983 ; Mayer et Anderson, 1991, 1992). Le fait de présenter des images en même temps que la bande son n'altère pas le rappel de informations que cette dernière contient (Pezdek et Stevens, 1984). De fait, ces résultats peuvent être interprétés dans le cadre de la théorie de la charge mentale (Sweller et Chandler, 1991 ; Voir Tricot, ce volume pour une synthèse). Sans développer cette théorie, la charge mentale liée à une situation d'apprentissage est fonction, entre autres, de la quantité d'informations fournies simultanément mais aussi de la modalité de présentation des ces informations et du degré d'intégration de ces informations. Par exemple, l'apprentissage d'un logiciel à l'aide d'un manuel et d'un ordinateur à un « coût cognitif » important dans la mesure où l'attention doit être partagée entre l'écran et le manuel. Sweller et Chandler (1991) montrent qu'un manuel modifié intégrant à la fois des informations verbales et des illustrations du clavier ou des écrans est dans un premier temps préférable. Le fait d'intégrer des informations provenant de sources différentes dans un même document permet d'améliorer l'apprentissage en limitant la division de l'attention. La charge mentale d'une situation peut être réduite de la même manière si des informations sont présentées simultanément mais dans des modalités différentes. Ainsi, dans l'étude de Mousavi, Low et Sweller (1995), le temps de résolution de problèmes géométriques est inférieur lorsque les

présentations du problème intègrent des informations visuelles (phrases, diagrammes) et auditives par rapport à une présentation visuelle de toutes les informations. Plus clairement, les problèmes sont résolus plus efficacement si le texte est entendu au moment où le diagramme est présenté, plutôt que lorsque ce même texte doit être lu.

Ces conclusions ont été confirmées récemment par l'étude de Mayer et Moreno (1998). Un document multimédia constitué d'une narration et d'une animation (document sur le circuit de l'eau dans l'atmosphère ou d'un système de freinage) est plus efficace qu'un document où le même texte est écrit sur l'écran, que ce soit en terme de rappel libre ou de résolutions de problèmes. Ici, c'est aussi l'effet de division de l'attention qui est avancé comme hypothèse explicative. Le fait de fournir des informations dans les deux modalités spécifiques aux deux systèmes esclaves de la mémoire de travail, la boucle articulatoire et le calepin visuo-spatial, permettrait de réduire les pertes d'informations liées à une surcharge lorsque le système visuel traite à la fois le texte écrit et l'animation. Néanmoins, Merlet et Gaonac'h (1994) observent que des étudiants de premier cycle en anglais sont gênés par la présence d'illustrations proposées simultanément à la narration dans un CD-Rom d'apprentissage de cette langue. Ici, c'est probablement le coût en ressource élevé des étapes de traitements linguistiques d'une langue étrangère qui crée cette situation de concurrence. Il serait alors intéressant de mesurer l'effet de ces illustrations dans une situation écrite permettant des compensations.

Un autre facteur important est la contiguïté temporelle des informations présentées. Mayer et Sims (1994) et Mayer (1997) proposent un modèle du traitement multimédia inspiré du modèle du double codage (Paivio et Csapo, 1969 ; Paivio, 1971). Des représentations imagées et verbales sont construites à partir des codage visuel et verbal et de la sélection des informations pertinentes dans les deux sources d'informations. A partir de ces deux bases, deux représentations mentales (modèles mentaux) plus cohérentes sont élaborées à partir de processus d'organisation de l'information. Ces deux modèles sont interconnectés dans un processus d'intégration. Ces deux types de représentation et leurs connections sont construites dans les deux systèmes visuels et verbaux de la mémoire à court terme, elles sont donc soumises dans leur élaboration aux contraintes liées à la capacité limitée de cette mémoire.



**Figure 2 : Modèle de l'apprentissage multimédia,
d'après Mayer, 1997**

Ces connections sont facilitées par la contiguïté temporelle ou spatiale :

- Si des informations issues de sources multiples sont présentées simultanément, les connexions référentielles entre les modèles mentaux imagés et verbaux sont encouragés, expliquant ainsi la supériorité de la présentation simultanée.

- Un texte écrit sera plus efficace si l'illustration qui l'accompagne est proche sur le document plutôt que présentée sur une page différente (Mayer, 1989 ; 1997 ; Mayer et al. , 1995 ; Sweller et al. , 1990).

Néanmoins le bénéfice des animations est attendu dans des conditions précises par Mayer et Sims (1994). Comme pour le cas de l'illustration, le sujet doit être novice, le questionnaire doit évaluer des connaissances précises, la résolution de problèmes notamment. Ils vont même plus loin dans cette expérience en proposant des compensations entre bas niveau de connaissance préalable, l'habilité spatiale et la présence d'une animation. Il apparaît en fait que l'effet de contiguïté est d'autant plus important que les sujets ont une aptitude spatiale² élevée. Les sujets moins efficaces du point de vue spatial investissent plus de ressources pour construire une représentation visuelle du système, dès lors moins de ressources sont disponibles pour la construction des liens référentiels. Ici encore, il apparaît nécessaire de prendre en compte les différences interindividuelles dans l'étude des apports de l'animation. Ceci permettra d'ailleurs de comprendre l'apparente disparité des résultats obtenus dans la littérature (Reiber, 1990 ; Park et Hopkins, 1993). De même, dans une étude où nous avons contrasté les niveaux de connaissances préalables et où nous avons étudié le rôle

² Cette aptitude est mesurée par une tâche de rotation mentale

spécifique de l'animation, aucun gain lié à la présentation de ce type d'illustrations n'a été mis en évidence (Hidrio et Jamet, non publié). Il reste néanmoins à vérifier si ce gain n'existe pas ou si le type de variable indépendante utilisée (QCM sur des informations explicites et implicites) est inadapté pour le mesurer, ou si plus simplement l'animation n'est bénéfique que pour certains individus possédant entre autres des connaissances préalables faibles mais aussi les habilités cognitives suffisantes pour traiter les informations fournies par cette animation.

6. CONCLUSION

Si les données relatives aux apports de l'image à la compréhension sont maintenant nombreuses et permettent de mieux comprendre les apports de l'illustration au texte, il n'en est pas de même pour les études sur les images dynamiques. Ici les données sont parfois contradictoires et tout reste à faire en ce qui concerne notamment le rôle du type d'évaluation, des connaissances préalables du sujet ou de ses aptitudes cognitives spécifiques.

Ces comparaisons entre formats ont d'autant plus d'intérêt à l'heure où le gouvernement prône l'informatisation des écoles. L'enseignement assisté par ordinateur a déjà fait l'objet de nombreuses études. La méta-analyse réalisée sur 23 études publiées entre 1968 et 1982 par Kulik, Kulik et Shwalb (1986) soulignent deux faits intéressants. L'enseignement assisté par ordinateur est légèrement supérieur en terme de performance finale par rapport à un enseignement conventionnel pour une population d'adultes. De plus, le temps consacré à cet enseignement est généralement plus court que pour l'enseignement conventionnel à niveau de performance équivalent. Une seconde méta-analyse plus récente (Khalili et Shashaani, 1994) concernant 36 études réalisées sur l'EAO (1988-1992) chez des écoliers, collégiens, lycéens, et étudiants indiquent elle aussi un effet positif de ce type d'enseignement. Les effets sont plus importants pour les étudiants, pour une durée d'enseignement de 3 à 4 semaines et lorsque les enseignants ne sont pas uniques. L'utilisation des données recueillies dans ce domaine des formats de présentation est à notre avis susceptible d'améliorer encore cet état de fait...

Références bibliographiques

- Anderson, R.C., Wilson, P.T., Fielding, L.G. (1988) Growth in reading and how children spend their time out of school, *Reading Research Quarterly*, 23, 285-303.
- Baggett, P. & Ehrenfeucht A. (1983) Encoding And retaining information in the visuals and verbals of an educational movie. *Educational Communication And Technology Journal*, 22-32.
- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations. *Journal of Educational Psychology*, 76(3), 408-416.
- Beentjes J.W. & van der Voort T. (1991) Children's accounts of televised and printed stories. *Educational Technology research and development*, 39, 3 15-26.
- Beentjes, J.W.J. (1989). Learning from television and books : A Dutch replication study based on salomon's model. *Educational Technology Research and Development*, 37, 47-58.
- Beentjes, J.W.J. et van der Voort, T.H.A. (1993) . Television viewing versus reading : mental effort, retention, and inferential learning. *Communication Education*, 42, 191-205.
- Beentjes, J.W.J., Vooijs, M. W. et van der voort, T.H.A. (1993). Children's recall of television and printed news as a function of test expectation . *Journal of Educational Television* , 19, 5-13.
- Bell, L.C. & Perfetti, C.A. (1994). Reading skills: Some adult comparisons. *Journal of Educational Psychology*, 86, 244-255.
- Clark, R.E. (1994) Media will never influence learning, *Educational Technology Research And Development*, 42, 2, 21-30.
- Coirier, P., Gaonac'h, D. et Passerault, J.M. (1996) *Psycholinguistique textuelle, approche cognitive de la compréhension et de la production des textes*. Armand Collin. Paris.
- Cunningham, A. E., & Stanovich, K. E. (1991). Tracking the unique effects of print exposure in children: Associations with vocabulary, general knowledge, and spelling. *Journal of Educational Psychology*, 83, 264-274.
- Dee-Lucas, D. & Larkin, J. (1995). Learning from electronic texts: Effects of interactive overviews for information access. *Cognition and Instruction*, 13(3), 431-468.
- Ducharme R Fraisse P.(1965) - Etude génétique de la mémorisation de mots et d'images, *Canadian Journal of Psychology*, 19, 253-261.

-
- Fayol, M. (1992) Comprendre ce qu'on lit : de l'automatisme au contrôle. In Fayol M., Gombert J.E, Lecocq, Sprenger-Charolles L. et Zagar D. : *Psychologie cognitive de la lecture*. Paris .PUF.
- Fincher-Kiefer R., Post T.A., Greene T.R., Voss J. F.(1988) On the role of prior knowledge and tasks demands in the processing of text. *Journal Of Memory And Language*, 27, 416-428.
- Fraisse P. (1980) Des modes de relation entre la durée de l'identification perceptive et le temps de réaction verbale, *L'Année Psychologique*, 80, 433-447.
- Furnham A., Benson, I. & Gietson G. (1984) Memory for news as a function of the channel of communication, *Human Learning*, 3, 265-271.
- Furnham A. et Gunter B. (1985) Sex, presentation modes and memory for violent and non-violent news, *Journal Of Educational Television*, 11, 99-105.
- Furnham A. et Gunter B. (1987) Effects of time of day and medium of presentation on recall for violent and non-violent news, *Applied Cognitive Psychology*. 1, 255-262.
- Furnham A. et Williams C. (1987) Remembering commercials presented in different media, *Journal Of Educational Television*. 13, 2, 115-124.
- Furnham, A. et Gunter, B. et Green, A. (1990). Remembering science : the recall of factual information as a function of the presentation mode. *Applied Cognitive Psychology*, 4, 203-212.
- Furnham, A. et Proctor, E. et Gunter, B. (1988). Memory for material presented in the media: the superiority of written communication. *Psychological Reports*, 63, 935-938.
- Garner, R. & Reis R. (1981) Monitoring and resolving comprehension obstacles : an investigation of spontaneous text lookbacks among upper-grade good and poor readers. *Reading Research Quarterly*, 16, 569-582.
- Garner, R., Hare, V.C., Alexander, P., Haynes, J. & Winograd, P.(1984) inducing use of text lookback strategy among unsuccessful readers, *American Educational Research Journal*, 21, 4, 789-798.
- Gernsbacher, M.N., Varner, K.R. et Faust, M.E. (1990) Investigating differences in general comprehension skill. *Journal Of Experimental Psychology : Learning, Memory And Cognition*, 3, 430-445.
- Glenberg, A. M, Langston, W. E. (1992) Comprehension of illustrated text : Pictures help to build mental models. *Journal Of Memory And Language*, 31, 129-151.

-
- Gunter, B., Fumham, A. et Gietson, G.(1984). Memory for the news as a function of the channel of communication. *Human Learning*, 3, 265-271.
- Gyselinck V. (1996) Illustrations et modèles mentaux dans la compréhension de textes. *L'année Psychologique*, 96, 495-516.
- Haberlandt, K.F., Graesser, A.C. et Schneider, N.J. (1989) Reading strategies of fast and slow readers. *Journal Of Experimental Psychology : Learning, Memory And Cognition*, 5, 815-823.
- Haberlandt, K.F., Graesser, A.C., Schneider, N.J. et Kiely, J. (1986) Effects of task and new arguments on word reading times. *Journal Of Memory And Language*, 25, 314-322.
- Hall V.C., Chiarello K.S. & Edmondson B. (1996) Deciding where knowledge comes from depends on where you look. *Journal Of Educational Psychology*, 88, 2, 305-313.
- Jamet E. (1996a) Les étapes de traitement pendant la lecture et la dénomination : de Cattell aux modèles en cascade, *Psychologie et Psychométrie*, 17(3), 45-62
- Jamet E. (1996b) La lecture est-elle une devinette ? les effets du contexte et la lecture par anticipation. *Revue De Psychologie De L'éducation*, 2, 67-92.
- Jamet et Cochenec (1998) Interaction entre âge et médium dans l'étude des formats de présentation sur les acquisitions scolaires. Communication affichée. Colloque SFP, Nantes.
- Johnson-Laird, P. N. (1983) *Mental models : Toward a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Jonnassen, D.H., Campbell, J.P. & Davidson, M.E. (1994) Learning with media : restructuring the debate, *Educational Technology Research And Development*, 42, 2, 31-39.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Khalili, A., & Shashaani, L. (1994). The effectiveness of computer applications: A meta-analysis. *Journal Of Research On Computing In Education*, 27, 48-61.
- Kulik, C. C., Kulik, J. A., & Shwalb, B. J. (1986). The effectiveness of computer-based adult education: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 2, 235-252.
- Lieury A. (1995) Mémoire et Double codage, Hommage à Paul Fraisse, . *L'Année Psychologique* , 661-673.

- Lieury A., Badoul D. & Belzic A.L. (1996) Les sept portes de la mémoire : Traitement verbal et imagé de connaissances nouvelles. *Revue De Psychologie De L'éducation*, 1, 9-24.
- Mayer R. E., Steinhoff, K, Bower, G., & Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, 43, 31-43.
- Mayer R.E. & Moreno R. (1998) A split attention effect in multimedia learning : Evidence for dual processing systems in working memory, *Journal Of Educational Psychology*, 90,2, 312-320.
- Mayer R.E., (1989) Systematic thinking fostered by illustration in scientific text. (1989), *Journal Of Educational Psychology*, vol.81, No.2, 240-246.
- Mayer R.E., Anderson R.B. (1991) Animations need narration : An experimental test of dual coding hypothesis. *Journal Of Educational Psychology*, vol.83, No.4, 484-490.
- Mayer R.E., Anderson R.B. (1992) The instructive animation : Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning . *Journal Of Educational Psychology*, vol.84, No.4, 444-452.
- Mayer R.E., Gallini J.K., (1990) When is an illustration worth ten thousand words ? *Journal Of Educational Psychology*, vol.82, No.4, 7&5-726.
- Mayer R.E., Sims K. S. (1994) For whom is a picture worth ten thousands words ? Extensions of dual coding theory of multimedia learning . *Journal Of Educational Psychology*, vol.86, No.3, 389-401.
- Mayer, R.E. (1997) Multimedia learning : are we asking the right questions, *Educational Psychologist*, 32, 1, 1-19.
- Mc Bride-chang C., Manis F.R., Seidenberg, M.S., Custodio R.G. & Doi L.M. (1993) Print exposure as a predictor of word reading and reading comprehension in disabled and nondisabled readers. *Journal Of Educational Psychology*, 85, 2, 230-238.
- Merlet, S., & Gaonac'h, D. (1994). Mise en évidence de stratégies compensatoires dans la compréhension orale en L.E. *Revue de Phonétique Appliquée*, 115-116-117, 273-292.
- Mousavi, S., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, 319-334.
- Murdock, B. B., Jr. (1968). Modality effects in short-term memory: Storage or retrieval? *Journal of Experimental Psychology*, 77, 79-86.

-
- Najjar, L. J. (1996). Multimédia information and learning. *Journal Of Educational Multimedia And Hypermedia*, 5, 129-150.
- Paivio A. & Csapo K (1969) Concrete image and verbal memory codes. *Journal of Experimental Psychology*, 80, 279-285.
- Paivio A. (1971) *Imagery and verbal processes*, New York, Holt.
- Paivio, A. (1991) Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.
- Paris S.G., Wasik B.A., Turner J.C. (1990) The development of strategic reader in P.O. Pearson (ed) *Handbook of reading research (2nd ed.)*, NewYork, Longman.
- Park, O. & Hopkins, E. (1993) Instructional conditions for using dynamic visual displays : a review. *Instructional Science*, 21, 427-449.
- Passerault J.M. & Chesnet D. (1991) Le marquage des paragraphes : son rôle dans la gestion des traitements pendant la lecture, in G. Denhière (Ed.) le traitement cognitif du texte, *Psychologie Française*, 36, 159-165.
- Pezdek K. & Stevens E. (1984) Children's memory for auditory and visual information on television, *Developmental Psychology*, 20,2, 212-218
- Reiber, L.P. (1990). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82, 135-140.
- Reiber, L.P. (1991). Animation, incidental learning, and continuing motivation, *Journal of Educational Psychology*, 83, 318-328.
- Rouet J.F., & Tricot A. (1996). Task and activity models in hypertext usage. In H. van Oostendorp & S. de Mul (Eds.) *Cognitive aspects of electronic text processing* (pp.239-264). Norwood, N.J.: Ablex.
- Rouet, J.F. et Merlet, S. (1996) Lecture et compréhension de documents multimédia. *Revue De Psychologie De L'éducation*, 2, 211-223.
- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 76, 647-658.
- Stanovich, K. (1980) Toward an interactive-compensatory model of individual differences in the development of reading fluency. *Reading Research Quarterly*, 16, 32-71.
- Stanovich, K.E. (1990) Concepts in developmental theories of reading skill : cognitive ressources, automaticity and modularity. *Developmental Review* 10:72-100.
- Stanovich, K.E. & Cunningham A.E. (1993) Where does knowledge come from? Specific associations between print exposure and information acquisition. *Journal of*

Educational Psychology, 85, 211-229.

- Sweller, J., & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8, 351-362.
- Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P. & Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 176-192.
- Tardieu, H. Ehrlich M.F. & Gyselinck, V. (1992) Levels of representation and domain specific knowledge in comprehension of scientific texts, *Language and cognitive processes*, 7, 335-351.
- Tindall-Ford, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 3, 257-287.
- Tricot A. & Bastien C. (1996) La conception d'hypermédias pour l'apprentissage : Structurer les connaissances rationnellement ou fonctionnellement? In Bruillard, Baldner et Baron (Ed.) *Hypermédias et Apprentissages, Actes des troisièmes journées scientifiques hypermédias et apprentissages*, 58-72.
- Voss J.F. & Sielfies L.N. (1996) Learning from history text : the interaction of knowledge and comprehension skill with text structure. *Cognition and instruction*, 14,1, 45-68.
- Walczyk, J.J. (1993) Are general resources notions still viable in reading research? *Journal Of Educational Psychology*, 85, 127-135.
- Walczyk, J.J. (1995) Testing a compensatory-encoding model. *Reading Research Quarterly*, 30, 396-408.
- Walczyk, J.J. et Taylor, R.W. (1996) How do the efficiencies of reading subcomponents relate to looking back in text ? *Journal Of Educational Psychology*, 88, 537-545.
- Walma van der Molen J. et Van der Voort T. (1997) Children's recall of television and print news : a media comparison study. *Journal Of Educational Psychology*, 89, 1, 82-91.