
*Effet de redondance et effet de modalité réunis*¹

LE BOHEC Olivier & JAMET Eric
Laboratoire de psychologie expérimentale
CRPCC
Université rennes 2
6, avenue Gaston Berger
35043 Rennes
olivier.lebohec@uhb.fr eric.jamet@uhb.fr

RESUME

Cette recherche s'inscrit dans une perspective de psychologie ergonomique avec pour domaine visé celui des outils informatiques destinés à la formation. Plus précisément, nous nous intéressons aux didacticiels utilisant conjointement à la fois du texte et du son. Nous testions ici l'hypothèse, dans le cadre de la théorie de la charge cognitive, d'un effet négatif de la redondance d'informations multimodales sur les performances de compréhension-mémorisation d'un document pédagogique (Cf. Kalyuga, Chandler et Sweller, 1999). Nous testions également l'hypothèse d'un effet positif de la suppression des informations secondaires (Cf. Reder et Anderson, 1980 ;1982)

Enfin, nous avons supposé un possible effet de désynchronisation lecture/audition ayant des répercussions négatives sur les performances dès lors que l'ensemble du texte est disponible pendant le déroulement de la bande son du document redondant. Les résultats ont contredit l'ensemble de nos hypothèses et sont discutés.

1 INTRODUCTION

Cette recherche s'inscrit dans une perspective de psychologie ergonomique avec pour domaine visé celui des outils informatiques destinés à la formation. Plus précisément, nous nous intéressons aux didacticiels utilisant à la fois du texte et du son. Ce type de document est relativement courant et, comme le précise Kaluyga (2000), la fréquence de son utilisation semble basée sur une idée reçue : deux modalités de présentation (visuel et auditive) valent mieux qu'une, dès lors qu'il s'agit de documents pédagogiques. Il existe pourtant des cas où une utilisation conjointe des deux médias semble ne pas constituer un avantage mais plutôt un défaut. Afin de mieux comprendre les effets négatifs de la redondance, nous allons présenter brièvement le cadre théorique dominant dans lequel nous nous situons, à savoir la théorie de la charge cognitive de John Sweller (Tricot, 1998 ; Sweller, 1999 pour une revue de questions), puis les différents résultats expérimentaux qui nous ont mené à mettre en place cette recherche.

La notion de charge cognitive repose sur la conception, dérivée de la théorie anglo-saxonne du traitement de l'information de la fin des années 70, selon laquelle l'homme fonctionne comme un canal de transmission et de traitement de l'information à capacité limitée. La théorie de la charge cognitive proposée par Sweller ne se distingue pas des théories classiques du système cognitif par son architecture mais plutôt par le rôle très important qu'y jouent les schémas. En effet, la modélisation théorique proposée par Sweller repose sur une architecture classiquement composée d'une mémoire de travail (jusqu' à récemment envisagée principalement en terme de maintien passif de l' information) et une mémoire à long terme (MLT) à capacité quasi-illimitée.

¹Cette étude a été effectuée dans le cadre d'une convention de recherches avec France Télécom Recherches et développement.

La notion de mémoire de travail à long terme proposée par Ericsson et Kintsch (1995) semble en fait bien proche de cette théorie proposée par Sweller, mais se différencie essentiellement par une meilleure formalisation du lien entre MDT et connaissances spécifiques en MLT - selon eux, la MDT fait partie intégrante de la MLT - (Cf. partie précédente) et par le refus des notions “ faiblement ” définies de schémas et de ressources cognitives (Barrouillet, 1996; p.333). En fait, si nous nous référons à la différenciation opérée par Barrouillet (1996) entre les deux principales métaphores utilisées à propos des ressources mentales, le modèle proposé par Sweller (et Chandler) correspond à une “ métaphore spatio-temporelle ” (la MDT y est conçue comme une structure de stockage (et de traitement) limité et temporaire), celui d' Ericsson et Kintsch (1995) relève quant à lui de la métaphore énergétique (la MDT y est vue comme “ la partie active de la MDT, cette activation étant limitée par une quantité limitée d'énergie ” (Tricot & Chanquoy, 1996; p.315)).

Pour Sweller et ses collègues, les différences interindividuelles concernant le niveau d'habileté intellectuelle ne trouvent pas leur source dans l'efficacité de la mémoire de travail, à cause de sa capacité limitée, mais dans la mémoire à long terme via les schémas, grâce à la quantité quasi-illimitée d'informations qu'elle peut contenir.

L'activité principale que l'on doit donc chercher à favoriser chez les novices est la hiérarchisation pertinente des informations afin d'optimiser de façon prioritaire la mémorisation des unités les plus utiles à un haut niveau d'intégration du texte. L'efficacité de cette activité de structuration des informations étant lié aux connaissances préalables, il convient de soulager la charge mentale des novices, moins efficaces de ce point de vue, soit en mettant en avant les informations importantes (e.g. Lorch & lorch, 1995 ; 1996), soit en éliminant les informations secondaires, superflues ou redondantes (e.g. Reder & Anderson, 1980 ; Sweller, 1999). Cet effet positif de la suppression des informations inutiles est appelé effet de redondance. Comme le font remarquer Yeung, Jin et Sweller (1997; p.18), l'effet de redondance semble avoir été “ découvert, oublié, et redécouvert chaque décennie ou presque, et cela depuis les années 1930 ”. Sweller et Chandler (1994; p.193) nous rappellent quelles furent les grandes périodes de cette mise en évidence. Cet effet a été observé une première fois par W. Miller (1937) avec de jeunes enfants qui devaient apprendre à lire des noms associés avec des images redondantes.

Les travaux de Reder et Anderson (1980, 1982) ont également démontré que des étudiants apprenaient plus à partir de résumés de texte issus de chapitres de manuels qu' à partir des chapitres entiers. Schooler and Engstler (1990) ont, quant à eux, observé une baisse de performances lorsque les sujets ont à verbaliser les stimuli visuels.

Selon Yeung, Jin et Sweller (1997; p.18), il existerait actuellement un formidable regain d' intérêt pour cet effet. En témoignent, par exemple, Mayer, Bove, Bryman, Mars et Tapangco (1996) qui répliquèrent un résultat analogue à ceux de Reder et Anderson (1980,1982). L'effet de redondance va particulièrement nous intéresser dans le cadre d'une présentation multimédia ou plus exactement bi-modale (auditive et visuelle). Lorsque nous sommes confrontés à deux modalités de présentation de l'information différentes, il semble possible de définir deux types de cas pour lesquels un effet de la redondance est probable :

Premier cas possible : Les sources d'informations sont compréhensibles isolément car l'une des deux sources (ou les deux) renvoie à des connaissances antérieures des personnes. Par exemple, lorsque Yeung, Jin et Sweller (1997) montrent que des sujets experts peuvent trouver des définitions de concepts redondantes et donc gênantes, alors que ces mêmes définitions facilitent le traitement du texte pour des lecteurs davantage novices, ils mettent en évidence selon nous ce premier cas de figure.

Deuxième cas possible : Les sources d'informations sont compréhensibles isolément car l'une et l'autre, même si elles ne renvoient pas à des connaissances antérieures des personnes, correspondent à un même pattern d'informations, qu'elles soient ou non présentées de façon différentes. Ce cas de figure a été par exemple montré par Chandler et Sweller (1991). Ceux-ci mirent en avant une augmentation des performances grâce à l'élimination du texte servant à décrire le contenu d'un graphique. C'est ce cas précis qu'ils baptisèrent effet de redondance. Selon nous, dans ce type de situation, le niveau d'expertise des sujets est moins en cause que dans le premier cas de figure.

Peux-t-on retrouver ce second cas de figure lorsqu'il s'agit non plus d'un schéma compréhensible par des novices accompagné d'une légende redondante - donc inutile - mais d'un texte pédagogique écrit

accompagné d'un enregistrement sonore parfaitement idoine ? La théorie de la charge cognitive a donné lieu à une série de travaux portant sur l'intérêt d'utiliser conjointement les deux modalités sonores et visuelles, appelé effet de modalité.

Il semble que nous possédions au moins deux types de mémoire de travail (e.g. la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial de Baddeley, 1993) capables de travailler en parallèle. C' est ce qu'ont démontré Mousavi, Low et Sweller (1995) en comparant les performances d' étudiants à qui l' on présente des documents de géométrie soit de façon bi-modale (graphique à l' écrit et explications à l' oral) soit de façon unimodale (graphique et explications à l' écrit). Au travers de plusieurs expériences, ils observèrent de façon consistante une performance supérieure avec la présentation bi-modale. Ce type de résultat a par exemple été répliqué par Jeung, Chandler et Sweller (1997). Mayer et Moreno (1998) ont également démontré la supériorité des présentations audio-visuelles. Il faut préciser que les deux sources d' informations sont dans ces études mutuellement référencées sans, pour autant, être redondantes, c' est-à-dire qu' elles ne renvoient pas exactement au même pattern d' informations. Plus précisément, comme le rappelle Kalyuga (2000 ; p.162) la supériorité d'une présentation audio-visuelle sur une présentation simplement visuelle n'apparaît que dans le cas de figure où deux parties (ou davantage) d'une présentation purement visuelle sont incompréhensibles isolément et nécessitent d'être intégrées pour pouvoir être comprises.

Cet effet de modalité n'a par contre pas été observé dès lors qu'il s'agit d'informations compréhensibles isolément. L'étude de Kalyuga, Chandler et Sweller (1999) illustre ce point. Ces auteurs comparaient trois types de formats : 1) un graphique accompagné d'un texte présenté visuellement, 2) un graphique accompagné du texte présenté auditivement et 3) un graphique accompagné du texte présenté conjointement sous forme orale et écrite. Les résultats indiquaient que l'ajout de l'écrit en plus de l'oral amoindrissait les performances. Il s'agit donc ici d'un effet de redondance correspondant au deuxième cas de figure évoqué plus haut.

2 HYPOTHESES

1 - Dans le cadre de cette étude, nous comparerons l'efficacité pédagogique d'un ditacticiel (portant sur les services offerts par le portail Voilà sur internet) dans sa forme écrite simple, et sous un format multimodal, c'est à dire avec l'ajout d'une bande son reprenant exactement le contenu du texte. Nous supposons un effet de redondance dû à une surcharge cognitive, c'est-à-dire de meilleures performances du format « texte simple » sur le format redondant « texte et oral » car ici les informations sont compréhensibles isolément.

2 - Le fait de présenter les mêmes informations sous deux formats différents permet d'envisager des formats intermédiaires entre l'unimodal et le bimodal totalement redondant : il vient rapidement à l'esprit la possibilité de proposer des formats intermédiaires où seule une partie des informations redondantes seraient présentées. Si nous nous souvenons des travaux de Reder et Anderson (1980, 1982) évoqués plus haut qui montraient un meilleur apprentissage à partir de résumés par rapport aux textes entiers, nous pouvons supposer qu'une présentation succincte (faisant office de résumé) des informations à l'écrit pourrait engendrer de meilleures performances.

Nous comparerons donc ici un format de présentation avec une totale redondance entre l'oral et l'écrit et un format où seul un résumé de ce qui est présenté oralement est proposé sous forme écrite. La quantité d'informations redondantes présentées à l'écrit constituera donc le deuxième facteur que nous manipulerons dans cette étude.

3- Enfin, nous nous intéresserons à un dernier aspect possible de la redondance qu'une présentation mixte (oral-écrit) pourrait autoriser. Si nous considérons le fait que la présentation orale du document implique une notion de rythme, de vitesse de présentation indépendante du rythme de traitement effectif de chaque individu, nous pouvons envisager la possibilité d'une désynchronisation entre ce qui est présenté à l'oral et ce qui est lu à l'écrit.

Nous pouvons donc supposer que les informations présentées à l'oral pourraient également être à l'origine d'un effet de redondance en surchargeant inutilement la mémoire de travail dès lors que le lecteur ne traite pas encore ou ne traite plus l'équivalent écrit de ce qui est présenté oralement.

Ici, l'hypothèse ne correspond pas à un effet négatif de la redondance via une obligation inutile de traiter deux fois la même chose en même temps mais via l'obligation de traiter des contenus différents au cours des mêmes cycles de traitement : ce qui reviendrait à une forme particulière d'attention divisée avec des contenus idoines mais traités de façon désynchronisée.

Pour vérifier cette hypothèse, nous comparerons un format de présentation qui autorise cette désynchronisation (plusieurs informations – services de Voilà – seront présentées à l'écran au cours de la présentation orale) avec un format qui l'autorise moins (seule l'information qui correspond effectivement à ce qui est présenté à l'oral sera présentée à l'écrit. Il ne sera donc pas possible dans ce cas de traiter simultanément des contenus informationnels totalement distincts).

3 PROCEDURE

3.1. Plan expérimental.

Afin de vérifier ces trois hypothèses, un croisement complet a été effectué entre les trois variables indépendantes à deux modalités qui correspondent respectivement 1) à la présence ou non d'une bande son redondante par rapport au document écrit, 2) à la présentation entière (présentation détaillée avec exemples) ou résumée du document à l'écrit et 3) à la présentation globale ou successive du document à l'écrit. Pour chaque format issu de la manipulation des 3 facteurs, un groupe expérimental a été constitué. A titre indicatif, un autre format a été rajouté : il correspond à un format contrôle, à savoir le document oral seul. Il était composé de 22 personnes. En tout, 212 personnes ont participé à cette étude.

3.2. Matériel.

Tous les participants ont disposé individuellement d'un ordinateur pour l'expérience. Les temps d'affichage des informations de l'expérience étaient lents et calqués sur le rythme de lecture de la personne qui a enregistré le document oral.

En ce qui concerne les animations, elles ont été réalisées avec Flash 5. Le texte, quant à lui, est rigoureusement identique à une partie du texte fourni par l'aide du portail Voilà.

Il était demandé aux participants d'être le plus attentif possible et de mémoriser le maximum d'information. Les participants avaient par ailleurs connaissance d'une évaluation à l'issue du document. Ce choix a été motivé par l'idée que la consigne devait simuler un contexte d'apprentissage face à un didacticiel nécessitant une implication minimum.

3.3 Participants.

Les participants étaient tous des étudiants inscrits à l'université de Rennes 2. La moyenne d'âge étant de 20 ans. Chaque groupe expérimental comportait en moyenne une vingtaine de personnes.

3.4 Evaluation des connaissances.

1- Le premier questionnaire correspondait à un rappel libre des noms de services du portail présentés.

2- Le deuxième questionnaire correspondait à un rappel indicé (il s'agissait ici de définir les services).

3- Le troisième questionnaire correspondait à un transfert de connaissance / compétence.

Des situations de recherche d'informations étaient proposées : il fallait indiquer le service qui paraissait le plus approprié.

En plus des définitions à fournir (deuxième questionnaire), les participants devaient mettre une croix devant les services qu'ils pensaient connaître sans jamais les avoir utilisés (sur le portail Voilà ou sur un autre portail concurrent). Ils devaient en mettre deux lorsqu'ils les avaient utilisés au moins une fois. Le nombre de croix devait nous servir à construire un indice de connaissances préalables afin de vérifier l'équivalence des différents groupes expérimentaux de ce point de vue.

4 RESULTATS.

Avant d'effectuer des comparaisons intergroupes, nous avons vérifié l'équivalence des groupes quant au niveau de connaissances préalables. La quantité de croix fournies a constitué un score de connaissances préalables pour chaque individu. Cet indice a été corrélé avec le score global pour chaque sujet quel que soit le groupe expérimental. La corrélation est de .33 ($p < .001$) entre l'indice de connaissances préalables et les performances de compréhension/ mémorisation des participants. Nous avons observé une bonne équivalence des groupes au niveau des pré-connaissances. Voici les différents résultats que nous avons obtenus :

1- L'ajout redondant du même texte à l'oral a eu ici un effet positif sur les performances globales et non négatif comme nous pouvions le supposer par exemple à partir de l'étude de Kalyuga, Chandler et Sweller (1999). ($F(1, 183) = 4,99$; $p < .05$)

2- Réduire la quantité d'informations ne semble pas ici améliorer les performances des individus. Ce résultat n'est également pas conforme aux attentes que nous avons formulées et ne corroborent pas les résultats classiques de Reder et Anderson (1980,1982). ($F(1, 183) = 1,42$; NS)

3- Le fait de présenter les informations écrites les unes après les autres a bien eu un effet facilitant sur les performances des individus. Cependant, les résultats statistiques indiquent qu'il ne s'agit pas d'un résultat conforme à nos attentes, en ce sens que nos hypothèses théoriques ne sont pas à même d'expliquer celui-ci.

L'effet positif dû à la successivité de la présentation des informations est simple, c'est-à-dire qu'il ne dépend pas de la présence d'informations redondantes à l'oral (nous supposons un effet d'interaction entre le premier et le troisième facteur). L'effet ne peut donc s'expliquer en termes de désynchronisation entre oral et écrit. ($F(1, 183) = 6,66$; $p < .05$)

En ce qui concerne le groupe contrôle (oral seul), le format oral seul est moins efficace que les formats écrits sans oral, ce qui est conforme aux résultats de la littérature (e.g. Furnham et Gunter, 1987 ; Gunter, Furnham et Gietson, 1984). Etant donné l'effet positif de la redondance oral – écrit, le format oral seul se retrouve être de fait le format le moins performant de tous.

5 DISCUSSION.

Cherchons désormais à comprendre pourquoi nos trois hypothèses ont été chacune infirmées :

Premièrement, l'effet positif de la présentation orale simultanée semble pouvoir s'expliquer par la nature du matériel : en effet, le texte était composé de phrases relativement simples et courtes. Nous pouvons donc supposer que la charge cognitive (intrinsèque) occasionnée par celui-ci était faible et que par conséquent, le risque de surcharge dû à un mauvais format de présentation était très faible. Nous pouvons, au contraire, supposer que la présentation étant double, l'information était plus riche – sans l'être trop – et a engendré une trace mnésique plus forte.

L'absence d'effet en ce qui concerne la quantité d'informations semble pouvoir être expliqué par la simplicité et la quantité des informations fournies (texte court composé de phrases simples relativement indépendantes les unes des autres et ne nécessitant pas une tâche complexe d'intégration et de hiérarchisation des informations). Rappelons-nous que l'effet de redondance n'est censé être observé qu'en situation de surcharge cognitive. Nous pouvons remarquer cependant que nous ne sommes pas non plus dans la situation d'un effet plafond où toutes les personnes atteignent les scores maximum. Pour expliquer cette situation, il semble que nous pouvons davantage faire appel à un problème classique de mémorisation (interférence proactive et rétroactive) qu'à un problème d'intégration d'informations inter-reliées trop nombreuses à un moment donné – impliquant des problèmes de surcharge cognitive.

Enfin, en ce qui concerne 1) l'absence d'effet d'interaction entre la successivité de la présentation et la présence d'une information orale et 2) l'observation d'un effet simple du facteur successivité, il semble que la seule explication possible soit un allongement du temps de traitement. Nous pouvons en effet supposer qu'étant donné la forme très épurée du format successif, les participants aient eu

tendance à relire davantage les informations (à défaut d'autres stimuli visuels) et à davantage s'interroger sur le contenu sémantique de ce qu'ils lisaient. A l'inverse une présentation globale (toutes les informations à l'écran en même temps) aurait peut-être eu davantage pour conséquence une lecture continue, sans relecture impliquant une moindre profondeur de traitement et donc une trace mnésique plus fragile.

6 CONCLUSION.

Les résultats de cette étude concernant la présentation multimodale d'informations idoines et la quantité d'informations identiques nous ont particulièrement surpris dans un premier temps car ils ne sont pas conformes à nos attentes et semblent ne pas corroborer la littérature existante. Il semble toutefois que le champ de validité de ces résultats soit restreint aux documents techniques ou pédagogiques relativement simples

En effet, dans le cadre d'une étude menée en parallèle de celle-ci avec un document beaucoup plus complexe et plus long, les premiers résultats semblent être cette fois-ci conformes à nos hypothèses, c'est-à-dire d'une part un effet négatif sur les performances de la redondance entre l'oral et l'écrit et d'autre part un effet positif de la suppression d'informations superflues ou secondaires écrites lorsque la totalité du document est présenté parallèlement à l'oral. L'ensemble de ces résultats semble cohérent avec une analyse en terme d'effets de formats différents, voire opposés, en fonction du niveau de charge. Ces études méritent d'être affinées par exemple en prenant davantage en compte les caractéristiques des documents

6 BIBLIOGRAPHIE

Baddeley, A. D. (1993). La mémoire humaine : Théorie et Pratique, P.U.G.

Barrouillet, P. (1996). Ressources, capacités cognitives et mémoire de travail: postulats, métaphores et modèles. *Psychologie Française*, 41, 4, 319-338.

Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.

Ericsson, K. A., Kintsch, R. T. (1995). Long term working memory, *Psychological Review*, 102, 211-245.

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.

Gunter, B., Furnham, A. & Gietson, G. (1984). Memory for news as a function of the channel of communication. *Human Learning*, 3, 265-271.

Jeung, H., Chandler, P. & Sweller, J. (1997). The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. *Educational Psychology*, 17, 329-343.

Kalyuga, S. (2000). When using sound with a text or picture is not beneficial for learning. *Australian Journal of Educational Technology*, 16 (2), 161-172.
<http://cleo.murdoch.edu.au/ajet/ajet16/Kalyuga.html>

Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 351-371.

Lorch, R. F. Jr, Lorch, E. P.- (1996), Effects of organizational signals on free recall of expository text. *Journal of Educational Psychology*, 1, 38-48.

- Lorch, R. F. Jr, Lorch, E. P.- (1995), Effects of organizational signals on text-processing strategy. *Journal of Educational Psychology*,4, 537-544.
- Mayer, R. , Bove, W.Bryman, A., Mars, R. & Tapangco, L. (1996). When less is more : meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*. 88, 64-73.
- Miller, W. (1937). The picture crutch in reading. *Elementary English Review*,14, 263-264.
- Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing Cognitive Load by mixing Auditory and Visual Presentation Modes, *Journal of Educational Psychology*,87, 2, 319-334.
- Reder, L. & Anderson, J.R. (1980). A comparison of texts and their summaries : Memorial consequences. *Journal of Verbal Learning and Verbal behaviour*, 19, 121-134.
- Reder, L. & Anderson, J.R. (1982). Effects of spacing and embellishment on memory for main points of a text. *Memory and Cognition*, 10, 97-102.
- Schooler, J-W., Engstler-Schooler, T-Y. (1990). Verbal overshadowing of visual memories : some things are better left unsaid, *Cognitive Psychology*,22, 36-71.
- Sweller, J., (1999). *instructional design in technical areas*, Australian Education Review, 43.
- Sweller, J., & Chandler, P., (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185-233.
- Tricot, A. (1998). Charge cognitive et apprentissage. Une présentation des travaux de John Sweller, *Revue de Psychologie de l'Education*, 1, 37-64.
- Tricot, A., & Chanquoy, L. (1996). La charge mentale, « vertu dormitive » ou concept opérationnel ?, *Psychologie française*, 41,4, 313-318.
- Yeung, A. S., Jin, P., & Sweller, J. (1997). Cognitive Load and Learner Expertise: Split-Attention and redundancy Effects in reading with Explanatory Notes.*Contemporary Educational Psychology*, 23, 1-21.