Intégrer des Informations en Escamots dans les Textes Techniques : quels Effets sur les Processus Cognitifs ?

Mireille Bétrancourt — Stéphane Caro

I.N.R.I.A. Rhône-Alpes
655 Av. de l'Europe, 38330 Montbonnot-St-Martin

Mireille.Betrancourt@inrialpes.fr

RESUME : Si les systèmes informatiques proposent de nos jours de nombreuses options pour présenter les informations, leurs effets sur les processus cognitifs de l'utilisateur sont encore peu explorés. Dans cet article, nous étudions un dispositif propre aux documents informatisés (l'escamot) qui consiste à disposer certaines informations dans des champs qui ne s'affichent que sous action de l'utilisateur. Plusieurs expériences ont été menées pour comparer ce dispositif à d'autres dispositifs courants du support papier dans des tâches variées. Ces expériences concernaient des documents comprenant informations textuelles seules ou informations textuelles et graphiques en coréférence. Les résultats sont commentés dans une double perspective théorique et pratique.

ABSTRACT : Though computerized sytems now offer a wide range of options for accessing and displaying text or text-picture information, little is known about their effects on the user's cognitive processes. In this paper, we investigate the effect of a computer-specific display (pop-up window) which consists in displaying some pieces of information in windows that appear only under user's action. Experiments were carried out to compare the pop-up window device with other devices used on paper. The experiments dealt with text only as well as text-picture documents and involved various tasks. Results are discussed from a theoretical and a practical point of view.

MOTS CLE : présentation des informations, traitement cognitif du texte, interaction texte-figure, processus cognitifs, hyperlien, escamot.

KEYWORDS : information display, text processing, text-picture interaction, cognitive processes, hyperlink, pop-up window.

Au début des années 80, les concepteurs de documents techniques (éducatifs, instructionnels, informatifs, etc.) ont fondé de larges espoirs sur les nouvelles options offertes par le support informatique pour accéder aux informations et les présenter. En pratique, rares sont les documents informatisés qui exploitent ces options à bon escient. Deux raisons peuvent expliquer ce phénomène : d'une part peu d'études expérimentales sont menées sur ces dispositifs ; d'autre part, ces études ne font pas toujours référence à des modèles cognitifs plus généraux dans lesquels les résultats pourraient prendre sens.

Selon nous, la présentation des informations sur écran relève du domaine plus large de l'« ergonomie de textes », et nécessite d'être appréhendée en référence aux études sur le traitement cognitif des textes au sens large (incluant les documents multimédia). Cet article concerne l'utilisation d'un dispositif propre aux écrans, l'escamot ou champ de texte escamotable, qui réfère à un champ contenant des informations qui ne s'affichent que sous démarche active de l'utilisateur. Deux séries d'expériences ont été menées et seront commentées dans une double optique : d'un point de vue théorique, il s'agit de mieux connaître l'influence de l'utilisation d'escamots sur le traitement cognitif du texte ; d'autre part, des recommandations pratiques seront formulées pour aider les rédacteurs concepteurs à améliorer l'ergonomie des documents informatisés.

1. L'escamot, un dispositif spécifique aux documents électroniques

Un rédacteur dispose de plusieurs moyens pour communiquer des indices et informations destinés à aider le lecteur dans son traitement du texte. Outre les éléments linguistiques, le rédacteur peut également utiliser des indices de mise en forme, ou *organisateurs paralinguistiques* (typographie, ponctuation, etc.), pour caractériser certaines portions de textes. Une revue de l'influence de ces organisateurs sur le traitement du texte est proposée dans Caro et Bétrancourt (ce volume). A cet égard, l'escamot est un organisateur spécifique au support informatique, et en exploite le caractère dynamique et interactif (Figure 1).

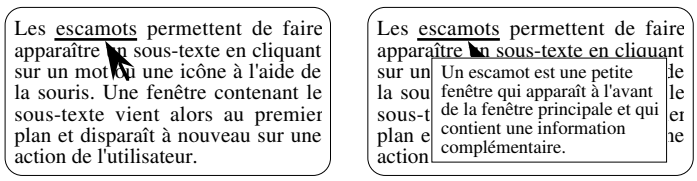

Figure 1. *Écran avec escamot (escamot fermé à gauche et ouvert à droite).*

L'escamot permet de diminuer la densité de texte présente de façon permanente à l'écran. Sa définition correspond parfaitement à un des principes de Cushman *et al.* [CUS 84, cité par CAI 86] destiné à diminuer la densité d'information : « développer une

hiérarchie des besoins en information ; afficher les informations de première nécessité ; les autres informations pourront être appelées au besoin. » Pour Ramsey et Atwood [RAM 79, cité par CAI 86] les utilisateurs doivent pouvoir éliminer temporairement ou définitivement les données non pertinentes de l'affichage.

1.1. Distinction entre texte principal et texte secondaire

En lisant un texte on doit garder les points principaux à l'esprit tout en intégrant constamment de nouvelles entrées de second ordre [DUC 86]. Un certain nombre d'organisateurs, comme les parenthèses et les notes de bas de pages, ont pour fonction de distinguer les informations essentielles du texte (ou texte principal) des explications complémentaires (texte secondaire). Sur écran, l'escamot répond à cette fonction [BET 96, CAR 95, STA 90a, STA 90b]. Selon Stark [STA 90a], l'escamot sépare l'information secondaire du texte principal, *à la fois visuellement et comportementalement*, au sens où l'utilisateur doit s'engager dans une démarche active pour faire apparaître le texte escamoté (cliquer sur une zone sensible). En outre, l'utilisateur peut conserver l'information visible en même temps que le texte principal, et peut la maintenir affichée aussi longtemps qu'il le désire.

Peu d'expériences ont analysé l'influence des escamots sur l'activité de lecture. Une étude sur des messages d'aide en ligne dans le cadre de tâches d'utilisation d'interfaces (sélectionnez un item, allez dans le menu fichier, etc.) a montré qu'une condition avec des messages d'aide disposés dans une fenêtre externe à celle de l'application principale (cette dernière demeurant en arrière plan), donne de meilleurs résultats (en compréhension) qu'une condition où les messages sont disposés au même plan dans la fenêtre de l'application [McL 96]. De même, dans une tâche de recherche d'informations dans une base de données, Stark [STA 90a] montre que la condition où certaines informations apparaissent en escamot donne de meilleures performances de mémorisation qu'une condition où tout le texte est affiché au même plan à l'écran. D'autre part, les escamots ne perturbent pas l'intégration de l'information qu'ils renferment à l'ensemble des autres informations du texte. Dans une autre expérience, Stark [STA 90b] compare deux conditions d'affichage de l'information complémentaire par rapport au texte principal. Dans la condition escamot, le texte complémentaire apparaît dans un escamot qui ne masque pas le texte principal, celui-ci restant en arrière plan. Dans la condition remplacement, il apparaît une nouvelle fenêtre qui masque totalement la fenêtre du texte principal. Les résultats montrent que la condition escamot facilite la mémorisation de la requête par rapport à la condition remplacement. En outre, dans la condition escamot, les sujets ont davantage tendance à consulter les informations complémentaires. Ainsi, les résultats de ces premières recherches constituent des arguments en faveur de l'utilisation d'escamots pour distinguer informations secondaires et informations principales sur écran.

1.2. Intégration des informations en coréférence

Il n'est pas rare que la mise en page sur papier oblige le lecteur à interrompre le fil de sa lecture pour se reporter en fin de chapitre, en fin d'ouvrage, en bas de page pour y consulter une note. De même, la plupart des manuels techniques ou didactiques, que ce soit sur papier ou sur écran, présente textes et figures sur des portions de l'espace séparées (par exemple sur deux pages ou sur deux portions de la page). Selon Sweller et ses collaborateurs [SWE 90, CHA 91, PUR 91], cette présentation est cognitivement coûteuse pour deux raisons : d'abord elle crée un partage de l'attention sur chaque source ; d'autre part elle ne facilite pas le processus d'intégration cognitive, qui nécessite justement la mise en relation de chaque partie de la figure avec les énoncés correspondants [VEZ 88]. C'est pourquoi Sweller suggère d'utiliser un format où texte et figure sont intégrés en une seule source d'information. Opérationnellement, l'intégration spatiale des deux médias peut se définir par le fait que le texte se référant à une partie du schéma est présenté à côté de cette partie [HEG 93].

Dans une première série d'expériences, Sweller *et al.* [SWE 90] comparent l'efficacité d'un format d'instruction où textes et figures sont intégrés par rapport à un format dit conventionnel. La tâche consiste à apprendre une procédure de calcul. Les résultats révèlent un avantage pour le groupe bénéficiant d'un format intégré. Cet avantage se traduit par des temps d'apprentissage et de résolution plus faibles, mais aussi de meilleures performances pour le problème de transfert, ce qui atteste de la construction d'une représentation correcte du concept. Ces résultats ont été répliqués par Sweller et ses collaborateurs dans plusieurs domaines (géométrie [SWE 90] ; électricité ou biologie [CHA 91]), et ce en laboratoire comme en situation réelle [CHA 91]. En outre, cette supériorité est observée quel que soit l'objectif de l'apprentissage : résolution de problème [SWE 90], rappel du matériel [CHA 91], ou réponse à des questions factuelles ou inférentielles concernant un schéma légendé [PUR 91]. Enfin, l'intégration concerne le plus souvent texte et figure, mais les mêmes résultats sont obtenus pour deux sources d'informations textuelles, comme un langage de commande et ses commentaires [SWE 90]. Néanmoins, Chandler & Sweller [CHA 91] montrent que l'effet bénéfique de l'intégration disparaît si les deux sources d'information sont redondantes. D'autres résultats expérimentaux [KIE 92, MAY 90], sans citer le mot d'intégration, aboutissent aux mêmes conclusions dans le cas d'un document présentant le fonctionnement d'un système complexe.

Ainsi, les recherches précédentes confortent l'hypothèse de la supériorité d'un matériel intégrant les différentes sources d'information, même lorsqu'elles utilisent le même média (texte ou figure). Sur le support informatique, il est possible d'intégrer l'une des sources d'information en escamot, ce qui permettrait de cumuler les avantages de l'intégration spatiale et les aspects interactifs et dynamiques de la présentation en escamot.

La suite de cet article présente deux séries d'expériences dont l'objectif est d'étudier les effets cognitifs induits par l'utilisation d'escamots. Il est postulé que les escamots permettent de réaliser les deux fonctions de distinction des niveaux de texte et d'intégration des informations en coréférence, tout en évitant les inconvénients des présentations utilisées sur le support papier. La première série d'expériences met en jeu des informations uniquement textuelles, alors que la deuxième série d'expériences concerne des documents comprenant textes et figures.

3. Expériences sur l'utilisation d'escamots dans des documents textuels

Ces expériences sont menées dans le cadre d'une distinction entre informations principales et informations secondaires dans des textes didactiques [CAR 95]. Deux tâches sont demandées aux sujets selon les expériences : reconnaissance (expérience 1) ou recherche d'information (expérience 2).

3.1. Expérience 1 : tâche de reconnaissance

3.1.1. Méthodologie

Sujets Trente-trois adultes étudiants ou chercheurs de formation Bac+3 minimum de diverses filières de formation et de langue maternelle française ont été recrutés sur la base du volontariat. L'âge moyen de la population était de 25 ans.

Matériel Il était composé d'un texte (biographie d'Hergé) présenté sur l'écran d'un ordinateur portable selon trois versions possibles, qui ne diffèrent qu'au niveau de la présentation. Dans la condition sans Mise en Forme Matérielle (sans MFM), toutes les informations sont présentées de manière identique (Figure 2.1). Dans la condition avec Mise en Forme Matérielle (avec MFM), certaines informations sont marquées par l'insertion en notes de bas de page, entre parenthèses, ou après deux-points (Figure 2.2). Enfin, dans la condition escamots, les informations marquées dans la condition avec MFM sont placées en escamots (Figure 2.3). Les informations marquées sont des informations secondaires par rapport à la ligne principale du texte (unités de second plan). Les informations du texte principal sont dites « unités de premier plan ».

Procédure Les sujets étaient affectés aléatoirement à l'une des trois conditions de présentation. La passation était individuelle. L'expérience commençait par une courte phase de démonstration de la manipulation des boutons : tourne-page et, pour le groupe concerné, ouverture et fermeture des escamots. *La consigne* précisait qu'il s'agissait de « lire une fois le texte en essayant de retenir le principal comme si vous vouliez le redire ensuite à quelqu'un ». L'expérimentateur contrôlait le déroulement de l'expérience, en s'assurant de l'ouverture des escamots (pour le groupe concerné). Le sujet faisait

disparaître le texte de l'écran quand il cliquait sur le bouton *fin.* Un test de reconnaissance de phrases du texte parmi des leurres était alors administré.

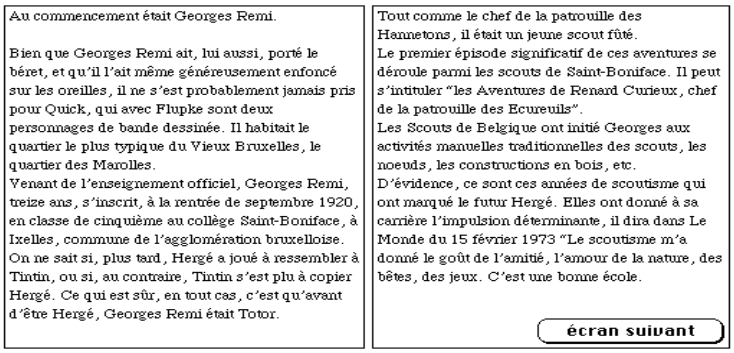

Figure 2-1. *Présentation sans mise en forme matérielle (sans MFM)*

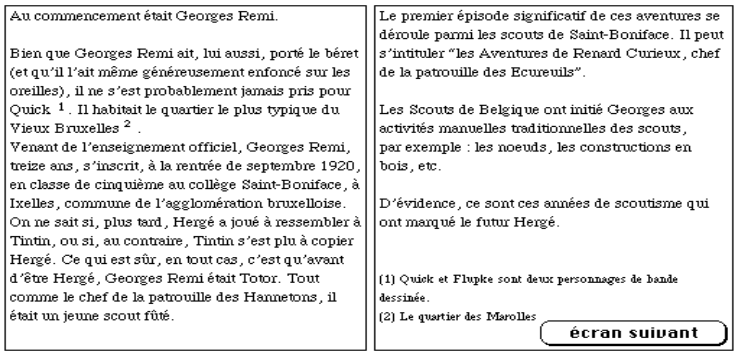

Figure 2-2. *Présentation avec mise en forme matérielle (avec MFM)*

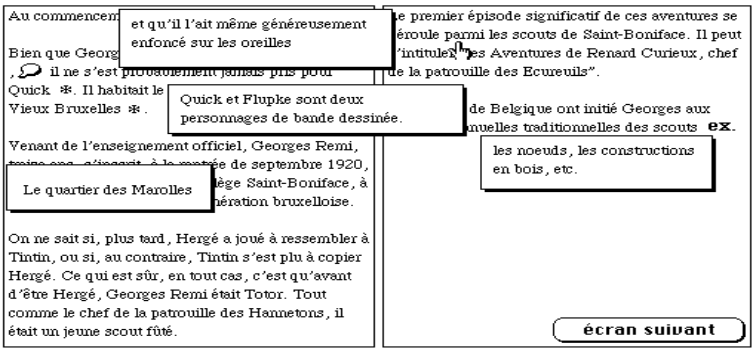

Figure 2-3. *Présentation Escamot*

Figure 2. *Les trois conditions de présentation de l'expérience 1*

3.1.2. Résultats

Les performances de reconnaissance sont inférieures lorsque le texte comporte des mises en forme matérielles, à la fois par rapport à la présentation sans mise en forme, et par rapport à la présentation en escamot. Une analyse de contraste montre que les performances de reconnaissance en condition escamot sont significativement meilleures qu'avec une mise en forme classique ($F(\text{Wilks' Lambda}) = 3{,}20$, $p < .05$), mais les autres différences ne sont pas statistiquement significatives.

L'analyse des résultats en fonction de chaque type d'unité de texte montre que les phrases du texte principal (ne relevant pas d'une MFM ni d'une mise en escamot) donnent lieu à un taux de reconnaissance comparable selon les présentations. Tant pour les phrases relevant d'une note que pour les exemples, les taux de reconnaissances ne différent pas significativement selon le type de présentation. En revanche, les phrases relevant d'une mise entre parenthèses donnent lieu à un effet global significatif du facteur mode de présentation ($F(2,30) = 6{,}15$, $p < .006$). Plus précisément, l'information mise en escamot est significativement mieux reconnue que l'information mise entre parenthèses ($F(1,21) = 12{,}3$, $p < .002$).

3.1.3. Discussion

Globalement, les conditions escamot et sans mise en forme conduisent à des performances de reconnaissance comparables, et supérieures aux performances obtenues en condition avec mise en forme matérielle (seule la différence avec la condition escamot étant significative). Ce résultat renforce l'idée selon laquelle l'utilisation sur écran d'une mise en forme matérielle exportée du support papier nuit à la mémorisation des informations. Néanmoins, il est possible que la consigne de « retenir le principal » ait incité les sujets en condition avec mise en forme à négliger les passages marqués par les organisateurs de mise en retrait (surtout les parenthèses). En revanche, les escamots n'auraient pas eu cet effet, n'ayant pas de signification a priori pour le lecteur.

3.2. Expérience 2 : Tâche de recherche d'information

L'objectif de l'expérience était de comparer l'effet d'une mise en escamot de passages secondaires par rapport à une mise en forme classique, la mise entre parenthèses, dans le cadre d'une tâche de recherche d'information dans un texte. En utilisant la mesure du temps de recherche d'informations spécifiques (tant de premier plan que de second plan) on s'attend à ce que la présentation en escamots diminue les temps de recherche.

3.2.1. Méthodologie

Sujets Douze sujets (6 par condition) ont participé à l'expérience, adultes étudiants ou chercheurs de formation Bac+3 minimum de diverses filières et de langue maternelle

française, recrutés sur la base du volontariat. L'âge moyen de la population était de 26 ans.

Matériel Il était composé de textes descriptifs (automobiles) présentés sur l'écran d'un ordinateur portable selon deux versions possibles : une version parenthèse (Figure 3.1) et une version Escamot (Figure 3.2). Les informations qui étaient entre parenthèses dans la première condition étaient mises en escamot dans la seconde.

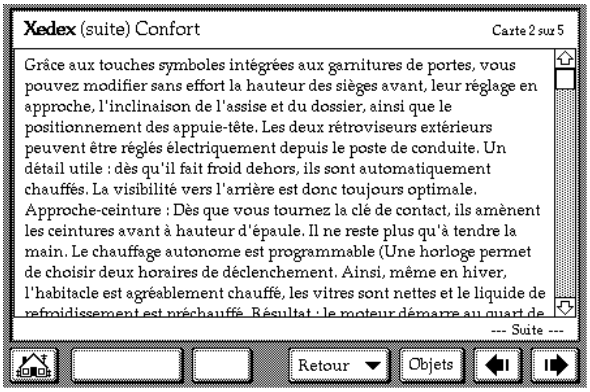

Figure 3-1. *Exemple d'un écran de la base en condition Parenthèses*

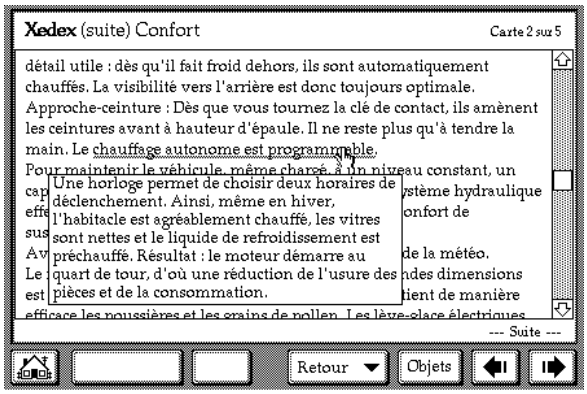

Figure 3-2. *Exemple d'un écran de la base en condition escamot (ouvert)*

Figure 3. *Conditions de présentation : condition parenthèse et condition escamot*

Procédure Une base de démonstration était présentée au sujet avant le début de l'expérience et l'usage des boutons de navigation était expliqué par l'expérimentateur. Ensuite, les sujets devaient répondre le plus rapidement possible à 12 questions qui

étaient présentées une par une par l'expérimentateur. Pour répondre à une question le sujet devait toujours repartir de l'écran sommaire. Le temps mis pour répondre à chaque question, depuis le moment de présentation écrite de la question jusqu'au moment où le sujet donnait la réponse oralement était chronométré. Il y avait autant de questions portant sur le premier plan (la part du texte qui n'était jamais mis en forme) que de questions portant sur le deuxième plan. Tant pour le premier plan que le second plan trois questions étaient destinées aux mesures à trois « moments » de la passation (au début, en intermédiaire et à la fin). Pour chaque plan, la rapidité d'accès potentielle à ces questions était identique en terme de boutons à cliquer et d'écrans à faire défiler pour arriver à l'écran comportant l'information demandée.

3.2.2. Résultats

Une analyse de variance avec mesure répétée a été calculée sur les logarithmes des temps de réponse aux questions-test, avec comme facteur inter-sujets le type de présentation (escamot ou parenthèse) et comme facteur intra-sujet le moment de la passation (début, intermédiaire, fin). Pour les recherches dans le premier plan, l'analyse montre que ni l'effet du type de présentation, ni l'effet du moment ne sont significatifs. Mais l'interaction entre les deux facteurs est significative ($F(2,20) = 5,66$; $p < .02$). Comme le montre la Figure 4, si les temps de recherche sur le premier plan en début de session sont plus longs en condition escamot qu'en condition parenthèse, c'est l'inverse en fin de session. Pour les temps de recherche dans le second plan, l'effet des facteurs n'est pas significatif, ni leur interaction.

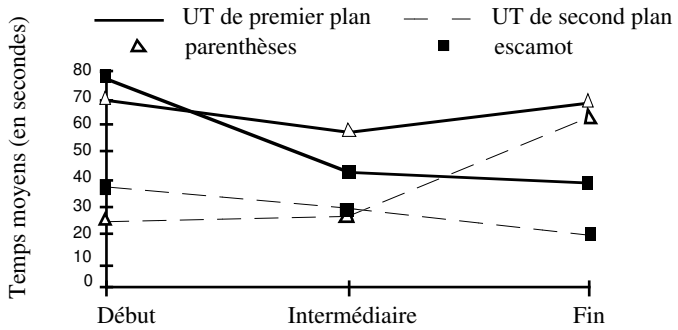

Figure 4. *Temps de réponse en fonction du format de présentation et du plan du texte, à trois moment de la session.*

Une analyse de variance a été effectuée sur les temps de réponse au seul test final (question 11 pour le second plan et question 12 pour le premier plan), avec le plan du texte (premier ou second plan) comme facteur intra-sujet. Globalement, la présentation en escamot donne lieu à des recherches significativement plus rapides que la présentation en

parenthèses (F(Wilks' Lambda) = 4,6, p <.05), la différence étant également significative pour chacun des deux plans de texte (pour le premier plan, F(1,10) = 7,2, p <.05 ; pour le second plan : F(1,10) = 5,1, p <.05).

3.2.3. Discussion

Dans une *tâche de recherche d'information* dans une petite base textuelle, la distinction de passages de texte secondaire par rapport au texte principal au moyen d'escamots semble bien avoir un effet facilitateur par rapport à une condition où les informations secondaires sont insérées entre parenthèses. En effet, alors que les sujets en condition parenthèses sont plus rapides que les sujets en condition escamot en début de session, c'est l'inverse en fin de session : les sujets en condition escamots sont significativement plus rapides que les sujets en condition parenthèses, et ceci tant pour les recherches d'information secondaires, que d'informations principales, qui pourtant étaient présentées de la même façon dans les deux conditions.

Ainsi, les deux expériences précédentes renforcent l'hypothèse selon laquelle la mise en escamot ne perturbe pas, voire améliore, le traitement cognitif du texte, que ce soit dans une tâche de reconnaissance ou une tâche de recherche d'information. Mais qu'en est-il de l'utilisation d'escamot pour des informations provenant de deux médias ?

4. Expériences sur l'utilisation d'escamots dans les documents texte-figure

Les deux expériences suivantes concernent spécifiquement les documents comprenant textes et figures. Leur objectif était de comparer intégration spatiale, intégration en escamot et présentation non intégrée dans deux types de tâches très différents : la mémorisation d'un schéma légendé (Expérience 3) ou la compréhension d'une procédure (Expérience 4).

4.1. Expérience 3 : mémorisation d'un schéma légendé

4.1.1. Méthodologie

Sujets Les sujets étaient 24 étudiants en D.E.U.G. de Psychologie de l'Université de Grenoble. Tous avaient déjà manipulé une souris d'ordinateur et aucun n'avait été exposé aux notions présentées dans le document.

Matériel Le document présentait un schéma en coupe de conduit de fumée comportant 15 textes (labels et commentaires) pour 15 éléments de la figure. Ce schéma est issu de l'encyclopédie des techniques du bâtiment (REEF) éditée par le C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). Les trois formats de présentation (Cf. Figure 5)

ont été réalisés au moyen du logiciel Hypercard, et étaient présentés sur un Powerbook (Macintosh).

Procédure Les sujets étaient aléatoirement répartis dans les trois groupes correspondant à chaque format de présentation et étaient testés individuellement. L'expérience se déroulait en deux phases : phase d'acquisition et phase de test. Durant la phase d'acquisition, les sujets observaient le document pendant une session de trois minutes. Ils pouvaient interrompre la session s'ils pensaient connaître le document. Après chaque session, les sujets devaient dessiner le document sur une feuille blanche (figure et noms des éléments, les commentaires n'étant pas à mémoriser). Tant que le dessin n'était pas complet, les sujets se voyaient proposer une nouvelle session de trois minutes. Après l'acquisition, une tâche distractive de 5 mn (un puzzle) était proposée. La phase de test comprenait deux tâches, pour lesquelles le schéma était fourni : d'abord une tâche de rappel indicé, où les sujets devaient indiquer sur le schéma (présenté en miroir) le nom des différents éléments ; ensuite une tâche de reconnaissance, où les sujets devaient reconnaître les 15 termes dans une liste de 30 mots et les placer correctement sur le schéma.

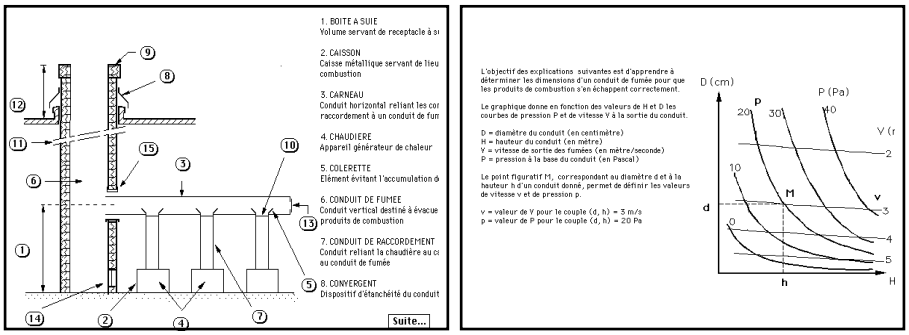

Figure 5-1. *Format conventionnel*

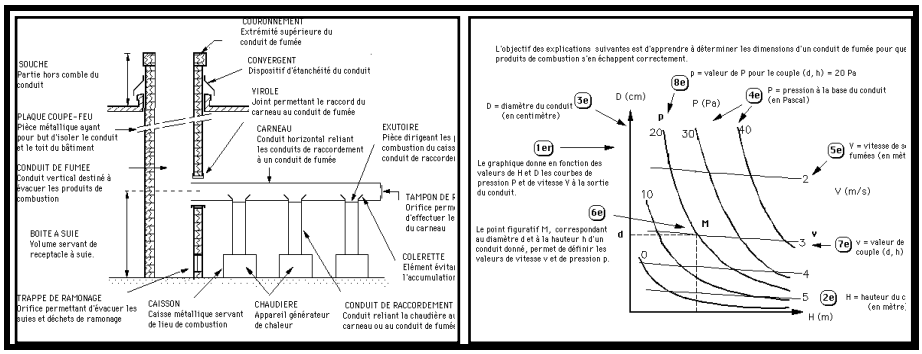

Figure 5-2. *Format intégré*

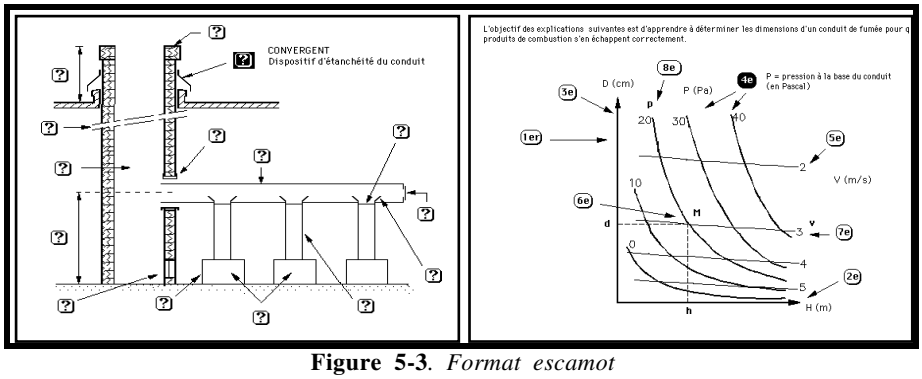

Figure 5-3. *Format escamot*

Figure 5. *Les trois formats de présentation utilisés pour les expériences 3 et 4 : à gauche, mémorisation d'un schéma légendé et à droite, résolution de problème*

4.1.2. Résultats et discussion

Efficacité de l'apprentissage Seul le test suivant la deuxième session (après 6 mn d'observation) sera commenté dans la mesure où aucune différence entre les groupes n'apparaît aux autres tests. La Figure 6 présente le taux de rappel des textes, éléments graphiques, et paires texte-figure (texte correctement associé à l'élément correspondant de la figure).

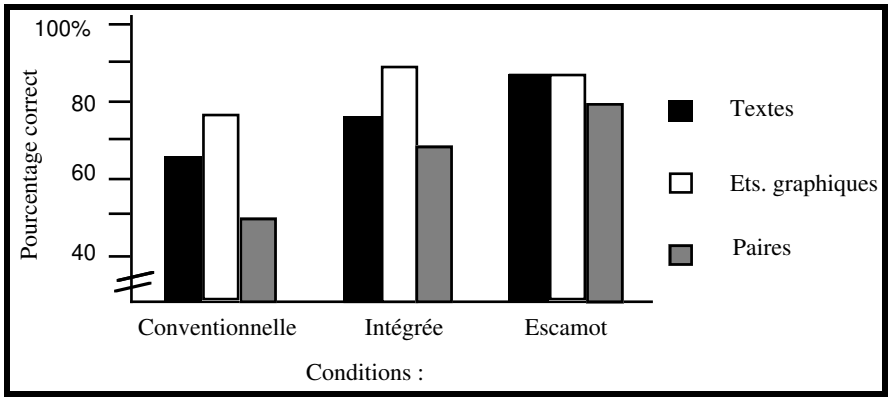

Figure 6. *Pourcentage moyen d'éléments rappelés pour le texte, les éléments graphiques et les paires texte-figure correspondants, au test suivant la deuxième session d'apprentissage.*

La Figure 6 montre que les sujets en conditions Intégrée et Escamot rappellent plus de textes et d'éléments graphiques que les sujets en condition Conventionnelle, mais les différences sont beaucoup plus nettes en ce qui concerne les paires. L'analyse multivariée montre que l'effet du type de groupe n'est pas significatif sur l'ensemble des trois indicateurs. Néanmoins, les sujets en condition Escamot rappellent significativement plus de paires que les sujets en condition Conventionnelle ($F(2,24) = 5.5$; $p < .05$).

Phase de test La figure 7 présente les performances de chaque groupe pour le test de rappel et de reconnaissance (pourcentage d'éléments corrects et temps d'exécution).

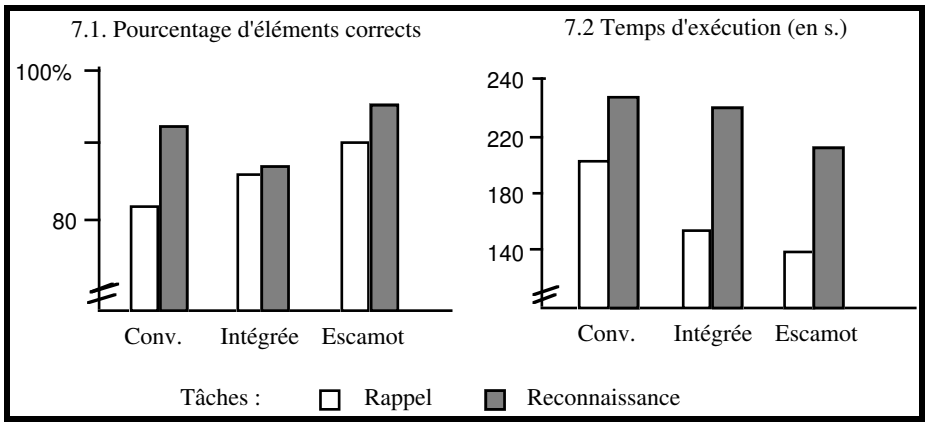

Figure 7. *Pour chaque groupe, performances aux test de rappel et de reconnaissance : 7.1 : pourcentage d'éléments corrects et 7.2 : temps d'exécution*

Que ce soit pour le test de rappel ou de reconnaissance, on observe un effet de plafond dans les trois groupes en ce qui concerne le pourcentage d'éléments corrects (Cf. Figure 7.1). En temps d'exécution, les trois groupes ne diffèrent pas pour le test de reconnaissance (Cf. Figure 7.2). En revanche, pour le test de rappel, les sujets en condition Conventionnelle mettent significativement plus de temps que les sujet en condition Escamot ($F(3,24) = 7$; $p < .05$) et Intégrée ($F(3,24) = 5$; $p < .05$).

Cette expérience comparait trois formats de présentation dans une tâche de mémorisation d'un schéma légendé. Seule la présentation escamot facilite l'apprentissage par rapport à une présentation conventionnelle, mais les deux présentations escamot et intégrée améliore le temps d'accès aux informations en mémoire. L'expérience suivante compare les trois mêmes formats de présentation mais pour un type d'apprentissage radicalement différent, puisqu'il s'agit de comprendre une procédure de calcul de façon à pouvoir l'appliquer dans d'autres situations.

4.2. Expérience 4: Acquisition d'une procédure

4.2.1. Méthodologie

Sujets Les sujets sont 30 étudiants engagés dans un des D.E.U.G. de Sciences Humaines de l'Université de Grenoble. Tous avaient déjà manipulé une souris d'ordinateur. Aucun n'avait de connaissance dans le domaine du bâtiment et aucun n'était issu de filières de sciences mathématiques ou physiques.

Matériel Adapté d'un document du REEF, le matériel a pour objectif d'apprendre aux sujets à lire un graphique de type « abaque » (Cf. Figure 5, partie droite). Le document comportait 8 écrans (Cf. procédure). Pour les trois écrans d'explication, trois formats de présentation étaient réalisés (conventionnel, intégré ou escamot). Les autres écrans étaient similaires pour les trois conditions.

Procédure Les sujets étaient aléatoirement affectés à l'un des trois groupes correspondant chacun à une condition (Conventionnelle, Intégrée et Escamot). Durant la première phase d'acquisition, l'explication consistait en deux graphiques commentés, suivis d'un exercice corrigé. Suivaient trois exercices appelés « réactifs » au sens où le programme indiquait au sujet si ses réponses (tapées au clavier) étaient justes ou fausses. Durant cette phase d'exercice, le sujet pouvait revenir aux écrans d'explications autant de fois qu'il le désirait. En phase test, deux problèmes étaient proposés : le premier problème est dit « problème inverse » au sens où il demande de définir ce qui est habituellement donné dans l'énoncé. Le deuxième problème est dit « problème de transfert », au sens où sa résolution demande de transférer la procédure acquise à un autre type de problème.

4.2.2. Résultats

Phase d'acquisition Au total, le groupe Escamot passe moins de temps sur les explications que les deux autres groupes et résout les exercices plus rapidement pour des performances sensiblement équivalentes. Cependant, les différences entre groupes ne sont pas statistiquement significatives.

Application de la procédure Le Tableau 1 présente le score moyen (sur 2) de chaque groupe pour le problème inverse et le problème de transfert.

Tableau 1. *Score moyen (sur 2) par groupe pour les problèmes 1 et 2. Ces deux problèmes donnaient lieu à une cotation distincte, ramenée à une échelle en deux points pour permettre la comparaison.*

	Conventionnel	Intégré	Escamot
Problème inverse	0.7	1	0.7

Problème de transfert	0.6	*1.6*	*1.8*

En ce qui concerne le problème inverse, le score moyen reflète le fait que peu de sujets ont su résoudre ce problème, et ce quel que soit le groupe considéré. Quant au problème de transfert, les sujets des groupes Intégré et Escamot réussissent bien mieux que les sujets du groupe Conventionnel. Un Chi2 réalisé sur le nombre de sujets qui réussissent le problème de transfert révèle que la différence entre les groupes est statistiquement significative ($\chi^2_{(2)} = 9,3$; $p < .01$).

Ainsi, quand la tâche consiste à acquérir une procédure de calcul, les formats de présentation Intégré et Escamot induisent de meilleures performances lors du problème de transfert, pour un temps d'acquisition équivalent.

4.3. Discussion des expériences 3 et 4

Les résultats des expériences 3 et 4 confortent l'hypothèse selon laquelle l'intégration des deux sources d'information faciliterait leur intégration en mémoire, que l'intégration soit spatiale ou de forme « hyperlien ». Curieusement, cette facilitation est apparue au niveau de la mise en œuvre des connaissances, mais pas au niveau de leur acquisition. En revanche, ces résultats ne supportent pas l'hypothèse d'une supériorité d'une intégration en escamot sur l'intégration spatiale, même si les résultats observés sont systématiquement en faveur de cette première présentation. Compte tenu de son caractère optionnel, il est possible que l'escamot ne procure aucun avantage dans des situations qui nécessitent de lire toute l'information *in extenso*. Des expériences sont en projet pour vérifier cette hypothèse dans des situations qui demandent un traitement plus sélectif des informations.

5. Un premier bilan : escamot ou mise en forme classique ?

Quatre expériences ont été menées pour étudier l'effet sur les processus cognitifs de l'utilisateur d'un dispositif propre aux document informatisés, l'escamot, dans des documents hypertextes ou hypermédias. En effet, la mise en escamot ne perturbe pas, voire améliore, la mémorisation d'information, qu'elles soient textuelles ou multimédia. L'escamot s'est également révélé efficace pour la recherche d'information dans une base de textes, après un premier temps d'habituation au dispositif. Ces résultats confortent les hypothèses émises au début de cet article. Tout d'abord, le format escamot permet de mettre au premier plan l'une des sources d'information et donc de donner une hiérarchie d'étude au document, ce qui faciliterait son traitement dans des tâches de recherche d'information. En second lieu, l'insertion en escamot permet d'intégrer les différents

types d'informations en coréférence, ce qui facilite leur intégration cognitive [SWE 90]. Ainsi, l'escamot permet de réaliser des fonctions de distinction et d'intégration des informations, tout en évitant la surcharge cognitive observée pour les organisateurs « papier » , comme le traitement du marquage de l'importance [GAO 90], ou la séparation spatiale des informations [SWE 90]. Ces premiers résultats constituent un argument en faveur de l'utilisation d'escamots par rapport à d'autres dispositifs exportés du support papier, même si d'autres expériences doivent être réalisées pour analyser plus finement l'effet des escamots sur le traitement cognitif du texte.

Il est également utile de rappeler que l'objectif de ces expériences était d'étudier l'effet cognitif de l'emploi d'escamots, mais pas d'en définir les conditions d'utilisation optimale. Dans un objectif pratique, outre la prise en considération de recommandations ergonomiques générales [BAS 94], des études complémentaires sont nécesssaires. Par exemple, il serait intéressant de vérifier que la présence d'un mot clé indiquant le contenu de l'escamot, comme dans l'expérience 2, facilite son traitement par l'utilisateur.

Pour conclure, l'avenir de l'ergonomie des documents réside selon nous dans cette approche "cognitive", qui permet de définir, à partir de l'investigation des processus cognitifs mis en oeuvre, des bases opérationnelles pour l'application.

Remerciements Les auteurs remercient André Bisseret pour sa précieuse collaboration à la réalisation de cette recherche. En outre, cet article a pu être amélioré grâce aux conseils de Anne Pellegrin et de deux relecteurs.

6. Bibliographie

[BAS 94] BASTIEN C., SCAPIN D., *Evaluating user interfaces with ergonomic criteria,* Rapport de recherche n°2326, I.N.R.I.A. Rocquencourt, 1994.

[BET 96] BETRANCOURT M., Facteurs spatiaux et temporels dans le traitement cognitif des complexes texte-figure. Thèse de Doctorat en Sciences Cognitives, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1996.

[CAI 86] CAIL F., « Présentation de l'information sur écran de visualisation : revue bibliographique », *Cahiers de notes documentaires* n° 123, 2e trimestre 1986, p. 193-200.

[CAR 95] CARO S., Rôle des organisateurs para-linguistiques dans la consultation des documents électroniques. Thèse en Sciences de l'Information et de la Communication, Université de Grenoble, 1995, 213 p.

[CHA 91] CHANDLER P., SWELLER J., « Cognitive load theory and the format of instruction », *Cognition and Instruction*, Vol. 8, n°4, 1991, p. 293-332.

[CUS 84] CUSHMAN W.H., LITTLE R.M., LUCAS R.L., PUGSLEY R.E., STEVENS J.A., « Equipment design », in *Ergonomic design for people at work*, by Eastman Kodak Cie. Belmont CA, Lifetime Learning Pub., Vol. 1, 1984, 406 p.

[DUC 86] DUCHASTEL, C. « Display and interaction features of instructional texts and computer », *British Journal of Educational Technology,* Vol. 19, n°1, 1986, p. 58-65.

[GAO 90] GAONAC'H D., PASSERAULT J.M., « Marquage de l'importance et traitement des éléments dans un texte : effet immédiat et différé », *European Journal of Psychology of Education*, 5, 1990, 59-68.

[HEG 93] HEGARTY M., JUST M.A., « Constructing mental models of machines from text and diagrams », *Journal of Memory and Language*, 32, 1993, p. 717-742.

[KIE 92] KIERAS D., « Diagrammatic displays for engineered systems : effects on human performance in interacting with malfunctioning systems », *International journal of Man-Machines Studies*, 36, 1992, p. 861-895.

[MAY 90] MAYER R.E., GALLINI J.K., « When is an illustration worth ten thousand words ? », *Journal of Educational Psychology*, Vol. 82, n°4, 1990, p 715-726.

[MAY 93] MAYER R.E., « Comprehension of graphics in text: an overview », *Learning and Instruction*, 3 , 1993, p. 239-245.

[McL 96] MCLELLAN S.G., ROESLER A.W., ELLIOT A.L., « The effect of advice message location on user performance », *IEEE Transactions On Professional Communications*, Vol. 39, n°1, 1996, p. 43-48.

[PUR 91] PURNELL K.N., SOLMAN R.T., SWELLER J., « The effects of technical illustrations on cognitive load », *Instructional Science*, Vol. 20, 1991, p. 443-462.

[RAM 79] RAMSEY H.R., ATWOOD M.E., *Human factors in computer systems : a review of the literatures,* Englewood (Colorado), Science Applications Inc., report n° SAI-79-III-DEN, 1979.

[STA 90a] STARK H.A., « Pop-up Windows and Memory for Text », *Proceedings of Interact'90*, 1990, p. 67-72.

[STA 90b] STARK H.A., « What do readers do to pop-ups, and pop-ups do to readers » R. MCALEESE, C. GREEN (Eds.), *Hypertext : State of the Art,* Intellect, Oxford, 1990, p. 2-9.

[SWE 90] SWELLER J., CHANDLER P., TIERNEY P., COOPER M., « Cognitive load as a factor in the structuring of technical material », *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 119, n°2, 1990, p. 176-192.

[VEZ 88] VEZIN J.F., VEZIN L., « Illustration, schématisation et activité interprétative », *Bulletin de psychologie : La communication par image*, Tome XLI, n°386, 1988, p. 655-666.