

Titre courant : hypertextes et compréhension

LA COMPREHENSION DES DOCUMENTS ELECTRONIQUES

Jean-François Rouet

CNRS et Université de Poitiers

A paraître dans D. Gaonac'h et M. Fayol (Eds.)

Aider les élèves à comprendre. Paris: Hachette Education

version de pré-publication, avril 2003

Coordonnées de l'auteur :

Jean-François Rouet

Laboratoire Langage et Cognition

99 avenue du Recteur Pineau

86022 Poitiers CEDEX

jean-francois.rouet@mshs.univ-poitiers.fr

1. Introduction

Depuis une vingtaine d'années, l'informatique fait peu à peu son entrée parmi les supports habituels de l'écrit. Dans les écoles, les bibliothèques, les entreprises et, de plus en plus, dans les foyers, les ordinateurs sont utilisés pour écrire, stocker, rechercher et consulter des documents de toute nature. Le support informatique ne fait pas que reproduire le texte imprimé, il en transforme bien des aspects : l'espace physique de la page, les modalités d'affichage des caractères, l'organisation logique des documents et surtout nature des outils disponibles pour les utiliser diffèrent sensiblement lorsque l'on passe de l'imprimé au texte électronique.

Ces transformations ne sont pas sans conséquence pour la lecture et la compréhension des textes. Une brève expérience de navigation sur le Word Wide Web, ou "toile", suffit pour s'en convaincre. Mais quel est précisément l'impact du texte électronique sur les processus cognitifs de lecture et de compréhension ? Lit-on mieux, plus vite, ou au contraire plus lentement sur un écran d'ordinateur ? Les nouvelles techniques hypertextuelles modifient-elles le processus de compréhension ? Les recherches scientifiques se sont multipliées depuis dix ans (voir encadré 1 pour quelques indications bibliographiques), mais les conclusions sont encore très partielles. En effet, le nombre et la complexité des paramètres à prendre en compte, et l'évolution constante des matériels et des logiciels limitent les possibilités de généralisation.

Encadré 1. Quelques ouvrages synthétiques sur les hypertextes et la compréhension

Crinon, J. et Gautellier, C. (Dir., 2001). Apprendre avec le multimédia et Internet. Paris: Editions Retz.

Legros, D., & Crinon, J. (2002). Psychologie des apprentissages et multimédia. Paris : Armand Colin.

Nielsen, J. (2000). Conception de sites Web: l'art de la simplicité. Paris: Campuspress France.

Rouet, J.-F. & La Passardière, B. de (1999, Eds.). Hypermédiats et Apprentissages. Actes du quatrième colloque. Paris: Institut National de la Recherche Pédagogique.

Rouet, J.-F., Levonen, J., Dillon, A.P. and Spiro, R.J. (Eds., 1996). Hypertext and Cognition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Tricot, A. & Rouet, J.F. (1998, dir.). Les hypermédias: Approches cognitives et ergonomiques. Paris: Hermès.

de Vries, E., Pernin, J.P. & Peyrin, P.P. (Dir., 2001) Actes du Cinquième Colloque Hypermédias et Apprentissages. Paris : Institut National de la Recherche Pédagogique.

Ce chapitre se propose de faire le point sur les connaissances actuelles sur la lecture et la compréhension des documents électroniques. On n'abordera ici que les questions liées à la compréhension, entendue comme la construction par l'individu d'une représentation mentale de la situation décrite par le texte (voir le Chapitre 1). On n'évoquera pas les problèmes posés par la recherche d'informations, activité qui présente au plan cognitif des caractéristiques spécifiques mais dont l'étude sort du cadre de ce chapitre (Cf. Dinet et Rouet, 2001). Je laisse également de côté la compréhension des "nouvelles images" que l'informatique permet de créer (sur ce point voir par exemple Hidrio & Jamet, 2001).

Pour évaluer les impacts – positifs ou négatifs - des nouvelles technologies sur la lecture et la compréhension, il faut d'abord s'interroger sur la lisibilité et le confort ergonomique du texte à l'écran. C'est ce que nous ferons dans la première partie de ce chapitre. Ensuite, nous examinerons plus en détail les problèmes cognitifs posés par la compréhension des hypertextes.

2. Lisibilité et confort ergonomique des écrans

La lecture sur ordinateur présente un certain nombre de différences importantes par rapport à la lecture de textes imprimés. Le texte est affiché sur un écran, en général vertical, ce qui contraint beaucoup la position et les gestes de lecture; la surface de l'écran est relativement réduite par rapport à celle des pages de magazines ou d'ouvrages. Les gestes permettant de "manipuler" le texte (feuilletter, empiler, marquer de pages et signets...) sont remplacés par des symboles (icônes) et des dispositifs de pointage et de sélection (souris, clavier). Quels sont les impacts de ces transformations au plan de la lisibilité ?

2.1. La lisibilité du texte sur écran

Considérons tout d'abord la question de l'affichage du texte sur écran. Il s'agit d'un affichage électronique, qui possède des caractéristiques particulières au plan de la brillance, du contraste, et du degré de finesse du tracé des caractères. En apparence, le lecteur d'une "page Web" peut avoir l'impression qu'il lit normalement, comme il le ferait pour une page imprimée. Les études ergonomiques ont toutefois montré que, en l'état actuel des technologies, la lecture sur écran est moins aisée et efficace que la lecture sur papier (voir pour une synthèse Caro & Bétrancourt, 2001).

(a) la lecture sur écran est généralement plus lente que la lecture sur papier. Ceci tient pour partie au dessin médiocre des caractères à l'écran. En effet, même avec les écrans graphiques à "haute résolution", le grain du support reste très grossier par rapport à une impression de type "offset" ou "laser", c'est à dire celle des livres imprimés (voir encadré 2). Le problème de la vitesse peut cependant être atténué par l'emploi d'écrans à très haute définition

Encadré 2. Différence de lisibilité entre un texte imprimé (à gauche, police Times 10 points, qualité "laser") et le même texte tel qu'il apparaît sur écran (à droite, capture d'écran haute résolution à cristaux liquides).

1. POURQUOI LES MODELES ATOMIQUES ONT ETE INVENTES

L'idée selon laquelle la matière est formée d'atomes prend ses racines dans la Grèce Antique, mais il a fallu plusieurs siècles avant que cette idée soit acceptée par une majorité de scientifiques. En effet, imaginer les atomes comme des particules de matière indépendantes suggère l'existence d'espaces vides entre eux (espaces sans matière). Or l'existence du vide, pour diverses raisons, a eu beaucoup de mal à s'imposer.

Durant le 18ème Siècle, avec les méthodes d'investigation modernes, l'existence du vide a gagné des adeptes, et avec elle l'hypothèse des atomes. Les atomistes de l'époque expliquaient déjà quelques phénomènes physiques comme, par exemple, la possibilité de comprimer les gaz. Les gaz pourraient être formés par des atomes se déplaçant au hasard et séparés par de grands espaces vides. Comprimer un gaz reviendrait à rapprocher les atomes en diminuant les espaces vides.

1. POURQUOI LES MODELES ATOMIQUES ONT ETE INVENTES

L'idée selon laquelle la matière est formée d'atomes prend ses racines dans la Grèce Antique, mais il a fallu plusieurs siècles avant que cette idée soit acceptée par une majorité de scientifiques. En effet, imaginer les atomes comme des particules de matière indépendantes suggère l'existence d'espaces vides entre eux (espaces sans matière). Or l'existence du vide, pour diverses raisons, a eu beaucoup de mal à s'imposer.

Durant le 18ème Siècle, avec les méthodes d'investigation modernes, l'existence du vide a gagné des adeptes, et avec elle l'hypothèse des atomes. Les atomistes de l'époque expliquaient déjà quelques phénomènes physiques comme, par exemple, la possibilité de comprimer les gaz. Les gaz pourraient être formés par des atomes se déplaçant au hasard et séparés par de grands espaces vides. Comprimer un gaz reviendrait à rapprocher les atomes en diminuant les espaces vides.

(b) La lecture sur écran donne lieu à plus d'erreurs dans l'identification des mots et le repérage des détails typographiques et orthographiques (constat fait sur la base de tâches de correction de fautes dans le texte).

(c) La lecture soutenue sur écran entraîne un sentiment de fatigue plus important que sur papier, lorsqu'elle dure plus de 10 minutes.

Les deux derniers problèmes semblent liés à une combinaison de plusieurs facteurs, qui inclut la taille, la luminosité, le contraste des caractères, ainsi que la distance, la position et la stabilité de l'image. La qualité du texte sur écran peut être améliorée par différentes techniques ergonomiques, parmi lesquelles : l'emploi de polices sans empattements (comme la police HELVETICA par exemple), une taille de caractères de 4 millimètres au moins, et l'emploi d'un contraste positif (texte noir sur fond blanc, comme sur papier).

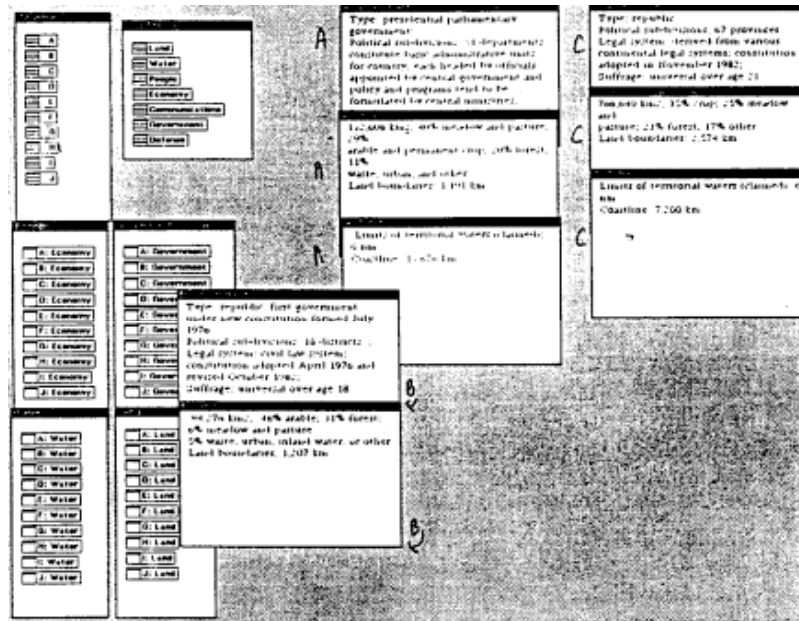
Bien qu'aucun de ces problèmes ne soit rédhibitoire, il faut retenir que la lecture reste actuellement plus rapide, plus efficace et plus facile sur papier que sur écran. Les utilisateurs réguliers de systèmes documentaires électroniques font d'ailleurs un usage immodéré de l'imprimante dès lors qu'il s'agit de lire (ou de relire) des textes d'une certaine longueur. L'écran est donc souvent un lieu de "consultation" plutôt que de lecture soutenue.

2.2. La gestion de l'espace de lecture

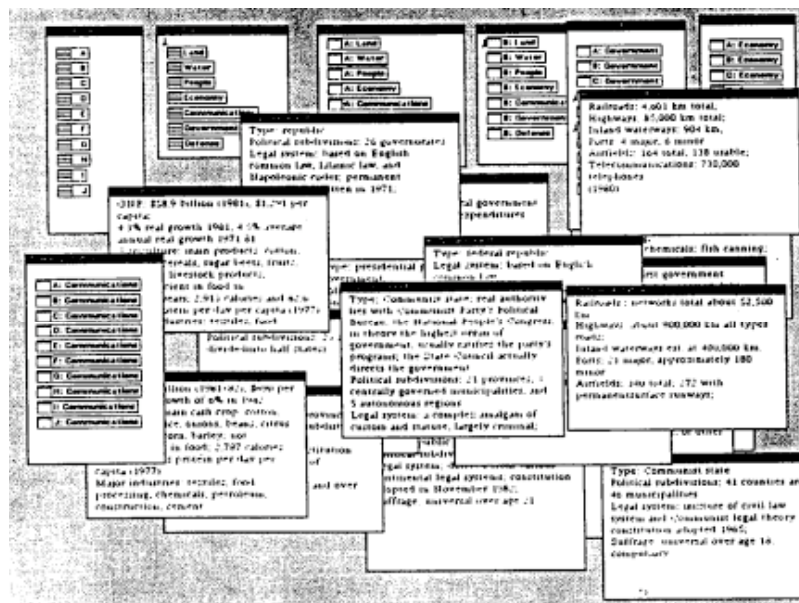
Une autre différence fondamentale entre l'écran et le papier réside dans la surface de lecture disponible. Les micro-ordinateurs actuels sont souvent équipés d'écrans de 15 ou 17 pouces, ce qui permet tout au plus l'affichage d'une demi page au format A4, compte tenu de l'espace occupé de manière incompressible par les commandes du logiciel et du système d'exploitation de l'ordinateur. Cette taille réduite limite la possibilité de balayer rapidement du regard de grandes quantités de texte, comme on peut le faire avec des documents papiers disposés sur un bureau, ou encore en lisant la page "sports" d'un quotidien. On peut certes objecter que les systèmes informatiques récents compensent en partie ce défaut en autorisant l'ouverture simultanée de plusieurs "fenêtres" de texte à l'écran. Cependant, l'espace physique d'affichage n'en reste pas moins réduit, ce qui impose de travailler avec des documents qui se superposent. L'utilisateur doit gérer l'ouverture et la fermeture des fenêtres afin d'éviter la surcharge de son "bureau virtuel". Les premières expériences de lecture sur écran ont montré que cette simple gestion pouvait représenter un coût cognitif élevé (voir encadré 3)

Encadré 3. Le système hypertexte et l'étude de Foss (1989)

L'étude réalisée par Carolyn Foss en 1989 avait pour but d'évaluer un système d'informations à fenêtres multiples (Cf. Figures a et b ci-dessous).



(a)



(b)

Ce système utilisait un écran de très grande taille permettant d'ouvrir et disposer des fenêtres de texte d'une manière très flexible. Les participants étaient des adultes habitués à se servir de l'ordinateur, mais sans connaissance particulière du contenu des documents à lire. La tâche consistait à faire une recherche d'informations dans une base de données géographiques. La Figure ci-dessus illustre la diversité des stratégies utilisées par les participants pour gérer l'espace d'affichage sur écran. Dans le premier exemple (écran a) un nombre limité de fenêtres a été ouvert, et les fenêtres sont disposées de façon à favoriser la comparaison des contenus (aspect important de la tâche). Le deuxième exemple (écran b) illustre une situation de "noyade dans l'information", caractérisée par un grand nombre de fenêtres ouvertes et une disposition anarchique sur l'écran. Des entretiens avec les participants ont montré que cette situation résultait le plus souvent d'une gestion défectueuse de l'espace-écran et non d'une stratégie délibérée. D'autres études ont aussi constaté des difficultés de gestion des fenêtres multiples dans des tâches de lecture sur écran. Leurs résultats suggèrent qu'il est préférable de limiter le nombre de fenêtres pouvant être ouvertes simultanément afin de réduire le syndrome de noyade dans l'information.

Bien entendu, ces problèmes de gestion cognitive des documents complexes se posent également avec les ouvrages imprimés (voir Rouet, 2001). Cependant, on peut retenir qu'ils se manifestent de manière accentuée lors de la consultation de texte à l'écran, du fait notamment de la surface d'affichage plus réduite. Enfin, il faut noter que la plupart des expériences réalisées jusqu'à présent l'ont été avec des utilisateurs adultes, ayant le plus souvent un niveau d'études supérieur. On dispose à l'heure actuelle de peu de données concernant la lecture sur écran par les enfants ou les personnes de moindre niveau d'éducation. Il est toutefois probable que les différences papier-écran persistent, voire s'accroissent lorsque l'on s'adresse à des publics moins expérimentés.

3. Textes et hypertextes : quelles différences ?

La lisibilité et la taille de l'écran ne constituent pas les seules différences entre les documents imprimés et les documents électroniques. Le terme d'hypertexte s'est peu à peu imposé pour désigner ces nouveaux systèmes d'informations dans lesquels les pages ne sont plus disposées linéairement, mais sous la forme de réseaux plus ou moins hiérarchisés. Ces systèmes apportent un certain nombre d'innovations dans la présentation et l'organisation

même des documents. Ils permettent notamment l'affichage dynamique et l'utilisation d'hyperliens (voir encadré 4)

Encadré 4. L'écran d'un hypertexte hiérarchique simple.

La Figure ci-dessous montre un exemple d'hypertexte simple de type "hiérarchique" conçu dans le cadre d'une expérimentation sur les stratégies de recherche d'informations des étudiants de premier cycle universitaire. Cet hypertexte, accessible via Internet, permettait aux étudiants de consulter la transcription d'un cours de psychologie. Les pages (zone centrale de l'écran) sont accessibles au moyen d'une représentation du contenu ("plan", à gauche) dont les éléments peuvent être sélectionnés par l'utilisateur au moyen de la souris. La partie droite de l'écran est réservée à l'affichage de compléments d'informations correspondant à certains mots-clés du texte affichés en bleu. Par ailleurs, un "ascenseur" permet de faire défiler le texte verticalement dans la zone de contenu (d'après Jégou, Andréo et Rouet, 2001).

The screenshot shows a web-based hypertext interface. On the left, a blue sidebar contains a 'PLAN INDEX' with a tree structure of topics: 'L'ACTIVITE DE PRISE DE NOTES' (expanded) and 'LE LANGAGE'. The central content area is titled 'L'ACTIVITE DE PRISE DE NOTES' and 'B. L'ANALYSE DES PROCESSUS COGNITIFS MIS EN OEUVRE'. It displays a section '2. LA GESTION DE LA MEMOIRE PENDANT LA PRISE DE NOTES' with a sub-section 'b) Les capacités de manipulation de l'information (Kiewra & Benton, 1988)'. The text discusses the relationship between memory and information manipulation, mentioning 'correlations' and 'empan mnémorique'. A list of tasks is provided: (1) formulating hypotheses, (2) maintaining hypotheses in memory, and (3) searching for and elaborating on words. The right sidebar, titled 'Empan mnémorique', defines it as the capacity to maintain information in memory. Navigation buttons for '<PAGE PRECEDENTE', '2/5', and 'PAGE SUIVANTE>' are at the bottom.

Bien que de conception très simple, cet hypertexte illustre deux différences fondamentales entre le texte imprimé et électronique. La première différence concerne

l'affichage dynamique. Sur l'écran, on distingue trois zones d'affichage consacrées à trois types d'informations. Le contenu de ces zones d'affichage peut être modifié de façon indépendante. Il est ainsi possible de passer du plan de cours à l'index alphabétique des notions sans effacer la page de contenu. Des informations complémentaires (définitions) sont également accessibles dans la partie droite de l'écran. Chaque point de l'écran peut donc être mis à jour indépendamment des autres. L'affichage dynamique permet également de présenter sur écran des graphiques animés, ce qui est exclu (à de rares exceptions près) avec les documents imprimés.

La seconde différence concerne les liens hypertextes ou hyperliens. Il s'agit de mots ou d'expressions pouvant être sélectionnés par l'utilisateur et qui renvoient à des contenus textuels différents. Ces contenus peuvent être affichés en complément ou en remplacement de l'information présentée sur l'écran. La conséquence en est que plusieurs parcours "personnalisés" sont possibles au sein d'un hypertexte, en fonction de l'activation des hyperliens par l'utilisateur. Ceci constitue une rupture par rapport à l'organisation énonciative fortement prédéterminée des documents papiers.

Dans l'hypertexte, les liens peuvent être organisés de manière hiérarchique ou en réseau. Dans le premier cas, le parcours de l'utilisateur suit une arborescence qui va des informations générales jusqu'au plus spécifiques. L'exemple de l'encadré 4 est un hypertexte hiérarchique dont le "plan" présente les différents niveaux et sous-niveaux. Dans l'organisation en réseau non hiérarchique, chaque page renvoie à une ou plusieurs autres pages en fonction des relations sémantiques entre contenus (à la façon des références croisées). Ces techniques hypertextuelles autorisent des parcours de lecture multiples et non linéaires qui contrastent avec le caractère linéaire du texte imprimé.

Il est toutefois important de relativiser ces innovations. L'organisation des textes imprimés ne constitue nullement une contrainte absolue pour le lecteur, qui peut à tout moment se détacher de l'ordre de lecture proposé par l'organisation linéaire des pages. Par ailleurs, les contraintes inhérentes à la production du langage écrit (respect de la syntaxe et de la ponctuation par exemple) sont présentes quelque soit le support. La délinéarisation proposée par l'hypertexte concerne donc surtout la "superstructure" textuelle, c'est à dire l'organisation énonciative globale des contenus langagiers. Dans le cas des documents multimédia, s'y ajoute la non linéarité permise par l'intégration d'images, d'animations, de

commentaires ou de séquences sonores au sein même des documents textuels (Hidrio & Jamet, 2001).

4. Lecture et compréhension des hypertextes

4.1. Hypertextes et représentation des connaissances

La flexibilité inhérente à la consultation des hypertextes a formé la base de théories selon lesquelles la lecture d'hypertextes favoriserait la compréhension des contenus, par rapport aux systèmes d'informations traditionnels. Les premières formulations de ces théories remontent à des travaux bien antérieurs à l'explosion de l'informatique personnelle. Certains visionnaires, comme V. Bush ou T. Nelson, s'inspiraient d'un principe central de la psychologie associationniste, qui veut que les connaissances d'un individu se construisent par association entre éléments au départ indépendants. Ces associations sont dépendantes de la co-occurrence des éléments dans l'environnement ou dans les expériences du sujet. Selon cette conception, un système d'informations parfait devrait refléter le "réseau" des connaissances du domaine. D'où l'idée de créer des "liens" (électromécaniques dans le système de Bush, ou électroniques dans le système Xanadu de Nelson) entre les unités d'informations, en fonction de leurs relations sémantiques. L'utilisateur pourrait ainsi projeter directement dans l'utilisation du système les associations caractérisant ses propres connaissances. Mieux : la "navigation" dans des réseaux documentaires organisés de manière associative permettrait la construction de connaissances nouvelles d'une manière plus facile et naturelle.

Plus récemment, les chercheurs se sont appuyés sur les modèles cognitifs de la compréhension pour caractériser les différences entre textes et hypertextes. L'une des conceptions les plus abouties est sans doute celle de Spiro et ses collègues (voir Encadré 5).

Encadré 5. Théorie et principes pédagogiques de la Flexibilité Cognitive.

Spiro, Feltovitch, Jacobson & Coulson (1991) proposent la Théorie de la Flexibilité Cognitive (CFT), un ensemble de notions qui rendent compte des phénomènes d'apprentissage dans des domaines complexes et mal structurés. Selon ces auteurs,

"réviser les mêmes informations, à des moments différents, dans des contextes réorganisés, pour différents objectifs et en prenant des perspectives conceptuelles différentes est essentiel

pour effectuer une acquisition de connaissances approfondies." (Spiro et al., 1991, p. 28, notre traduction).

En d'autres termes, le fait de se trouver exposé plusieurs fois aux mêmes matériaux d'apprentissage (textes, illustrations, études de cas, problèmes à résoudre), selon des perspectives différentes, permettrait aux étudiants de construire des représentations plus souples donc susceptibles d'être utilisées par la suite pour résoudre des problèmes plus variés. Selon Spiro et ses collègues, les hypertextes sont des outils appropriés pour ces activités, parce qu'ils permettent précisément de restructurer les informations à l'infini.

A partir de ces hypothèses, Spiro et ses collègues ont formulé cinq conditions pédagogiques qui favorisent l'apprentissage à partir d'hypertexte :

- (a) utilisation de représentations multiples des connaissances,
- (b) mise en relation de concepts abstraits et de cas concrets,
- (c) respect de la complexité des concepts à tous les niveaux d'enseignement,
- (d) apprentissage des liens sémantiques entre concepts,
- (e) assemblage des connaissances élémentaires dans des situations-problèmes réalistes.

Les recherches sur la compréhension apportent d'autres éléments de réflexion sur les avantages possibles de l'hypertexte. On sait que l'auteur d'un texte traditionnel s'appuie normalement sur l'idée qu'il se fait de son lecteur "moyen" pour inclure ou omettre certains détails. Le texte doit en effet apporter des informations nouvelles sans trop s'éloigner des connaissances initiales du lecteur. L'adaptation fine des textes aux besoins cognitifs de différents types de lecteurs est un exercice assez délicat. Les dispositifs métatextuels, comme les références croisées, les notes de bas de page et les glossaires, permettent une certaine flexibilité, mais leur emploi est relativement malaisé. D'une part, les lecteurs ne consultent que rarement l'information supplémentaire mise à leur disposition si cette consultation demande un effort supplémentaire, ou si elle perturbe le cours normal de la lecture (Reinking & Rickman, 1990). D'autre part, seuls les lecteurs expérimentés connaissent et exploitent ces dispositifs avec profit.

La technique des liens hypertextes pourrait améliorer l'adaptation du texte au lecteur en minimisant l'effort nécessaire pour accéder aux informations utiles : un simple "clic" de souris permet, à partir d'une page donnée, de choisir une option parmi tout un éventail. Grâce

aux liens hypertextes, une même information peut également être présentée dans différents contextes, ce qui pourrait favoriser la compréhension d'informations peu familières.

Plusieurs études ont tenté de vérifier ces hypothèses, en comparant la lecture de contenus textuels présentés de façon traditionnelle ou hypertextuelle. Ces études ont mis en évidence l'apport possible des hypertextes pour l'apprentissage de notions complexes, mais aussi certaines difficultés inhérentes à la lecture hypertextuelle.

4.2. Hypertextes et compréhension experte

Quel est l'impact de la présentation hypertextuelle sur la compréhension? Les études visant à répondre à cette question se sont multipliées, avec des résultats inattendus. En effet, la plupart des expériences comparant textes et hypertextes pour des tâches simples de compréhension ne sont pas parvenues à montrer un bénéfice de la lecture hypertextuelle, par rapport à une présentation traditionnelle (voir les ouvrages cités dans l'encadré 1 pour plus de précisions). L'encadré 6 présente un exemple de recherche dans ce domaine.

Encadré 6. L'expérience de Gordon et collaborateurs (1988).

Gordon, Gustavel, Moore et Hankey (1988) se sont intéressés aux effets d'une présentation hypertextuelle sur la compréhension d'un texte. Ils ont demandé à 24 étudiants de lire soit un texte d'intérêt général sans objectif d'apprentissage ("lecture d'agrément"), soit un texte technique avec un objectif de compréhension ("lecture soutenue"). Ces textes étaient présentés sur écran, selon un format linéaire ou hypertexte. La version hypertexte consistait à présenter d'abord une sorte de condensé du texte, où ne figuraient que les informations importantes. Les participants pouvaient accéder à des détails supplémentaires en sélectionnant certains mots-clés (ou liens hypertextes). La lecture du texte était suivie dans tous les cas d'un test de rappel et d'un questionnaire. Dans la situation de lecture d'agrément, la présentation linéaire entraînait un meilleur rappel des informations importantes du texte. Les participants préféraient d'ailleurs cette forme de présentation, et trouvaient la version hypertexte plus difficile à utiliser. En situation de lecture soutenue, on n'observe aucune différence significative entre formats de présentation. Les auteurs concluent que l'hypertexte n'est sans doute pas adapté aux situations où la lecture ne vise pas explicitement l'apprentissage ou la mémorisation.

Un problème intéressant révélé par l'étude de Gordon et ses collègues (encadré 6) est le sentiment d'incertitude généré par l'hypertexte. Certains sujets signalent en effet que face à l'hypertexte hiérarchisé, ils ont le sentiment de ne pas savoir "ce qu'il y a derrière la porte", c'est-à-dire à quelle information renvoient les liens hypertextes. Cette absence de visibilité des contenus n'est pas sans rapport avec les limitations propres aux écrans discutées dans la section 2 ci-dessus. Elle peut être compensée par une représentation des contenus plus claire ou plus explicite, via par exemple des cartes de concepts (Potelle, Le Bigot et Rouet, 2001).

La méthode des liens hypertextes a été utilisée avec succès pour introduire de petites doses de non-linéarité dans des documents traditionnels. On peut par exemple améliorer la compréhension d'un texte en proposant -sans l'imposer- la définition de certains mots, comme dans le site Web illustré dans l'encadré 4. Une expérience démontrant cet effet est résumée dans l'encadré 7.

Encadré 7. L'expérience de Lachman (1989).

Lachman (1989) a réalisé une expérience à partir d'un chapitre sur le thème de l'apprentissage tiré d'un manuel de psychologie (360 phrases, 6522 mots). Ce texte était présenté page par page sur l'écran de l'ordinateur. Le logiciel assurait de plus la présentation de définitions associées à certains mots ou expressions du texte, si le lecteur en faisait la demande. La définition se superposait alors temporairement au texte (technique des "pop-up" ou escamots). Lachman compare deux conditions de présentation, où les mots "définissables" sont issus soit de propositions importantes (formant ce que l'on appelle la "macrostructure" du texte), soit de propositions de détail (par exemple, une expansion d'un concept sur-ordonné). Les participants sont des étudiants de 1er cycle en psychologie. Ils doivent lire le texte avec un objectif de compréhension.

Le test de compréhension (QCM) qui suit la lecture montre que la condition où les mots importants sont définis est meilleure que celle où seuls des détails le sont. De plus, les participants utilisent plus fréquemment les définitions quand celles-ci portent sur les termes importants. Enfin, la fréquence d'usage des définitions importantes tend à augmenter de la première à la seconde moitié du texte, alors que les définitions de termes peu importants sont de moins en moins sollicitées. L'auteur en conclut que (a) les définitions accessibles durant la lecture ne sont efficaces que si elles concernent des concepts importants, et (b) que les

lecteurs "plutôt cultivés" (ici, des étudiants de premier cycle universitaire) emploient spontanément des stratégies orientées vers la construction d'une macrostructure : ils sollicitent plus fréquemment (et lisent aussi plus lentement) les définitions si celles-ci concernent des propositions importantes.

D'autres travaux ont examiné le potentiel des hypertextes pour la compréhension de documents complexes, dans des domaines de connaissances relativement spécialisés. L'étude de Jacobson et Spiro (1995) essaie de déterminer les conditions dans lesquelles l'apprentissage à l'aide d'hypertextes peut conduire à une meilleure compréhension profonde de notions complexes. Leur approche repose sur la Théorie de la Flexibilité Cognitive (encadré 5). Jacobson et Spiro concrétisent leurs principes pédagogiques sous la forme d'un hypertexte qui traite de l'influence de la technologie sur la société. Cet hypertexte, utilisé dans le cadre d'un enseignement de sociologie, présente des "cas" sous la forme de courts textes (par exemple, l'introduction de la voiture électrique en France dans les années 70). Ces cas sont commentés à partir de différents points de vue ou "thèmes" (par exemple, les réseaux d'acteurs, la nature sociale de la technique, l'aliénation et la technologie...). Une expérience a permis à Jacobson et Spiro de montrer que l'hypertexte associé à une consigne de lecture plus poussée conduisait à une meilleure compréhension "profonde" des contenus étudiés (encadré 8).

Encadré 8. L'expérience de Jacobson et Spiro (1995).

Trente quatre étudiants de premier cycle participent à deux séances de travail. Dans la séance 1, les participants doivent lire l'intégralité de l'hypertexte. Le groupe contrôle 1 reçoit la consigne de lire les cas et d'identifier le thème le plus important pour chacun; les groupes contrôle 2 et expérimental reçoivent la consigne de lire les cas et de noter l'ensemble des thèmes pour lesquels ces cas sont pertinents (lecture "croisée"). Dans la séance 2, les deux groupes contrôles répondent à une série de questions factuelles à choix multiples en rapport avec le contenu de l'hypertexte, jusqu'à un certain critère de réussite. Le groupe expérimental doit relire des sous-groupes de cas selon une grille de lecture basée sur la combinaison des thèmes (voir tableau ci-dessous). Les étudiants passent de plus un questionnaire de "croyances épistémiques" qui évalue leurs conceptions des connaissances et de l'apprentissage en général. Dans la phase de post-tests, tous les participants doivent répondre à un questionnaire factuel et à deux études de cas faisant appel à leur capacité à identifier les différents thèmes pertinents pour chacun des cas et à proposer une solution synthétique.

<u>Les trois conditions de l'expérience de Jacobson et Spiro.</u>			
Groupes	Séance 1	Séance 2	Post-tests
Contrôle 1	Lecture simple de l'hypertexte	Exercice de compréhension	Questionnaire factuel Réflexion sur des études de cas (transfert)
Contrôle 2	Lecture "croisée" de l'hypertexte	Exercice de compréhension	
Expérimental	Lecture "croisée" de l'hypertexte	Relecture avec grille analytique	

L'étude montre un effet différent de la condition d'apprentissage en fonction du critère d'apprentissage utilisé. Les étudiants placés dans les conditions contrôle 1 et 2 réussissent mieux au questionnaire factuel, alors que ceux placés dans la condition expérimentale (hypertexte+grille de lecture) ont de meilleurs scores aux études de cas. Selon les auteurs, cette différence est due aux activités différentes réalisées durant la séance 2. La relecture des cas sous des angles différents aurait permis la construction de connaissances plus flexibles et donc plus aptes au transfert. Par ailleurs, on observe une interaction significative entre le traitement et la mesure de croyances épistémiques : les participants disposant de croyances élaborées réussissent mieux que ceux qui ont des croyances plus simples, surtout s'ils sont dans la condition expérimentale.

Cette étude suggère que la lecture hypertextuelle pourrait sous certaines conditions encourager un traitement relationnel plus profond des contenus. Wenger et Payne (1996, expériences 1 et 2) soutiennent que cette caractéristique des hypertextes favoriserait la compréhension de types de textes qui n'induisent pas normalement un traitement relationnel, par exemple les textes à structure descriptive. A partir d'une méthode dite de la "tâche secondaire", ils parviennent à démontrer que la présentation hypertextuelle favorise la mise en relation d'informations (encadré 9).

Encadré 9. Lecture hypertextuelle et mémoire de travail

L'étude de Wenger et Payne porte sur douze textes tirés de publications scientifiques ou techniques. Six de ces textes ont des structures causales, les six autres des structures descriptives. Les textes sont divisés en "nœuds" à partir des subdivisions thématiques. Des liens entre nœuds sont identifiés par une analyse de contenu. Dans la version linéaire, un lien unique relie chaque nœud au suivant selon l'ordre logique du texte. Dans la version hypertexte, chaque nœud est relié au thème superordonné, à ses voisins (dans le même thème) et à d'autres nœuds du texte lorsque le sens le justifie (références croisées naturelles). L'entrée dans les textes linéaires se fait par le premier thème du texte source; l'entrée dans l'hypertexte se fait par un index alphabétique auquel les participants peuvent retourner par la suite.

Quarante sujets adultes lisent soit les textes causaux, soit les textes descriptifs, selon un format linéaire ou hypertextuel. Pendant la lecture, certains sujets doivent effectuer une tâche secondaire qui consiste à retenir 6 chiffres (tâche numérique) ou une configuration de 6 points sur une matrice de 4x4 cases (tâche spatiale). Par hypothèse la tâche spatiale demande un traitement relationnel plus important que la tâche numérique. Un autre groupe de sujets effectue une tâche contrôle identique à la tâche numérique, mais présentée après la lecture, juste avant le test de mémorisation.

Si l'hypertexte demande plus de ressources cognitives, la performance à la tâche secondaire devrait être moins bonne que pendant la lecture en version linéaire. Par ailleurs, si l'hypertexte demande des ressources d'un type particulier (traitement relationnel) le format de présentation devrait influencer sélectivement la mémorisation des contenus descriptif et causal.

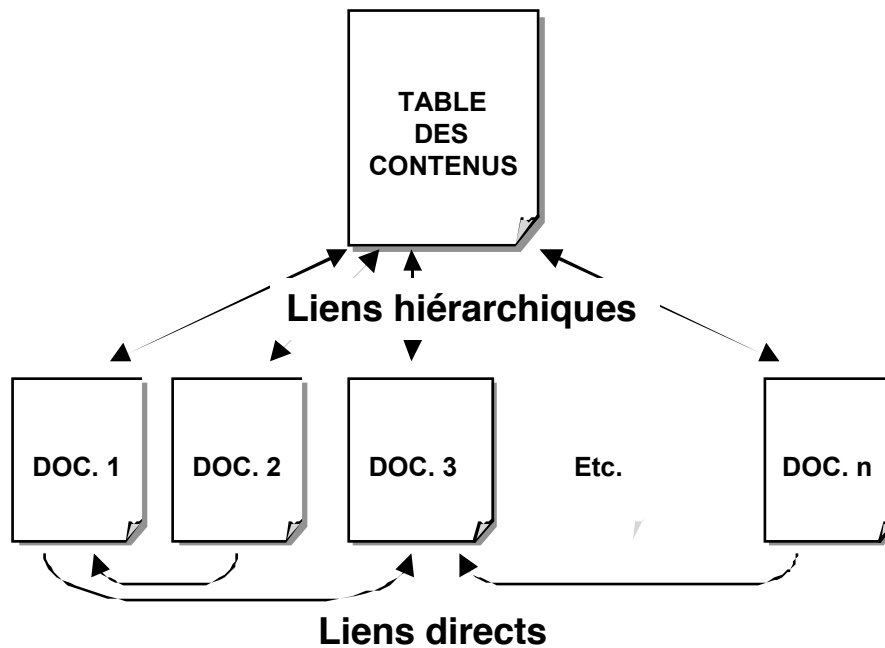
L'analyse des variables on-line (temps de lecture, de réaction et de choix entre pages) ne montre aucun effet du format de présentation ni d'interaction avec le type de tâche secondaire. L'hypertexte ne semble donc pas entraîner en soi de charge accrue en mémoire de travail. L'analyse du rappel libre montre une meilleure performance des sujets dans la condition hypertexte. De plus, on observe une interaction entre (a) format de présentation (b) type de texte et (c) type de tâche secondaire : l'hypertexte est supérieur au texte linéaire pour les descriptions en présence d'une tâche secondaire numérique. Pour la compréhension, on observe aussi un avantage de l'hypertexte pour les descriptions, mais la version linéaire donne de meilleurs résultats pour les textes causaux.

D'après cette étude, la présentation hypertexte d'un texte descriptif induirait un traitement relationnel complémentaire à celui normalement mis en œuvre par les lecteurs; d'où un avantage en termes de mémorisation. Cependant, la condition de double tâche spatiale puise dans les mêmes ressources que le traitement relationnel, d'où une absence de différence entre texte et hypertexte dans cette condition. Chez des lecteurs adultes, le format hypertexte semble donc favoriser un traitement relationnel lors de la lecture de types de textes qui n'induisent pas "spontanément" ce type de traitement.

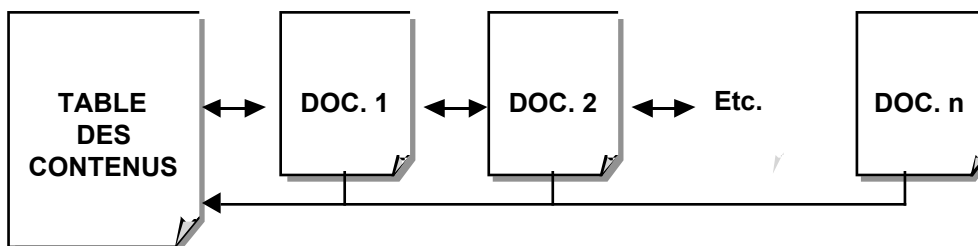
4.3 Hypertextes et compréhension des documents multiples

Les premières expériences sur les hypertextes ont souvent utilisé des contenus transposés à partir de textes traditionnels. Or, le principe de l'hypertexte permet aussi de mettre en relation plusieurs documents afin d'indiquer au lecteur des "parcours de lecture". Ces parcours pourraient s'avérer utiles dans des situations d'apprentissage en autonomie, où l'élève doit consulter successivement plusieurs documents afin par exemple d'en faire une synthèse. On sait que ce type d'activité présente de nombreuses difficultés pour des lecteurs en âge scolaire. Il faut en effet identifier chacune des sources d'informations (auteur, type de texte...); les comparer afin de vérifier les redondances, les lacunes, les contradictions...; les retenir et utiliser l'information issue de chaque source sans les mélanger. L'expérience montre que lorsqu'ils sont confrontés à des textes présentant plusieurs points de vue, des élèves de 12 à 14 ans tendent à mélanger les informations au point de ne plus savoir exactement "qui dit quoi" (Cf. Golder & Rouet, 2000).

Dans une étude en collaboration avec Anne Britt et Charles Perfetti (Britt, Rouet & Perfetti, 1996) nous avons cherché à vérifier si la présentation de documents selon un format hypertexte structuré pouvait améliorer la compréhension d'un ensemble de documents relatifs à un thème historique.



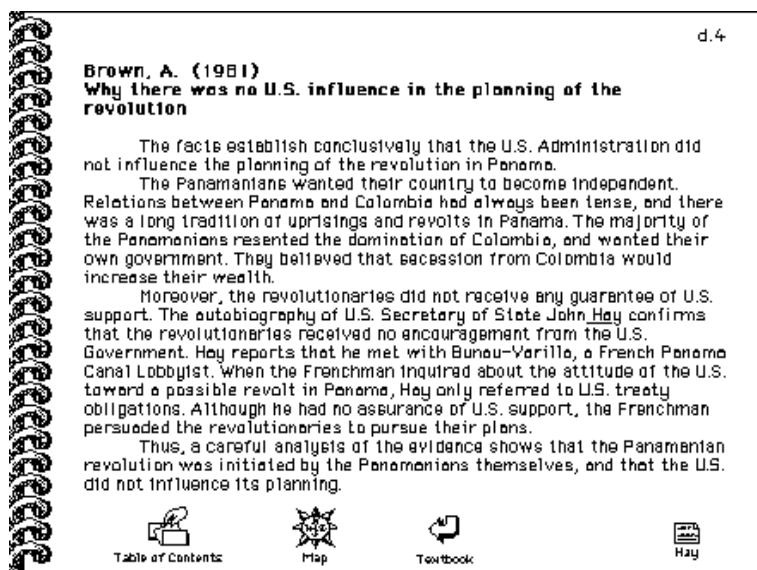
1a. Organisation du système hypertexte de présentation des documents



1b. Organisation du système linéaire

Figure 1. Versions hypertexte (1a) et linéaire (1b) de l'hypertexte utilisé par Britt, Rouet et Perfetti (1996).

L'hypothèse était qu'une table des contenus structurée associée à des liens directs entre documents pourrait favoriser la compréhension des relations sémantiques entre les documents. Plus concrètement, ces liens hypertextuels fonctionneraient à la façon des références croisées, mais permettraient au lecteur de consulter directement le document référencé au moyen d'un simple clic de souris (Figure 1a). Par exemple, à la lecture du texte d'un historien faisant référence au témoignage d'un personnage politique de l'époque, l'étudiant pourrait directement accéder à ce témoignage. Le document représenté dans la Figure 2 comporte un tel lien (icône "Hay" en bas de la page). Ce lien permet de passer directement d'un document à l'autre, sans revenir à la table des contenus.



4b

Figure 2. Une page du système hypertexte utilisé par Britt, Rouet et Perfetti (1996). L'icône "Hay" est un hyperlien qui permet de consulter le document de J. Hay cité dans le texte de Brown.

On obtient par cette méthode un "hyperdocument" représentant de façon explicite et fonctionnelle (liens actifs) les contenus, les sources et leurs interrelations.

Afin d'évaluer précisément l'effet de ces liens directs, une version "linéaire" présentant la même information mais sans liens hypertextes a été réalisée (Figure 1b). A partir de la table des contenus, les utilisateurs devaient feuilleter les pages jusqu'au document désiré à l'aide de boutons "page suivante" et "page précédente". Il n'avait pas non plus de liens hypertextes entre documents.

Un autre paramètre important dans l'organisation d'un hypertexte est la cohérence des informations au sein de la table des contenus. Pour étudier l'impact d'une organisation cohérente ou aléatoire, deux "sous-versions" de chaque dispositif ont été réalisées. Dans la "version cohérente", les documents étaient classés par chapitre (par ex : les prémisses de la révolution; le déroulement de la révolution). Au sein de chaque chapitre, les documents étaient classés par type : d'abord les documents de seconde main (manuel scolaire, essais d'historiens) puis les documents intermédiaires et de première main (témoignages, documents officiels...). Dans la "version aléatoire" les documents étaient présentés dans un ordre

quelconque. Dans ce dernier cas la "carte des contenus" ne présentait aucun caractère hiérarchique (Figure 3).

<p>Chapitre 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Document 1.1. (Brown) <input type="checkbox"/> - Document 1.2. (Norman) <input type="checkbox"/> - Document 1.3 (Hay) <input type="checkbox"/> <p>Chapitre 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Document 2.1. (Kelly) <input type="checkbox"/> - Document 2.2. (Carmack) <input type="checkbox"/> - Document 2.3 (Traité) <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> - Carmack(Document 2.2) <input type="checkbox"/> - Brown (Document 1.1) <input type="checkbox"/> - Hay (Document 1.3) <input type="checkbox"/> - Traité (Document 2.3) <input type="checkbox"/> - Norman (Document 1.2) <input type="checkbox"/> - Kelly (Document 2.1) <input type="checkbox"/>
Organisation cohérente	Organisation aléatoire

Figure 3. Version simplifiée de la table des contenus présentée selon une organisation cohérente (gauche) ou aléatoire (droite).

En croisant la structure (hypertexte ou linéaire) et l'organisation (hiérarchique ou aléatoire) on obtenait quatre versions du matériel : hyperdocument hiérarchique (HH), hyperdocument aléatoire (HA), linéaire hiérarchique (LH) et linéaire aléatoire (LA).

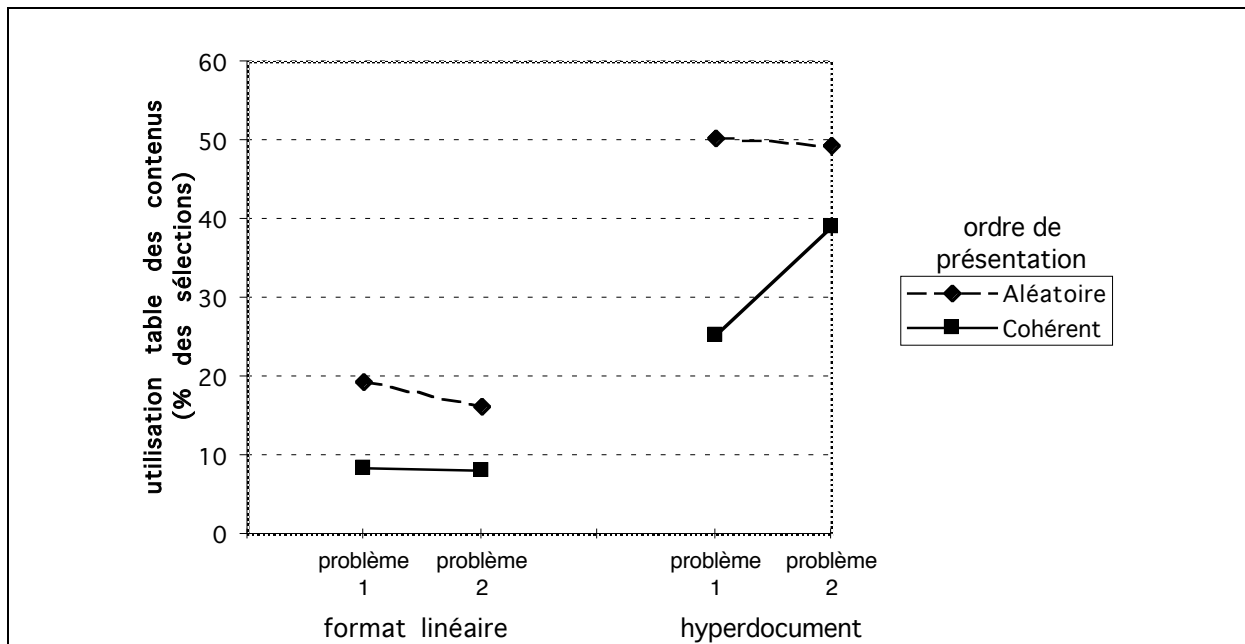
Encadré 10. Une expérience de lecture multidocumentaire

L'expérience de Britt, Rouet et Perfetti (1996) consistait à demander à 44 étudiants de premier cycle de l'université de Pittsburgh, sans expertise initiale en Histoire, d'étudier les documents dans l'une des modalités de présentation. L'expérience se déroulait en trois sessions. Au cours de la première session, les participants passaient un test de connaissances initiales et recevaient un texte d'introduction sur l'histoire du Canal de Panama. Les scores au pré-test étaient utilisés pour constituer quatre groupes équivalents quant à leurs connaissances initiales (un groupe par format et par niveau de structuration). Ensuite, les étudiants étaient entraînés à utiliser l'interface correspondant à leur condition. Cet entraînement comportait une modélisation des stratégies adaptées à chaque format (linéaire, hypertexte). Dans l'hyperdocument, la stratégie modélisée consistait à utiliser les liens directs entre documents

dans toute la mesure du possible. Dans la version linéaire, la stratégie modélisée consistait à lire les documents dans l'ordre de présentation.

Lors de la seconde session, l'expérimentateur rappelait la stratégie de navigation. Les étudiants disposaient ensuite de 20 minutes pour étudier un premier jeu de documents sur l'histoire du Canal. Après la lecture, les participants effectuaient différents post-tests : questions de compréhension, reconnaissance des auteurs, rappel des arguments de chaque auteur, rappel des éléments de la table des contenus. Dans la troisième session, les participants étudiaient un second jeu de documents portant sur un aspect différent de l'histoire du Canal.

Britt et ses collègues ont d'abord étudié les parcours de lecture des étudiants dans chacun des dispositifs. Dans l'ensemble, le nombre total de pages consultées était significativement plus élevé dans la condition "linéaire aléatoire" : 56 sélections en moyenne pour 20 minutes de consultation, contre 18 à 32 dans les trois autres conditions. Les participants avaient donc tendance à compenser une organisation aléatoire par un feuilletage plus intense. La présentation en hyperdocument et/ou dans un ordre aléatoire augmentait significativement le pourcentage de sélections faites par l'intermédiaire de la table des contenus au détriment de l'usage des liens directs (ou du feuilletage). De plus, le profil des sélections des utilisateurs de l'hyperdocument cohérent évoluait entre le problème 1 et le problème 2 (voir graphique ci-dessous). Alors que dans le problème 1 les participants effectuaient 25% de leurs sélections à l'aide de la table des contenus, ce pourcentage passait à 39% dans le problème 2. Dans les trois autres conditions, le pourcentage restait stable ou tendait à diminuer légèrement. Ces résultats montrent toute l'importance du "plan" ou de la table des matières dans les systèmes hypertextes : les utilisateurs ont d'autant plus besoin d'une vue d'ensemble que les relations entre éléments de contenu sont difficiles à percevoir.



Pourcentage de sélections effectuées à l'aide de la table des contenus selon le format (linéaire ou hyperdocument), l'ordre de présentation (cohérent ou aléatoire) et le problème (1er ou 2ème problème étudié). D'après Britt, Rouet & Perfetti (1996).

Comme on pouvait s'y attendre, les participants dans la condition cohérente rappelaient une plus grande proportion de la carte de contenus (environ 50% contre moins de 25% en condition aléatoire). Les participants de la condition LC tendaient même à en rappeler un peu plus que ceux dans la condition HC. Mais l'étude des temps de lecture montre que les premiers passent 2 à 3 fois plus de temps sur la carte hiérarchique que dans les autres conditions. Il se peut qu'un éventuel bénéfice de l'hyperdocument ait été masqué par cette différence de stratégie. Les participants dans la condition LC ont d'ailleurs rapporté avoir en partie reconstruit l'ordre de présentation des documents dans la carte, à partir de leur souvenir de l'agencement linéaire des documents (l'organisation de la carte de haut en bas et de gauche à droite était compatible avec cet ordre). Enfin, l'apprentissage des arguments présentés par les historiens (documents S1 à S4) était moins bon lorsque l'hyperdocument n'était pas structuré de manière cohérente.

Cette étude a permis de découvrir plusieurs phénomènes intéressants en ce qui concerne la présentation sur écran d'un ensemble de documents. Tout d'abord, la cohérence de la table des contenus semble être d'une importance primordiale, quel que soit le format. Dans les hyperdocuments les participants semblent d'ailleurs préférer ce mode de sélection aux liens directs, ceci malgré la consigne qui encourageait l'utilisation de ces derniers. Ainsi, lors

du second problème les participants dans la condition HH utilisent plus la table des matières, un mode de navigation peut être moins coûteux. Il se peut que la présence d'une table des contenus dynamique et de liens directs entre documents empêche les utilisateurs d'avoir une idée claire de la façon dont les documents sont organisés dans le système : ils hésiteraient entre une représentation de type "plan" (favorisée par la table des contenus) et une représentation de type "itinéraire" (favorisée par les liens directs). C'est apparemment la première qui semble la plus facile à construire et/ou la plus efficace.

Quant à notre hypothèse d'une meilleure compréhension des relations entre documents dans la condition HH, elle n'a pas été vérifiée. Les utilisateurs de l'hyperdocument obtiennent tout au plus des résultats comparables à ceux de la version linéaire. Par ailleurs, il est clair qu'une désorganisation de la table des contenus est extrêmement nuisible aux utilisateurs de l'hyperdocument : ils obtiennent les résultats les plus faibles à l'ensemble des post-tests. Le problème ne semble donc pas se situer dans le principe des hyperdocuments, mais dans leur réalisation concrète : les choix concernant l'organisation de la table des matières, la nature et l'emplacement des liens et d'autres outils d'orientation (par ex : la carte hiérarchique) sont susceptibles d'influencer massivement la performance des sujets.

Les recherches récentes de Anne Britt et ses collègues semblent indiquer qu'il est nécessaire de former les élèves à l'apprentissage à partir d'hypertextes. Cette équipe a réalisé un outil (Sourcer's Apprentice ou "apprenti-sourcier") qui entraîne les élèves à évaluer l'information contenue dans les documents à partir de paramètres de la source et du contenu informatif. Plusieurs expériences ont montré des progrès significatifs des élèves suite à quelques séances d'entraînement avec cet outil (Britt & Angliskas, 2002).

5. Conclusions

Pour résumer les faits établis jusqu'ici, il ne semble pas excessif d'affirmer que la lecture sur écran pose plus de problèmes qu'elles n'en résout, du moins avec les technologies disponibles actuellement. La simple lisibilité et le confort ergonomique sont deux problèmes de base que les progrès techniques récents tendent à atténuer sans les éliminer complètement. Par ailleurs, si les études ergonomiques ont permis de dégager des principes de conception qui augmentent la lisibilité sur écran, ces principes sont souvent ignorés par les concepteurs qui se contentent de "surfer" sur l'engouement général suscité par l'informatique dans le grand public

(et même dans certains milieux professionnels). Il reste donc beaucoup à faire pour améliorer la lisibilité des textes électroniques (Nielsen, 2000).

Mais l'informatique apporte aussi de nouvelles possibilités d'édition des documents complexes. Par exemple, les liens hypertextes permettent de proposer plusieurs organisations des contenus, et même de créer des liens "exophoriques" entre bases documentaires physiquement distantes. Pourtant, les études menées jusqu'à présent montrent que la lecture de réseaux hypertextes n'est pas en soi porteuse d'une meilleure compréhension des contenus. Les expériences comparant versions hypertexte et linéaire des mêmes contenus donnent des résultats mitigés. Pour des tâches simples de lecture-compréhension, les résultats sont jusqu'ici en faveur des textes imprimés. Pour des activités de compréhension expertes en revanche, des résultats encourageants ont été obtenus, mais la compréhension des hypertextes semble étroitement liée à la perception par le lecteur de la cohérence des contenus. Il semble que l'hypertexte puisse favoriser un traitement relationnel bénéfique pour la compréhension de certains types de textes, mais ce résultat demande confirmation. En tout état de cause, les choix de conception de l'interface sont déterminants pour la qualité ergonomique de l'hypertexte. Il n'est donc pas exclu que l'on puisse fabriquer des hypertextes utiles pour la compréhension de documents complexes, mais ceci demandera l'élaboration, à partir des modèles et des méthodes de la psychologie cognitive, d'une "rhétorique hypertextuelle" qui n'en est encore qu'à ses débuts.

Les recherches en psychologie de la compréhension ont un rôle important à jouer dans le progrès des techniques d'écriture hypertextuelle. En effet, c'est en étudiant le comportement des lecteurs que l'on peut connaître les avantages et les inconvénients de ce type de technologie. Et c'est à partir d'un modèle théorique des processus de compréhension que l'on peut imaginer des dispositifs plus efficaces. Par exemple, un tel modèle permet d'identifier les expressions du texte pour lesquelles une définition peut être profitable, ou de calculer la charge cognitive liée à tel ou tel choix de conception. Les recherches en psychologie permettent encore de construire des contextes de tâche qui favorisent tel ou tel aspect des processus de compréhension. On peut aussi favoriser la compréhension en insérant des "aides" à la lecture des documents électroniques. Mais il faut définir soigneusement la nature des aides qui seront apportées au lecteur et la façon dont ces aides seront apportées. Plus généralement, la réalisation de produits informatiques à vocation pédagogique demande une connaissance approfondie des processus cognitifs sous-jacents à la compréhension et à l'apprentissage.

Internet est de plus en plus utilisé par les enseignants comme support d'activités de recherche et de lecture documentaire. Beaucoup appellent de leur vœu un usage précoce de ce type d'outil par les élèves eux-mêmes, au nom d'une pédagogie "par immersion" qui permettrait au plus grand nombre d'acquérir une culture informatique de base, véritable ticket d'entrée dans la société de l'information. Si l'initiation à l'usage des ordinateurs paraît un objectif entièrement justifié dans le contexte actuel, il convient de rester prudent quant aux vertus pédagogiques de la lecture sur écran. La puissance des outils informatiques et leur pouvoir réel de séduction ne dispensent ni les concepteurs de produits pédagogiques, ni leurs clients potentiels d'une réflexion approfondie sur la lisibilité et la structuration des documents électroniques.

Références

- Britt, M.A., & Angliskas, C. (2002). Improving students' ability to identify and use source information. Cognition and Instruction, 20, 485-522.
- Britt, M.A., Rouet, J.-F. & Perfetti, C.A. (1996). Using hypertext to study and reason about historical evidence. In J.-F. Rouet, J.J., Levonen, A.P. Dillon, and R.J. Spiro (Eds.). Hypertext and Cognition (pp. 43-72). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Caro, S. & Bétrancourt, M. (2001). Ergonomie des documents numériques. In J. André (Ed.) Traité de l'Informatique. Paris : Editions Techniques de l'Ingénieur.
- Dinet, J., & Rouet, J.-F. (2002). La recherche d'informations : processus cognitifs, facteurs de difficultés et dimensions de l'expertise. In C. Paganelli (dir.), Interaction homme-machine et recherche d'informations (p.133-161). Paris : Hermès Science.
- Foss, C.L. (1989). Detecting lost users : empirical studies on browsing hypertext. INRIA, Sophia-Antipolis, technical report #972.
- Golder, C. & Rouet, J.-F. (2000). Comprendre un texte hétérogène: modèle de situation ou modèle d'argument? Psychologie Française, 45(3), 253-260.
- Gordon, S., Gustavel, J., Moore, J. & Hankey, J. (1988). The effect of hypertext on reader knowledge representation. Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Human Factors Society (296-300). Santa Monica, CA : Human Factors Society.
- Hidrio, C. & Jamet, E. (2001). Approches cognitives de la compréhension de documents intégrant images et textes. In Mojahid, M. & Virbel, J. (Eds.). Document électronique : méthodes, démarches et techniques cognitives (pp. 265-280). Paris : Europa.
- Jacobson, M.J. & Spiro, R.J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge : An empirical investigation. Journal of Educational Computing Research, 12, 301-333.
- Jégou, G., Andréo, P. & Rouet, J.-F. (2001). Le rôle de la structuration de la tâche lors de la recherche d'informations dans un site Web. In E. de Vries, J.ph. Pernin & P.-P. Peyrin (Dir.) Actes du Cinquième Colloque Hypermédiat et Apprentissages (pp. 291-298). Paris : INRP et EPI.
- Lachman, R. (1989). Comprehension aids for online reading of expository text. Human Factors, 31, 1-15.

- Nielsen, J. (2000). Conception de sites Web: l'art de la simplicité. Paris: Campuspress France.
- Potelle, H., Le Bigot, L. & Rouet, J.-F. (2001). Le rôle des cartes conceptuelles dans la compréhension de textes expositifs en fonction des connaissances référentielles. In M. Mojahid et J. Virbel (Dir.) Document électronique : méthodes, démarches et techniques cognitives. Actes du colloque CIDE 2001 (pp.281-290). Paris : Europia
- Reinking, D. & Rickman, S.S. (1990). The effects of computer-mediated text on the vocabulary learning and comprehension of intermediate grade readers. Journal of Reading Behavior, **12**(4), 395-411.
- Rouet, J.-F. (2001). Pourquoi "bien lire" ne suffit pas: l'acquisition des stratégies de compréhension au collège et au lycée. in D. Gaonac'h & C. Golder (Dir.) Manuel de psychologie (pp. 132-143). Paris : Hachette Education.
- Spiro, R.J., Feltovitch, P.J., Jacobson M.J. & Coulson, R.J. (1991). Cognitive flexibility, constructivism and hypertext : Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. Educational Technology, **31**(5), 24-33.
- Wenger, M.J. & Payne, D.G. (1996). Comprehension and retention of nonlinear text : Considerations of working memory and material-appropriate processing. American Journal of Psychology, **109**, 93-130.