

In J.-M. Hoc & F. Darses (Eds.), *Psychologie ergonomique : tendances actuelles*. Paris : PUF. *sous presse*.

ACTIVITES DE NAVIGATION DANS LES SYSTEMES D'INFORMATION

ANDRE TRICOT ET JEAN-FRANÇOIS ROUET

1. INTRODUCTION

Généralement les humains recherchent de l'information dans des documents quand ils n'ont pas la connaissance nécessaire à la réalisation d'une tâche. Les mémoires artificielles (les documents) joueraient le rôle de complément aux mémoires naturelles (les connaissances d'un individu, d'un groupe) dans le contexte de la réalisation d'une tâche. La recherche d'information dans les documents pourrait ainsi être considérée comme une alternative à la résolution de problèmes, autre activité mise en œuvre par l'humain quand il manque de connaissances pour réaliser une tâche.

La navigation dans les systèmes d'information génère souvent des difficultés que l'ergonomie tente de comprendre et de résoudre. En particulier, les systèmes d'information électroniques que l'on retrouve sous la forme de bases de données, hypertextes, cédéroms, sites Web, etc., proposent des fonctionnalités nouvelles, voire extraordinaires, l'accès aux documents ayant plus progressé au cours de ces quinze dernières années qu'il n'avait progressé depuis des siècles. Pour donner un ordre de grandeur, la quantité de documents produits au cours de l'histoire de l'humanité double tous les vingt mois selon le *Journal of the American Society for Information Science*, tandis que la quantité de pages Web, elle, doublerait chaque année (Pirulli & Card, 1999). Le nombre de sites Web accessibles via Google atteint les 3,5 milliards à la fin de l'année 2003. Au fur et à mesure que la quantité de documents augmente, le nombre d'utilisateurs sans formation en recherche d'information ayant accès aux bases de données électroniques augmente aussi (Koenemann & Belkin, 1996). Ainsi, ces nouveaux documents posent des difficultés nouvelles, donnant

naissance à un nouveau champ de recherches en psychologie ergonomique. Ces recherches tentent de répondre aux questions suivantes. Pourquoi et comment l'individu prend-il conscience qu'il manque de connaissance, qu'il a besoin d'information? Comment transforme-t-il cette prise de conscience en un but de recherche d'information? Quelle activité met-il en œuvre pour rechercher de l'information dans les systèmes d'information? Comment comprend-il et évalue-t-il le contenu des documents qu'il a sélectionnés? Quels facteurs propres à l'individu, au document ou à l'interaction entre les deux influencent l'activité de recherche d'information? Quelles caractéristiques des systèmes d'information améliorent la mise en œuvre de cette activité? L'objet de ce chapitre est de faire le point sur ces questions et sur les réponses apportées par la recherche en psychologie ergonomique.

2. PRINCIPAUX ASPECTS DE L'ACTIVITE

La recherche d'informations nécessite trois types de connaissances. Tout d'abord pour rechercher une information, il faut des connaissances sur le contenu. Il n'est pas possible de rechercher une information sans avoir de connaissances dans le domaine concerné. Pour rechercher efficacement, l'individu doit au moins être capable de se représenter l'objectif de la recherche et d'interpréter les informations trouvées.

Ensuite, il faut des connaissances générales dans le domaine de l'information ou «connaissances métadocumentaires.» Par exemple, il faut savoir quelles sont les ressources au moyen desquelles on peut rechercher de l'information et à quelle type de recherche tel type de ressource est le mieux adapté. Même si ce deuxième type de connaissances n'est pas indispensable, il fait la différence entre une recherche d'information bien structurée et une recherche «tous azimuts» souvent moins efficace.

Enfin, il faut des connaissances plus spécifiques quant au mode opératoire propre à chaque ressource ou à chaque système d'informations. Par exemple, le fonctionnement de dispositifs aussi simples qu'un index ou une table des matières nécessite un apprentissage, et il semble que beaucoup de jeunes adultes n'en aient pas une représentation claire (Rouet & Eme, 2002). *A fortiori*, l'usage

des moteurs de recherche et autres outils logiciels requiert une compétence procédurale bien spécifique.

L'activité de navigation est mise en œuvre dans de nombreux contextes différents. L'individu est en train de réaliser une tâche, et, prenant conscience qu'il manque de connaissance pour réaliser cette tâche, il décide de rechercher une information dans un document. Il suppose certainement que cette information va lui permettre de réaliser cette tâche. Ou bien, prenant conscience qu'il ne réalise pas cette tâche de façon optimale, il va tenter d'optimiser son activité par une recherche d'information. La première question à laquelle la psychologie ergonomique tente de répondre est donc : pourquoi et comment l'individu prend-il conscience qu'il manque de connaissance, qu'il a besoin d'information ? Cette prise de conscience relève vraisemblablement de l'évaluation absolue (*j'ai besoin ou non d'information*) ou relative (*j'ai plutôt besoin d'information*) voire de l'optimisation (*ce que va me rapporter cette information est supérieur au coût que je vais engager pour la trouver*).

Dans ce chapitre nous allons nous appuyer sur un exemple d'activité qui peut passer par de la recherche d'informations. Imaginez que vous êtes en train de concevoir un site Web pour un commanditaire externe, par exemple un constructeur automobile. On vous demande de définir les couleurs de fond et de texte des pages du site, sachant que votre commanditaire vous impose comme couleur dominante le bleu nuit. Pour le moment, réfléchissez simplement à ce que vous feriez en premier dans une telle situation.

2.1 LA PRISE DE CONSCIENCE DU BESOIN D'INFORMATION

Définie comme manque de connaissance, la notion de besoin d'information est paradoxale. *Pour prendre conscience que je manque de connaissance, il me faut des connaissances, notamment des métaconnaissances.* Dans un domaine particulier, comme celui de l'orientation scolaire et professionnelle, on montre que les individus qui ont très peu de connaissances recherchent moins d'information que les individus qui ont déjà des connaissances. La décision de rechercher une information est influencée par le fait d'avoir préalablement recherché de l'information (Millar & Shevlin, 2003). Toujours dans le même domaine, Gati, Saka et Krauz (2001) montrent que les difficultés relatives à identifier son propre manque

d'information sont d'autant plus importantes que le processus de décision d'orientation est peu avancé. Dans le domaine de la recherche d'information sur les retraites, une étude menée aux Etats-Unis auprès de 711 travailleurs montre que ceux qui recherchent le plus d'information sur le financement de leur retraite sont les plus informés et les plus riches (Joo & Grable, 2001). Mais le besoin d'information n'est pas que paradoxal. Une enquête de Mesters, van den Borne, De Boer et Pruyn (2001) menée auprès de patients atteints d'un cancer, montre que le besoin d'information est d'autant plus important qu'il y a anxiété, dépression et souffrance psychologique.

La notion de besoin d'information est donc complexe. Les individus peuvent ne pas savoir de quelle information ils ont besoin, ou bien penser que leurs questions n'ont pas de réponse. Ils n'ont pas nécessairement conscience de leurs propres difficultés dans le domaine de la recherche d'information (Julien, 1999). Les individus peuvent aussi ne pas savoir où se trouve l'information une fois qu'ils ont réalisé qu'ils en ont besoin ; ne pas avoir conscience de l'existence des diverses sources d'information ; dans certains cas, cette information peut tout simplement ne pas exister (Harris & Dewdney, 1994).

Nous pourrions donc, de façon tout à fait classique, définir le besoin d'information comme besoin de réduction d'incertitude. Une telle conception serait compatible avec les résultats que nous venons d'évoquer, sous réserve que l'incertitude soit définie non pas comme un manque de connaissances mais comme la connaissance explicite (la prise de conscience) d'un manque de connaissances. De nombreux travaux, en psychologie du raisonnement par exemple (Jonas, Schulz, Frey, & Thelen, 2001), montrent que plus on tient à une décision, à une opinion, à une position, moins on ressent le besoin d'information (potentiellement contradictoire) à son propos. Plus on est soumis à des informations contradictoires que l'on refuse et plus on tient à sa décision.

Pour résumer : *si j'ai de l'incertitude alors j'ai besoin d'information ; si je n'ai pas de connaissances alors je n'ai pas d'incertitude ; si j'ai de la certitude alors je n'ai pas besoin d'information*. Ainsi, avoir besoin d'information implique que l'on ait de l'incertitude et donc des connaissances.

<p>Reprenons notre exemple. Pour concevoir le site Web du constructeur automobile, avez-vous pris conscience que vous manquiez de connaissances sur les couleurs à l'écran? Il est assez</p>
--

probable que si vous n'avez jamais abordé ce problème, vous n'avez pas pris conscience de ce besoin et vous n'avez pas envisagé de rechercher des informations lors de l'étape précédente. Vous avez peut-être essayé par tâtonnements, de «voir ce que ça donne » telle couleur associée au bleu nuit.

2.2 DU BESOIN D'INFORMATION AU BUT DE RECHERCHE

Une fois que l'individu a conscience qu'il a besoin d'information, il va devoir conceptualiser et de mettre en forme ce besoin afin qu'il devienne une question, une requête. Il va falloir par exemple définir quel mot clé, ou quels mots clés, correspondent le mieux au besoin d'information. Se demander si ces mots clés ne sont pas trop généraux, ou au contraire trop précis, etc. Comment l'individu transforme-t-il cette prise de conscience en un but de recherche d'information ? On peut, de façon assez classique, concevoir que cette représentation mentale du but a une composante conceptuelle (*qu'est-ce que je vais chercher ?*) et une composante procédurale (*comment est-ce que je vais chercher ?*).

Avec les systèmes hypertextes comme le Web ou les encyclopédies électroniques modernes, l'individu va pouvoir utiliser en continu le document comme *feedback* pour l'élaboration de sa représentation du but : le but s'élabore et évolue au cours de la navigation. C'est là que se situe un des plus grands avantages des hypertextes mais aussi une de leurs plus grandes difficultés d'utilisation, la gestion continue du but devenant une composante majeure de l'activité de recherche d'information. Ceci impliquerait un maintien de la représentation du but en mémoire de travail, tandis que d'autres activités sont en cours : planification, sélection, compréhension, évaluation.

Les connaissances antérieures dans le domaine de contenu ont un effet sur la formation de la composante conceptuelle de la représentation du but. Les connaissances antérieures relatives au mode opératoire, c'est-à-dire à l'utilisation du système d'information ont un effet sur la formation de la composante procédurale de la représentation du but. La crédibilité des sources (soit une relation de jugement entre l'individu et la source) a un effet sur l'élaboration de la représentation du but. Les connaissances métadocumentaires pourraient elles aussi influencer cette activité. Il est possible de montrer que parfois une connaissance du contenu et de bonnes

connaissances du mode opératoire ne suffisent pas pour réaliser une tâche de recherche d'information (Tricot, Drot-Delange, Foucault, & El Boussarghini, 2000). La prise de conscience, la conceptualisation et la formalisation du besoin d'information seraient, selon Henri et Hay (1994), l'une de ces connaissances métadocumentaires, (appelées aussi compétences informationnelles), ni opératoire, ni strictement dépendante du domaine de contenu.

Élaborer un but de recherche d'information est donc un aspect de l'activité influencé par les connaissances antérieures de l'individu dans les trois registres que nous avons définis. Mais l'élaboration de ce but dépend aussi des sources disponibles et de la relation entre l'individu et ces sources. Dans le domaine de l'information sur la santé par exemple, Cytryn (2003) propose de prendre en compte quatre facteurs pour rendre compte de la décision de rechercher une information : accessibilité, familiarité, complexité et crédibilité. L'accessibilité serait influencée par l'expertise opératoire de l'individu ainsi que par des caractéristiques de l'information et du système qui la supporte. La familiarité serait influencée par l'expertise du contenu. La complexité décrirait des caractéristiques du contenu et de la structure de l'information. La crédibilité peut être définie comme la relation de confiance entre l'individu et la source d'information. Elle dépend probablement le plus souvent de la compétence, l'autorité, la notoriété, l'intégrité, le désintéret, etc. de la source et de son auteur. Il peut sembler évident que les connaissances des individus dans le domaine du contenu leur permettent d'avoir une approche plus fondée (bien que discutable) de la crédibilité. Quand on ne connaît pas un domaine de contenu, on en est souvent réduit à évaluer des aspects superficiels de la source pour juger de sa crédibilité (Hertzum, Andersen, Andersen, & Hansen, 2002). Mais les connaissances relatives au mode opératoire voire les connaissances métadocumentaires semblent aussi avoir un effet sur la crédibilité. Par exemple, Muha *et al.* (1998) ont conduit une enquête par téléphone auprès de 2 489 usagers d'un service d'information sur le cancer. Le centre fonctionne comme une source spécifique pour 59 % des sujets. Seuls les sujets jeunes (moins de 40 ans) et ayant une pratique de la recherche d'information, font de la recherche d'information dans d'autres sources (les professionnels de la santé, les bibliothèques) pour chercher la même information que celle du centre et sont donc à même d'évaluer la crédibilité des sources, de comparer, de critiquer.

Reprenons notre exemple. Si l'on vous suggère que certaines couleurs ou associations de couleurs sont moins lisibles que d'autres, alors vous réalisez que vous avez besoin de connaître quelles sont ces associations avant de décider quelles couleurs vous allez employer pour votre site. Comment formulez-vous une requête, et sur quel outil, pour trouver des informations sur les couleurs à l'écran? En formulant une requête générale, du genre «couleurs ET écran» sur le Web via un moteur de recherche généraliste, vous trouverez des centaines de milliers de sources sur ce thème. Certaines émanent de constructeurs d'ordinateurs, de téléviseurs ou de téléphones, d'autres de chercheurs en psychologie, d'ergonomes, de sémioticiens. Avez-vous besoin de tout cela? Votre besoin n'est-il pas plus précis? Certaines sources sont-elles plus fiables que d'autres?

2.3 MISE EN ŒUVRE DE L'ACTIVITE DE RECHERCHE D'INFORMATION

Une fois que l'individu a pris conscience plus ou moins clairement de son besoin d'information, puis qu'il a conceptualisé et formalisé plus ou moins précisément ce besoin pour élaborer un but d'information, quelle activité met-il en œuvre pour rechercher de l'information dans les documents?

En recherche d'information comme dans toute activité de résolution de problèmes, l'individu commence par construire une représentation de la tâche sans disposer des moyens de la réaliser. La planification de l'activité correspondrait pour une bonne part à la mise en œuvre de la composante procédurale de la représentation du but, en fonction de la connaissance opératoire de l'utilisateur et des circonstances de l'activité (temps disponible, degré d'exigence de la tâche).

Cette représentation est donc transformée en une requête, dont la formulation dépend à la fois du contenu recherché et des contraintes imposées par le système d'information. Cette requête peut être explicitement formulée, dans le cas de l'interrogation de bases de données, de moteurs de recherche, voire d'une question à un humain. Mais, de nombreux systèmes (hypertextes) ou fonctionnalités (index, tables des matières) offrent la possibilité intéressante de ne pas imposer la formulation d'une requête. L'utilisateur, à partir d'une

lecture souvent rapide et superficielle d'un ensemble de titres ou mots-clés, choisit une entrée dans le système d'information. On comprend aisément que de très nombreuses études empiriques aient montré le rôle important des connaissances de l'utilisateur, dans les trois registres que nous avons définis, à cette étape de l'activité.

Dans de nombreux systèmes d'information il est aujourd'hui très commun de trouver ces différentes fonctionnalités, dont certaines impliquent la formulation d'une requête et d'autres non. La connaissance du rôle spécifique de chacune de ses fonctionnalités pourrait constituer une connaissance métadocumentaire importante.

L'individu procède ensuite à une sélection des sources pertinentes parmi une liste (le résultat de la requête ou un index thématique par exemple), en comparant celles-ci à sa représentation du but informationnel. Cette décision de sélectionner un document plutôt qu'un autre est fondée sur le traitement d'éléments limités du document : titre, mots clés, mais aussi indicateurs paralinguistiques (mots en gras ou en couleur). Si la liste (résultat, index, table) contient un document pertinent (ou un nombre limité) l'individu va sélectionner ce document pour le traiter plus en profondeur. Si le résultat contient des documents partiellement pertinents, trop ou trop peu de documents pertinents, l'individu va généralement réviser sa stratégie, par exemple en reformulant sa requête, pour préciser, compléter ou généraliser celle-ci. Enfin, si la liste ne contient aucun document pertinent, l'individu va réviser non seulement sa formulation ou le choix de la fonctionnalité, mais parfois même sa représentation du but.

L'étude de cette activité de sélection de documents montre que le traitement des résultats et la sélection interagissent avec la représentation du but, précisant celle-ci, ou, au contraire, la faisant diverger. Si bien qu'il est fréquent d'observer des comportements de sélection apparemment peu rationnels : l'individu ne sélectionne pas un document pourtant pertinent ; l'individu sélectionne un document non pertinent ; l'individu, après avoir sélectionné le document pertinent, continue sa recherche. L'évolution, et parfois la perte, du but au cours de la navigation dans les systèmes d'information semble accentuée par les nouveaux systèmes de type hypertextes. Le principal problème de ces nouveaux systèmes d'information a souvent été interprété depuis Conklin (1987) comme relevant d'une surcharge cognitive, l'utilisateur ne se souvenant parfois plus de son but, des

documents précédemment consultés, ni même du chemin qu'il a suivi pour trouver le système dans l'état courant.

Ainsi, mettre en œuvre une activité de recherche d'information implique une planification, un contrôle métacognitif et une régulation de la propre activité de l'individu.

Reprenons notre exemple. Vous avez précédemment choisi une stratégie par l'intermédiaire d'une requête générale via un moteur de recherche généraliste. Vous pouvez certainement préciser votre requête, par exemple en incluant les mots « recommandation » ou « ergonomie » ou « site Web » dans votre requête. Vous pouvez adopter une toute autre démarche, par exemple en allant sur un site spécialisé en ergonomie informatique pour chercher dans le menu s'il y a des informations sur les couleurs à l'écran.

2.4 COMPREHENSION ET EVALUATION DES DOCUMENTS SELECTIONNES

Quand l'individu a sélectionné un ou des documents, il doit en comprendre le contenu et évaluer en quoi ce contenu correspond ou non à son but (en quoi il lui permet de réaliser la tâche en cours, en quoi il satisfait son besoin d'information, bref, en quoi il est pertinent).

Dans le contexte de la recherche d'information, l'individu doit faire face à deux problèmes particuliers de compréhension. Premièrement, il traite des documents issus de sources différentes, potentiellement contradictoires, en opposition, etc. Deuxièmement, ces documents sont de formats hétérogènes : des textes de différents types (descriptifs, argumentatifs, etc.), mais aussi des images, des illustrations, des références, des graphiques, etc.

Le traitement de documents multisources pose un problème aux psychologues, le principe de cohérence de la représentation élaborée par le lecteur (principe généralement admis en psychologie de la compréhension) ne tenant plus. Comprendre un document multisources contradictoires implique en effet l'élaboration d'une représentation contradictoire, voire incohérente. Les travaux sur la compréhension de documents multisources mettent en évidence la mobilisation de traitements spécifiques, qui aboutiraient à l'élaboration d'une représentation multidocumentaire (Perfetti, Rouet,

& Britt, 1999). Selon Rouet (2000) les lecteurs experts dans le traitement des documents multisources procèdent à une indexation des documents. *Quel est le type de texte ? Quel est l'auteur ? Quelle est la date de publication ?* etc. Ils procèdent aussi à une comparaison des textes. *Quelles sont les contradictions ? Quelles sont les corroborations ?* Ils procèdent enfin à une contextualisation du contenu. *Quels sont les lieux, les temps, les conditions auxquelles il est fait référence ?* Ces traitements aboutiraient à l'élaboration d'une représentation multidocumentaire, qui, selon Perfetti *et al.* (1999) est composée de deux éléments : d'une part, un modèle intertexte dans lequel les différentes sources d'informations sont représentées, ainsi que certains éléments de contenu et les relations inter-sources ; d'autre part, un modèle intersituation dans lequel les différentes situations proposées par les documents sont représentées. L'élaboration de cette représentation impliquerait la mobilisation de savoir-faire spécifiques au traitement des documents multiples ainsi que la mobilisation de connaissances du contenu.

Le traitement de documents de formats hétérogènes (textes, images, vidéos, sons) implique une activité cognitive dite d'« intégration multimédia ». Comprendre un document multimédia implique en effet de comprendre en quoi les différentes parties du document, représentées selon des formats différents, sont mutuellement référencées. Cette activité se retrouve évidemment dans le traitement de tous les textes, elle n'est au départ non-spécifique. Généralement, le traitement d'un document présentant des informations selon des formats hétérogènes mais complémentaires, produit une meilleure compréhension que le traitement d'un simple texte ou d'une simple image, sous réserve que cette hétérogénéité soit pertinente et que le référencement mutuel soit correctement représenté. Pour des synthèses sur cette question voir Bétrancourt et Tverski (2000) et Mayer (2001).

Ces documents sélectionnés et « compris » par l'individu sont aussi évalués relativement au but informationnel. La pertinence est non seulement relative au contexte, à la tâche et à l'individu (Pirolli & Card, 1999), elle est en outre évolutive. Tel contenu peut être découvert comme pertinent *a posteriori*. L'individu, quand il prend conscience de son besoin d'information, peut avoir une représentation pauvre de ce besoin. Cette dernière peut être enrichie (ou dévoyée) par le traitement des contenus sélectionnés.

Le coût cognitif et métacognitif de l'activité de navigation dans les systèmes d'information est tel que les résultats en sont souvent

modestes. Selon Nielsen (2000), la navigation sur le Web aboutit une fois sur deux à un échec : l'utilisateur ne trouve pas ce qu'il cherche dans la moitié des cas (sans compter les fois où il trouve ce qu'il ne cherche pas). La recherche dans les bases de données plus classiques ne donne souvent pas de meilleurs résultats, un taux d'un document pertinent trouvé sur deux correspondant à la moyenne. L'ajout de fonctionnalités aux systèmes d'information, y compris les indicateurs de pertinence des résultats, n'améliore pas souvent les performances des utilisateurs, quand elles ne les détériorent pas (Belkin *et al.*, 1998).

Il semble donc important dans ce domaine de développer d'une part la formation des usagers des systèmes d'information et d'autre part une conception ergonomique des systèmes d'information.

Reprenons notre exemple. Vous avez sélectionné un seul document sur les couleurs à l'écran ? C'est sans doute raisonnable, notamment si ce document est simple, rigoureux et qu'il correspond à vos besoins : il vous explique en quelques phrases claires les principes de composition des couleurs à l'écran. Vous avez préalablement identifié dans le document des indices qui garantissent le sérieux, voire la scientificité du contenu. Mais avez-vous vérifié que ce contenu est le même que celui d'un document qui présente les mêmes gages de qualité du contenu (récence, complétude...) ? Si trois documents apparemment de bonne qualité présentent des informations contradictoires, qu'allez-vous comprendre ? Qu'allez-vous ignorer ?

3. EFFETS DES CARACTERISTIQUES DES TACHES ET DU CONTEXTE SUR L'ACTIVITE

Dans la partie précédente, nous avons mis en exergue le rôle des connaissances de l'individu dans l'activité de navigation. Nous avons insisté sur le fait que tous les aspects de l'activité de navigation sont affectés par les connaissances antérieures de l'individu, depuis la prise de conscience du besoin d'information à la compréhension et à l'évaluation des sources sélectionnées. Nous avons ignoré un nombre très important de travaux, comme ceux consacrés aux effets du vieillissement, de l'estime de soi, du sentiment d'autoefficacité, etc. sur la recherche d'information. Nous n'avons pas évoqué la possibilité d'agir sur la conception de la situation de travail ou du système

d'information pour améliorer l'activité. Ce dernier aspect est abordé dans la présente partie.

3.1 EFFETS DES CARACTERISTIQUES DES TACHES

Selon Tricot et Nanard (1998), la description d'une tâche de recherche d'information devrait prendre en compte la représentation mentale du but d'information, dont nous avons vu plus haut qu'elle avait une composante conceptuelle et procédurale, voire métadocumentaire, qu'elle dépendait de la crédibilité des sources, qu'elle était donc influencée par les connaissances de l'individu et son besoin d'information. Cette description de la tâche devrait aussi prendre en compte l'implémentation du but, c'est-à-dire l'adresse et le nombre de cibles dans le système, les procédures à utiliser pour atteindre ces cibles, la structure générale du système et de l'interface. Enfin, elle devrait décrire le contexte de l'activité et la raison pour laquelle un individu choisit d'utiliser un tel système pour chercher telle information dans le cadre de la réalisation d'une tâche principale.

Nous proposons ici de ne pas traiter la représentation mentale du but, déjà évoquée plus haut. Nous abordons l'implémentation du but et les effets des caractéristiques du système sur l'activité de l'individu, à partir de la recension des principaux effets, proposée par Tricot et Golanski (2002).

L'effet de répétitivité de la tâche indique qu'une même cible recherchée plusieurs fois par un même individu est trouvée, en moyenne, plus efficacement qu'une cible recherchée une seule fois.

Le degré d'explicitation des cibles a un effet souvent important sur les performances. Une cible implicite, pour laquelle l'utilisateur doit effectuer un traitement complexe, où la compréhension n'est pas suffisante (une comparaison par exemple), et trouvée moins efficacement qu'une cible explicite, pour laquelle seul un traitement de type compréhension est nécessaire.

Une cible localisée, qui se trouve de manière exhaustive sur une même page est trouvée efficacement qu'une cible distribuée, qui se trouve répartie sur plusieurs pages, même si parfois les différences ne sont pas très importantes. La performance lors de la recherche d'une cible distribuée peut varier selon la proportion de pages existantes dans le domaine de recherche. Autrement dit, pour un nombre de pages donné susceptible de contenir l'information, les utilisateurs

trouveront plus facilement la totalité de l'information si les cibles sont réparties dans toutes les pages que si les cibles sont présentes sur quelques pages.

La quantité de cibles n'a pas une influence linéaire sur la performance des utilisateurs. Parfois, une cible unique est plus difficile à trouver qu'une cible multiple. Mais surtout, la lecture exhaustive de toutes les cibles (quand elles ne dépassent pas quelques dizaines) semble entraîner de meilleures performances qu'une tâche très sélective (trouver une cible parmi plusieurs dizaines ou centaines ou milliers, etc.).

Plus la complexité de la procédure à mettre en œuvre (c'est-à-dire le nombre de décisions différentes à prendre entre le début et la fin de l'activité) est importante, moins les cibles sont aisées à trouver. Par exemple, Tricot et Nanard (1998) ont utilisé le formalisme MAD (Scapin & Pierret-Golbreich, 1990) pour analyser trois tâches de recherche d'information dans un même document électronique. Puis, ils ont comparé les performances de trois groupes de sujets (dans chaque groupe les sujets réalisaient une des trois tâches) avec la description de la tâche par MAD. Les résultats semblent coïncider : plus la procédure, décrite par MAD, pour réaliser la tâche est complexe (*i.e.* plus elle implique de décisions différentes à prendre) et moins les performances sont bonnes. En revanche, dans cette expérience, les performances ne coïncident pas avec le nombre de cibles à trouver. Tricot, Puigserver, Berdugo et Diallo (1999) ont aussi montré que la navigation est influencée par la représentation que l'utilisateur se fait des contraintes (de temps, d'efficacité) qui pèsent sur lui. Cette activité diffère aussi selon que la représentation de l'utilisateur concerne plus les traitements à effectuer ou les cibles à sélectionner.

3.2 EFFETS DES CARACTERISTIQUES DU SYSTEME D'INFORMATION

3.2.1 Effets de la structure et du format

Structure linéaire versus hypertexte. A contenu égal, les documents de type hypertexte, non linéaires, entraînent généralement de plus faibles performances en compréhension que les documents linéaires, les textes. De nombreuses recherches tentent une explication par le

rôle ou la taille du calepin visuo-spatial en mémoire de travail, avec une certaine difficulté pour obtenir des résultats nets. L'expertise des individus aurait un effet d'interaction ou non avec la structure (Calisir & Gurel, 2003 ; Wenger & Payne, 1997). L'ajout de questions en cours d'étude, qui favorise le *monitoring* métacognitif, a un effet sur l'apprentissage avec hypertexte. De nombreux auteurs présentent l'argument suivant : si les hypertextes sont plus difficiles c'est parce qu'on prend des textes (avec leur contenu) que l'on transforme en hypertextes. Pour ces auteurs, les hypertextes ont un avantage pour présenter des contenus spécifiques. Malheureusement, ces auteurs présentent peu de résultats empiriques convaincants.

Profondeur et largeur. On sait depuis vingt-cinq ans que plus le menu est profond plus les informations (fonctionnalités, contenus) auxquelles il donne accès sont difficiles à trouver (par ex. Miller, 1981). On a pu interpréter ce type de résultat comme étant dû à une surcharge cognitive. L'ergonome doit donc concevoir des artefacts peu coûteux à traiter cognitivement mais susceptibles d'aider l'utilisateur à se repérer dans le menu. Lemerancier, Quaireau et Terrier (2003) font l'hypothèse qu'un indigage perceptif coloré pourrait faciliter le traitement des menus, améliorer les performances de repérage et de mémorisation. Les résultats qu'ils obtiennent vont, pour une bonne part, dans le sens de leur hypothèse. Dans le domaine des hypertextes, et non plus des menus, l'effet de profondeur et de largeur existe aussi. Tricot (1995) a montré qu'il y avait probablement dans de nombreux cas une valeur seuil, à quatre en largeur et en profondeur, au-delà de laquelle la compréhension est significativement altérée.

Structure formelle ou rhétorique. La principale limite des études sur les structures formelles (linéaires ou hypertextes, profondeur, largeur) a été mise en évidence par Dillon (1991, 1996) qui a montré l'importance de la structure rhétorique du document, quelle que soit la structure formelle de celui-ci : quand l'utilisateur connaît la structure rhétorique du document, cela a un effet facilitateur sur la compréhension du contenu et sur le repérage des informations. Pour les documents multisources il paraît difficile de parler de connaissance de la structure rhétorique. Les travaux de Britt, Perfetti, Sandak et Rouet (1999) ont mis en évidence un effet facilitateur de la connaissance que les sujets peuvent avoir de l'organisation d'une collection de documents.

Formats de présentation. L'effet de dissociation de l'attention se produit quand le sujet doit traiter des sources d'information multiples

dont l'intégration doit être opérée mentalement afin que le sens puisse être inféré du matériel présenté. L'intégration physique des sources d'information, par exemple en plaçant les commentaires écrits sur les endroits appropriés de la figure plutôt que de façon adjacente, élimine les effets négatifs de l'attention dissociée (Wickens & Andre, 1990). Si l'élimination de l'effet de dissociation de l'attention améliore la compréhension en baissant la charge de la mémoire de travail, un même effet positif peut être obtenu en augmentant la taille de la mémoire de travail effective. Pour atteindre ce type de but, il faut utiliser des présentations en mode duel, c'est-à-dire dans lesquelles les diverses sources d'information qui requièrent d'être intégrées sont présentées selon des modalités sensorielles différentes (auditive et visuelle ; Moreno & Mayer, 1999). Mais les effets de modalité et de réduction de la dissociation de l'attention sont obtenus si et seulement si le traitement d'informations disparates est nécessaire à la réalisation de la tâche. A l'inverse, quand il n'est pas nécessaire de traiter des informations disparates, quand une seule source d'information suffit, l'ajout d'informations redondantes (en présentant la même information selon deux modalités comme le texte oral et le texte écrit, deux formats comme le texte et l'image, deux volumes, comme le texte détaillé et le résumé) détériore la compréhension. Cet effet s'expliquerait par l'ajout d'un traitement cognitif non pertinent, d'un surcoût cognitif inutile, qui peut interférer avec la compréhension quand les ressources cognitives ne sont pas excédantes.

L'effet d'interactivité des éléments. Les effets de modalité, de réduction de la dissociation de l'attention et de redondance sont mis en évidence si et seulement si le matériel à traiter est exigeant cognitivement, c'est-à-dire s'il possède un nombre important de points en interaction les uns avec les autres. Un matériel trop simple, avec un nombre faible d'éléments en interaction, ne produit pas les effets cités précédemment. Cet effet s'expliquerait par une taille suffisante de la MDT pour traiter des situations simples et insuffisante pour traiter des situations complexes. La simplicité / complexité d'une situation dépendrait de la nouveauté des éléments qui la compose, de leur nombre et de leur relations.

L'effet d'isolement des éléments en interaction. Quand une situation très complexe doit être traitée par un utilisateur, on peut faciliter le traitement en isolant dans un premier temps les éléments qui la composent. Quand l'apprentissage de chaque élément isolé est bien amorcé, on peut alors présenter les interactions entre les éléments

(Pollock, Chandler, & Sweller, 2002). Ce type d'effet est fréquemment obtenu dans le domaine de la compréhension des hypertextes et des hypermédias : quand on présente une carte des contenus avant l'apprentissage du texte (ou des images) correspondant on obtient un moins bon résultat que quand on présente la même carte après l'apprentissage. Pour Hofman et Van Oostendorp (1999), les sujets ne sont capables de comprendre l'ensemble des interactions entre les éléments qu'après avoir compris les éléments un à un et les interactions unes à une.

Animations. L'insertion de l'animation dans les configurations texte / image constitue un apport discutable. Lowe (2003) montre que si l'intégration texte / image statique présente de nombreux désavantages dans le domaine de la compréhension de phénomènes temporels, l'insertion de l'animation pose aussi des problèmes : entre autres celui d'attirer l'attention sur les effets massifs au détriment des détails ou des informations stables. Mayer et Anderson (1991) ont montré que les présentations audiovisuelles simultanées sont plus efficaces que les présentations audiovisuelles séquentielles.

Réalité virtuelle. Un dernier format de présentation consiste à utiliser les techniques de la réalité virtuelle pour représenter des objets, des concepts, des situations de travail ou de communication (Burkhardt, 2003). Peu d'auteurs ont réussi à produire et à répliquer des résultats empiriques qui attesteraient (ou invalideraient) d'effets bénéfiques de la réalité virtuelle appliquée aux documents sur la compréhension.

3.2.2 *Effets des fonctionnalités*

Les principales fonctionnalités des documents électroniques sont les moteurs de recherche, les liens hypertextes et les index.

Un moteur de recherche permet spécifiquement une sélection parmi un ensemble important de documents, la puissance des moteurs actuels semblant sans véritable limite quantitative. Le problème principal des moteurs est la quantité de bruit (documents non pertinents) qu'ils génèrent, un trop grand bruit pouvant masquer le résultat. Leur utilisation implique une connaissance de leur syntaxe, voire de principes généraux, par l'utilisateur, certains novices pouvant ne trouver absolument aucun document pertinent par l'intermédiaire d'un moteur (Koenemann & Belkin, 1996).

Les liens hypertextes permettent spécifiquement la gestion de buts flous, la lecture de l'hypertexte permettant au fur et à mesure à l'utilisateur d'élaborer une représentation plus structurée du contenu traité et de son but. Mais, permettant facilement au but informationnel d'évoluer, ils permettent aussi de le perdre. Les hypertextes imposent généralement un effort cognitif et un contrôle métacognitif très importants.

Enfin, les index, tables de contenu, tables des matières, etc., permettent à la fois un survol du contenu général du système et la sélection d'une sous-partie. L'avantage est indéniable pour les buts ni trop flous ni trop précis, que l'index permet de raffiner, ainsi que pour la mise en œuvre de stratégies de scanning. Mais l'utilisation de ce type de fonctionnalité implique une connaissance déjà structurée du domaine de contenu.

Malgré l'existence déjà ancienne des trois fonctionnalités précitées, on sait aujourd'hui que de nombreuses difficultés de navigation dans les documents électroniques existent. D'innombrables nouvelles fonctionnalités, dont celles qui permettent de retrouver ce que l'on a fait précédemment (les historiques), de cocher des sous-parties de la base, etc. ont été inventées depuis une trentaine d'années pour tenter de pallier ces problèmes, donnant lieu à plusieurs centaines de publications par an dans les revues spécialisées. Nous ne traitons pas ici des techniques invisibles à l'utilisateur comme les techniques d'indexage de documents, le Web sémantique ou les ontologies. Ces techniques sont, à notre connaissance, très peu évaluées dans une perspective ergonomique.

Un effort particulièrement important a été fourni ces dernières années sur les techniques de retour des résultats : d'une part pour les outils de visualisation des résultats, d'autre part pour l'évaluation et la représentation de la pertinence des résultats (voir par ex. les articles rassemblés par Chen et Czerwinski, 2000).

Beaucoup de travaux se tournent plus récemment vers de nouvelles modalités d'interaction avec les systèmes d'information par le biais des techniques de réalité virtuelle ou de réalité augmentée, sans résultats ergonomiquement probants pour l'instant (Westerman, Cribbin & Wilson, 2001 ; Azuma, 2001).

3.3 DISCUSSION

Un nombre conséquent de travaux a donc été consacré à l'identification de facteurs liés à la tâche ou au document et ayant un effet sur l'activité de l'utilisateur. On sait par ailleurs, que l'ajout de fonctionnalités détériore souvent la performance de l'utilisateur, c'est une vieille « loi » de l'ergonomie (Eason, 1984), et nous avons rappelé que c'était vrai aussi dans le domaine des documents électroniques et celui des bases de données. Lazonder, Biemans et Wopereis (2000) montrent que quand ces fonctionnalités sont apprises puis maîtrisées, elles deviennent efficaces.

Les perspectives ergonomiques dans ce domaine semblent immenses.

D'abord pour les usagers ayant des besoins spécifiques, que ces besoins soient d'ordre cognitif ou physique. Par exemple, Singh, Gedeon et Rho (1998) suggèrent qu'il faudrait adapter aux usagers qui ont des difficultés linguistiques spécifiques les techniques de recherche d'information et les rendre plus faciles à utiliser ; améliorer la présentation de l'information pour faciliter la compréhension, faire des outils qui s'adaptent aux habitudes et aux besoins.

Ensuite, par l'étude des effets des caractéristiques de la situation de travail sur l'activité de navigation. Cette dimension semble à l'heure actuelle complètement sous étudiée. Il nous semble en particulier que l'étude de la navigation dans le contexte du travail coopératif, de la formation professionnelle, aurait des répercussions importantes. Dans une étude en cours avec nos collègues de l'URFIST de Toulouse, il semble que nous soyons en train de mettre en évidence une différence importante entre l'activité de recherche d'information chez les documentalistes (souvent coopérative, presque toujours dédiée à un tiers) et l'activité de recherche d'information chez les usagers des bibliothèques (activité solitaire, pour soi). Les documentalistes travaillent sous contraintes temporelles, alors que c'est plus rare chez les usagers des bibliothèques. Enfin, les documentalistes ont une grande facilité à expliciter leur activité (est-ce dû au fait que cette activité est dédiée ?), alors que pour les usagers débutants cette explicitation est plus difficile. Ces derniers semblent capables, par tâtonnement, de mettre en œuvre des stratégies très différentes, pour atteindre des résultats parfois difficiles, mais ont des difficultés à prendre conscience de leurs erreurs.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'activité de navigation dans les systèmes d'information est une activité humaine répandue, que ce soit dans des contextes de travail, d'études ou de loisir. L'ensemble des travaux que nous avons présenté, bien que très partiel, permet d'envisager quelques recommandations ergonomiques pour la conception et l'utilisation de systèmes d'information. Il faudrait en particulier fonder la conception sur la modélisation de la tâche de recherche d'information, prendre en compte les caractéristiques des utilisateurs selon trois registres de connaissances (de contenu, opératoires et métadocumentaires) et développer une véritable formation des utilisateurs à la recherche d'information. Nous avons aussi recensé dans ce chapitre quelques déclinaisons d'un principe de simplicité appliqué à différents aspects de la conception du système d'information : sa structure formelle et rhétorique, ses fonctionnalités et sa façon de représenter les contenus.

La recherche en psychologie produit aussi un effort de modélisation de cette activité, selon plusieurs perspectives.

Un premier courant (Dreher 1992 ; Guthrie, 1988 ; Rouet & Tricot, 1998) modélise l'activité de navigation comme une activité cyclique, s'apparentant à la résolution de problème : l'utilisateur transforme, par une succession d'actions, l'environnement (le système d'information) d'un état initial jusqu'à un état but. La régulation de l'activité est fondée sur une comparaison entre l'état courant (ce qui est actuellement compris) et l'état but.

Un second courant, notamment représenté par Pirolli et Card (1999) relève clairement d'une approche écologique. Ces auteurs fondent leur théorie de la fouille d'information (*information foraging*) sur l'hypothèse suivante : quand cela est faisable, le système d'information naturel (le système cognitif de l'individu dans son environnement informationnel) évolue vers des états stables qui maximisent les gains de l'information, gains qu'il est possible d'exprimer selon un rapport bénéfique / coût. Les systèmes cognitifs engagés dans de la recherche d'information vont afficher des tendances adaptatives. L'analyse rationnelle (Anderson, 1990) sert de référence à l'élaboration de la théorie de la fouille d'information. Le problème principal de la collecte et de la compréhension de l'information réside dans l'allocation d'attention par l'utilisateur. Le coût de l'information est fonction, d'une part côté fournisseur, du coût

du stockage et de l'accessibilité, d'autre part côté utilisateur, du temps d'accès, du coût de la fouille et du traitement. Sa valeur peut être définie comme son utilité à la réalisation d'une tâche en cours. L'activité de fouille d'information chez le sujet humain obéirait à un principe de maximisation du rapport bénéfice / coût, non seulement dans le choix des sources mais aussi des interfaces qui donnent accès à l'information. Une façon de maximiser ce rapport est l'apprentissage. Comme dans la plupart des modèles adaptatifs ou évolutionnistes, la maximisation du rapport bénéfice / coût, et plus généralement la rationalité, sont limitées : toutes les possibilités ne sont pas traitées, notamment parce qu'elles ne sont pas connues. L'adaptation est une dynamique locale, dépendante d'une niche.

Un troisième courant, que nous pourrions qualifier de psycho-ergonomique, est bien représenté par les travaux de Dillon (1994, 1996). Cet auteur a proposé une approche générale de la description de l'activité du lecteur de documents électroniques complexes, le cadre TIMS. TIMS décrit les composantes de l'activité, que l'on peut considérer comme des niveaux de traitement. Chaque niveau de traitement correspond à un type d'habileté différent, chacune de ces habiletés pouvant être plus ou plus bien développée chez l'utilisateur, en fonction notamment de son expertise dans d'autres domaines (par ex. lecture). Les quatre composantes ou niveaux de traitement de TIMS sont : la gestion de la tâche, la représentation mentale du document, les habiletés à manipuler le système d'information et l'activité de lecture du texte. TIMS présente l'intérêt d'être applicable. Dillon montre comment on peut utiliser TIMS pour accompagner une activité de conception ergonomique de documents électroniques. C'est aussi un cadre étayé par de nombreux résultats empiriques, et une grande pratique du développement de produits.

D'autres courants intéressants existent, moins directement inscrits en psychologie. Les analyses proposées par Marchionini (1995) puis Mizzaro (1998), décrivent l'activité de recherche d'information comme une interaction en contexte entre un utilisateur et un document, fondée sur la recherche de pertinence. L'activité de navigation pourrait être envisagée comme un dialogue entre un utilisateur et un document, les théories du dialogue, et nous pensons en particulier à la théorie de la pertinence (Sperber & Wilson, 1989), fournissant un cadre satisfaisant pour rendre compte de nombreux échanges. Le lecteur trouvera chez Walton (2003) un exemple d'articulation entre théories du dialogue et recherche d'information.

La navigation dans les systèmes d'information constitue bien un nouveau champ de la recherche en psychologie appliquée et fondamentale, en relation avec d'autres disciplines au sein des sciences cognitives.

Ce domaine de recherche doit être développé car il comporte encore beaucoup d'inconnues. Par exemple, le fait que la cible soit définie *a priori*, pendant la navigation ou découverte *a posteriori* a-t-il une influence sur la difficulté de la tâche ? Le type de modalité sensorielle (audition / vision) impliquée dans la recherche d'information, par exemple dans le cadre de comparaison entre serveurs vocaux et base de données textuelles classiques, a-t-il une influence sur l'efficacité de la recherche d'information ? Le poids des données en termes de débit, de stockage ou d'affichage (par exemple le nombre de mots qu'il est possible d'afficher à l'écran) a-t-il un effet sur les performances des utilisateurs ? Ces recherches doivent être développées car elles ont des implications ergonomiques importantes.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, J.R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Azuma, R.T. (2001). Augmented reality: Approaches and technical challenges. In W. Barfield & T. Caudell (Eds.), *Fundamentals of wearable computers and augmented reality* (pp. 27-63). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Belkin, N.J., Perez-Carballo, J., Cool, C., Lin, S., Park, S.Y., Rieh, S.Y., Savage, P., & Xie, H. (1998). Rutgers' TREC-6 interactive track experience. In D. Harman (Ed.), *Proceeding of the sixth text retrieval conference* (pp. 597-610). Washington, DC: GPO.
- Bétrancourt, M., & Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users' performance: A review. *Le Travail Humain*, 63, 311-330.
- Britt, M.A., Perfetti, C.A., Sandak, R., & Rouet, J.-F. (1999). Content integration and source separation in learning from multiple texts. In S.R. Goldman, A.C. Graesser & P. van den Broek (Eds.), *Narrative comprehension, causality, and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso* (pp. 209-233). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Burkhardt, J.-M. (2003). Réalité virtuelle et ergonomie: apports réciproques. *Le Travail Humain*, 66, 65-91

- Calisir, F., & Gurel, Z. (2003) Influence of text structure and prior knowledge of the learner on reading comprehension, browsing and perceived control. *Computers in Human Behavior*, 19, 135-145
- Chen, C. & Czerwinski, M., (Eds.), (2000). Empirical evaluation of information visualization. *International Journal of Human-Computer Studies*, 53(5).
- Conklin, J. (1987). Hypertext: A survey and introduction. *IEEE Computer*, 20(9), 17-41.
- Cytryn, K.N. (2003). Lay reasoning and decision-making related to health and illness. Unpublished doctoral dissertation, McGill University, Montreal.
- Dillon A. (1991) Readers' models of text structures. *International Journal of Man-Machine Studies*, 35, 913-925.
- Dillon, A. (1994). *Designing usable electronic text: Ergonomic aspects of human information usage*. London: Taylor and Francis
- Dillon, A. (1996). Myths, misconceptions and an alternative perspective on information usage and the electronic medium. In J.-F. Rouet; J. Levonen, A. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 25-42). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Dreher M.J. (1992). Searching for information in textbooks. *Journal of Reading*, 35, 364-371.
- Eason, K.D. (1984). Towards the experimental study of usability. *Behavior & Information Technology*, 3, 133-143.
- Gati, I., Noa Saka, N., & Krausz, M. (2001). 'Should I use a computer-assisted career guidance system?' It depends on where your career decision-making difficulties lie. *British Journal of Guidance and Counselling*, 29, 301-321.
- Guthrie, J.T. (1988). Locating information in documents : examination of a cognitive model. *Reading Research Quarterly*, 23, 178-199.
- Harris, R., & Dewdney, P. (1994). *Barriers to information: How formal help systems fail battered women* (pp. 1-34). Westport, CT: Greenwood Press.
- Henri, J., & Hay, L. (1994). Beyond the bibliographic paradigm: User education in the information age. *60th IFLA General Conference Proceedings*, August 21-27. Trouvé le 15 Novembre 2002 sur <http://www.ifla.org/IV/ifla60/60-henj.htm>
- Hertzum, M., Andersen, H., Andersen, V., & Hansen, C. (2002). Trust in information sources: seek-ing information from people, documents, and virtual agents. *Interacting with Computers*, 14, 575-599

- Hofman, R., & Van Oostendorp, H. (1999). Cognitive effects of a structural overview in a hypertext. *British Journal of Educational Technology*, 30, 129-141.
- Jonas, E., Schulz-Hardt, S., Frey, D., & Thelen, N. (2001). Confirmation bias in sequential information search after preliminary decisions: An expansion of dissonance theoretical research on selective exposure to information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 557-571.
- Joo, S., & Grable, J. E. (2001). Factors associated with seeking and using professional retirement-planning help. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 30, 37-63.
- Julien, H. (1999). Barriers to adolescents' information seeking for career decision making. *Journal of the American Society for Information Science*, 50, 38-48.
- Koenemann, J., & Belkin, N.J. (1996) A case for interaction: A study of interactive information retrieval behavior and effectiveness. *Proceedings of CHI'96* (pp. 205-212). New York: ACM Press.
- Lazonder, A.W., Biemans, H.J.A., & Wopereis, I.G. (2000). Differences between novice and experienced users in searching information on the World Wide Web. *Journal of the American Society for Information Science*, 51, 576-581.
- Lemercier, C., Quaireau, C., & Terrier, P. (2003). Effet de la couleur sur la récupération d'informations dans un menu hiérarchique complexe. *Psychologie Française*, 48, 43-56.
- Lowe R. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning & Instruction*, 13, 157-176.
- Marchionini, G. (1995). *Information seeking in electronic environments*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R., & Anderson, R. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
- Mesters, I., Van den Borne, B., De Boer, M., & Pruyn, J. (2001). Measuring information needs among cancer patients. *Patient Education and Counseling*, 43, 255-264
- Millar, R., & Shevlin, M. (2003). Predicting career information-seeking behavior of school pupils using the theory of planned behavior. *Journal of Vocational Behavior*, 62, 26-42

- Miller, D. P. (1981). The depth/breadth tradeoff in hierarchical computer menus. In *Proceedings of the Human Factors Society* (pp. 296-300). Santa Monica : Human factors society.
- Mizzaro, S. (1998). Relevance: The whole history. In T. Bellardo Hahn & M. Buckland (Eds.), *Historical studies in information science* (pp. 221-244). Silver Spring, ML: ASIS.
- Moreno, R., & Mayer, R. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358-368.
- Muha, C., Smith, K.S. Baum, S., Maat, J., & Ward, J.A. (1998). The use and selection of sources in information seeking: The Cancer Information Service experience. Part 8. *Journal of Health Communication*, 3, 109-120
- Nielsen, J. (2000). *Designing web usability: the practice of simplicity*. Indianapolis: New Riders.
- Perfetti, C.A., Rouet, J.-F., & Britt, M.A. (1999). Towards a theory of documents representation. in H. van Oostendorp & S.R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading* (pp. 99-122). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Pirolli, P., & Card, S. (1999). Information foraging. *Psychological Review*, 106, 643-675.
- Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12, 61-86.
- Rouet, J.-F., & Eme, E. (2002). The role of metatextual knowledge in text comprehension: Some issues in development and individual differences. In P. Chambres, M. Izaute, & P.J. Maresco, (Eds.), *Metacognition: Process, Function and Use* (pp. 121-134). Kluwer Academic Press.
- Rouet, J.-F., & Tricot, A. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. *Hypertextes et Hypermédias, n° hors série*, 57-74.
- Rouet, J.-F. (2000). Les activités documentaires complexes. Aspects cognitifs et développementaux. Mémoire pour l'habilitation à diriger des recherches. Université de Poitiers.
- Scapin, D., & Pierret-Golbreich, C. (1990). Towards a method for task description: MAD. In L. Berlinguet & D. Berthelette (Eds.), *Proceedings of Work with Display Unit '89* (pp.371-80). Amsterdam: Elsevier Science.

- Singh, S., Gedeon, T.D., & Rho, Y. (1998) Enhancing comprehension of web information for users with special linguistic needs. *Journal of Communication*, 48, 86-108
- Sperber, D., & Wilson, D. (1989). *La pertinence. Communication et cognition*. Paris : Minuit.
- Tricot, A. (1995). Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias. Thèse de l'Université de Provence, spécialité Psychologie Cognitive, Aix en Provence.
- Tricot, A., & Golanski, C. (2002). Vers une description des tâches de recherche d'information au service de la conception d'objets communicants ou de services. In C. Kintzig, G. Poulain, G. Privat & P.N. Favennec (Eds.), *Objets communicants* (pp. 175-291). Paris : Hermès Science.
- Tricot, A., & Nanard, J. (1998). Un point sur la modélisation des tâches de recherche d'informations dans le domaine des hypermédias. *Hypertextes et Hypermédias*, n° hors série, 35-56.
- Tricot, A., Drot-Delange, B., Foucault, B. & El Boussarghini, R. (2000). Quels savoir-faire les utilisateurs réguliers du Web acquièrent-ils ? *Journal d'Intelligence Artificielle*, 14, 93-112
- Tricot, A., Puigserver, E., Berdugo, D., & Diallo, M. (1999). The validity of rational criteria for the interpretation of user-hypertext interaction. *Interacting with Computers*, 12, 23-36.
- Walton, D. (2003). The interrogation as a type of dialogue. *Journal of Pragmatics*, 35, 1771-1802.
- 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
- Westerman, S.J., Cribbin, T., & Wilson, R. (2001). Virtual information space navigation: Evaluating the use of head tracking. *Behaviour & Information Technology*, 20, 419-426
- Wickens, C.D., & Andre, A.D. (1990). Proximity compatibility and information display: Effects of color, space, and objectness on information integration. *Human Factors*, 32, 61-77.