
Un panorama des recherches sur l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia

André Tricot, Corinne Pierre-Demarcy, Rachid El Boussarghini

Laboratoire de Recherche sur l'Education et la Socialisation Scolaire

IUFM de Bretagne

153 rue de Saint Malo

35 043 Rennes cedex

{andre.tricot} {corinne.demarcy} {rachid.elboussarghini}@bretagne.iufm.fr

RESUME. Dans cet article, nous dressons un panorama des différentes recherches qui contribuent à faire connaître l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia. Dans une première partie, nous évoquons quelques modélisations de l'activité de recherche d'information ou d'exploration. Dans une seconde partie, nous abordons les recherches sur les effets des caractéristiques du système sur l'activité de l'utilisateur, les recherches sur l'utilisation en contexte, ainsi que quelques tentatives de modélisation des tâches. Nous discutons, dans une troisième partie, des méthodologies utilisées dans ces champs, de leur intérêt et de leurs limites. À la fin de l'article, nous discutons des conséquences des résultats de ces recherches sur l'amélioration et la rationalisation du processus de conception. Sans pouvoir affirmer que certains résultats ont eu une influence directe sur les concepteurs, nous évoquons quelques éléments de la " culture ergonomique des concepteurs ", culture qui a sans doute été influencée par ces recherches.

ABSTRACT. In this article, we draw up a panorama of various researches, which contribute to make known the mental activity of the hypermedias' users. In a first part, we mention some activity models of information seeking (or browsing). In a second part we tackle with researches about the effects of the systems characteristics on the users' activity, researches about the use in context, and researches about information tasks models. We discuss, in a third part, the methodologies used in these fields, their interest and their limits. At the end of the article, we discuss the consequences of the results of these researches on the improvement and the rationalization of the design process. Without being able to affirm that certain results had a direct influence on the designers, we evoke some elements of the designers' ergonomic culture, which has been undoubtedly influenced by these researches.

MOTS CLES : hypermédia, modèles de l'activité, recherche d'information, ergonomie

KEY WORDS: hypermedia, activity models, information seeking, ergonomics

1. Introduction

L'objectif de cet article est de dresser un panorama des différentes recherches qui contribuent à faire connaître l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia. Les recherches qui ont un tel objectif général (faire connaître l'activité mentale de l'utilisateur) se comptent en milliers, alors qu'elles ont commencé à paraître depuis une dizaine d'années seulement. Des publications visant à dresser une synthèse de certains aspects de ces travaux commencent à être disponibles (voir par exemple [CHE 96]).

Mais, dresser ce type de synthèse n'est pas aisé, car les travaux dans ce domaine ont des finalités très différentes. Dans une première partie de l'article, nous évoquerons quelques recherches consacrées à la modélisation de l'activité de recherche d'information dans les hypermédias (ou plus généralement dans les documents complexes). Dans une seconde partie, nous évoquerons des recherches, beaucoup plus nombreuses, qui contribuent à nous faire connaître certains aspects particuliers de l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia :

- les recherches sur les effets des caractéristiques du système sur l'activité de l'utilisateur,
- les recherches sur l'utilisation en contexte,
- les recherches sur la modélisation des tâches de recherche d'information ou d'exploration.

La seconde difficulté qu'il y a à synthétiser ces recherches réside dans l'évaluation de la fiabilité et de la généralisation possible des résultats obtenus. Le lecteur qui découvre cette littérature ne peut pas ne pas être surpris par l'extraordinaire hétérogénéité des méthodologies utilisées, des plus rigoureuses aux plus fantaisistes, des plus empiriques aux plus théoriques. C'est pourquoi, dans une seconde partie, nous discutons des méthodologies utilisées dans ces champs, de leur intérêt et de leurs limites.

La troisième difficulté tient à l'utilité de ces recherches. En psychologie cognitive, on peut considérer que connaître et modéliser l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia est un but en soi. Mais il faut aussi se demander quelles sont les conséquences, sur l'amélioration et la rationalisation du processus de conception, des résultats de ces recherches centrées sur l'utilisateur. C'est la question que nous nous posons dans la troisième partie.

Dans cet article, nous ne prétendons donc pas faire la synthèse des résultats obtenus dans le domaine (il faudrait plusieurs centaines de pages pour cela) mais seulement indiquer les grands courants de recherche, en citant quand ils existent des travaux francophones, pour fournir une sorte de guide de lecture dans ce domaine.

2. La modélisation de l'activité de recherche d'information ou d'exploration

L'activité de recherche d'information, en particulier dans les documents, constitue une part importante de l'activité mentale humaine. Il est probable que cette activité se soit développée de façon importante au cours de ces dernières années

dans notre “ société de l'information ”. Pourtant, cette activité mentale est peu décrite en psychologie cognitive, surtout si on la compare sur ce point à l'activité de résolution de problème ou de lecture. L'objectif de ce chapitre est de rendre compte de quelques tentatives de modélisation de l'activité de recherche d'information. Dans une première sous partie, nous évoquerons les travaux inspirés par Guthrie [GUT 88], qui modélise la recherche d'information comme une sorte de processus de “ résolution de problème de sélection d'information ”. Nous évoquons ensuite le cadre TIMS de Dillon [DIL 94] qui décrit quatre niveaux de traitement impliqués dans la lecture et le traitement de documents complexes. Puis nous nous arrêtons plus longuement sur le modèle ESP de Rouet et Tricot [ROU 95, ROU 98] qui tente une description à la fois en termes de processus et de types de traitement impliqués. Enfin, nous terminons ce chapitre en citant LICAI de Kitajima et Polson [KIT 96], un modèle directement inspiré du modèle de compréhension de texte de Kintsch [KIN 88].

Chez Guthrie ou chez Rouet et Tricot, ces descriptions n'ont pas d'autre objectif que la compréhension de l'activité mentale. Elles servent clairement à planifier des recherches expérimentales et à interpréter des résultats. Dans le cas de TIMS ou de LICAI, les auteurs montrent comment, en plus de la compréhension de l'activité de l'utilisateur, ces recherches peuvent servir lors du travail de conception.

2.1 Les modélisations issues des travaux de Guthrie

Une première modélisation de l'activité cognitive du sujet en situation de recherche d'informations a été proposée par Armbruster et Armstrong [ARM 93], Dreher [DRE 92], et Guthrie [GUT 87, GUT 88]. À quelques nuances près, ces auteurs décrivent l'activité de recherche d'information comme un cycle d'“ opérations élémentaires ” : formation d'un but cognitif, sélection d'une catégorie d'informations, extraction d'information, intégration à l'information préalablement extraite, recommencer jusqu'à ce que le but soit atteint.

La situation originellement décrite par Guthrie [GUT 88] concernait la recherche d'horaires d'avions sur des tableaux d'horaires. Avec les hypermédias, la situation est sensiblement différente, principalement au niveau de la sélection d'une catégorie d'information. Les informations “sélectionnables ” sont de différents niveaux de hiérarchie, les relations entre thèmes et items ne sont plus strictement hiérarchiques, les critères ne sont pas seulement croisés, etc. Rouet [ROU 92a], puis Tricot [TRI 93a], ont tenu compte de cette différence et décrivent comme suit le modèle de Guthrie.

La 1^{re} phase du modèle correspond au traitement de la question. Pour que le processus de recherche puisse être initié, il faut qu'une représentation cognitive du but ait été construite. À ce niveau intervient la complexité des questions, qui rend plus ou moins difficile la construction de cette représentation, ainsi que la connaissance que le sujet a du système qui va rendre plus ou moins facile la

“traduction” du but en “but opérationnel” (soit une représentation de la localisation du but dans le système et des moyens pour y parvenir).

La seconde phase correspond à la sélection d'un thème. La formulation des questions affecte le déroulement de cette phase. Cependant, comme le montre l'évolution des résultats avec l'entraînement des sujets, il faut une certaine expertise pour différencier les stratégies de sélection selon le type de question.

L'extraction de l'information est ici un processus plus complexe que dans les documents utilisés par Guthrie et ses collègues (fiche de paie, horaires d'avion). Dans un cas, il s'agit de localiser une valeur dans un tableau, alors qu'avec l'hypertexte il s'agit de construire une représentation sémantique d'un passage de texte. Rouet [ROU 90] suggère que l'exécution de cette phase requiert une transition entre différents niveaux de processus : la compréhension d'un passage spécifique suppose un ensemble de processus locaux, alors que les autres phases de la recherche requièrent une approche “globale” de la tâche.

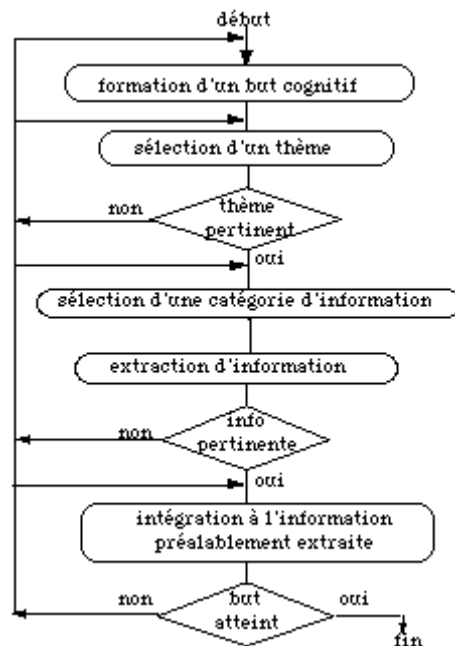


Figure 1. Une représentation “ adaptée ” du modèle de Guthrie

Les deux dernières phases correspondent respectivement à la mise en relation de plusieurs passages, et à la décision de prolonger ou de cesser la recherche. Ces phases ne concernent en principe que les questions complexes, qui demandent plus d'une sélection. Cependant le sujet est amené à recycler dès lors que le premier passage sélectionné ne contient pas d'information utile, ou bien s'il considère ne pas

avoir obtenu assez d'informations pour répondre à la question. Évaluer si le but est atteint pose parfois un problème. Il se peut notamment que le sujet oublie en cours de recherche l'objectif défini initialement.

La figure 1 [TRI 93a] représente une modélisation de l'activité de recherche d'informations dans un support non-linéaire, où la phase de " sélection d'un thème " de Rouet [ROU 92a] est distinguée de la phase " sélection d'une catégorie d'informations " de Guthrie [GUT 88] (exemple, information de niveau supérieur, information de niveau inférieur, information de même niveau). On peut se demander si ces deux phases sont traitées successivement par le sujet, ou si elles peuvent l'être de façon parallèle ou exclusive. L'intégration de connaissances est supportée, la plupart du temps, par une activité de lecture, ou de vision d'une image, etc., si l'on a jugé qu'il était pertinent de le faire.

Ces approches générales ont eu le mérite d'ouvrir la voie, et d'indiquer dès le départ que la description de l'activité devait prendre en compte les aspects liés à la sélection, à la compréhension, et à la gestion du but. Cinq à dix ans après ces premières recherches, on ne peut s'empêcher, à la re-lecture, de les trouver justement très générales. Les recherches plus récentes de Guthrie et ses collègues [GUT 98] rendent compte d'une approche beaucoup plus précise. Guthrie propose un modèle du développement chez l'enfant des compétences en recherche d'information, compréhension et acquisition de connaissances conceptuelles. Il décrit les relations entre ces trois compétences ainsi que les effets de l'enseignement, du niveau scolaire et des connaissances antérieures sur leur développement.

2.2 Le cadre TIMS de Dillon

Dillon [DIL 94, DIL 96] a lui aussi proposé une approche générale de la description de l'activité du lecteur de documents électroniques complexes, le cadre TIMS (figure 2). À l'opposé des modélisations inspirées de Guthrie, TIMS décrit les composantes de l'activité (que l'on peut considérer comme des " niveaux de traitement "), et non le déroulement de l'activité. On peut aussi considérer que chaque niveau de traitement correspond à un type d'habileté différent, chacune de ces habiletés pouvant être plus ou plus bien développée chez le sujet, en fonction notamment de son expertise dans d'autres domaines (e.g. lecture, planification, ...).

Les quatre composantes ou " niveaux de traitement " de TIMS sont :

La gestion de la tâche : les lecteurs lisent l'information dans les systèmes d'information dans un but (apprendre par exemple). Pour atteindre ce but ils doivent décider ce qu'ils veulent extraire du système d'information. Ce but peut évoluer en cours de consultation.

Le *information model* : les lecteurs possèdent une représentation mentale de la structure du document (structure au sens " formel " et au sens " rhétorique "). À partir du moment où ils identifient à quelle structure ils ont à faire, ils instancient une structure particulière du document qu'ils lisent.

Les habiletés à manipuler le système d'information : le lecteur manipule des objets et des fonctions pour "manipuler" le système d'information. Ceci est particulièrement crucial et difficile dans les systèmes d'information "nouveaux" qui n'obéissent pas encore à des conventions (alors que comparativement, un enfant apprend dès l'école primaire à manipuler un livre).

L'activité de lecture du texte à proprement parler est classique, elle n'appelle aucun commentaire particulier.

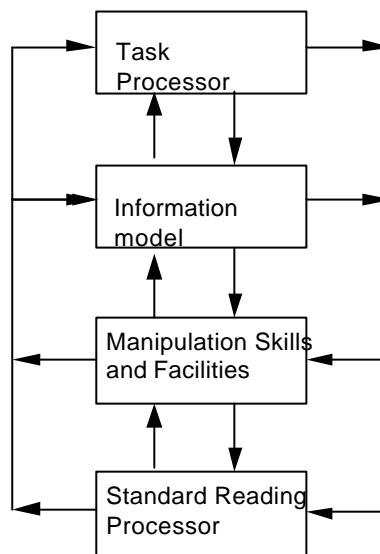


Figure 2. *Le cadre TIMS*

TIMS présente, entre autres, 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.

2.3 Le cycle ESP de Rouet et Tricot

Rouet et Tricot [ROU 95, ROU 96a, ROU 98] ont proposé une modélisation à la fois cyclique comme celle de Guthrie, et fondée sur une distinction de trois grands types de traitements. Ils considèrent la consultation d'un hypertexte ou d'un hypermédia comme un cycle de traitement constitué de trois phases principales : la sélection de l'information, le traitement de l'information sélectionnée et l'évaluation de la pertinence cette information traitée, en fonction du but visé par le sujet. Le modèle concerne essentiellement de traitement d'hypertextes.

Dans le modèle de Rouet et Tricot, l'activité de sélection et d'évaluation recouvre :

- un processus de gestion de l'activité (planification de la recherche et évaluation de l'écart entre la situation actuelle et le but visé),
- un processus de traitement des informations "relationnelles" (liens, menus, boutons).

Ce double processus est conduit en relation avec la représentation que le sujet se fait de la tâche, qui inclut une représentation du but et qui peut être modifiée dynamiquement au cours de l'activité.

La recherche d'informations se déroule dans un contexte d'activité particulier comme la conception, l'apprentissage, la prise de décision, l'écriture, etc. L'utilisateur poursuit ce but général par le moyen, entre autres, de la recherche d'informations. Son but, en termes de recherche d'informations, est mis en œuvre d'une façon particulière dans un système d'information particulier. Cette opérationnalisation du but peut se traduire formellement par une liste de nœuds pertinents (*i.e.* les cibles) et une séquence de nœuds à ouvrir pour atteindre ces nœuds pertinents.

Différents types de buts opérationnels peuvent être poursuivis lors des activités de recherche d'informations. Leur description dépend d'un certain nombre de variables comme le temps [ARM 93, WRI 90a], le nombre de cibles ou le niveau de précision de la représentation que s'en fait le sujet [TRI 93a].

Le module évaluation du cycle ESP a pour rôle principal de comparer la représentation du but à la représentation du contenu traité. Cette comparaison va donner lieu à un jugement de proximité entre ces deux représentations et se traduire en une prise de décision concernant la sélection des items suivants.

À l'état initial de la recherche (état 0 du cycle), le module d'évaluation est composé d'une représentation du but à atteindre. Ce but à atteindre correspond à l'état n du cycle. Comme nous l'indiquons ci-dessus, la représentation du but comporte un versant "général" (apprendre, concevoir, ...) et un versant "opérationnel" (trouver telle information dans tel système). Cette représentation du but va guider la sélection.

À l'état 1 du cycle (c'est-à-dire une fois que la première action de sélection a été effectuée et que l'information trouvée a été traitée) le module d'évaluation compare l'information traitée et la représentation du but, pour évaluer en quoi cette information trouvée contribue à l'atteinte du but. Trois situations différentes sont possibles. À chacune de ces situations correspond une décision. Voici le type de décision "rationnelle" qui peut être prise :

- l'information trouvée correspond exactement à la représentation du but : l'information contribue totalement à l'atteinte du but -> décision d'arrêter la recherche ;
- l'information trouvée ne correspond que partiellement à la représentation du but : le but est partiellement atteint -> décision de continuer la stratégie de sélection : vers plus de précision, vers plus de généralités, vers des exemples,

...

- l'information trouvée ne correspond pas du tout à la représentation du but : le but n'est pas du tout atteint -> décision de changer de stratégie.

Ceci est un modèle rationnel du module évaluation. Mais les sujets humains peuvent agir de façon non rationnelle. On voit qu'avec le modèle rationnel, le traitement opéré par le module "évaluation" n'entraîne pas de modification du composant interne "représentation du but" mais seulement une décision concernant une modification du contenu du module externe "sélection".

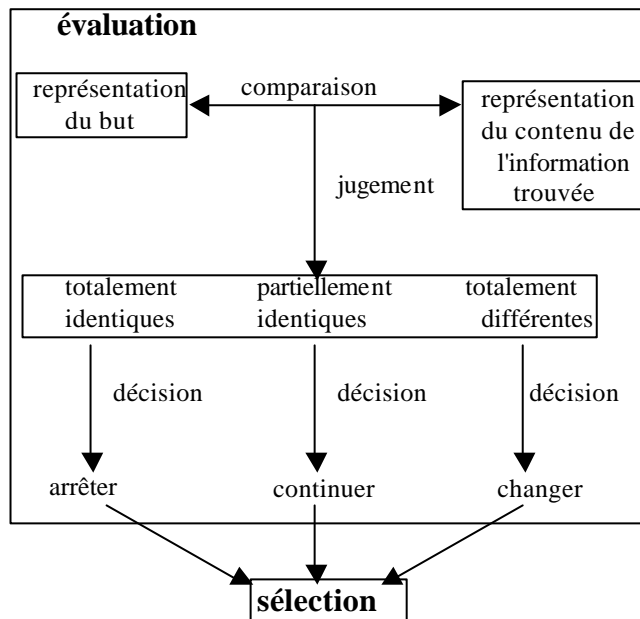


Figure 3. Un modèle rationnel du module évaluation

La différence majeure tient au fait qu'avec le sujet humain la représentation du but peut changer.

- le but peut être totalement atteint, mais le module d'évaluation ne déclenche pas l'arrêt de la sélection [TRI 99] : une nouvelle représentation du but prend la place de la représentation originale (plus vague, plus spécifique, ...);
- le but est partiellement atteint, mais la représentation du but change;
- l'information trouvée ne correspond pas du tout à la représentation du but et la représentation du but change, soit pour correspondre à l'information trouvée (biais de confirmation), soit pour changer d'une autre manière.

On sait qu'en recherche d'informations, un nœud peut ne pas correspondre au but mais contribuer à s'en rapprocher. Le processus de jugement - décision va alors être différent selon que la représentation du but s'exprime plutôt en termes de résultat - contenu ou en termes de procédure. En effet, une représentation en termes de résultat - contenu va pouvoir conduire à un jugement fin sans forcément être capable

d'anticiper à long terme sur la pertinence d'une sélection. À l'inverse, une représentation en termes de procédure va permettre d'anticiper à long terme sur la pertinence d'une sélection sans forcément être capable d'un jugement fin sur le contenu. Ce type de représentation (en termes de résultat - contenu ou en termes de procédure) dépend généralement du degré d'expertise du sujet dans le domaine traité et dans l'utilisation de ce type de système d'information. Une représentation trop profane en termes de procédure peut entraîner un phénomène de " poursuite sur la même route " très inefficace ou très coûteux [GRA 90].

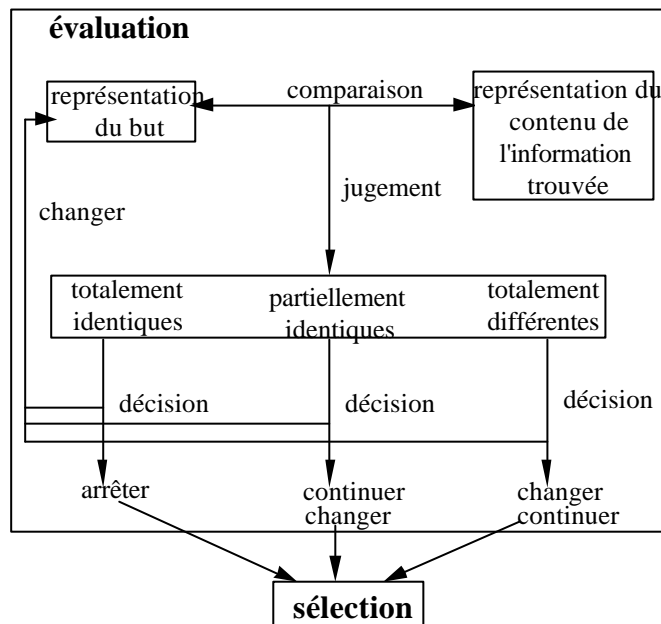


Figure 4. Un modèle " humain " du module évaluation

La difficulté principale de fonctionnement du module d'évaluation est, on le voit, de maintenir la représentation du but dans un état stable. Cette difficulté a des conséquences négatives, car, comme on a pu le monter dès l'utilisation des premiers hypertextes, elle entraîne la désorientation de l'utilisateur (phénomène de noyade en digressions, [FOS 88]). L'utilisateur peut, au bout d'un certain temps de consultation, perdre son but (*i.e.* ne plus savoir lui-même pourquoi il utilise le système). Mais le fait que la représentation du but puisse évoluer a aussi des conséquences positives : dans les activités à but flou, la modification de la représentation du but peut consister à spécifier celle-ci.

Du point de vue cognitif, cette difficulté est bien connue : elle est due à la capacité limitée de maintien des " unités de traitement " en mémoire de travail (MDT). Dans le cycle ESP, le sujet doit maintenir en MDT une représentation du but, mais

aussi une représentation de la stratégie de sélection et une représentation du contenu traité. Si, pour une raison ou une autre, la gestion de l'activité de sélection ou de traitement entraîne une surcharge cognitive, alors la représentation du but va être momentanément "sortie" de la MDT. Par exemple, la présence simultanée de textes et du menu, qui fait apparaître la structure et le "déroulement" de l'hypertexte, devrait faciliter le processus de sélection. Mais Rouet [ROU 90] a montré qu'une pagination groupée a tendance à créer une désorientation chez l'utilisateur inexpérimenté : la nécessité de traiter aussi le contenu (compréhension d'unités thématiques) peut provoquer une "surcharge cognitive" qui rend la gestion du module d'évaluation difficile. Lors de la phase d'évaluation, la représentation du but va être réactivée, avec très probablement une déformation ou une perte d'information. Ce phénomène, très largement étayé expérimentalement dans les études sur la mémoire, a été illustré par Gray dans le domaine de l'utilisation des hypertextes [GRA 90]. Il est aussi très probable [ERI 95] que cette déformation de la représentation du but soit considérablement amoindrie, voire absente, quand le sujet est expert du domaine (à la fois du contenu traité et de l'utilisation de ce type de système d'information).

2.4 Le modèle LICAI de Kitajima et Polson

Kitajima et Polson [KIT 96] ont proposé une modélisation assez proche, dans le principe, de celle de Rouet et Tricot, mais avec quelques aspects différents, et surtout un principe de modélisation plus homogène. Il concerne au départ le traitement d'interfaces de type "Macintosh" mais non spécifiquement d'hypermédias.

LICAI est une extension du modèle de planification de l'action dans le contexte de l'interaction homme - machine de Kitajima et Polson [KIT 95], qui essaie de prendre en compte les situations d'apprentissage par exploration. LICAI est fondé sur le modèle "construction - intégration" de Kintsch [KIN 88], et rend compte de la transformation de la compréhension de consignes en élaboration de buts opérationnels, dans un sens déjà indiqué par Mannes et Kintsch [MAN 91]. Pour ces auteurs, l'entrée du modèle est constituée de la représentation que l'utilisateur se fait du but, représentation propositionnelle élaborée à partir du traitement de la consigne donnée à l'utilisateur, ainsi que d'une représentation très schématique du contexte de la tâche. Le modèle de Mannes et Kintsch génère une description des commandes à utiliser pour réaliser la tâche. Pour eux, donc, la compréhension de texte de la consigne et la planification de l'action sont un seul et même processus.

Dans LICAI, la représentation de la tâche a une structure hiérarchique impliquant deux niveaux : le niveau des buts de la tâche et le niveau des buts du dispositif. Chaque but de la tâche se traduit par au moins un but du dispositif. Les buts du dispositif spécifient les états du dispositif qui doivent être atteints pour satisfaire le but de la tâche associé.

L'étape d'évaluation : le modèle élabore une représentation de la configuration du système à l'instant t , à partir d'une recherche en mémoire à long terme de connaissances des types d'objets présents dans la configuration, la recherche étant initiée par les composants de la représentation de la tâche (buts de la tâche et buts du dispositif).

Kitajima and Polson (1995) Model of Action Planning

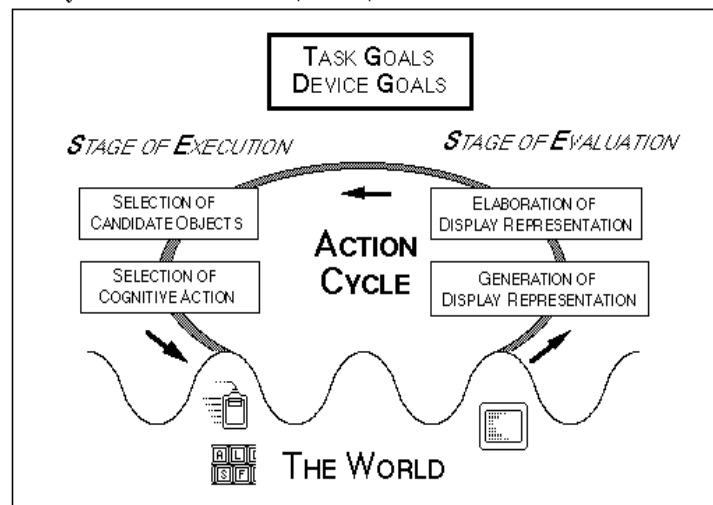


Figure 5. Le modèle de Kitajima et Polson

L'étape d'exécution : deux cycles "construction – intégration" modélisent l'exécution. Le premier cycle sélectionne trois objets comme des candidats possibles pour l'action, parmi tous les objets de la configuration du système. Pendant la phase initiale de "construction" du cycle, les représentations de tous les objets présents à l'écran sont combinées avec la représentation élaborée des buts de la tâche et du dispositif, pour construire un réseau. Quand le processus d'intégration converge, le modèle sélectionne les trois objets les plus activés comme candidats pour la prochaine action. Le second cycle "construction – intégration" sélectionne une action à exécuter sur l'un des trois objets sélectionnés. Pendant la phase de "construction" de ce second cycle, le modèle génère un réseau avec les représentations de toutes les actions possibles sur chaque objet – candidat possible. À la fin de la phase d'intégration du second cycle, le modèle sélectionne la paire objet - action la plus activée comme étant la prochaine action à exécuter.

LICAI rend compte en particulier des situations "d'apprentissage par exploration", où l'utilisateur, face à un nouveau type de configuration, va utiliser des connaissances antérieures pour élaborer son plan d'actions.

Les recherches que nous venons d'évoquer sont essentiellement fondées sur des résultats empiriques, provenant de recherches diverses, qui ont été interprétés " pour les besoins de la modélisation ". Pourtant ces résultats empiriques méritent d'être évoqués, car ils contribuent à nous faire connaître l'activité mentale des utilisateurs et ils peuvent donner des indications lors de la conception de systèmes hypermédias. Dans une première sous-partie, nous évoquons les recherches sur les effets des caractéristiques du système sur l'activité de l'utilisateur, qui sont souvent très riches d'informations pour le concepteur voulant développer des produits "utilisables ". Nous abordons ensuite, certes trop rapidement, les recherches sur l'utilisation en contexte ; (on verra que l'utilisation d'hypermédias en situations d'apprentissage est particulièrement intéressante). Enfin, nous terminons ce chapitre avec les recherches sur la modélisation des tâches de recherche d'information ou d'exploration.

3. Quelques axes de recherches qui contribuent à nous faire connaître l'activité mentale des utilisateurs

3.1 Les recherches sur les effets des caractéristiques du système sur l'activité de l'utilisateur

3.1.1 Les effets de la disposition des informations à l'écran

Ce premier axe de recherche est sans doute très important, et assez ancien. Il concerne la disposition (ou à la répartition) des différents modules d'information dans un écran (*information display*). Ces modules sont essentiellement les modules fonctionnels (ou syntaxiques), les modules de contenu (ou sémantiques) et les modules mixtes (fonctions dépendantes du contenu). On peut par exemple étudier les effets liés à la compréhension des icônes fonctionnels, à la place de la barre de menu sur l'écran, etc. : *e.g.* [CHE 89, GIR 86, KAL 91, LAN 90, WAT 93]. Ces recherches ont beau être nombreuses, et de qualité, on ne peut s'empêcher de penser, face à la difficulté à reproduire des résultats, que cette problématique dépend essentiellement de conventions qui, bien qu'ayant tendance à se stabiliser, évoluent dans le temps. Les utilisateurs ne "comprennent" pas mieux que tel bouton de déplacement soit à gauche ou à droite, en haut ou en bas : ils ont l'habitude qu'il soit en haut et à gauche.

3.1.2 Les effets de la structure du système

De très nombreuses recherches ont été conduites depuis le début des années 90 sur les effets des différentes structures que peut avoir un système d'information complexe sur l'utilisation et la compréhension de celui-ci [GRA 90, GRA 91, KNI 90, MOH 92, TRI 95a, VRI 96]. Ces recherches, fondées sur quelques principes généraux (il faut que l'utilisateur comprenne la logique de la structure du système), se sont rapidement orientées vers des recherches spécifiques à des types de tâches : est-ce que pour telle tâche précise, il vaut mieux disposer d'une structure linéaire,

hiérarchique, réseau ? Quelques résultats ont été répliqués, et l'on dispose actuellement de quelques éléments solides dans ce domaine [ROU 92b]. Il semble bien que ce courant perde de son enthousiasme depuis 1995.

La principale limite de ces études a été mise en évidence par Dillon [DIL 91] 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. Il a publié une synthèse remarquable sur cette question [DIL 96]. Pour les documents multisources il paraît difficile de parler de "connaissance de la structure rhétorique". L'équipe du Learning Research and Development Center de Pittsburgh, qui s'intéresse aux effets de structure, parle de traitement de la structure argumentative [BRI 96]. Ces chercheurs ont mis en évidence un effet facilitateur de la connaissance que les sujets peuvent avoir de l'organisation d'une collection de documents, par exemple dans une discipline comme l'histoire.

3.1.3 *Les effets du mode d'interaction*

L'objectif de ce courant est d'évaluer l'efficacité et les limites des différents modes d'interaction possibles avec un système d'information complexe. Il s'agit principalement d'analyses focalisées sur telle ou telle fonctionnalité : index, table des matières, boutons "plein texte", tournes pages, *bookmarks*, *web views*, cartes, *fish-eyes views*, etc. [DEE 96, HOH 92, HOL 92, REA 94, TRI 93b].

Là aussi, quelques résultats ont été répliqués : l'efficacité spécifique de certaines fonctionnalités (par exemple, un index est efficace pour une recherche d'information où la cible est précise et connue de l'utilisateur), la difficulté liée au double traitement d'informations générales et d'informations de détail, l'effet de surcharge dû à l'ajout de fonctionnalités, etc. [WRI 90b, WRI 91, WRI 94]

D'autres recherches sont à mener sur les effets du scénario d'interaction : il faut en effet se demander si les scénarii d'interaction proposés dans ces environnements peuvent être considérés comme des structures rhétoriques. Il faudra ainsi vérifier que les effets de structure rhétorique mentionnés au paragraphe précédent se retrouvent. Si, au contraire, les scénarii d'interaction ne peuvent pas être considérés comme des structures rhétoriques, il faudra alors définir précisément ce qu'est un scénario d'interaction, et étudier ses effets sur l'utilisation.

3.1.4 *Les effets de l'interaction entre différents médias sur un même écran*

Enfin, des recherches de plus en plus nombreuses sont consacrées aux effets de l'utilisation simultanée de différents médias sur un même support : texte, images fixes, images animées, son (voir par exemple [MOU 95]). Ces recherches ont certes de nombreux ancêtres, comme les études consacrées à la bande dessinée, au cinéma, aux images vidéo, etc. Ce qui est particulier aux études les plus récentes réside dans l'interactivité : par exemple, avec les *pop up windows*, c'est l'utilisateur qui choisit à quel moment il veut ajouter tel ou tel média à l'écran qu'il est entrain de traiter [BET 96, LEV 96, LOW 96, MER 96, KAT 96].

3.2 *Les recherches sur l'utilisation en contexte*

Conduites essentiellement en ergonomie, en psychologie cognitive et en sciences de l'éducation, ces recherches ont pour objectif de comprendre en quoi l'insertion d'un hypermédia dans une situation modifie une activité par ailleurs déjà existante et déjà étudiée. On peut même penser, en psychologie cognitive, que ce n'est pas tant la modification de la situation qui intéresse les chercheurs, que la possibilité d'étudier plus rigoureusement la situation en question (grâce à l'analyse des protocoles d'interaction utilisateur - système).

Toutes ces recherches consistent donc à étudier une activité "classique" dans un contexte où le sujet humain va devoir gérer une deuxième activité : la recherche d'informations dans un hypermédia.

3.2.1 *Compréhension de textes simples versus compréhension de documents complexes*

Un premier courant de recherche, probablement un des plus "armés" théoriquement, est consacré à l'étude des modifications entraînées par la complexification des documents avec l'insertion des systèmes d'information électroniques (voir les synthèses de Espéret [ESP 92, ESP 96]). Il s'agit de reprendre les modèles classiques de la compréhension de texte en psychologie cognitive *e.g.* [KIN 78, KIN 88] et d'analyser leur intérêt et leur limite dans ce contexte [PER 96]. Les travaux probablement les plus solides dans ce domaine sont sans doute ceux du LRDC [BRI 94, BRI 96, ROU 90], ainsi ceux de Dillon *e.g.* [DIS 96] et ceux de van Oostendorp *e.g.* [CAM 96, OOS 96].

3.2.2 *L'insertion des hypermédiats dans les situations d'apprentissage*

Cet axe de recherche est probablement le plus dynamique du domaine (même si ce dynamisme entraîne parfois quelques approximations). Des colloques francophones ont lieu tous les deux ou trois ans (Hypermédias et Apprentissages), dont les actes sont édités [PAS 92, BAR 93, BRU 96].

Un premier courant, essentiellement consacré à la didactique des disciplines scientifiques, étudie les relations entre l'activité de résolution de problème (procéduralisation des connaissances) et les stratégies de recherche d'informations dans un tutoriel *e.g.* [COS 93, TRI 95b, VRI 95, HAT 98].

Un deuxième courant étudie l'acquisition de connaissances déclaratives, conceptuelles, toujours en relation avec l'étude des stratégies de recherche d'informations [ROU 90, ROU 94, TRI 95a, WRI 93].

Un troisième courant étudie un contexte plus large, comme les interactions entre pairs, lors de l'acquisition de connaissances dans un environnement tutoriel [DIB 96].

Bastien [BAS 97] analyse les différents types de tâches de résolution de problème réalisées dans des environnements hypermédiats. Il s'intéresse en particulier aux

effets des connaissances antérieures dans le domaine traité, et à la transformation de celles-ci.

3.2.3 *L'insertion des hypermédias dans les situations de prise de décision*

Cet axe est peu représenté quantitativement dans les bibliographies, mais il constitue la nouvelle problématique de recherche de Patricia Wright, l'un des chercheurs les plus réputés dans le domaine [WRI 98]. Sa recherche est consacrée au rôle des documents dans la prise de décision et dans la façon dont les individus les lisent, donc aux informations auxquelles ces individus accèdent et à la décision qui en résulte. Patricia Wright s'intéresse plus particulièrement à la façon dont les technologies de l'information modifient les stratégies de lecture, comment les individus cherchent des informations pertinentes dans les documents, comment ils interprètent l'information quand elle a été trouvée, et comment ils prennent la décision relative. L'articulation avec les travaux sur l'utilisation d'hypermédias en orientation scolaire et professionnelle pourrait être particulièrement intéressante.

3.2.4 *Les hypermédias comme aides à la conception et à l'écriture*

Même si cet ensemble de recherches est encore peu représenté, il constitue à notre sens un pôle très important pour l'avenir [CRI 96]. En effet, les systèmes "mixtes", où l'utilisateur peut à la fois étudier, traiter, échanger et produire des documents, seul ou à plusieurs, vont prendre une place de plus en plus importante dans notre environnement. Ils constituent l'aboutissement des rêves des pionniers du domaine que sont Bush [BUS 45] et Nelson [NEL 65], et la première approximation que nous pouvons avoir est le World Wide Web. On peut, par exemple, citer les recherches de Giboin [GIB 96] à l'INRIA, qui étudie les marques dialogiques qui ponctuent les messages des utilisateurs de forum électroniques (voir aussi [AND 96]). Là aussi, il est possible que ceux qui étudiaient la production de texte "classique" se mettent à l'étudier en contexte informatisé, documenté et collaboratif.

En dehors de la production de documents, l'utilisation des hypermédias dans le processus de conception est aussi étudiée : par exemple pour la conception de programmes informatiques [DEL 96, DET 96, DET 98], pour l'architecture [VRI 94, VRI 97] etc. Ces recherches semblent moins réservées sur l'utilité des aides à la conception que les recherches consacrées à l'évaluation des systèmes d'aide informatisés "traditionnels", qui souvent "rigidifient" le processus de conception.

Dans un hypermédia, l'utilisateur a une activité qui peut être décrite selon deux perspectives. Dans cette partie 3.2, nous avons abordé une perspective, où l'activité est décrite selon le but général à atteindre par l'utilisateur (apprentissage, conception, étude de documents, etc.), que nous avons appelé ici "contexte". Selon une autre perspective, abordée dans la partie 2 de l'article, l'activité décrite est le comportement effectif de l'utilisateur devant la machine (rechercher, sélectionner, trier, comprendre des informations); nous avons appelé cette activité la "recherche d'informations". Dans la partie suivante, nous montrons comment ces différentes tâches peuvent être décrites.

3.3 *La modélisation des tâches de recherche d'information*¹

Dans un sens très large, modéliser une tâche consiste à décrire ce que fait ou ce que veut faire un sujet dans une situation. Pouvoir réaliser précisément ce type de description est important dans le cadre de la conception (cela sert à décrire pour quelle activité on conçoit une application), de l'évaluation (cela sert à décrire pour quelle finalité on évalue l'application) et de l'analyse de l'activité des utilisateurs (cela fournit un cadre pour l'interprétation des résultats obtenus). Mais, actuellement, dans le domaine des hypermédias, la modélisation des tâches semble être plutôt un "enjeu majeur" (probablement depuis le papier de Bernstein [BER 93]) qu'une pratique répandue.

L'examen des travaux dans le domaine des hypermédias a conduit à noter [TRI 98] que l'on ne sait pas encore définir précisément :

- les tâches de recherche d'information,
- les critères d'évaluation spécifiques à telle ou telle tâche,
- les critères de description de l'activité des sujets.

Reste à savoir si ces lacunes sont graves ou non. Tricot et Nanard [TRI 98] ont souligné que la recherche d'information a un statut de "sous-tâche" en ce sens qu'elle se fait toujours au service d'un objectif autre (apprentissage, conception, prise de décision, documentation, etc.). On peut donc penser que ces lacunes sont... secondaires, puisque l'on dispose de cadres relativement bien établis en ce qui concerne les objectifs (apprentissage, conception, prise de décision, documentation, etc.). Ainsi le formidable développement des hypermédias, leur aspect multi-tâches, et l'existence de cadres d'analyse extérieurs relativement pertinents, permet de définir un cadre de description des tâches plutôt satisfaisant dans le domaine de la conception, de l'évaluation et de l'analyse de l'activité des sujets. Cette modélisation ne peut pas être fondée sur un formalisme propre au domaine des hypermédias ou de la recherche d'information, puisqu'il n'en existe pas. La modélisation des tâches de recherche d'informations dans le domaine des hypermédias est donc fondée, pour le moment, sur l'importation de formalismes généralistes d'analyse de tâche. Cette importation requiert une certaine prudence et une connaissance des modalités d'application, de l'intérêt et des limites des formalismes généralistes d'analyse des tâches.

Mais la modélisation des tâches n'est qu'un moyen au service de la rationalisation des processus de conception et d'évaluation, ou l'analyse de l'activité des utilisateurs. En quoi, aujourd'hui, la modélisation des tâches peut-elle contribuer à rationaliser la conception et l'évaluation des hypermédias ? En quoi peut-elle nous aider à mieux analyser l'activité des utilisateurs ?

Au service de la conception, la modélisation de la tâche a pour but d'analyser la tâche ou la situation de l'opérateur avant que l'on ait conçu le système afin de pouvoir déterminer en quoi et comment le système pourra être utile à l'utilisateur. Cette première phase de modélisation de la tâche peut être plus ou moins élaborée,

¹ Ce paragraphe reprend une synthèse récemment parue [TRI 98].

car dans le cadre de l'innovation il n'y a pas toujours de situation de travail antérieure. Il y a fort à parier donc que la vitesse de mutation du domaine des hypermédias gêne l'établissement de formalismes suffisamment robustes et généraux, même s'il existe des guides orientés vers le multimédia [BEV 96, GUI 97] et vers la recherche d'information [ALL 96]. Dans un deuxième temps, la modélisation consiste à décrire concrètement ce que l'opérateur va faire (en termes de manipulation d'informations) avec le système et comment le système lui-même va traiter les tâches (quelles règles portent sur quelles informations dans quelle configuration pour atteindre tel but ?). La première phase de la modélisation se fait au moyen d'*interviews* et/ou d'observations [SEB 91] qui n'ont généralement rien de spécifique à telle ou telle catégorie de système et qui donc peuvent être utilisées dans le domaine des hypermédias. Le passage de la première phase de la modélisation (analyse de la tâche de l'opérateur) à la deuxième (formalisation et implémentation de la tâche) peut se faire par l'intermédiaire d'une fonction de transfert [MAH 93] ou par l'application de règles [SEB 94, SEB 95] de plus en plus précises [GAM 97]. Il est difficile de savoir si c'est à ce niveau de généralité que la modélisation de la tâche pourra être efficace en conception d'hypermédias ou si la définition de catégories précises de tâches est un préalable nécessaire.

Dans le cadre de l'évaluation, la modélisation de la tâche vise à décrire un mode "de référence" d'exécution de la tâche, c'est-à-dire une base de comparaison avec l'activité effective de l'utilisateur. Ce mode de référence peut être simplement la description de la méthode optimale d'exécution (la plus rapide, la plus économique, la plus efficace). Mais ce mode de référence peut aussi correspondre à la façon dont la tâche était exécutée avant l'insertion du système. Cette deuxième référence peut être délicate à établir, car la notion même de situation de référence peut être floue.

Dans le cadre de l'analyse de l'activité de l'utilisateur, la modélisation de la tâche a pour but de décrire comment la tâche va être exécutée selon telle ou telle théorie ou conception de la psychologie. Cette conception peut être extrêmement rudimentaire, et postuler par exemple que le sujet humain est un système rationnel de traitement de l'information. Cette conception est même nécessairement rudimentaire dans les domaines où la psychologie a peu de références (le domaine des hypermédias par exemple). Toutefois, il faut préciser que dans la plupart des cas, on décrit la tâche et l'on étudie l'activité des sujets en référence à une activité par ailleurs "bien" connue : apprentissage, compréhension, prise de décision, etc. L'objectif devient alors d'estimer le domaine de validité de la théorie importée. Les avancées dans le domaine de la modélisation de l'activité de recherche d'information pourront peut-être, à terme, compléter ce cadre d'interprétation (voir [BEA 98]).

4. De la méthodologie de ces recherches

4.1 Validité interne versus validité externe

Le grand nombre de recherches conduites dans le domaine de l'analyse de l'activité de l'utilisateur d'hypermédias ne doit pas occulter un fait : une majorité de résultats obtenus sont difficiles à exploiter (notamment à généraliser). La raison de cette difficulté est connue, et très banale : il s'agit du difficile équilibre à trouver entre des exigences de validité interne des travaux (la méthodologie doit être rigoureuse, les variables précisément manipulées et si possible peu nombreuses, les utilisateurs doivent être répartis dans des groupes homogènes, etc.) et les exigences de validité externe (les utilisateurs doivent être de vrais utilisateurs, les systèmes de vrais systèmes, les situations d'utilisation de vraies situations, etc.). La simple question du choix de la tâche pose un dilemme difficile au chercheur : les exigences de validité interne imposent de proposer la même tâche à tous les sujets d'un même groupe expérimental ; or, pour que la tâche soit réellement la même, il faut que les sujets travaillent dans la même situation, et la meilleure garantie à cet égard est de proposer un environnement de travail simple, et fermé. Du coup, la tâche a peu de validité externe, la situation proposée ne respectant tout simplement pas ce qui constitue l'essence des hypermédias (des systèmes multisources, ouverts, dans lesquels une infinité de cheminements sont possibles, etc.)

Ainsi, dans le domaine que nous étudions, de nombreuses recherches conduites avec rigueur et méthode sont inexploitable car ne traitant pas de vrais systèmes hypermédias, tandis que d'autres, tout aussi nombreuses sinon plus, conduites dans de vraies situations, ne sont pas exploitables car ne contrôlant pas assez les variables de la situation.

On peut cependant affirmer que ce constat, particulièrement vif dans notre domaine, est fondamentalement vrai dans toute étude de la cognition humaine. Deux types de problèmes méritent d'être discutés, car ils sont relatifs aux mesures faites auprès des utilisateurs, qu'elles concernent la performance des utilisateurs "off-line" mesurée "après coup" (test de compréhension, degré de satisfaction, etc.) ou l'activité "au long cours" de ces mêmes utilisateurs (analyse "on-line" des protocoles individuels).

4.2 Problèmes posés par les variables off-line

La première chose mesurée auprès des utilisateurs est souvent leur degré de satisfaction, qui est généralement très haut, et qui ne renseigne absolument pas sur leur activité, ni même sur la qualité du système.

Le second type de variable concerne la mesure de la compréhension ou de la mémorisation des contenus traités. Ce type de mesure est très communément réalisé dans les laboratoires de psychologie, depuis que ceux-ci existent. Il faut noter cependant que ces mesures se heurtent à une grande limite méthodologique dans le domaine des hypermédias : on ne sait pas utiliser les techniques classiques d'analyse propositionnelle (qui permettent d'évaluer la compréhension d'un texte rappelé par un sujet en le comparant avec le texte lu) avec des textes de plus de 100 ou 200 mots. Cette limite a été soulignée par Kintsch lui-même [KIN 94] qui suggère l'utilisation de

techniques d'analyse statistique de texte pour ces recherches : par exemple la technique de *Latent Semantic Indexing* (LSI) de Deerwester, Dumais, Furnas, Landauer et Harshman [DEE 90]. Quelques recherches sont engagées en ce sens [KIN 95].

Le troisième type de variable concerne l'activité en cours (apprentissage, conception, prise de décision, etc.). Son utilisation pose plus de problèmes qu'il n'y paraît. Par exemple, si l'on veut évaluer un système d'aide à la rédaction collective de documents, on peut choisir comme activité de référence l'écriture et la collaboration. Mais à quelle forme de communication dans la collaboration peut-on se référer : téléphonique, présentielle, par courrier classique, par fax, par e-mail? Il n'y a pas *a priori* de raison de choisir telle ou telle forme de communication. Pourtant, selon le choix que l'on fait, on va conclure que le système d'aide à la rédaction collective améliore la collaboration ou, au contraire, la gêne. L'observation de l'activité de l'utilisateur en situation "naturelle" peut être une bonne source, notamment si elle est couplée avec une interview (concomitante ou non). L'interview consiste essentiellement à faire dire à l'utilisateur ce qu'il est en train de faire, et non pas son degré de satisfaction ou d'insatisfaction (données difficiles à exploiter). Mais l'expérimentation, dans laquelle on demande à l'utilisateur de réaliser telle ou telle tâche précise, est beaucoup plus fiable, car on sait de quelle tâche on parle. L'expérimentation a le désavantage d'être lourde, contraignante et parfois peu valide "écologiquement".

4.3 Problèmes posés par les variables on-line

L'analyse des variables *on-line* est fondée sur le postulat suivant : si l'on interprète correctement le parcours d'un utilisateur dans un système d'information complexe, on peut : (a) mieux comprendre son activité mentale ; (b) améliorer le système sur les points où le sujet rencontre des problèmes.

En ce qui concerne plus particulièrement les systèmes de type hypertextes et hypermédias, un débat a lieu depuis quelques années : des indicateurs comme la redondance (parcours non-économique) ou les *loopings* (passer plus de trois fois par un même nœud) s'interprètent-ils comme le fait que sujet est perdu, n'atteint pas son but, ne comprend pas les informations qu'il traite ? Après avoir répondu oui [EDW 89, FOS 88, ROU 90] à cette question, les auteurs ont eu tendance à répondre non [BER 92], argumentant de façon très générale [BER 93] que cela dépendait du type d'activité ou d'objectifs ou de machine en cause dans la situation. Dans une expérience [TRI 95b], nous avons montré que, pour une certaine tâche dans un certain environnement, tous deux très complexes, la réussite de la tâche impliquait que le sujet passe plus de 4 fois par le(s) nœud(s) pertinent(s) pour répondre correctement à la question qui lui était posée. Nous avons aussi montré que le fait de passer plus de 4 fois par un nœud pertinent ne garantissait pas une réponse correcte à la question correspondante. Dans une autre série de recherches [TRI 99, VRI 98], nous avons montré que :

- les indicateurs “rationnels²” ne sont pertinents pour la mesure des performances des utilisateurs que dans les situations les plus simples : une cible simple à atteindre dans un environnement simple,
- la variation du nombre de cibles à trouver n’implique pas forcément une variation du comportement de l’utilisateur (*i.e.* la traduction d’une question en termes de nombre de cible à trouver n’est pas forcément pertinente dans le domaine de l’analyse de l’activité des utilisateurs),
- il existe néanmoins des interactions entre la “difficulté” qu’implique le nombre de cibles pour une question et le niveau de connaissances des utilisateurs,
- les indicateurs “rationnels” peuvent permettre de rendre compte d’effets de l’organisation du système d’information sur la performance des utilisateurs [VRI 98].

Un objectif raisonnable de ce domaine de recherche pourrait être de déterminer la place des indicateurs “rationnels” (et des autres indicateurs issus des sciences de l’information) dans le cadre plus large de l’étude de l’utilisation des hypermédias en contexte. En effet, si les indicateurs “rationnels” permettent de décrire les caractéristiques de la tâche du point de vue du système d’information (*i.e.* le nombre ou la proportion de cibles qu’il contient en fonction de la question de l’utilisateur) :

- le domaine de validité des variables issues de l’approche rationnelle semble restreint aux tâches de recherche d’information précise,
- les résultats des recherches dans le domaine ne permettent pas d’interprétation de la réussite de l’activité en termes d’exploration ou de découverte d’information non-recherchée mais pertinente,
- Su a montré [SU 94] que, pour les utilisateurs, la précision n’est pas une mesure de l’efficacité d’un système de recherche d’information, mais que rappel absolu l’est (toutes les cibles doivent avoir été trouvées pour que les utilisateurs jugent le système efficace, quel que soit le nombre d’items non-pertinents sélectionnés).

Ces trois considérations peuvent naturellement nous conduire à penser que l’efficacité de la recherche d’informations n’est pas une mesure pertinente de la performance des utilisateurs dans le domaine des hypermédias. On peut en tous cas considérer, qu’en l’état actuel de nos connaissances, ces variables *on-line* ne peuvent prendre sens qu’en s’intégrant dans une analyse prenant en compte des variables *off-line* de description d’une activité principale (comme la compréhension, l’apprentissage ou la résolution de problèmes). Mais on doit aussi considérer qu’il existe aujourd’hui une large variété de documents qui supportent des objectifs très divers, des plus larges et flous aux plus précis, et qu’une bonne façon de progresser

² Deux mesures sont généralement utilisées pour évaluer la performance d’un système d’information (ou d’un algorithme de recherche, d’une technique d’indexage, etc.) : le rappel qui est le rapport du nombre de cibles (items pertinents) sélectionnées sur le nombre total de cibles, et la précision, qui est le rapport du nombre de cibles sélectionnées sur le nombre total d’items sélectionnés.

dans l'analyse de l'activité des utilisateurs demeure la définition de variables de performance *on-line*, et de leur pertinence en fonction des tâches des utilisateurs.

4.4 Conclusion provisoire

En l'état actuel des choses, il nous semble raisonnable de favoriser les indicateurs des performances *off-line* et dépendants du contexte de l'activité de l'utilisateur (apprentissage, conception, prise de décision, documentation, ...) et non pas du domaine de la recherche d'information. L'utilisation de variables *on-line* pose de nombreux problèmes, comme l'illustrent De Vries et Tricot [VRI 98]. Du côté des variables importées du domaine de la recherche d'information, il semble que l'on puisse aujourd'hui préciser que l'indice de rappel est pertinent pour les tâches de *mining* (extraction d'information) tandis que l'indice de précision est pertinent pour les tâches qui requièrent de l'efficacité ou de l'économie (de temps, de moyens par exemple). Nous devons insister sur l'importance du choix des indicateurs, qui doivent être pertinents selon le point de vue du concepteur (*i.e.* de la tâche envisagée par le concepteur) et selon le point de vue de l'utilisateur (*i.e.* des tâches effectivement réalisées dans la situation d'utilisation). La littérature regorge d'évaluations fondées sur des tâches ne correspondant pas aux systèmes évalués ou aux utilisateurs. Enfin, l'évaluateur dispose des critères d'évaluation de l'utilisabilité qui peuvent aider sa démarche [BUC 96, BUC 97, SCA 97].

5. Discussion : de l'utilité de ces recherches sur l'amélioration et la rationalisation du processus de conception

Dans cet article, nous avons évoqué quelques recherches dans des champs différents, dont chacun contribue à nous faire connaître l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia. Nous n'avons pas évoqué de nombreux autres champs, comme l'ergonomie des textes, l'ergonomie des écrans, la perception des couleurs, le contrôle des processus dynamiques, etc., qui eux aussi contribuent à nous faire mieux connaître l'activité mentale de l'utilisateur.

Ces recherches peuvent avoir un intérêt direct en psychologie cognitive, puisque l'activité mentale est l'objet de la psychologie cognitive. Ces recherches peuvent avoir un intérêt dans les "contextes" évoqués (améliorer les situations d'apprentissage, améliorer les situations de prise de décision, etc.).

Mais on peut aussi se demander si ces recherches ont une application directe en conception d'hypermédias. En effet, améliorer et rationaliser le processus de conception pour que les systèmes conçus soient mieux utilisés (plus aisément, plus efficacement) par les utilisateurs est une "vieille" ambition en informatique (avec certes, des hauts et des bas). La question est de savoir si les recherches consacrées à l'utilisateur servent cette ambition. Si l'on regarde les travaux consacrés à l'amélioration ou à la rationalisation du processus de conception, on doit admettre que les résultats des recherches évoquées ci-dessus sont bien peu fréquemment

mentionnés. Les sources de ces travaux sont en effet extrêmement diverses, avec parfois des références à la rhétorique textuelle [AND 90] ou à la rhétorique cinématographique [NEL 90]. Mais on peut aussi considérer que dix années de recherches sur l'utilisateur ont contribué à améliorer globalement la " culture de conception " :

- en définissant l'efficacité de certains outils ou fonctionnalités relativement à certaines tâches ;
- en centrant la problématique de la structuration des connaissances non pas autour de la forme de la structure mais autour de la logique d'organisation des connaissances entre elles (rhétorique, scénario d'interaction) ;
- en insistant sur le caractère central des tâches, tant en conception pour identifier (pour l'instant) de grandes catégories d'application correspondant à de grandes catégories de tâches, qu'en évaluation, en commençant à définir des critères spécifiques ;
- en définissant quelques grandes règles dans le domaine de la configuration des informations à l'écran (interaction texte/figure, typologie, " mise en page ", couleurs, etc.).

Ces champs de recherches restent très ouverts, et il ne fait pas de doute que plus de rigueur méthodologique (notamment grâce aux travaux en cours sur la modélisation des tâches) contribuera à nous faire mieux connaître l'activité mentale de l'utilisateur d'un hypermédia.

6. Bibliographie

- [ALL 96] ALLEN B., *Information tasks : toward an user-centered approach to information systems*, Academic Press, New York, 1996.
- [AND 90] ANDERSEN P.B., "Towards an aesthetics of hypertext systems : a semiotic approach", in A. RIZK, N. STREITZ, J. ANDRE (Eds.), *Hypertext : Concepts, systems and applications*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- [AND 96] ANDRIESEN J., ERKENS G., OVEREEM E., "Using complex information in argumentation for collaborative text production", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 46 Septembre 1996.
- [ARM 93] ARMBRUSTER B.B., ARMSTRONG J.O., "Locating information in text : a focus on children in the elementary grades", *Contemporary Educational Psychology*, vol. 18, p. 139-161, 1993.
- [BAR 93] BARON G.L., BAUDE J., DE LA PASSARDIERE, B. (Eds.), *Hypermédiat et Apprentissages 2*, INRP - EPI, Paris, 1993.
- [BAS 97] BASTIEN C., *Les connaissances, de l'enfant à l'adulte*, Armand Colin, Paris, 1997.
- [BEA 98] BEAUFILS A. "Aide à l'exploitation des bases hypermédiat", in A. TRICOT, J.-F. ROUET, (Eds.), *Les hypermédiat, approches cognitives et ergonomiques*, Hermès, Paris, 1998.

- [BER 92] BERNSTEIN M., JOYCE M., LEVINE D., "Contours of constructive hypertexts", in D. LUCARELLA, J. NANARD, M. NANARD, P. PAOLINI (Eds.), *Proceedings of ECHT'92 Conference*, ACM Press, New York, p. 161-170, 1992.
- [BER 93] BERNSTEIN M., "Enactment in information farming", *Proceedings of Hypertext'93 Conference*, ACM Press, New York, p. 242-249, 1993.
- [BET 96] BETRANCOURT M., *Facteurs spatiaux et temporels dans le traitement cognitif des complexes texte-figure*, Thèse en Sciences Cognitives, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1996.
- [BEV 96] BEVAN N., *User-centred design, usability assessment, design guide for multimedia*, European Usability Support Center, 1996.
- [BRI 94] BRITT M. A., ROUET J.-F., GEORGI M.C., PERFETTI C. A., "Learning from history texts : from causal analysis to argument models", in I.L. BECK, G. LEINHARDT, C. STANTON (Eds.), *Teaching and learning in history*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1994.
- [BRI 96] BRITT M.A., ROUET J.-F., PERFETTI C.A., "Using hypertext to study and reason about historical evidence", in [ROU 96b].
- [BRU 96] BRUILLARD E., BALDNER J.-M., BARON G.-L., (Eds.), *Hypermédiat et apprentissages 3*, INRP-EPI, Paris, 1996
- [BUC 96] BUCKINGHAM SHUM S., "The missing link : hypermedia usability research and the web", *SIGCHI Bulletin*, vol. 28, n° 4, 1996.
- [BUC 97] BUCKINGHAM SHUM S., MC KNIGHT C., (Eds.), *World Wide Web usability*, International Journal of Human Computer Studies, special issue, vol. 47, n° 1, p. 1-222, 1997 (<http://ijchs.open.ac.uk>).
- [BUS 45] BUSH V. "As we may think", republié dans *Interactions*, vol. III, n° 2, p. 35-46, 1995.
- [CAM 96] CAMPANARIO J.M., VAN OOSTENDORP E. "Updating mental representations when reading scientific text", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [CAN 85] CANTER D., RIVERS R., STORRS G., "Characterizing user navigation through complex data structures", *Behaviour and Information Technology*, vol. 4, n° 2, p. 93-102, 1985.
- [CHE 89] CHERRY J.M., FISCHER M.J., FRYER B.M., STECKMAN M.J. "Modes of presentation for on-line help : full screen, split screen and windowed formats", *Behaviour and Information Technology*, vol. 8, n° 6, p. 405-416, 1989.
- [CHE 96] CHEN C., RADA R., "Interacting with hypertext : A meta-analysis of experimental studies", *Human-Computer Interaction*, vol. 11, n° 1, p. 125-156, 1996.
- [COS 93] COSTE J.-P., "Stratégies hypertextuelles et métaphores de stratégies", in [BAR 93].
- [CRI 96] CRINON J., LEGROS D., PACHET S., VIGNE H., "Étude des effets de deux modes de navigation dans un logiciel d'aide à la réécriture", in [BRU 96].

- [DEE 90] DEERWESTER S., DUMAIS S.T., FURNAS G.W., LANDAUER T.K., HARSHMAN R. "Indexing by latent semantic analysis", *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 41, n° 6, p. 391-407, 1990.
- [DEE 96] DEE LUCAS D., "Effects of overview structure on study strategies and text representations for instructional hypertext", in [ROU 96b].
- [DEL 96] DELEUZE-DORDRON, C. "Quelle documentation pour quelle tâche de résolution?", *2ème Journée d'étude Traitement cognitif des systèmes d'information complexes*, Aix en Provence, 19 Juin 1996.
- [DET 96] DETIENNE F., "What model(s) for program understanding?", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [DET 98] DETIENNE F., *Génie logiciel et psychologie de la programmation.*, Hermès, Paris, 1998.
- [DIB 96] DILLENBOURG P., BAKER M. "Negotiation spaces in Human-Computer Collaborative Learning", *Proceedings of COOP'96*, Juan les Pins, 1996.
- [DIL 91] DILLON A. "Reader's models of text structures : the cases of academic articles", *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 35, p. 913-925, 1991.
- [DIL 94] DILLON A., *Designing usable electronic text : ergonomics aspects of human information usage*, Taylor & Francis, London, 1994
- [DIL 96] DILLON A. "Myths, misconceptions, and an alternative perspective on information usage and the electronic medium" in [ROU 96b].
- [DIS 96] DILLON A., SCHAAPPE D. "The perception of structure in discourse - just what is the shape of information?", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [DRE 92] DREHER M.J. "Searching for information in text books", *Journal of Reading*, vol. 35, p. 364-371, 1992.
- [EDW 89] EDWARDS D.M., HARDMAN L., " 'Lost in Hyperspace' : Cognitive mapping and navigation in a hypertext environment ", in R. MCALEESE (Ed.), *Hypertext : Theory into Practice*, Intellect, Oxford, p. 105-125, 1989.
- [ERI 95] ERICSSON K.A., KINTSCH W., " Long-term working memory ", *Psychological Review*, vol. 102, n° 2, p. 211-245, 1995.
- [ESP 92] ESPERET, E. " Hypertext processing : can we forget textual psycho linguistics?", in A. OLIVEIRA (Ed.), *Hypermedia courseware : structures of communication and intelligent help*, Springer Verlag, Berlin, 1992.
- [ESP 96] ESPERET, E. " Notes on hypertext, cognition and language ", in [ROU 96b].
- [FOS 88] FOSS C.L., " Effective browsing in hypertexts systems ", in *RAIO Conference : User-oriented content based text and image handling*, Cambridge, 1988.
- [GAM 97] GAMBOA RODRIGUEZ F., SCAPIN D.L., " Editing MAD* task description for specifying interfaces, at both semantic and presentation level ", in M.D. HARRISON, J.C. TORRES (Eds.) *Design, specification and verification of interactive systems' 97*, Springer WienNewYork, p. 193-208, 1997.

- [GIB 96] GIBOIN A. "How e-news writers (do not) help e-news readers identify referents", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [GIR 86] GIROUX L., BELLEAU R. "What's on the menu? The influence of the menu content on the selection process", *Behaviour and Information Technology*, vol. 5, n° 2, p. 169-172, 1986.
- [GRA 90] GRAY S.H., "Using protocol analyses and drawing to study mental model construction during hypertext navigation", *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 2, n° 4, p. 359-377, 1990.
- [GRA 91] GRAY S.H., BARBER C.B., SASHA D., "Information search with dynamic text vs. paper text : an empirical comparison", *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 35, p. 575-586, 1991.
- [GUI 97] MC GUIRE M., *RESPECT. User-requirements framework handbook*, European Usability Support Centers, 1997.
- [GUT 87] GUTHRIE J.T., MOSENTHAL P., "Literacy as multidimensional : locating information and reading comprehension", *Educational Psychologist*, vol. 22, p. 279-297, 1987.
- [GUT 88] GUTHRIE J.T., "Locating information in documents : examination of a cognitive model", *Reading Research Quarterly*, vol. 23, p. 178-199, 1988.
- [GUT 98] GUTHRIE J.T., VAN METTER P, HANCOCK G.R., ALAO S, ANDERSON E., McCANN, "Does Concept Oriented Reading Instruction increase strategy use and conceptual learning from text ?", *Journal of Educational Psychology*, vol. 90, n°2, p. 261-278, 1998.
- [HAT 98] 4^e Colloque "Hypermédiat et Apprentissages", Poitiers, 15-17 Octobre 1998. Actes à paraître sous la direction de J.-F. ROUET, B. DE LA PASSARDIERE, INRP-EPI.
- [HOH 92] HOLT P.O., HOWELL G. "Making connections : the logical structuring of hypertext documents", *Instructional Science*, vol. 21, p. 169-181, 1992.
- [HOL 92] HOLT P.O. "User-centred design and writing tools : designing with writers, not for writers", *Intelligent Tutoring Media*, vol. 3, n° 2/3, p. 53-63, 1992.
- [KAL 91] KALTENBACH M., ROBILLARD F., FRASSON C., "Screen management in hypertext systems with rubber sheet layouts", *Hypertext'91 Proceedings*, ACM Press, New York, 1991.
- [KAT 96] KATZ S., LESGOLD A., "Students' use of textual and graphical advising resources in a coached practice environment for electronic troubleshooting", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [KIN 78] KINTSCH W., VAN DIJK T.A., "Toward a model of text comprehension and production", *Psychological Review*, vol. 85, p. 363-394, 1978.
- [KIN 88] KINTSCH W., "The role of knowledge in discourse comprehension : a Construction - Integration model", *Psychological Review*, vol. 95, n° 2, p. 163-182, 1988.
- [KIN 94] KINTSCH W. "Latent semantic indexing as a technique for text analysis", *5th Annual Winter Text Conference*, Teton Village, Jackson, 22-28 January 1994.

- [KIN 95] KINTSCH W., LANDAUER T.K., "Using latent semantic analysis to understand comprehension", Personal communication, 1995.
- [KIT 95] KITAJIMA M., POLSON P.G. "A comprehension-based model of correct performance and errors in skilled, display-based human-computer interaction" *International Journal of Human-Computer Systems*, vol. 43, p. 65-99, 1995.
- [KIT 96] KITAJIMA M., POLSON P.G. "A comprehension-based model of exploration", *CHI'96 Proceedings*, ACM Press, New York, 1996.
- [KNI 90] MCKNIGHT C., DILLON A., RICHARDSON J. "A comparison of linear and hypertext formats in information retrieval", in R. MCALEESE, C. GREEN (Eds.), *Hypertext : State of the Art*, Intellect Ltd, Oxford, 1990.
- [LAN 90] LANSDALE M.W., SIMPSON M., STROUD T.R., "A comparison of words and icons as external memory aids in an information retrieval task", *Behaviour and Information Technology*, vol. 29, n° 2, p. 111-131, 1990.
- [LEV 96] LEVONEN J.J. "The complexities of newspaper graphs", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [LOW 96] LOWE R. "Interactive animated diagrams : what information is extracted?", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [MAH 93] MAHLING D.E., CROFT W.B., "Acquisition and support of goal-based tasks", *Knowledge Acquisition*, vol. 5, p. 37-77, 1993.
- [MAN 91] MANNES, S.M., KINTSCH, W. "Routine computing tasks: planning as understanding", *Cognitive Science*, vol. 15, p. 305-342, 1991.
- [MER 96] MERLET S., GAONAC'H D. "Pictures and listening in a foreign language : analysis in terms of cognitive load", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [MOH 92] MOHAGEG M.F., "The influence of hypertext linking structures on the efficiency of information retrieval", *Human Factors*, vol. 34, n° 3, p. 351-367, 1992.
- [MOU 95] MOUSAVI S., LOW R., SWELLER, J., "Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes", *Journal of Educational Psychology*, vol. 87, p. 319-334, 1995.
- [NEL 65] NELSON T.H. "A file structure for the complex, the changing and the indeterminate", *Proceedings of the 20th ACM National Conference*, ACM Press, New York, 1965.
- [NEL 90] NELSON T.H. "The right way to think about software design", in B. LAUREL (Ed.), *The art of HCI design*, Addison Wesley, Reading, 1990.
- [OOS 96] VAN OOSTENDORP, H. "Studying and annotating electronic text", in [ROU 96b].
- [PAS 92] DE LA PASSARDIERE B., BARON G.-L., (Eds.), *Hypermédiat et Apprentissages*, INRP – EPI, Paris, 1992.
- [PER 96] PERFETTI C. "The cognitive psychology of texts : the simple and the complex", *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.

- [REA 94] READER W., HAMMOND N. "Computer-based tools to support learning from hypertext : concept mapping tools and beyond ", *Computers Education*, vol. 22, n° 1/2, p. 99-106, 1994.
- [ROU 90] ROUET J.-F., " Interactive text processing in inexperienced (hyper-) readers ", in A. RIZK, N. STREITZ, J. ANDRE (Eds.), *Hypertexts : Concepts, systems and applications*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 250-260, 1990.
- [ROU 92a] ROUET J.-F. "Apprendre à lire un hypertexte - Une étude expérimentale ", *Cahiers de Linguistique Sociale*, vol. 21, p. 81-92, 1992.
- [ROU 92b] ROUET J.-F. " Cognitive processing of hyperdocuments : when does nonlinearity help? ", in D. LUCARELLA, J. NANARD, M. NANARD, P. PAOLINI (Eds.), *Proceedings of ECHT'92 Conference*, ACM Press, New York, 1992.
- [ROU 94] ROUET J.-F., " Question answering and learning with hypertext ", in R. LEWIS, P. MENDELSON (Eds.), *Proceedings of IFIP WG3.3. workshop : lessons from learning*, North Holland, p. 39-52, 1994.
- [ROU 95] ROUET J.-F., TRICOT A., " Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : des représentations de la tâche à un modèle de l'activité cognitive ", *Sciences et Techniques Educatives*, vol. 2, n° 3, p. 307-331, 1995.
- [ROU 96a] ROUET J.-F., TRICOT A. " Task and activity models in hypertext usage ", in H. VAN OOSTENDORP, S. DE MUL (Eds.), *Cognitive aspects of electronic text processing*, Ablex Publishing, Norwood, p. 239-264, 1996.
- [ROU 96b] ROUET J.-F., LEVONEN J.J., DILLON, A.P., SPIRO, R.J. (Eds.), *Hypertext and cognition*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 1996.
- [ROU 98] ROUET J.-F., TRICOT A. " Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs ", in A. TRICOT, J.-F. ROUET, (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Hermès, Paris, 1998.
- [SCA 97] SCAPIN D.L., BERNS T. (Eds.), *Usability evaluation methods*, Behaviour and Information Technology, special issue, vol. 16, n°4/5, 1997.
- [SEB 91] SEBILLOTTE S., " Décrire les tâches selon les objectifs des opérateurs : de l'interview à la formalisation ", *Le Travail Humain*, vol. 54, p. 193-223, 1991.
- [SEB 94] SEBILLOTTE S., SCAPIN D.L., " From users' task knowledge to high-level interface specification ", *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 6, n° 1, p. 1-15, 1994.
- [SEB 95] SEBILLOTTE S., " Methodology guide to task analysis with the goal of extracting relevant characteristics for human-computer interfaces ", *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 7, n° 4, p. 341-363, 1995.
- [SU 94] SU L.T., " The relevance of recall and precision in user evaluation ", *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 45, n° 3, p. 207-217, 1994.
- [TRI 93a] TRICOT, A., " Ergonomie cognitive des systèmes hypermédia ", *Actes du Colloque de prospective "Recherches pour l'Ergonomie"*, Toulouse, p. 115-122, 1993.

- [TRI 93b] TRICOT A., “ Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif ”, in [BAR 93].
- [TRI 95a] TRICOT A. “ Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias ”, Thèse de l'Université de Provence, spécialité Psychologie Cognitive. Janvier 1995.
- [TRI 95b] TRICOT A., COSTE J.-P., “ Evaluating complex learner-computer interaction : what criteria for what task ? ”, *EARLI'95 Conference*, Nijmegen, 1995.
- [TRI 96] TRICOT A., RUFINO A. “ La recherche d'information dans un système d'autodocumentation informatisé ”, *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, vol. 25, n° 4, p. 557-587, 1996.
- [TRI 98] TRICOT A., NANARD J., “ Un point sur la modélisation des tâches de recherche d'informations dans le domaine des hypermédias ”, in A. TRICOT, J.-F. ROUET, (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Hermès, Paris, 1998.
- [TRI 99] TRICOT A., PUIGSERVER E., BERDUGO D., DIALLO M. “ The validity of rational criteria in analysing user-hypertext interaction ”, *Interacting with Computers*, in press.
- [VRI 94] DE VRIES E., *Structuring information for design problem solving*, Thèse de l'Université d'Eindhoven, 1994.
- [VRI 95] DE VRIES E., TIBERGHEN A. PETITOT G., “ Learning processes and knowledge representation in the design of educational hypermedia ”, in S. FRAÏSSE, F. GARZOTTO, T. ISAKOWITZ, J. NANARD, M. NANARD (Eds.), *Hypermedia Design*, Springer Verlag, Paris, 1995.
- [VRI 96] DE VRIES, E. “ Hypermedia for physics learning ”, *UCIS'96 Proceedings*, Poitiers, 4-6 Septembre 1996.
- [VRI 97] VRIES E. DE, JONG T. DE, “ Using information systems while performing complex tasks : an example from architectural design ”, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 46, n° 1, p. 31-54, 1997.
- [VRI 98] DE VRIES E., TRICOT A. “ Évaluer l'utilisation d'hypermédias : intérêts et limites des variables de performance ”, in A. TRICOT, J.-F. ROUET, (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Hermès, Paris, 1998.
- [WAT 93] WATERWORTH J.A., CHIGNELL M.H., ZHAI S.M. “ From icons to interface models : designing hypermedia from the bottom up ”, *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 39, p. 453-472, 1993.
- [WRI 90a] WRIGHT P., “ Hypertext as an interface for learners : some human factors issues ”, in D.H. JONASSEN, H. MANDL (Eds.), *Designing hypermedia for learning*, Springer Verlag, Berlin, p. 169-184, 1990.
- [WRI 90b] WRIGHT P., LICKORISH A. “ An empirical comparison of two navigation systems for two hypertexts ”, in R. MCALEESE, C. GREEN (Eds.), *Hypertext : State of the Art*, Intellect Ltd, Oxford, 1990.
- [WRI 91] WRIGHT P. “ Cognitive overheads and protheses : some issues in evaluating hypertexts ”, *Hypertext'91 Proceedings*, ACM Press, New York, 1991.

- [WRI 93] WRIGHT, P. " To jump or not to jump : strategy selection while reading electronic texts ", in C. MCKNIGHT, A. DILLON, J. RICHARDSON (Eds.), *Hypertext. A psychological perspective*. Ellis Horwood, Chichester, 1993.
- [WRI 94] WRIGHT P., LICKORISH A., " Menus and memory load : navigation strategies in interactive search tasks ", *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 40, p. 965-1008, 1994.
- [WRI 98] WRIGHT, P., " L'utilisation de documents dans la prise de décisions ", in A. TRICOT, J.-F. ROUET, (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Hermès, Paris, 1998.