
RECHERCHE D'INFORMATIONS DANS UN SYSTÈME D'AUTODOCUMENTATION INFORMATISÉ.

Compte rendu d'expériences et proposition d'un modèle de l'activité.

André TRICOT (*) et Alain RUFINO (**)

André Tricot est consultant chez ISIS Formation. Il conduit ses recherches en collaboration avec le Centre de Recherche en Psychologie Cognitive (CNRS, Aix en Provence).

Alain Rufino est maître de conférences en Psychologie à l'Université d'Aix-Marseille II et chef de la MAFPEN de l'Académie d'Aix-Marseille.

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous présentons deux expérimentations sur l'évaluation des maquettes du système d'autodocumentation informatisé "CD Itinéraire". Cette évaluation montre que dans l'informatisation de l'auto-information sous forme d'hypertexte, il est utile de prévoir un retour continu du sujet sur sa démarche et sur son niveau de connaissance pendant la phase de lecture / recherche d'information. Une activité de "balayage d'informations" permet en outre d'affiner progressivement les objectifs d'information. En bref, l'utilisation pédagogique de l'hypertexte nous permet de développer des outils d'information capables de gérer une situation où le sujet ne sait pas toujours précisément ce qu'il cherche. Cette étude propose aussi un modèle de l'activité de recherche d'informations, à deux niveaux : le niveau local (sélection d'une information, traitement et évaluation de la pertinence de cette information) et le niveau global (planification d'une stratégie, intégration de nouvelles connaissances, évaluation des résultats). Nous suggérons que cette dernière activité gagnerait à être étudiée en relation avec d'autres activités impliquées dans l'orientation scolaire et professionnelle (prise de décision par exemple).

(*) ISIS Formation. Le Fontmange 1, Bat 7. rue Claude Brousson, 34 000 Montpellier (e mail : raison@romarin.univ-aix.fr).

(**) MAFPEN, Rectorat de l'Académie d'Aix-Marseille, Place Lucien Paye, 13 621 Aix en Provence.

Introduction

La recherche d'informations dans les documents est une activité mentale mal connue. Pourtant, dans le domaine de l'information sur les métiers et les études il pourrait être utile de connaître cette activité afin d'adapter la conception des documents à la démarche des sujets.

Rufino et ses collaborateurs ont conduit durant les années 70-80 à l'IBHOP une série de travaux visant à décrire l'activité de recherche d'informations par des élèves se renseignant sur des métiers. Un des résultats de ces travaux a été l'informatisation de l'autodocumentation (Rufino & Tricot, 1994, 1995) : le CD Itinéraire, une série de 20 CD Rom développés en collaboration avec l'ONISEP et la société SMS, présentant plus de 300 métiers. Le premier principe de la conception de ce système de forme "hypertexte"¹ était de permettre à chaque élève d'adopter une recherche d'informations personnalisée, selon le degré de spécification de ses objectifs. Le deuxième principe était de permettre une "dérive contrôlée" de l'élève dans le système documentaire : le laisser libre d'aller là où il veut, tout en le guidant ou même en le contraignant sur les zones où sa connaissance est très lacunaire.

L'objectif du présent article est de rendre compte de deux expérimentations consacrées à l'évaluation ergonomique du système d'autodocumentation informatisé. En effet, au-delà des renseignements qu'elles nous ont apportées sur notre système, ces deux expérimentations nous permettent de progresser dans la description de l'activité de recherche d'informations (Tricot, 1995b).

1. L'activité de recherche d'informations

La recherche d'informations peut être décrite comme l'alternance de deux activités : la recherche proprement dite (localisation de l'information recherchée) et l'intégration des connaissances (compréhension, mémorisation, apprentissage), ceci, bien entendu, en fonction d'un but à atteindre.

Une première modélisation de l'activité cognitive du sujet en situation de recherche d'informations a été proposée par Armbruster et Armstrong (1993), Dreher (1992), Guthrie et Mosenthal (1987) et Guthrie (1988). A quelques nuances près, ces auteurs sont d'accord sur le cycle suivant : (a) formation d'un but cognitif ; (b) sélection d'une catégorie d'informations ; (c) extraction d'information ; (d) intégration à l'information préalablement extraite ; (e) recommencer jusqu'à ce que le but soit atteint. Il s'agit bien de la description d'une activité de recherche et d'intégration de connaissances (point d).

¹ Un hypertexte est une base de noeuds connectés par des liens "logiques" ou "sémantiques" qui gère un ensemble de paragraphes de texte, de tel sorte que que l'utilisateur peut "naviguer" à son gré parmi les paragraphes. Chaque lien part d'une ancre située sur un noeud, cette ancre étant manifestée par un bouton (mot en gras, icône, flèche, etc.). Pour une présentation en Français, voir Tricot (1995a).

Rouet et Tricot (1995, 1996) ont proposé de considérer la consultation d'un hypertexte ou d'un hypermédia comme un cycle de traitement constitué de trois phases principales : la sélection de l'information, l'évaluation de la pertinence de l'information sélectionnée en fonction du but visé par le sujet, et le traitement de ces informations (figure 1). Cette conception est compatible avec les modèles de la recherche d'information évoqués plus haut ou de l'interaction sujet-ordinateur (Norman, 1984).

insérer Fig. 1 par ici

1.1. La sélection des informations et l'évaluation de leur pertinence

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.

1.2. Le traitement des informations trouvées

Selon Rouet et Tricot (1995, p. 325) "toute sélection ou chaîne de sélections dans l'hypertexte aboutit *in fine* à la présentation d'un passage de texte dont le sujet doit lire et comprendre le contenu. Durant la phase de traitement du contenu le sujet acquiert une représentation de la signification du passage de texte sélectionné. On sait que comprendre un texte nécessite une hiérarchie de processus cognitifs". Au niveau local (*i.e.* lecture d'un écran de texte), le sujet doit comprendre la signification du texte, c'est à dire s'en faire une représentation et l'intégrer à ses connaissances antérieures dans le domaine traité (van Dijk et Kintsch, 1983) : le sujet recherche et construit de la cohérence au niveau d'un écran. Au niveau global (*i.e.* consultation du système en vue d'atteindre un but d'information), le lecteur doit évaluer si le passage lu contribue au but poursuivi, et le cas échéant intégrer l'information ainsi acquise à celles rencontrées précédemment (cf. § 1.3) : le sujet gère sa stratégie de recherche d'informations dans le système.

"L'évaluation peut aussi avoir un effet en retour sur le traitement du contenu. Par exemple, le sujet peut décider d'interrompre la lecture si un certain seuil de pertinence n'est pas atteint par rapport aux objectifs. Enfin, il faut souligner que la transition entre les niveaux local et global de traitement doit être réalisée dans de bonnes conditions, faute de quoi le processus de compréhension peut se trouver perturbé", Rouet et Tricot (1995, p. 325).

1.3. L'intégration de ces nouvelles connaissances

Enfin, la phase d'acquisition des connaissances elle-même est difficile à décrire du seul point de vue de l'interaction sujet-ordinateur. Pour deux raisons : elle est décalée dans le temps et les connaissances évaluées lors de cette phase ne sont que rarement celles qui concernent vraiment l'apprentissage.

- L'évaluation immédiate ne renseigne que sur un temps de l'acquisition des connaissances : la phase initiale (voir les travaux de Rufino, Develotte et Francal, 1981, sur les rappels après délais).
- L'évaluation de la mémorisation des informations ne renseigne pas ou peu sur l'utilisation de ces connaissances en situation (de résolution de problème, de prise de décision, ou autres).

1.4. Différentes stratégies?

Certains auteurs ont décrit des démarches particulières de recherche d'informations. Par exemple Canter, Rivers et Storrs (1985) ont proposé de distinguer cinq types de stratégies :

- *scanning* : couvrir une aire large sans profondeur ;
- *browsing* : suivre un chemin jusqu'à ce que le but soit atteint ;
- *searching* : s'efforcer de trouver un but explicite ;
- *exploring* : se rendre compte de l'étendue de l'information donnée ;
- *wandering* : ballade sans intention ni structure.

Rufino (1985) distingue deux grand types de stratégies dans l'activité de recherche d'informations chez des enfants en situation d'orientation :

- l'*exploration* qui parcourt en surface tous les éléments de la structure à la recherche d'une vision globale ;
- l'*approfondissement* qui enchaîne des séquences de questions reliées par des exigences logiques sur des domaines focalisés.

Tous les enfants utilisent alternativement des séquences d'exploration et d'approfondissement, mais la tendance dominante, en particulier chez les sujets jeunes, est à approfondir des rubriques déjà connues plutôt qu'à explorer des zones nouvelles. Toutes les observations ont confirmé le rôle de l'état initial des connaissances, en particulier celui de leur structure et d'une vision globale comme déterminant principal d'une stratégie efficace.

Il reste donc à évaluer en quoi les descriptions générales de Rouet et Tricot (1995, 1996) ou de Canter, Rivers et Storrs (1985) ainsi les résultats de Rufino (1985), se retrouvent dans des situations d'utilisation de systèmes de type hypertexte pour l'information sur les métiers.

1.5. L'hypothèse de l'empan structurel

La question que nous voulons aborder ici concerne le double niveau de traitement dans l'activité de recherche d'informations : à partir de quel degré de complexité de la structure de l'information les sujets éprouvent-ils des difficultés pour localiser l'information, la comprendre et la mémoriser? Peut-on décrire des caractéristiques d'une structure de l'information que la moyenne des sujets n'aurait pas de difficulté à traiter?

La notion de structure ou d'organisation de l'information est définie selon deux dimensions :

a) le niveau de profondeur, dont l'indice est le nombre de noeuds ouverts à la suite. Dans l'exemple ci-dessous (Fig. 2), la description des phobies est d'un niveau de profondeur 4, par rapport à la description du métier de psychiatre. La description des "problèmes mentaux" est de niveau 3, la description de la "nature du travail" est de niveau 2 et la description du métier de psychiatre est de niveau 1.

b) le niveau de largeur, dont l'indice est le nombre d'ancres partant d'un noeud d'origine. Dans l'exemple ci-dessous, 5 ancres partent du noeud "le métier de psychiatre" ("nature du travail", "conditions de travail", "qualités requises", "études", "accès à l'emploi et les possibilités de carrière"), 7 ancres partent du noeud "nature du travail", 7 ancres partent du noeud "problèmes mentaux", et aucune ancre ne part du noeud "les phobies".

Hypothèses :

H1 : à partir du niveau de profondeur 3, le sujet ne peut plus remonter la chaîne de spécification : {"nature du travail" spécifie "le métier de psychiatre", "problèmes mentaux" spécifie "nature du travail" qui spécifie "le métier de psychiatre", etc.}.

H2 (due à Oren, 1987) : il ne faut pas plus de 5 ancres par noeud (limite qui serait liée à la capacité de la mémoire de travail, soit 7 ± 2 noeuds, nombre dont nous avons pris la valeur minimale).

Ces deux valeurs seuils ont été choisies à partir de références théoriques de la psychologie cognitive (rôle de la limite de la capacité de la mémoire de travail sur le traitement cognitif) et confirmées lors de recherches préparatoires à la mise au point du système autodocumentaire (Rufino *et al.*, 1980, 1984, 1985). Ces derniers résultats étaient acquis sur des situations sans support informatique. Les expériences présentées ici utilisent pour la première fois un hypertexte pour l'information scolaire et professionnelle et un programme d'observation systématique du processus d'information.

insérer Fig. 2 par ici

2. Expérience n° 1 : une tâche de recherche d'informations exhaustive dans un document ouvert

2.1. Introduction

Dans cette première expérience, nous avons voulu mettre en évidence d'éventuels effets de complexité de la structure du document sur les connaissances acquises par les élèves lors de leur navigation dans une information organisée sous forme d'hypertexte. **L'hypothèse était que l'effet de structure n'apparaissait pas lorsque les valeurs seuils (3 pour le niveau de profondeur et 5 pour le niveau de largeur) n'étaient pas dépassées.** Par effet de structure nous entendons "effet de la position de l'information dans la structure du document sur la performance de l'élève en termes d'information (*i.e.* localisation, compréhension et mémorisation de l'information)".

La tâche choisie pour cette mesure consistait à consulter exhaustivement un document "ouvert" : on demandait au sujet de se renseigner le plus complètement possible sur un métier parmi 28 mais il était libre de consulter d'autres métiers. La variable dépendante était l'apprentissage des sujets sur le métier traité. L'expérimentation s'est déroulée au Collège Joffre de Montpellier, sur la première maquette du CD Itinéraire.

2.2. Matériel

2.2.1 La première maquette du CD Itinéraire

Les principes de rédaction des textes sont l'utilisation de phrases courtes (moins de 15 mots en moyenne), d'un vocabulaire simple (basé sur les 3000 mots des tables du Français fondamental premier et deuxième niveau (Gougenheim, Michéa, Rivenc & Sauvageot, 1964)) ; les tournures de phrases affirmatives, les verbes d'action et les formes actives sont privilégiés.

Les trajets possibles dans le système sont représentés dans la Figure 3.

Nous distinguons "noeuds d'orientation" (NO), "noeuds de contenu" (NC), "noeuds d'aide" (NA), et "noeuds questionnaire" (QCM). Dans la 1ère maquette du CD Itinéraire, il y a :

– 6 noeuds d'orientation :

- NO1 : pour le choix entre consulter et explorer ;

- le choix "consulter" ouvre sur :

- NO2 : le noeud "liste des clés d'intérêt" ;

- NO4 : le noeud "sous clés" ;

- NO5 : le noeud "métiers" ;

- le choix "explorer" ouvre sur NO3 : la liste alphabétique de tous les métiers (1 noeud du type menu déroulant).

une fois que le métier est choisi, le noeud NO6 présente les 5 rubriques (nature du travail, condition de travail, etc).

- 30 noeuds de contenu (NC) en moyenne pour chaque métier ($s' = 7,5$), dont certains sont présents 2 fois dans le réseau (un même noeud avec deux accès différents) ; il y a en moyenne 24,1 noeuds différents par réseau ;
- 8 noeuds d'aide locale (NA) ;
- 1 noeud "QCM" (il s'agit en fait de questions fermées et de QCM) pour chaque rubrique de chaque métier. Après chaque QCM, l'utilisateur reçoit une information sur son "score" au questionnaire (proportion de bonnes réponses). Chaque noeud correspondant à une mauvaise réponse impose un passage "obligatoire" : si le sujet commence à consulter le thème correspondant au questionnaire, il ne pourra plus sortir du thème tant que les noeuds "obligatoires" n'ont pas été ouverts.

insérer Fig. 3 par ici

2.2.2 Description de la complexité des réseaux

Les critères de complexité de la structure d'information (réseau) sont les niveaux de profondeur et de largeur (cf. § 1.5). On peut établir mathématiquement un indice de complexité $IC(i)$ du réseau i :

$$IC_{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} (PR_j + LA_j)}{N_i}$$

avec :

i = numéro d'attribution d'un métier

N_i = nombre de noeuds du métier i

j = numéro d'attribution d'un noeud de i

PR_j = niveau de profondeur du noeud j

LA_j = niveau de largeur du noeud j

La complexité d'un réseau est donc fonction du niveau de profondeur et de largeur de l'ensemble des noeuds qui le compose. Cette valeur est indépendante du nombre de noeuds dans le réseau. L'interaction additive entre les facteurs n'est qu'un exemple parmi d'autres possibilités, testées elles aussi. Cette procédure, qui consiste à déclarer *a priori* que les effets des deux facteurs s'ajoutent, est utilisée car l'on n'étudie pas l'effet d'un facteur indépendamment de l'autre. Ainsi, malgré certains désavantages méthodologiques, nous réglons le problème lié à une trop grande disparité d'effectif que poserait l'étude des effets individuels des deux facteurs "profondeur" et "largeur".

2.2.3 Caractéristiques des 9 métiers consultés

Nous avons constitué les groupes de métiers comme suit :

- groupe de 3 métiers à réseau "simple", avec $IC(i) = 2,63$ en moyenne,
- groupe de 3 métiers à réseau "moyen", avec $IC(i) = 2,85$ en moyenne,
- groupe de 3 métiers à réseau "compliqué", avec $IC(i) = 3,04$ en moyenne.

Il y a 58 mots par noeud en moyenne ($s' = 10$) ; un noeud équivaut à un contenu d'écran de texte.

Le nombre de noeuds par métier est compris entre 17 et 30.

Les métiers sont choisis de telle manière que l'on peut mesurer un éventuel effet du nombre de noeuds par métier indépendamment du facteur complexité (on contrôle ainsi qu'il n'y a pas un effet trivial tel que "plus il y a de texte plus c'est compliqué"). Nous mesurerons l'éventuel effet du nombre de noeuds par une analyse de la variance selon que les sujets ont choisi un métier à 17-18 noeuds, à 22-23 noeuds, à 26-27-28 noeuds ou à 29-30 noeuds ; 7 ou 8 sujets ont consulté un métier pour chacun de ces quatre groupes.

2.3. Méthode

2.3.1 Variables indépendantes

Facteur expérimental

C = complexité du réseaux (IC_i) à trois modalités : simple (s), moyen (m), compliqué (c)

on note : $C_3 = \{s ; m ; c\}$

Facteurs contrôlés

- nombre de noeuds par réseau (N_i)
- nombre de mots par noeud

2.3.2 Sujets²

30 élèves de 4ème ou 3ème. Ces élèves sont des volontaires recrutés dans les classes, sous le prétexte de "leur faire essayer un nouveau logiciel d'information sur les métiers" afin "d'avoir leur avis". Ce ne sont pas des élèves particulièrement motivés par rapport à l'orientation ou aux métiers présentés, les métiers choisis ne font *a priori* pas partie des projets des élèves (voir Rufino, Moine & Rey, 1982, qui montrent que les stratégies et le niveau d'information préalables sont indépendants de la motivation).

S = 30

2.3.3 Variable dépendante

A = apprentissage = $((\text{score post-test questionnaire} - \text{score pré-test questionnaire}) / \text{score pré-test questionnaire}) \times 100$

² Un deuxième groupe de 30 élèves de 6ème ou 5ème n'a pas été pris en compte. Voir la discussion.

Exemple de question fermée : "l'auxiliaire de puériculture peut donner des conseils aux parents". Le noeud correspondant à cette question est :

un bon contact avec les parents :

Une auxiliaire de puériculture est aussi à la disposition des parents : elle doit être aimable, pouvoir les écouter, répondre à leurs questions, leur donner des conseils pour les enfants.

Réponses possibles : vrai ; faux ; ne sait pas

2.3.4 Hypothèse

Il y a un effet de la complexité (C) du réseau sur l'apprentissage (A).

Comme l'objectif de cette recherche est de tester s'il y a un effet seuil sur des valeurs préalablement définies, nous préférons d'abord tester s'il y a un effet continu, notamment en deçà des valeurs définies. S'il y a un effet de structure sur des réseaux ne contenant aucun noeud de profondeur > 3 et de largeur > 5 alors notre hypothèse perd beaucoup de son intérêt (même si formellement cette procédure ne permet ni la validation ni l'invalidation de l'hypothèse de l'effet seuil).

2.3.5 Plan expérimental

10 sujets par condition (3 types de réseau, simple, moyen, compliqué : noté C_3), répartition aléatoire des sujets dans les groupes (noté S_{10}), chaque sujet passe le même type d'épreuve : apprentissage (noté A).

Le plan expérimental est donc : $S_{10} < C_3 > * A$

2.3.6 Protocole

La maquette utilisée pour l'expérimentation contient 28 métiers, tous du secteur de la santé. Nous demandons au sujet de choisir un métier dans une sous-liste de 3 métiers (10 sujets par sous-liste, 3 sous-listes).

1ère étape : présentation de la consigne :

"Voici un ordinateur avec un système d'information sur les métiers et les études que tu pourras faire plus tard. Il est en cours d'élaboration. Je te propose de faire comme si tu savais exactement ce que tu voulais faire plus tard, et que ce que tu voulais faire, c'est soit ..., soit ..., soit Voilà, tu vas essayer de te renseigner le plus complètement possible sur un de ces 3 métiers. Après tu répondras à un questionnaire et tu me diras ce que tu penses du système".

2ème étape : consultation

L'élève déclare quel métier il choisit de consulter parmi les trois proposés. L'expérimentateur ouvre

le noeud "liste alphabétique" (28 métiers). L'élève consulte le système. Il peut répondre plusieurs fois à un même questionnaire, ouvrir plusieurs fois le même noeud, sortir du métier qu'il a décidé de consulter.

3ème étape : réponse au questionnaire papier

Les mêmes questions que celles présentées sur ordinateur sont posées sur papier, dans un ordre différent, avec un ordre des réponses différent. Par exemple, le QCM n°5, pour lequel sont proposées les réponses 1, 2 et 3, devient le QCM n°17 avec les réponses proposées 3, 1, 2.

2.4. Résultats

2.4.1 Performances

Il y a un effet d'apprentissage général : le taux d'apprentissage moyen est de +17% correspondant à 71% de bonnes réponses au questionnaire d'entrée pour 88% de bonnes réponses au questionnaire de sortie (différence significative, $t = 4,2$; $p < 0,001$).

En revanche, il n'y a pas d'effet de la complexité sur l'apprentissage ($F(2,27) = 1,2$; $p \sim 0,3$). On voit sur la figure, que la non-significativité doit autant à une absence de différence entre réseau simple et réseau moyen qu'à une variance intra-groupe très grande.

insérer Fig. 4 par ici

Nous n'avons pu noter aucune relation significative entre l'indice ICi et le taux d'apprentissage, y compris avec un simple calcul de corrélation (r), et avec des indices de complexité différents (calculés par exemple à partir d'une interaction multiplicative entre les facteurs PR et LA, ou avec des pondérations différentes ; nous rapportons les résultats obtenus avec l'interaction qui a entraîné les contrastes les plus importants).

Il n'y a pas non plus d'effet du nombre de noeuds différents par réseau ($F(3,26) = 0,98$; $p > 0,4$).

En revanche, on constate une corrélation positive ($r = 0,64$; $p < 0,01$) entre l'apprentissage et le nombre moyen de mots par noeud.

Les erreurs persistantes (présentes dans le post-test et dans le pré-test) sont aussi fréquentes sur les noeuds de profondeur 2 (PR2) que sur les noeuds de profondeur 3 (PR3).

Comme attendu, donc, la complexité de la structure des documents n'a pas d'effet significatif sur l'apprentissage ; mais en a-t-elle sur la démarche?

2.4.2 Navigation

Exhaustivité de la consultation

L'exhaustivité (E) est le rapport du nombre de cartes différentes ouvertes par l'élève sur le nombre de cartes différentes du réseau.

df $E = [0, 1]$, 0 étant l'exhaustivité minimale et 1 la maximale.

Cette exhaustivité est de l'ordre de 0,3 ; les différences entre les groupes "simples", "moyens" et "compliqués" ne sont pas significatives ($F(2,27) = 0,2$; $p > 0,8$). Il n'y a pas non plus d'effet du nombre de noeuds dans le réseau sur l'exhaustivité de la consultation ($F(3,26) = 2$; $p > 0,1$).

Economie des parcours

L'économie des parcours (EP) est le rapport du nombre de cartes différentes ouvertes sur le nombre total de cartes ouvertes par l'élève.

df $EP = [0, 1]$, 0 étant l'économie minimale et 1 la maximale (donc, $EP = 0$ correspond à un parcours où le sujet passerait toujours par un seul et unique noeud ; $EP = 1$ correspond à un parcours où le sujet ne passerait qu'une seule fois par noeud ; $EP = 0,5$ correspond à un parcours où le sujet passerait deux fois par noeud en moyenne).

Cette économie est de l'ordre de 0,4 (i.e. les sujets repassent en moyenne 2,5 fois par le même noeud) ; les différences entre groupes ne sont pas significatives ($F(2,27) = 0,2$; $p > 0,8$). Il n'y a pas non plus d'effet du nombre de noeuds du réseau sur l'économie des parcours ($F(3,26) = 0,9$; $p > 0,4$).

Description des parcours

Les parcours sont, de façon générale, des successions de séquences d'ouvertures de 3 noeuds d'orientation et de séquences d'ouvertures de 9 noeuds de contenu ; soit, de courtes séquences d'orientation dans le système, quasiment imposées par la structure du document, et de séquences 3 fois plus longues de focalisation sur une rubrique.

Le taux d'exhaustivité très différent de 1 ($E = 0,3$) a deux causes :

- à l'intérieur d'une rubrique (thème), les sujets n'ouvrent pas tous les noeuds,
- à l'intérieur d'un métier les sujets n'ouvrent pas toutes les rubriques.

Seuls deux sujets ont ouvert toutes les cartes de contenu d'un métier.

Enfin, plus de 10% des noeuds sont ouverts dans un autre métier que celui que les sujets ont décidé de consulter. Soit, si l'on retranche les noeuds d'orientation et de questionnaire, ceci revient à constater qu'il y a plus de noeuds de contenu ouverts dans d'autres métiers que dans celui choisi par le sujet!

2.5. Discussion

Lors de cette première expérience les sujets ont une démarche très peu exhaustive (comparativement à la lecture d'un document papier). Ils ouvrent consécutivement plusieurs métiers,

sans approfondir leur recherche : typiquement une stratégie d'exploration, de "navigation de surface" (Tricot, 1995b). Cette démarche, parce qu'elle ressemble au *zapping* à la télévision, a une "mauvaise réputation". Or, dans certains cas, elle peut correspondre à une phase très utile de détermination d'un but opérationnel et/ou de repérage du fonctionnement et du contenu général du système (Tricot & Coste, 1995).

Cette expérience ne nous a pas permis de montrer d'effet de structure (nombre de noeuds, niveau de profondeur, niveau de largeur, et nombre de liens) sur l'apprentissage des sujets. Cette absence d'effet significatif est plutôt en faveur de (plus précisément, n'invalide pas) notre hypothèse, mais ne la valide en rien.

Deux faits peuvent contribuer à l'explication de l'absence d'effet du facteur expérimental et des facteurs contrôlés dans cette expérimentation :

- quel que soit le nombre de noeuds, le nombre de notions importantes ou nouvelles par rapport aux connaissances antérieures de la population cible est toujours inférieur à 4 pour chaque rubrique,
- les questionnaires sont trop faciles (cette facilité les rendant peu discriminants) ; il y a peut être un effet plafond (pour rappel, 71% de bonnes réponses au pré-test, 88% au post-test).

Outre ces deux explications possibles, un effet perturbe l'expérience : certains sujets semblent plus intéressés par leur score au questionnaire que par l'information sur les métiers. De sorte qu'ils répondent consécutivement au questionnaire (en boucle) pour aboutir "par essais et erreurs" à un score de 100%. A la suite d'une telle démarche le questionnaire de sortie est largement réussi, et ce score n'indique en rien ce que le sujet a acquis, compris ou mémorisé des connaissances contenues dans le texte. Ce biais prend des proportions importantes chez 2 sujets qui n'ont pas ouvert un seul noeud de contenu ; il nous a également obligé à ne pas prendre en compte un groupe de 30 élèves de 6ème et 5ème qui "jouaient au QCM".

Il est important de souligner que l'absence d'effet des caractéristiques de structure des différents réseaux sur l'apprentissage ne signifie par pour autant que la tâche est en tous points équivalente pour les sujets dans les différentes conditions expérimentales. Il y a un effet de ces caractéristiques structurelles sur la durée de la consultation : plus le document a une structure complexe, plus la consultation du document est longue.

Enfin, la corrélation positive entre la taille des noeuds (nombre de mots par noeud) et la performance des sujets reproduit un résultat de Wright (1991) : un grain trop fin (beaucoup de noeuds de petite taille) pourrait entraîner des difficultés de traitement ou d'apprentissage.

Plusieurs points restent obscurs : Quel est le rôle des informations données à l'écran (noeuds d'orientation) sur la structure, sur le contenu et sur le fonctionnement du système? Que se passe-t-il si on arrive à empêcher les élèves de sortir d'un métier au cours d'une consultation? Que se passe-t-il si on dépasse les valeurs seuils 3 pour le niveau de profondeur et 5 pour le niveau de largeur? C'est pour répondre à ces questions que nous avons conduit l'expérience suivante.

3. Expérience n° 2 : une tâche de recherche d'informations exhaustive dans un document fermé sur un seul métier

3.1. Introduction

La consigne est la même que dans l'expérience précédente : on demande au sujet de se renseigner le plus complètement possible sur un thème. La différence avec l'expérience précédente réside dans le fait que l'hypertexte est fermé sur ce thème (le métier de psychiatre). Tous les sujets entrent par le même noeud et ce noeud est du niveau de généralité le plus grand concernant le métier présenté (voir fig. 5).

insérer Fig. 5 par ici

Nous avons manipulé deux facteurs :

- la structure du réseau : certains noeuds sont au delà du niveau de profondeur 3 et d'autres sont au delà du niveau de largeur 5 ;
- l'information disponible au niveau de l'interface : nous avons pensé que l'information et les fonctionnalités de l'interface jouaient un rôle sur la compréhension du texte et sur la navigation. Nous n'avons manipulé que trois aspects de l'interface :
 - une barre de menu,
 - des boutons de déplacement,
 - un lexique,... qui étaient présent dans une version (fig. 5), et absents dans l'autre version (Fig. 6).

insérer Fig. 6 par ici

Le rôle de ces outils de l'interface est de donner de l'information sur la structure et de permettre des accès différents. En l'absence de ces outils, la navigation ne peut se faire que par les boutons "plein texte" et un bouton "carte précédente". Nous pensons que la barre de menu, le lexique et les boutons de déplacement faciliteraient la compréhension du texte (organisation de la description) et l'exhaustivité de la consultation.

L'hypothèse de l'empan structurel prédit que certains noeuds, selon leurs caractéristiques

structurelles (PRonfondeur > 3 ou LArgeur > 5), ne pourront pas être traités par les sujets ou, s'ils sont traités, ne seront pas correctement reliés entre eux dans le rappel, à cause de la trop lourde charge cognitive impliquée par leur traitement. Les travaux sur la charge cognitive (Pierce, Duncan, Gholsn, Ray & Kambi, 1993 ; Sweller, 1988 ; Sweller, Chandler, Tierney & Cooper, 1990 ; Tricot & Chanquoy, soumis) permettent de prédire que l'information donnée sur les relations entre les éléments (par les outils de l'interface) faciliteront la compréhension en minimisant la charge cognitive (soulageant la mémoire de travail).

3.2. Matériel

Quatre versions d'un hypertexte sous HyperCard consacré à la description du métier de psychiatre. Chaque noeud comporte un paragraphe de 77,6 mots en moyenne (écart type $s' = 26$) et parfois des boutons "plein texte" (mots en gras) : en cliquant sur le bouton on obtient la description de la notion en question dans un nouveau noeud. Un mode d'emploi est donné dans le noeud "accueil", qui est ouvert quand le sujet commence la consultation. Voici le texte de ce mode d'emploi.

PSYCHIATRE

Dans ce logiciel, il suffit de cliquer sur la zone de son choix (mot en gras, partie encadrée). Par exemple, ici, cliquez sur le mot "**psychiatre**" pour avoir des renseignements sur ce métier.

3.2.1. Aide apportée ou non au sujet : les deux interfaces possibles

Les textes "avec aide" (*a*) (Fig. 5) sont munis d'une barre de menu correspondant aux 5 boutons de la carte "rubriques" (Fig. 5), des boutons "carte suivante", "carte précédente", "1ère carte", et "lexique" renvoyant à un index alphabétique. Chaque bouton de la barre de menu ouvre un menu déroulant comportant l'ensemble des boutons de la carte correspondante (par exemple, le menu déroulant "nature du travail" de la version simple (*s*) contient les boutons "problèmes mentaux", "diagnostic", "choisit les traitements", "soins spécialisés" ; le menu "problèmes mentaux" ouvre lui-même un sous-menu déroulant comportant les boutons correspondant à la carte "problèmes mentaux", etc.).

Les textes "sans aide" (*na*) (Fig. 6) ne sont munis que d'un bouton "retour" ayant pour fonction "carte précédente" et des boutons "plein texte" : il n'y a aucune information sur la structure et un seul "déplacement" possible : "retour".

3.2.2. Complexité des réseaux : les deux réseaux possibles

Au total, le texte de la version "simple" (*s*) (destiné au groupe contrôle) comporte 2251 mots et 261

prédicats³ + 61 prédicats "répétés" (prédicats présents plus d'une fois dans le texte) et la version "compliquée" (*c*) (destinée au groupe expérimental) 4509 mots et 610 prédicats + 128 prédicats répétés.

Nous avons constitué un groupe contrôle pour vérifier qu'il n'y ait pas un effet des facteurs PProfondeur et LLargeur en deçà des seuils définis, pour une tâche et une variable dépendante différentes de la première expérimentation. Ce groupe contrôle sera soumis aux deux conditions "aide" et "non-aide".

3.3. Méthode

3.3.1 Variables indépendantes

Facteur 1 :

Caractéristiques structurelle des noeuds :

Facteur 1.1 : niveau de profondeur (PR), à deux modalités : = 3 ou > 3

$PR_2 = \{pr- ; pr+\}$ (certains noeuds sont d'un niveau de profondeur = 3 tandis que d'autres sont d'un niveau de profondeur > 3)

Facteur 1.2 : niveau de largeur (soit le nombre de boutons = LA), à deux modalités: = 5 ; > 5

$LA_2 = \{la- ; la+\}$ (certains noeuds sont d'un niveau de largeur = 5, c'est à dire qu'il y a 5 ou moins de 5 ancres qui partent de ces noeuds, tandis que d'autres sont d'un niveau de largeur > 5)

Facteur 2 :

Aide (A), à deux modalités : aide ; non aide : dans un cas il y a une barre de menu, un index et des boutons de déplacement (version "aide") tandis que dans l'autre cas il n'y a pas ces outils (version "non-aide").

$A_2 = \{a ; na\}$

Facteur 3 (pour la constitution du groupe contrôle) :

Complexité du réseau (C), à deux modalités : simple ($s = 26$ cartes, aucune des valeurs seuils n'est dépassée) ; compliqué ($c = 56$ cartes = 26 cartes issues de la version simple + 30 nouvelles cartes, les valeurs seuils sont dépassées).

3.3.2 Sujets

36 élèves de 4ème et 3ème, équirépartis sur les deux classes

3.3.3 Variables dépendantes

Nous mesurons :

³ Au sens de Martinet : élément de l'énoncé vers lequel convergent toutes les relations de dépendance.

- le nombre de prédicats rappelés,
- la relation entre ces prédicats (ces deux prédicats sont-ils en relation ou non?),
- les relations qu'il y a entre eux d'une part et ceux du texte source d'autre part.

3.3.4 Plans expérimentaux

Le plan général de l'expérience est le suivant : il y a 18 sujets pour le groupe expérimental et 18 sujets pour le groupe contrôle.

Dans le groupe expérimental, les 18 sujets sont confrontés au réseau compliqué ; 9 sujets ont la version avec aide et 9 sujets ont la version sans aide.

Dans le groupe contrôle, les 18 sujets sont confrontés au réseau simple ; 9 sujets ont la version avec aide et 9 sujets ont la version sans aide.

Le plan expérimental est donc : $S_9 < C_2 * A_2 >$

3.3.5 Protocole

La passation est individuelle. Le texte est présenté sur un ordinateur Macintosh SE (écran 9 pouces NB) ; carte "accueil" (texte de mode d'emploi) ouverte ; pas de contrainte de temps.

1ère phase / Lecture,

2ème phase / Questionnaire sur les impressions, l'opinion de l'élève, visant à minimiser un éventuel effet de récence (1 à 2 min),

3ème phase / Epreuve de rappel en deux temps :

R1 = rappel libre

R2 = rappel indicé (les 5 indices utilisés correspondent au 5 items de la barre de menus de la version "avec aide" également présents dans le noeud "rubriques" des deux versions).

Consigne

"Je suis en train de concevoir un logiciel d'information sur les métiers. Je voudrais savoir ce qu'en pensent les élèves. Pour l'instant ce n'est qu'une maquette et je n'ai rentré qu'un seul métier : psychiatre. Tu vas faire comme si tu t'intéressais au métier de psychiatre et donc essayer de te renseigner le plus complètement possible sur ce métier. Après tu me diras ce que tu en penses et on verra ce que tu as retenu".

une fois que l'élève ne fait plus rien

"Tu es sûr que tu as vraiment tout vu?"

3.4. Résultats

3.4.1 Performances

Chaque sujet rappelle en moyenne 38,8 prédicats. Il y a un effet du facteur profondeur sur le rappel : les prédicats rappelés sont proportionnellement plus nombreux en provenance de noeuds PR- que de noeuds PR+ (différence significative ($F(1,51) = 9,05$; $p < 0,005$)). Il y a aussi un effet du facteur LArgeur ($F(1,51) = 7,92$; $p < 0,007$).

Mais l'effet seuil semble plutôt se trouver au delà de la valeur 4 pour les niveaux de profondeur et de largeur, que là où nous l'avons défini (fig. 7 et 8).

Il s'agit bien d'un effet seuil, et non pas d'un effet continu des facteurs PR et LA sur le nombre de prédicats rappelés (effet continu du facteur PR non significatif : $F(4,32) = 0,26$; $p \sim 0,8$).

insérer Fig. 7 et 8 par ici

Effet de l'aide

Il y a un effet positif du facteur Aide sur le nombre d'items rappelés et appartenant à des noeuds d'un niveau de profondeur > 3 (PR+) ($F(2,48) = 4,94$; $p < 0,02$) ou d'un niveau de largeur > 5 (LA+) ($F(2,48) = 6,38$; $p < 0,004$).

Observations complémentaires

Tous groupes confondus, les sujets rappellent en moyenne 36 prédicats plus ou moins proches de ceux du texte, en majorité sur le thème des études. Les sujets rappellent aussi 9 prédicats totalement absents du texte source. Ces prédicats ajoutés par les sujets sont plus nombreux dans la condition "sans aide" ($m = 10,6$) que dans la condition "aide" ($m = 7,05$), mais cette différence n'est pas significative.

Parmi les 36 prédicats rappelés, 27,5 ont été jugés "correctement rappelés" et 8,5 "incorrectement rappelés". Parmi ces 8,5 prédicats "incorrectement rappelés", il y a :

- 4,1 prédicats rappelés avec une modification d'attribut ou de valeur d'attribut, (dont 1,7 prédicats rappelés avec des attributs provenant d'autres prédicats du texte source) : par exemple il y est écrit "Tous les médecins se tiennent au courant des progrès de la médecine" et le sujet rappelle "Certains médecins se tiennent au courant des progrès de la médecine".
- 2,4 prédicats inférés à partir de prédicats du texte : par exemple il est écrit "La schizophrénie est une maladie grave, très difficile à soigner" et le sujet rappelle "Les médecins n'arrivent pas à soigner les shizophrènes".
- 2 prédicats rappelés et généralisés à des prédicats autres que ceux du texte : par exemple il est écrit "Les psychoses sont des maladies graves" et le sujet rappelle "Les maladies psychiatriques sont graves".

Comparaison groupe expérimental / groupe contrôle

Les sujets rappellent en moyenne 2 à 3 prédicats de moins dans le groupe contrôle (texte source de 261 prédicats) que dans le groupe expérimental (texte source de 610 prédicats). Soit, à peu près 1 prédicat sur 8 rappelé pour le groupe contrôle contre 1 prédicat sur 20 pour le groupe expérimental. La "qualité" du rappel est sensiblement la même dans les deux groupes (aucune différence significative sur l'ensemble des indicateurs utilisés plus haut).

Dans les textes avec aide, les sujets sont capables de rappeler correctement des prédicats issus d'un noeud d'un niveau plus profond et plus large que dans les textes sans aide.

Indications sur la "continuité référentielle" du texte rappelé⁴

Il y a un effet très net du facteur LArgeur sur la continuité référentielle du texte rappelé ($F(1,50) = 12$; $p < 0,001$), qui est plus grande pour les prédicats provenant de noeuds LA- que de noeuds LA+. Cet effet s'observe autant sur les liaisons intra-noeuds ($F(1,50) = 5,5$; $p < 0,03$) que sur les liaisons inter-noeuds ($F(1,50) = 6,1$; $p < 0,02$).

Effets des autres facteurs contrôlés

On note quelques effets "triviaux" :

- plus un prédicat est fréquent dans le texte plus il est rappelé, que cette fréquence soit due à la multiplicité des accès au noeud qui contient le prédicat ou à la présence de ce prédicat dans plusieurs noeuds différents,
- plus un prédicat est "haut" dans l'argumentation présentée dans un noeud plus il est rappelé ; les titres des noeuds, qui sont aussi des boutons (qui ont permis d'ouvrir le noeud en question), sont particulièrement bien rappelés.

Discussion

Globalement, il nous semble que ces résultats montrent que le **principe** de l'hypothèse de l'empan structurel est justifié. Les valeurs définies par Kintsch et van Dijk (1978) concernant le nombre de propositions que le sujet peut maintenir en mémoire de travail (3 ou 4) dans la compréhension d'un texte correspondent à nos résultats. En effet, il y a un effet seuil au niveau 4 pour la profondeur comme pour la largeur, au-delà duquel les éléments sont significativement moins bien rappelés. Passé ce seuil, le nombre de prédicats rappelés décroît et les relations entre ces prédicats deviennent très différentes de celles du texte source. Nous avons aussi constaté un effet très net du facteur Aide, qui améliore la performance des sujets sur le rappel des noeuds au-delà des seuils.

L'analyse qualitative du rappel a montré que la plupart des prédicats rappelés le sont correctement (3/4), et que la plupart des prédicats incorrectement rappelés sont du type "modification d'attribut". Les "erreurs" des sujets, les prédicats qu'ils ont inventés, sont difficiles à analyser. Une fois de plus,

⁴ On voudra bien accepter l'emploi fait de la notion de continuité référentielle du discours, qui mesure à quel point les arguments consécutifs d'un discours sont en relation (voir par exemple Denis & Denhière (1990)) ; nous n'employons en fait qu'un indicateur dont nous pensons qu'il mesure bien la continuité référentielle puisqu'il comptabilise les fois où deux arguments A et B consécutifs sont en relation (assimilation ou mise en situation).

on constate que la mémoire d'un texte n'est pas son enregistrement mais un processus d'élaboration et de production d'inférences, processus qui explique la très grande différence entre le texte lu et le texte rappelé, alors que relativement peu d'erreurs sont produites par les élèves.

L'utilisation d'un groupe contrôle est riche d'enseignements : elle renforce la confiance que l'on peut avoir en nos résultats, particulièrement le rejet d'un éventuel effet continu des facteurs PRofondeur et LArgeur. Elle montre aussi qu'à partir de deux textes sources de tailles différentes (allant du simple au double), le nombre de prédicats rappelés est sensiblement le même, ainsi que le nombre de prédicats correctement rappelés ou incorrectement rappelés. **En ajoutant du texte à lire on n'augmente pas la taille du texte mémorisé.** Nos expériences précisent quel texte ne sera pas mémorisé : celui qui se trouve sur les noeuds au delà du seuil 4, en profondeur comme en largeur.

3.4.2 Navigation

Exhaustivité de la consultation

version	simple	compliqué	
aide	0,91	0,75	0,83
non aide	0,76	0,52	0,64
	0,84	0,63	

Il y a un effet du facteur Complexité sur l'exhaustivité de la consultation ($F(1,32) = 11,9$; $p < 0,002$) ainsi qu'un effet du facteur Aide ($F(1,32) = 9,8$; $p < 0,005$).

Economie des parcours

version	simple	compliqué	
aide	0,57	0,50	0,53
non aide	0,46	0,42	0,44
	0,51	0,46	

Il y a un effet de l'Aide sur l'économie des parcours ($F(1,32) = 8,2$; $p < 0,01$), mais pas d'effet du facteur "Complexité" ($F(1,32) = 2,4$; $p > 0,1$).

Ouverture des cartes au-delà des seuils PR et LA (pour la version compliquée exclusivement)

Il y a un effet de l'Aide sur l'ouverture des cartes au-delà des seuils : dans la condition "sans aide", les noeuds PR+ sont moins souvent ouverts que les noeuds PR- . En revanche, dans la condition "avec aide" cet effet est absent (cf. Fig. 9). Il n'y a pas d'effet de l'aide sur l'ouverture des noeuds LA+ (cf. Fig. 10).

insérer Fig. 9 et 10

Description des parcours

Dans les versions "sans aide", les parcours observés se font "par thème", soit typiquement un déplacement "en profondeur"⁵... avec des ratés.

Dans les versions "avec aide", les contraintes du logiciel sur la forme du parcours sont beaucoup moins fortes puisque n'importe quel noeud est atteignable à partir de n'importe quel autre noeud, via l'index (rarement) ou via la barre de menu (fréquemment).

Les parcours observés sont difficiles à décrire car très hétérogènes entre eux et parce que l'on ne peut pas les assimiler à des formes de déplacement *en profondeur* ou *en largeur*.

Si on les compare avec les parcours des versions "sans aide", on constate que les parcours des versions "aide" sont composés de séquences d'approfondissement d'un thème beaucoup plus nombreuses et plus courtes.

Discussion

Le facteur "Aide" a presque autant d'effet sur l'exhaustivité de la consultation que le facteur "complexité" alors que l'effet de ce dernier facteur est nul sur le nombre de cartes ouvertes : une aide peut ainsi "compenser" une plus grande complexité. Cela suggère aussi que l'"aide" entraînerait une démarche plus "rationnelle". C'est ce qui est illustré par le calcul du taux d'exhaustivité des parcours (E), défini au paragraphe 2.4.2. Dans l'expérience précédente, $E = 0,3$ (pour rappel, dans cette première version du système il n'y avait que de l'aide locale) alors qu'ici E est compris entre 0,44 (sans aide) et 0,53 (aide).

Certains effets des facteurs expérimentaux que nous avons pu observer sur le rappel des sujets se retrouvent sur leurs parcours : effet de l'aide sur l'exhaustivité et l'économie, effet de la complexité sur l'exhaustivité. La forme des parcours dépend beaucoup des contraintes du logiciel sur la navigation, mais aussi du nombre de noeuds à ouvrir. L'aide, qui permet de nombreux déplacements différents, entraîne des formes de parcours très différentes d'un sujet à l'autre mais aussi des parcours globalement plus "rationnels" (*cf.* l'exhaustivité et l'économie), notamment en ce qui concerne les noeuds PR+ et LA+. Pourtant, dans ces parcours, les séquences à l'intérieur d'un thème sont plus courtes et moins exhaustives.

⁵ Il est habituel (Lai & Manber, 1991) de distinguer les déplacements "en profondeur" et les déplacements "en largeur". Les premiers consistent en l'exploration de nouvelles cartes et à retourner en arrière dès qu'une carte n'ouvre pas sur une nouvelle carte. Les seconds consistent en l'exploration de toutes les cartes immédiatement atteignables à partir de la carte d'origine, puis toutes les cartes atteignables à partir de ces cartes, etc.

4. Discussion générale

Dans ces deux expériences, nous voulions tester l'hypothèse de l'empan structurel en demandant aux sujets de réaliser une tâche de recherche d'informations exhaustive dans un document ouvert ou fermé. Nous avons observé des seuils différents de ceux que nous avons défini *a priori*. Les prédicats présents dans les noeuds au-delà des seuils sont globalement moins bien rappelés que les autres. Il s'agit bien d'un effet seuil et non pas d'un effet continu des facteurs LArgeur et PRofondeur des noeuds.

Le traitement de ce type d'hypertexte pour ce type de tâche pourrait correspondre assez bien à un double cycle de traitement (Fig. 11), inspiré du modèle de Rouet et Tricot (1995, 1996) et avec les valeurs seuils définies par Kintsch et van Dijk (1978) :

insérer Fig. 11

– au delà de 4 ancrés par noeud (soient 4 notions qui “partent” d'un même paragraphe de texte), la compréhension de ce paragraphe décroît ; ceci pourrait correspondre à une limite dans **un processus de traitement "local" du noeud d'information** ;

– au delà de 4 noeuds liés séquentiellement (soient 1 notion qui spécifie une notion qui spécifie une notion qui spécifie une notion), la compréhension de la dernière notion décroît ; ceci pourrait correspondre à une limite dans **un processus de traitement "global" du document**.

Même s'il est probable que ce type de limite corresponde à un type de tâche bien particulier (consultation exhaustive du document), l'articulation des deux niveaux de traitement pour le cycle “évaluation - sélection - traitement” est une description de l'activité de recherche d'information nouvelle et plus complète que celles présentées jusqu'à présent dans la littérature.

Au niveau global, l'activité consiste essentiellement à planifier une stratégie de recherche d'information en fonction d'un but général à atteindre. Cette stratégie va conduire le sujet à ouvrir un certain nombre de noeuds.

Au niveau local, le sujet doit, étant donné une stratégie choisie, décider au temps t d'ouvrir un noeud particulier. Pendant la lecture de ce noeud, le sujet élabore une représentation du contenu de ce noeud. Puis, il évalue en quoi le passage contribue à l'accomplissement de son but ponctuel (était-ce bien ce que à quoi il s'attendait quand il a décidé d'ouvrir ce noeud?). L'évaluation du but peut avoir un impact sur le traitement du passage. Par exemple, le lecteur peut décider d'arrêter de lire le passage si celui-ci n'est pas assez pertinent.

Au niveau global, en fonction du résultat de l'évaluation précédente, le sujet choisit d'intégrer (ou non) cette connaissance à celles préalablement extraites. Le changement de niveau de traitement peut entraîner une rupture dans le processus de compréhension (Charney, in press). Le fait

d'intégrer ou non la nouvelle connaissance donne lieu à une évaluation du but général (est-il atteint ou non? est-il susceptible d'être atteint? ne faut-il pas en changer?) et, par conséquent, de la stratégie choisie : est-ce la bonne? faut-il continuer dans cette direction? faut-il changer de stratégie?

En résumé, le traitement d'un hypertexte inclurait le traitement d'un texte dans un cycle complexe comprenant la recherche de noeuds pertinents et l'évaluation de l'état du but. Même si ce type de traitement de haut niveau est plus ou moins impliqué dans toute activité de lecture, il est important de noter que dans l'hypertexte il est obligatoire. Le lecteur peut ne pas suivre la linéarité du texte. Il a un rôle actif dans la construction d'une séquence cohérente d'unités de texte (choix d'une stratégie).

Il reste à préciser cette description et à envisager des aides spécifiques à chacun des modules décrits. Nos expériences montrent que l'aide apportée par la barre de menu, l'index et les boutons de déplacements a un effet positif sur l'exhaustivité et l'économie des parcours (globalement sur la rationalité de la stratégie utilisée dans le traitement global du document), mais pas d'effet sur les liens entre prédicats, ni sur la déformation des prédicats, ni sur la continuité référentielle du texte rappelé. En fait, une telle aide semble avoir deux rôles contradictoires : (a) elle donne de l'information sur la structure et permet d'atteindre plus de noeuds différents, mais (b) permet au sujet d'aller "de n'importe où à n'importe où"... c'est à dire de traiter consécutivement deux noeuds qui n'ont aucun lien entre eux. Nous avons supprimé ce type d'aide dans la version finale du CD Itinéraire.

5. Conclusions

Sur l'informatisation de l'autodocumentation et le CD Itinéraire

L'utilisation d'un système d'autodocumentation de forme hypertextuelle permet au sujet d'avoir un retour continu sur ses choix et sur son niveau de connaissance pendant la phase de lecture / recherche d'informations. Cette possibilité offerte par une nouvelle technologie permet au sujet d'avoir une activité de "balayage d'informations" au cours de laquelle il peut affiner progressivement ses objectifs. Autrement dit, et cela est une caractéristique générale des systèmes hypertextes, nous sommes maintenant capables de développer des outils pour gérer une situation à but flou.

Concrètement, cette étude nous a conduit à définir un certain nombre de priorités et à nous renforcer sur quelques options prises, dans la conception de la version finale du CD Itinéraire :

- La lecture d'un document d'information sur les études et les professions doit être accompagnée d'une détection et d'une correction des fausses idées qu'un élève se fait sur une profession. La lecture "classique" n'y suffit pas. C'est pourquoi dans le CD Itinéraire chaque notion importante présentée fait l'objet d'une ou deux questions préalables ; si l'élève ne répond pas correctement à une question, la consultation du document devient obligatoire sur la notion correspondante.
- La consultation d'un tel type de document doit être accompagnée d'une aide au repérage des

informations dans le système et d'une aide à la gestion de la séquence : on doit indiquer à l'utilisateur où il en est de sa consultation, qu'est-ce qu'il a déjà vu, qu'est-ce qu'il n'a pas vu, où est-ce qu'il a fait des erreurs, etc. En bref, on doit aider l'élève dans le traitement global qu'il fait du document, et lui indiquer clairement de degré d'exhaustivité de sa consultation. Toutes ces indications sont présentées dans le CD Itinéraire.

- La structure du document doit être simple, reproduite d'un métier à un autre (il s'agit d'un découpage en cinq rubriques : "nature du travail", "conditions de travail", "qualités requises", "études", "accès à l'emploi et carrière"), un optimum semblant être atteint autour de 25 écrans de 80 mots, avec des seuils 4 pour les niveaux de profondeur et de largeur. Nous avons respecté ces caractéristiques dans le CD Itinéraire.
- La consultation du document électronique n'est qu'un temps dans la démarche de l'élève. Quand il a fini de consulter le CD Rom, l'élève peut imprimer un compte-rendu de sa consultation, où sont reportées les informations importantes sur sa consultation et sur le métier consulté. Il s'agit de piloter une démarche encore plus globale : le lien entre deux consultations.
- La lisibilité d'un texte est un élément fondamental de sa compréhension, notamment auprès d'enfants. Des règles très strictes sur le vocabulaire utilisé, la structure et la longueur des phrases sont observées dans la rédaction des écrans de notre système.

Sur la description de l'activité de recherche d'informations

Cette étude est une contribution à un thème de recherche très vivant de la psychologie cognitive actuelle et de l'ergonomie des systèmes d'information (*cf.* la bibliographie commentée de Tricot, 1994).

Le modèle à deux niveaux que nous avons présenté complète le modèle de Rouet et Tricot (1995, 1996). Il indique le principe de l'articulation entre le niveau global des traitements et le niveau local, ce que n'avaient pas fait les modèles précédents de , , ou). Il nécessite toutefois d'être précisé.

Nos expériences présentent aussi un résultat sur l'exhaustivité qu'il convient de prendre en compte : les sujets n'arrivent pas à consulter exhaustivement les documents présentés. Nous avons pris des options dans la version finale du CD Itinéraire qui résolvent ce problème, mais il demeure que différents objectifs d'utilisateurs (exhaustivité, balayage, approfondissement, etc), partiellement contradictoires, doivent être supportés par un même système. Ce n'est qu'à la condition d'avoir décrit précisément les différents objectifs envisageables dans un système d'information que l'on pourra concevoir des systèmes gérant différemment ces différents objectifs (*cf.* Tricot, 1993 et Tricot, Bétrancourt, Dufresne, Merlet, Rouet & de Vries, 1996).

Nos expériences sont, enfin, assez décontextualisées : elles ne mettent pas en jeu le choix d'orientation. Cette articulation entre "activité de recherche d'information" et "contexte de l'activité" est probablement un des défis majeurs de la recherche en ergonomie et en psychologie cognitive de

ces prochaines années. Le premier colloque international consacré à ce thème (UCIS'96) a eu lieu à Poitiers, en Septembre 1996. Si l'on ne prend que l'exemple des recherches françaises, des travaux de plus en plus nombreux sont engagés sur cette voie. Ils articulent l'étude de l'activité de recherche d'information avec la conception (Françoise Détienne et Catherine Deleuze-Dordron, INRIA), avec l'architecture (Erica de Vries, CNRS et ENS Lyon), avec le raisonnement historique (Jean-François Rouet, CNRS et Université de Poitiers), avec les apprentissages (Claude Bastien et Janick Mousin, CNRS et Université de Provence ; Sylvie Merlet, CNRS et Université de Poitiers ; Mireille Bétrancourt, INRIA), avec l'apprentissage de la physique (Jean-Paul Coste, Université de Provence), avec la prise de décision (André Tricot). Nos recherches sur la recherche d'informations dans les systèmes autodocumentaires, pourraient, nous semble-t-il, s'articuler avec celles sur le choix professionnel.

Abstract :

INFORMATION RETRIEVAL IN A SELF DOCUMENTATION SYSTEM. EXPERIMENTS AND MENTAL ACTIVITY MODEL.

In this paper, we report two experiments on the evaluation of the "CD Itinéraire" first models. This evaluation shows that the hypertext self documentation system allows the subject to have a continuous feed-back about his choices and his level of knowledge when he is reading and searching information. This kind of system allows, too, a browsing activity during which the subject can refine his goals and objectives. In others words, we are now able to design tools for the management of a fuzzy goal situation. This study also purpose a two-level model of the information retrieval cognitive activity : the local level (selecting, processing and evaluating one node of information) and the global level (planning a search strategy, evaluating its results, and integrating knowledge). We suggest that this activity should be better studied by articulating it with the study of others activities implicated in vocational guidance (decision making for example).

Bibliographie

Armbruster, B.B., & Armstrong, J.O. (1993). Locating information in text : a focus on children in the elementary grades. *Contemporary Educational Psychology*, 18, 139-161.

Canter, D., Rivers, R., & Storrs, G. (1985). Characterizing user navigation through complex data structures. *Behaviour & Information Technology*, 4 (2), 95-102.

Charney, D. (in press). The impact of hypertext on processes of reading and writing. In S.J. Hilligoss & C.L. Selfe (Eds.), *Literacy and computers*. New York, NY : MLA.

Denis, M., & Denhière, G. (1990). Comprehension and recall of spatial descriptions. *CPC European Bulletin of Cognitive Psychology*, 10 (2), 115-143.

- Dreher, M.J. (1992). Searching for information in textbooks. *Journal of Reading*, 35, 364-371.
- Gougenheim, G., Michéa, R, Rivenc, P. & Sauvageot, A. (1964). *L'élaboration du Français Fondamental*. Paris : Didier.
- Guthrie, J.T. (1988). Locating information in documents : examination of a cognitive model. *Reading Research Quarterly*, 23 (2), 178-199.
- Guthrie, J.T., & Mosenthal, P. (1987). Literacy as multidimensional : locating information and reading comprehension. *Educational Psychologist*, 22, 279-297.
- Kintsch, W., & van Dijk, T.A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. (trad. fr. "Vers un modèle de compréhension et de la production de textes". In G. Denhière (1984). (Ed.) *Il était une fois*. Lille : PUL).
- Kintsch, W. & Greeno, J.G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92, 109-129.
- Lai, P., & Manber, U. (1991). Flying through hypertext. *Hypertext'91 Proceedings*, San Antonio. New-York, NY : ACM Press.
- Norman, D.A. (1984). Stages and levels in man-machine interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 21(4), 365-375.
- Oren T. (1987). The architecture of static hypertexts. *Hypertext'87 Proceedings*, Chapel Hill. New-York, NY : ACM Press.
- Pierce, K.A., Duncan, M.K., Gholsn, B., Ray, G.E., & Kambi, A.G. (1993). Cognitive load, schema acquisition, and procedural adaptation in nonisomorphic analogical transfer, *Journal of Educational Psychology*, 85 (1), 66-74.
- Rouet, J.-F. & Tricot, A. (1995). Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : des représentations de la tâche à un modèle de l'activité cognitive. *Sciences et Techniques Educatives*, 2 (3), 307-331.
- Rouet, J.-F., & Tricot, A. (1996). Task and activity models in hypertext usage. In H. van Oostendorp (Ed.), *Cognitive aspects of electronic text processing*. Norwood, NJ : Ablex Publishing.
- Rufino, A. (1985). Pédagogie et auto documentation : étude de l'interaction cognitive élève-document. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, 2, 145-166.
- Rufino, A., & Blesson, P. (1984). Mise au point d'un dispositif autodocumentaire interactif. I.B.H.O.P., Université d'Aix Marseille II.
- Rufino, A., Breyse, A. & Caumette, M. (1980). Organisation du discours et traitement de l'information. I.B.H.O.P., Université d'Aix Marseille II.

- Rufino, A., Develotte, C., & Francal, C. (1981). Auto documentation et mémoire à terme. I.B.H.O.P., Université d'Aix Marseille II.
- Rufino, A., & Innocent, M.-F. (1985). Etude en situation réelle des stratégies spontanées des élèves s'autodocumentant. I.B.H.O.P., Université d'Aix Marseille II.
- Rufino, A., Moine, J.-P., & Rey, C. (1982). Etude des stratégies de prise d'information en autodocumentation. I.B.H.O.P., Université d'Aix Marseille II.
- Rufino, A. & Tricot, A. (1994). Les représentations professionnelles des collégiens et des lycéens. Etude préparatoire à la mise au point d'un logiciel d'autodocumentation assisté par ordinateur. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, 23 (2), 215-231.
- Rufino, A. & Tricot, A. (1995). Présentation psycho-pédagogique du système assisté par informatique "CD Itinéraire". *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, 24 (4), 463-480.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving, effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P., & Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology : General*, 119 (2), 176-192.
- Tricot, A. (1993). Ergonomie cognitive des systèmes hypermédia. *Actes du Colloque de prospective "Recherches pour l'Ergonomie"*, CNRS - PIR Cognisciences, Toulouse (pp. 115-122).
- Tricot, A. (1994). La navigation dans les hypertextes et les hypermédias. Bibliographie commentée. *CREPCO Technical Report TF9401*, Université de Provence, Aix en Provence.
- Tricot, A. (1995a). Un point sur l'ergonomie des interfaces hypermédia. *Le Travail Humain*, 58 (1), 19-45.
- Tricot, A. (1995b). *Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias*. Thèse de Doctorat de l'Université de Provence, spécialité Psychologie Cognitive. Aix-en-Provence.
- Tricot, A., & Coste, J.-P. (1995). Evaluating complex learner-computer interaction : What criteria for what task? In *EARLI'95 Conference*. Nijmegen, Netherlands, August 26-31, communication orale. soumis à *Instructional Science*, special issue.
- Tricot, A., Bétrancourt, M., Dufresne, A., Merlet, S., Rouet, J.-F., & de Vries, E. (1996). Des hypermédias pour quoi faire ? L'apport des modèles de tâche à la conception d'Hypermédias pour l'apprentissage. « *Hypermédias et Apprentissages* » 3ème Colloque, Chatenay Malabry, 9-11 mai 1996 (à paraître aux Presses de l'INRP).
- Tricot, A., & Chanquoy, L. (Eds.), (soumis). La charge mentale. *Psychologie Française*, numéro spécial.

van Dijk, T.A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York, NY : Academic Press.

Wright, P. (1991). Cognitive overheads and protheses : some issues in evaluating hypertexts. *Hypertext'91 Proceedings*, San Antonio. New-York, NY : ACM Press.

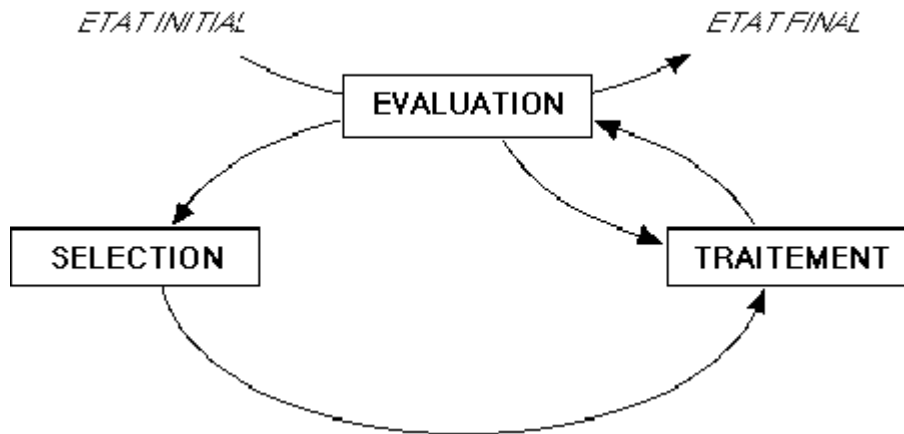


Figure 1. *Le cycle Evaluation-Sélection-Traitement*
The Evaluating - Selecting - Processing cycle

Le métier de Psychiatre :
 La **nature du travail** du psychiatre est de traiter les problèmes mentaux. A l'hôpital ou dans un cabinet privé, il y a un certain nombre de **conditions de travail** qui en font un métier difficile, mais souvent passionnant.
 Pour devenir psychiatre, il y a un certain nombre de **qualités requises** et des **études** de médecine à faire. Une fois que l'on a le diplôme l' **accès à l'emploi et les possibilités de carrière** constituent un ensemble de choses assez compliqué qu'il vaut mieux connaître.

Nature du travail :
 Le psychiatre est un médecin spécialiste **des problèmes mentaux** . Il traite aussi les difficultés de relation en famille, au travail ou en société. Certains psychiatres traitent spécialement les **problèmes mentaux des enfants** .
 Le psychiatre reçoit les malades et fait **un diagnostic** (=découvrir une maladie). C'est lui qui **choisit les traitements** que devra suivre le malade. Ce type de médecin ne soigne par n'importe quelle maladie ; il **exécute des soins spécialisés**.
 Les autres maladies seront soignées par le **médecin généraliste** ou par des spécialistes comme le **neurologue**.

Les problèmes mentaux :
 Le psychiatre traite 3 grandes catégories de maladies :
 - les psychoses : ce sont des maladies graves. Le patient ne peut pas avoir une vie comme tout le monde, il est décalé de la réalité (ceux que l'on appelle les "fous"). Les deux psychoses les plus importantes sont la **schizophrénie** et les **délires paranoïaques** .
 - les névroses : ce sont des maladies moins graves, où, globalement, les patients se sentent très "mal dans leur peau". Cela finit par leur gâcher l'existence. Par exemple, les **dépansions** ou l'**anxiété**, les **phobies**, l'**hystérie** ou l'**obsession**.
 - l'alcoolisme et la toxicomanie : ce sont de véritables maladies, où le malade ne peut plus se passer d'alcool, ou de drogues... ou de médicaments! Son état de santé s'aggrave.

Les phobies
 Dans une phobie, le sujet ...

Figure 2. *Un exemple de noeuds (ici, les cadres) et d'ancres (ici, les mots en gras) dans un hypertexte décrivant le métier de psychiatre.*
One example of nodes and anchors in an hypertext, describing the profession of psychiatrist

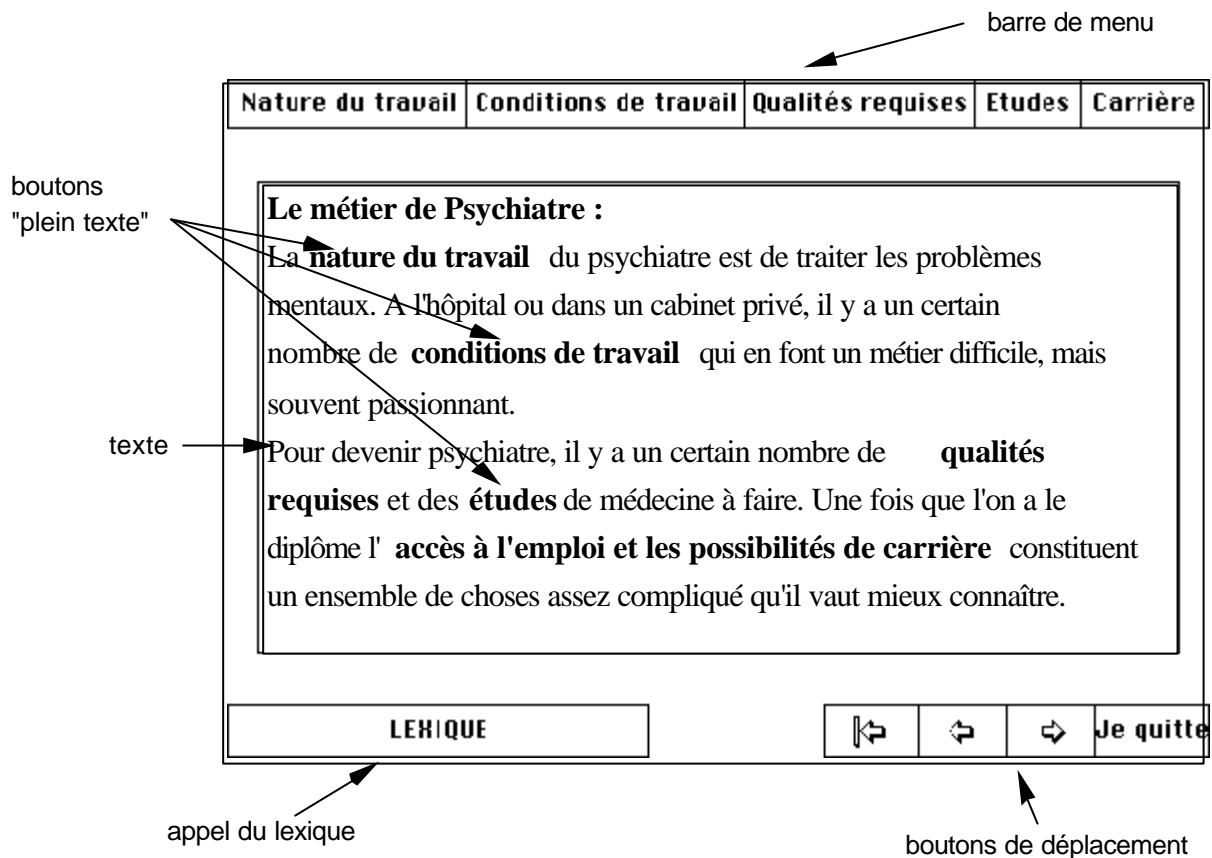


Figure 5. Le noeud "rubriques" de la version "avec aide" (a)
 The heading node in non-help version of the system

Nature du travail :
 Le psychiatre est un médecin spécialiste **des problèmes mentaux**. Il traite aussi les difficultés de relation en famille, au travail ou en société. Certains psychiatres traitent spécialement les **problèmes mentaux des enfants**.
 Le psychiatre reçoit les malades et fait **un diagnostic** (=découvrir une maladie). C'est lui qui **choisit les traitements** que devra suivre le malade. Ce type de médecin ne soigne par n'importe quelle maladie ; il **exécute des soins spécialisés**.
 Les autres maladies seront soignées par le **médecin généraliste** ou par des spécialistes comme le **neurologue**.

Retour

Figure 6. *Le noeud "nature du travail" de la version "sans aide" (na)*
The "nature of work" node in the non-help version

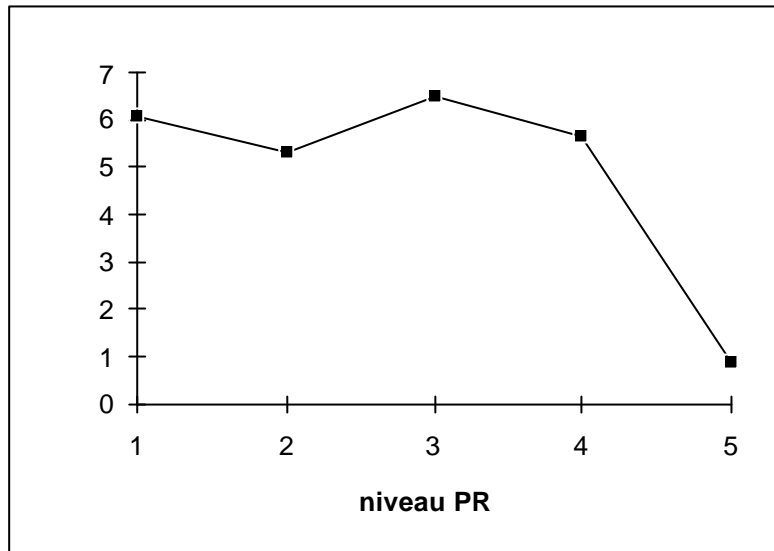


Figure 7. *Taux de rappel des prédicats en fonction du niveau de profondeur moyen des noeuds*
Rate of recalled predicates in function of average deepness level of nodes

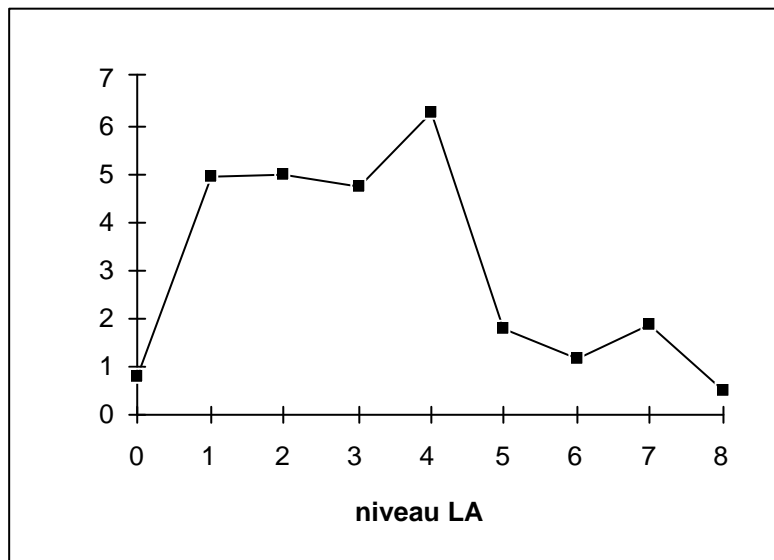


Figure 8. *Taux de rappel des prédicats en fonction du niveau de largeur moyen des noeuds*
Rate of recalled predicates in function of average breadth level of nodes

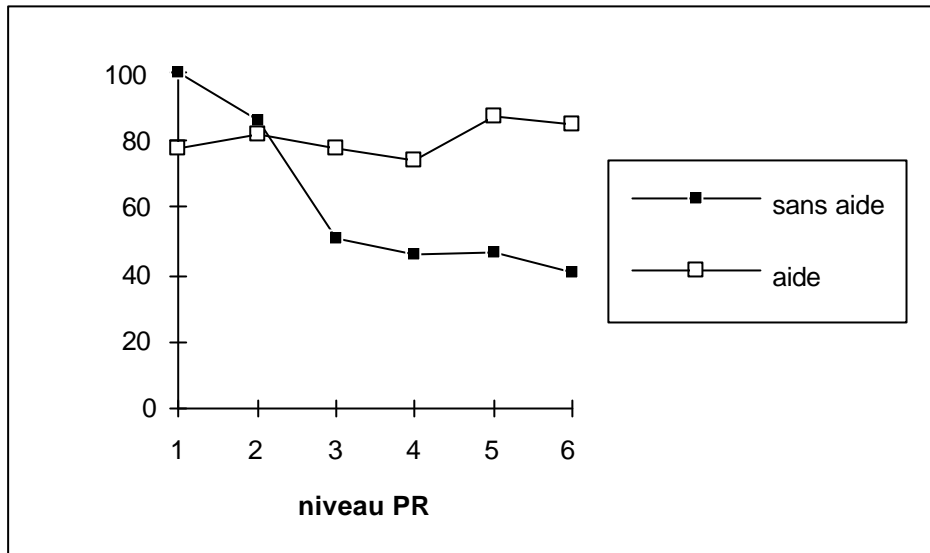


Figure 9. Taux moyen d'ouverture des noeuds en leur niveau de profondeur et selon la présence ou l'absence de l'aide

Average rate of opened nodes in function of average deepness level of nodes and the presence of help

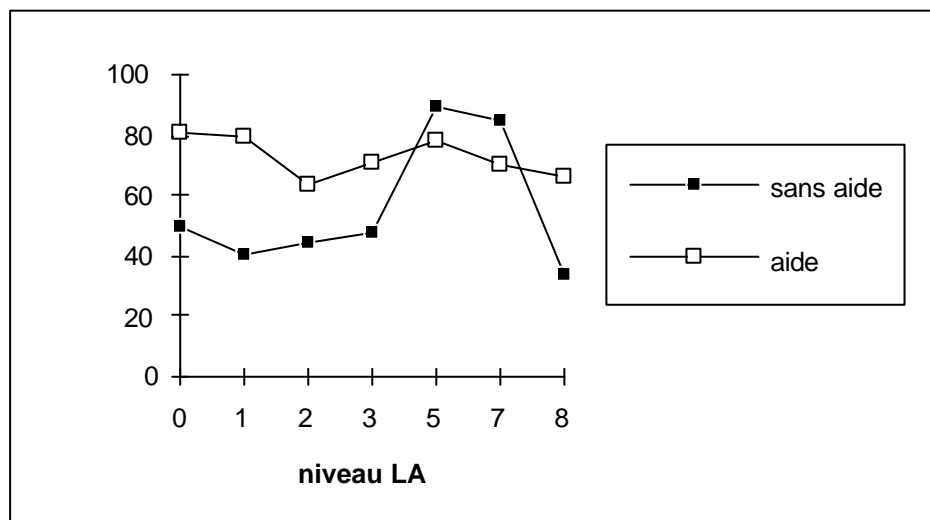
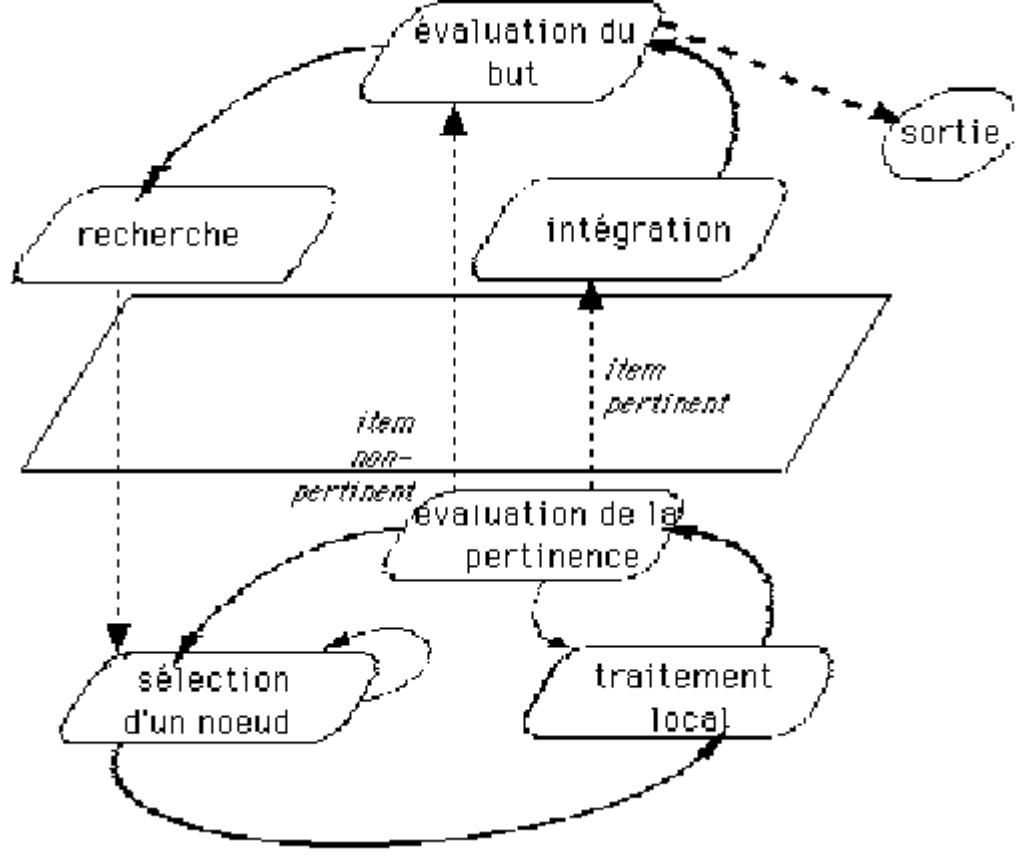


Figure 10. Taux moyen d'ouverture des cartes en leur niveau de largeur et selon la présence ou l'absence de l'aide

Average rate of opened nodes in function of average breadth level of nodes and the presence of help

niveau global de l'activité : en référence à une représentation de la tâche à accomplir et de la stratégie choisie



niveau local de l'activité : en référence au but courant et à la conduite d'une action

Figure 11. *Les deux niveaux de l'activité mentale de traitement d'un document de type hypertexte, d'après Tricot (1995b)*

Two levels of hypertext processing mental activity