

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE L'ÉVOLUTION DES STRATÉGIES DE NAVIGATION ET DE L'APPRENTISSAGE DANS UN COURS EN LIGNE

Béatrice FOUCAULT* et Jean-Claude COULET**

* France Télécom R&D DIH/EQS
2, avenue Pierre Marzin - 22307 Lannion Cedex

** CRP2C, Université de Haute Bretagne - Rennes II,
6, avenue Gaston Berger - 35043 Rennes Cedex

beatrice.foucault@francetelecom.fr, jean-claude.coulet@uhb.fr

Résumé : *Au regard des multiples travaux effectués dans le domaine des hypermédias d'apprentissage, on se propose d'étudier l'activité des utilisateurs à travers les stratégies de navigation qu'ils mettent en place. Ainsi, dans l'étude que nous présentons, nous cherchons à caractériser les stratégies de navigation mobilisées par des sujets en situation d'apprentissage, à travers une tâche d'exploration exhaustive de l'information, dans un cours en ligne sur la cinématique. Parallèlement, nous observons quelles relations entretiennent ces stratégies de navigation avec les performances des sujets à un questionnaire d'évaluation de leurs connaissances. L'analyse des formes de parcours des étudiants laisse apparaître la coexistence de deux grands types de stratégies de navigation pour la résolution de la tâche, que nous avons nommé respectivement « spatiale » et « conceptuelle ». Nous concluons cet article en proposant quelques pistes ergonomiques pour la conception de sites web « éducatifs », en tenant compte de l'implication des résultats recueillis.*

Mots-clés : *cours en ligne, navigation, stratégies cognitives, ergonomie.*

Abstract : *Regarding the multiple studies in the field of educational hypermedia, we suggest a study of user's activity taking into account their navigation strategies. Thus, in this study, we try to analyze and to classify the navigation strategies mobilized by subjects in learning situation, through a task of exhaustive investigation, in an on-line course on kinematics. At the same time, we observe which relations these navigation strategies maintain with the subject's performance by using an evaluation knowledge questionnaire. The analysis of the student's routes shows the coexistence of two types of navigation strategies used in task resolution, respectively named « spatial » and « conceptual ». We conclude this article by proposing some ergonomic views for the conception of « educational » Web sites, taking into account the implication of the results collected.*

Keywords : *on-line course, navigation, cognitive strategies, ergonomics*

INTRODUCTION

Les travaux de recherche concernant l'interaction d'un utilisateur avec un site Web deviennent aujourd'hui de plus en plus nombreux. Le développement des hypermédias a créé un continuum d'usages et de buts intermédiaires situés entre, d'une part, la simple recherche d'informations à visée pragmatique et, d'autre part, l'apprentissage de contenus plus orienté vers l'acquisition de connaissances.

Trouvant leurs origines dans le domaine des hypertextes, il faut noter que ces travaux sont généralement nés de préoccupations touchant aux problématiques de la désorientation et de la surcharge cognitive observées chez les utilisateurs. Il s'agit alors, pour les concepteurs, de diagnostiquer au mieux ces phénomènes et de chercher des solutions permettant de les réduire.

Ce sont les réflexions de Conklin (1987) et l'étude empirique de Foss (1989) qui ont donné l'impulsion initiale pour tenter de cerner ces problèmes. On a vu alors se dégager plusieurs tentatives d'explication à ce phénomène de désorientation, nommé encore « Getting lost in hyperspace » (LIH), par exemple en y cherchant une analogie avec les conduites relatives aux espaces physiques (Dieberger, 1994) ou bien, en soulignant l'insuffisance de la structuration de l'information présentée (Brown, 1987) ou encore, en insistant sur la pauvreté de conception des interfaces (Leng Theng, 1995).

Les concepteurs recommandent alors différentes solutions techniques pour assister l'activité de navigation des utilisateurs. Dans les années 90, Nielsen (1990) en fournit une bonne illustration en passant en revue les outils d'aide à la navigation couramment utilisés dans les dispositifs hypermédias : index, tables des matières, signets, historiques, etc. Aujourd'hui, on voit apparaître une nouvelle génération d'outils plus dédiés à l'utilisateur, permettant une navigation plus intuitive, s'agissant pour le système, de personnaliser l'aide à fournir à l'utilisateur en fonction de ses besoins et caractéristiques individuelles, ainsi que d'apprendre à partir de leurs interactions (par ex. : Jacquenet & Brenot, 1997).

Toutefois, en dépit d'une meilleure prise en compte des fonctionnements de l'utilisateur, bon nombre de recherches restent orientées vers les aspects techniques de l'interface et peu d'entre elles se sont spécifiquement consacrées à l'analyse fine des processus cognitifs des utilisateurs. Le travail réalisé vise souvent plus des élaborations d'outils nouveaux que des évaluations des modes d'utilisation de ces outils. Par ailleurs, ce n'est bien souvent que dans un second temps que ces préoccupations pragmatiques sont étayées par des théories pour expliquer, organiser, justifier des pratiques largement amorcées sur le terrain.

Rompant avec cette logique, une seconde approche des problèmes liés à la navigation est plus fondamentalement ancrée sur les théories psychologiques et tente de trouver des explications aux problèmes de navigation, du côté de l'utilisateur cette fois, en mettant en avant toute la spécificité de cette activité.

À partir des travaux réalisés dans cette perspective et au-delà des multiples données ainsi produites, il est possible de dégager plusieurs points marquants :

- Le *continuum* d'usages et de tâches constatés dans les contextes hypermédias, d'une part, et l'hétérogénéité des conduites inter et intra-individuelles mises en évidence d'autre part, ont tout d'abord conduit les chercheurs à essayer de catégoriser les tâches de façon précise, car leur nature est susceptible d'avoir une influence non négligeable sur l'activité des utilisateurs. On trouve ainsi d'utiles tentatives taxinomiques (par ex. : Tricot, 1993) et, par ailleurs, des données mettant clairement en évidence l'impact de la nature des tâches sur les processus mis en œuvre par le sujet (par ex. : Caro & Bétrancourt, 1998, à propos de l'impact des informations explicites vs implicites transmises par l'interface ; Tricot *et al.*, 1999, concernant la structure du but et de la consigne, ou encore Zeller & Dillenbourg, 1997, à propos de la complexité de la tâche).
- Concernant les caractéristiques de l'utilisateur, elles ont été abordées de différentes manières, notamment quant aux niveaux de généralité des facteurs invoqués, en termes de : styles cognitifs (par ex. : Lee, 1989) ; capacités spatiales (par ex. : Vicente & Williges, 1988) ; niveau de « technicité » (par ex. : Ranta-Aho, 1996) ; niveau de connaissances dans le domaine d'information traité par l'hypermédia (par ex. : Paquelin, 1998).
- Quant aux méthodes de recueil des données utilisées, il faut souligner que les travaux évoqués font le plus souvent appel à des variables dépendantes relativement « traditionnelles » pour mesurer les effets de l'activité supposée des sujets (« *effectiveness* » et « *efficiency* » dans la méta analyse de Chen & Rada, 1996 ; mémorisation, rappel à court terme ; forme et exhaustivité des parcours ; etc.) et relativement peu d'entre elles s'attachent à dégager des indicateurs des stratégies mises en œuvre par les sujets.

Il est néanmoins possible de considérer que certains travaux ont déjà abordé l'analyse de ces stratégies, sans pour autant toujours les dénommer comme telles. Ainsi, Canter, Rivers et Storrs (1985) dégagent-ils cinq « séquences de recherche » selon le besoin en information des utilisateurs (degré d'exhaustivité et degré de redondance de la recherche) et la forme des parcours (ordre d'ouverture des nœuds). De son côté, Beauguil (1996) définit quatre « types de navigation » à partir de la fréquence et la nature d'utilisation des différents outils de navigation proposés par l'hypermédia et de l'exhaustivité de la recherche (nombre d'ouverture de nœuds). Zeller & Dillenbourg (1997) mettent en évidence quatre « types de cheminement » selon la forme et la fréquence des séquences de navigation.

Indiscutablement, les variables dépendantes (VD) utilisées dans ces travaux se recoupent et, la plupart du temps, prennent en compte des critères de forme des parcours enregistrés. Cependant, si certains font référence aux aspects spatiaux de l'exploration de l'arborescence et d'autres aux aspects conceptuels des sélections des nœuds, à notre connaissance, aucun d'entre eux, dans le domaine des hypermédias et du Web, ne s'attache à considérer, simultanément et explicitement ces deux dimensions et à tester leur efficacité respective dans des tâches d'apprentissage mettant en jeu la navigation. Pourtant, on trouve dans la littérature psychologique un certain nombre de recherches qui suggèrent l'intérêt qu'il peut y avoir à aborder la question des stratégies de navigation sous cet angle.

Ainsi par exemple, trouve-t-on dans une perspective différentielle, des travaux (cf. Lautrey, 1990, pour une argumentation théorique), qui insistent sur le caractère pluraliste des processus mobilisables par le sujet pour faire face à une situation donnée et, en particulier, sur l'importance que revêt, pour les constructions cognitives intra-individuelles, l'interaction entre des processus de nature plutôt « analogique » et des processus de nature plutôt « propositionnelle ». Pour sa part, Bastien (1987 et 1997), notamment à travers la notion de « schème-parcours » et d'organisation fonctionnelle des connaissances, suggère clairement l'importance à accorder à des processus de prise d'information dont le caractère « rationnel » (voire, dans certain cas, « conceptuel ») ne s'impose pas nécessairement à des démarches plus directement déterminées par des dimensions plus fonctionnellement liées à l'espace. À un autre niveau d'explication, concernant des travaux relatifs aux processus attentionnels (par ex. : Laberge, 1995 ; Logan, 1996) qui vont dans le même sens, on peut distinguer des focalisations de l'attention plutôt dirigées vers des objets ou plutôt orientées vers des endroits.

L'un d'entre nous (Coulet, 1998) a plus spécifiquement travaillé sur la distinction entre « stratégie spatiale » et « stratégie conceptuelle » dans une tâche de prise d'information sur des données présentées en tableau. Il insiste, à travers cette étude, sur la nécessité de prendre en compte les caractéristiques spatiales des tâches pour analyser l'activité des sujets. Les principaux résultats de son expérimentation montrent qu'en CE2, les enfants mobilisent deux grandes catégories de stratégies, respectivement articulées, l'une sur les aspects spatiaux et l'autre sur les aspects conceptuels des tâches. En effet, certains sujets ont tendance à organiser leurs réponses de telle sorte que cela revient à privilégier une forme déterminée de parcours à l'intérieur du tableau. Alors qu'une autre catégorie de sujets privilégie plutôt une organisation correspondant à un ordre déterminé des critères de classes. Il a pu montrer, de plus, que les sujets les plus jeunes ont tendance à privilégier une stratégie spatiale pendant que les plus âgés privilégient une stratégie conceptuelle de résolution de la tâche.

Au regard de ces réflexions, nous nous sommes proposés d'étudier les stratégies de navigation, en tant que choix procéduraux organisés dans un contexte nouveau d'apprentissage : un cours en ligne. Nos hypothèses sont les suivantes.

HYPOTHÈSES

- Comme le suggèrent les recherches évoquées ci-dessus, on peut supposer que les processus cognitifs mobilisés par des utilisateurs de documents hypermédias peuvent les amener à privilégier, dans leur prise d'informations, soit les aspects liés à l'organisation spatiale des données, soit les aspects plus conceptuels de ces données. Ainsi, en confrontant des sujets à un cours en ligne qu'ils ont explicitement à découvrir en totalité, on s'attend à observer des stratégies de navigation différenciées, dont les unes seront de nature spatiale (parcours de l'ensemble des nœuds en fonction de leur configuration spatiale) et d'autres de nature plus conceptuelle (parcours des nœuds pilotés par les concepts en jeu dans le cours en ligne).

- Parce que l'utilisation d'une stratégie conceptuelle suppose une relative maîtrise des concepts en jeu, on s'attend à ce que les stratégies mobilisées soient liées au niveau initial des sujets. Autrement dit, comme nous le laissent supposer les résultats de Paquelin (1998) montrant que chez les utilisateurs, le niveau des connaissances initiales du domaine influence les représentations qui dirigent leurs actions, on prévoit que les sujets les moins compétents dans le domaine considéré vont développer davantage de stratégies spatiales et inversement, pour les sujets les plus compétents qui, au contraire, devraient privilégier l'utilisation de stratégies conceptuelles.
- En mettant en lien les stratégies éventuellement repérées avec les performances à un questionnaire visant à évaluer les connaissances des sujets, on s'attend à observer des différences. Il est, en effet, plus probable que les meilleures performances seront le fait des sujets qui utilisent une stratégie conceptuelle les amenant à appréhender les différents contenus à apprendre de manière relativement indépendante de la place qu'ils occupent dans les nœuds présentés à l'écran.

PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

Les sujets avec lesquels nous avons travaillé sont issus de deux classes d'étudiants de Bac professionnel Productique, 1^{ère} et 2^{ème} années. Ils sont évalués lors de l'utilisation d'un cours en ligne concernant leur programme de cinématique (Étude des mouvements)¹, avant tout enseignement proposé sur ce thème par l'enseignant responsable. L'architecture de ce site, construit par l'enseignant et aménagé pour les besoins de l'expérimentation, comporte 12 pages (une page « sommaire » et 11 pages de contenu). La liste des chapitres du cours est disposée dans un bandeau de navigation dans le haut de l'écran (cf. figure 1). L'intitulé des nœuds correspond au titre de chaque chapitre. L'arborescence se compose d'un seul niveau de profondeur afin de n'induire aucune hiérarchie entre les informations.

Afin d'appréhender les stratégies effectivement mobilisées par les sujets dans leur utilisation de ce cours en ligne, nous avons choisi d'en développer trois versions. Ces trois versions sont rigoureusement isomorphes, à l'exception de l'emplacement de chacun des nœuds dont l'ordre change dans le bandeau de navigation. Il s'agit, en effet, pour nous d'être en mesure de constater les régularités dans les parcours de ces nœuds, indépendamment de leur contenu. Les trois versions sont donc proposées successivement à chacun des sujets.

1 <http://cine.tamaris.tm.fr/cinematique/index.html> (© Lycée Félix Le Dantec, Lannion)

avons considéré qu'un score de contiguïté spatiale élevé (plus des 3/4 des points possibles) traduit l'utilisation d'une stratégie spatiale. *A contrario*, nous avons considéré qu'un score de contiguïté spatiale faible (moins d'un quart des points possibles) traduit l'utilisation d'une stratégie conceptuelle. Les valeurs intermédiaires sont elles considérées comme relevant d'une utilisation non régulière de l'une et/ou l'autre des deux stratégies.

- D'autre part, à l'issue de chacune des trois explorations du cours, les sujets sont soumis à un questionnaire de connaissances, nous permettant d'évaluer les apprentissages réalisés. Ce questionnaire (didacticiel conçu avec Toolbook) comprend 16 questions de résolution de problèmes demandant des inférences et de rappel de données factuelles, sous forme de QCM, de phrases à trous et de formules à compléter (exemple : « Une trajectoire peut se définir par une équation. Cette équation s'écrit sous la forme $S = f(\dots)$. Complétez cette équation »). L'ordre des questions change d'un questionnaire à l'autre. Nous disposons donc, pour chaque sujet, de 3 scores sur 16 points. Par ailleurs, 15 jours après la phase d'apprentissage, un post-test, toujours réalisé à travers ce questionnaire, nous permet de mesurer la stabilité des connaissances acquises.

RÉSULTATS

Nature des parcours de navigation repérés

L'analyse des parcours réalisés, tels qu'ils s'expriment à travers les scores de contiguïté spatiale met en évidence l'existence de trois types de stratégies de navigation : spatiale, conceptuelle et non stable (cf. figure 2 pour la distribution des scores totaux).

Stratégie spatiale

Sur l'ensemble des 24 sujets de notre population, on en trouve 14 qui ont un score total de contiguïté spatiale maximale. Ces sujets suivent strictement la « structure navigationnelle » induite par le concepteur de l'interface. Ils activent les nœuds successivement les uns après les autres dans le bandeau de navigation, en les parcourant selon l'ordre de lecture d'un texte, en boustrophédon (de gauche à droite avec retour à la ligne). Ils suivent ainsi l'arborescence du site de façon linéaire, pas à pas, et cela, quel que soit le contenu des nœuds, alors même qu'il change d'emplacement d'une exploration à l'autre. On peut dire que c'est une stratégie de navigation d'épuisement, systématique, se conformant à l'usage induit par l'interface. « *Je commence par le début et je suis l'ordre des titres* », dit un sujet pour expliquer son parcours.

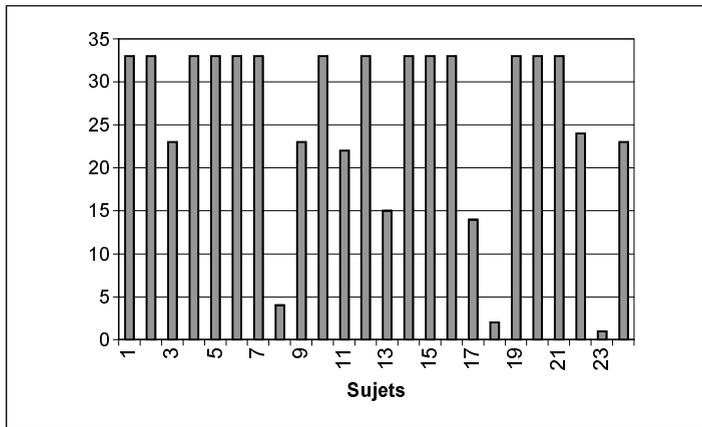


Figure 2. *Distribution des scores totaux de contiguïté spatiale.*

Stratégie conceptuelle

Toujours sur les 24 sujets, on observe la mobilisation de seulement 3 stratégies conceptuelles. Par définition, les sujets qui mobilisent cette stratégie ont un faible score total de contiguïté spatiale (ici, pour une moyenne totale de $m = 2.33$). Ils sélectionnent les pages suivant leur propre logique d'exploration d'un document et non en suivant l'ordre proposé par l'interface. Il n'y a aucune régularité spatiale dans ces parcours. Ce sont des parcours sélectifs qui se traduisent la plupart du temps par l'activation des chapitres du général au particulier (ouverture selon l'inclusion des chapitres) ; comme le souligne un étudiant : « *je donne d'abord un rapide coup d'œil à l'ensemble puis je sélectionne en premier ce qui est le plus important à connaître.* »

Cependant, au regard de l'hétérogénéité de l'ensemble des scores de contiguïté spatiale, il nous a paru nécessaire de prendre en compte une troisième catégorie de stratégies afin d'y inclure toutes les formes de parcours hétéroclites.

Stratégie non stable

Ces sujets (sept au total) ont un score de contiguïté spatiale intermédiaire ($m = 20.57$). Leur stratégie développée a un statut particulier car elle est polymorphe, composite et fluctuante. Ces sujets utilisent l'un puis l'autre des parcours spatiaux et conceptuels pour ensuite revenir au premier utilisé. D'une visite à l'autre, ils oscillent entre suivre la structure navigationnelle du site (parcours linéaire) et suivre leur propre choix d'ouverture des pages (parcours conceptuel). Ces sujets réévaluent leurs objectifs de façon locale et changent de critères de sélection des nœuds au cours même de la recherche.

Ainsi conformément à notre première hypothèse, nous constatons l'existence de plusieurs stratégies différenciées utilisées par les sujets pour explorer le cours en ligne. Néanmoins, il apparaît également que la majorité des sujets mobilisent une stratégie spatiale (58.5%). Particulièrement, l'entrée spatiale est très forte sur la première visite du site puisque 19 sujets sur 24 ouvrent les nœuds dans l'ordre strict de leur présentation à l'écran.

Répartition des stratégies selon la variable « niveau de compétence » prise en compte

Dans ce paragraphe, nous allons étudier comment se répartissent les sujets selon la variable compétence que l'on prend en compte.

- Du point de vue de la variable « appartenance à la classe » (1^{ère} ou 2^{ème} années), ce sont les étudiants de première année de Bac professionnel qui mobilisent le plus de stratégies spatiales (67% contre 50% en deuxième année). Les étudiants de 2^{ème} année se répartissent davantage sur l'ensemble des trois stratégies de navigation (17% de stratégies conceptuelles contre 8% en première année et 33% de stratégies non stables contre 25% en première année). Cependant, le rapport de corrélation se révèle faible et ne nous permet pas de considérer qu'il y a une différence marquée entre les sujets de 1^{ère} et 2^{ème} années quant à la stratégie privilégiée ($\eta^2 = 3\%$)².
- Du point de vue, cette fois, du « niveau initial » des sujets dans le contenu du cours (1^{er} score au questionnaire), on constate que la stratégie spatiale est aussi majoritaire, particulièrement chez les sujets moyens (67% ; contre 8% de stratégies conceptuelles et 25% de stratégies non stables) et faibles (67% ; contre 16% de stratégies conceptuelles et 17% de stratégies non stables). Alors que les sujets forts semblent davantage partagés (33% de stratégies spatiales ; contre 17% de stratégies conceptuelles et 50% de stratégies non stables). La répartition des stratégies selon cette variable « niveau initial » semble fonctionner de la même façon que la variable précédente « appartenance à la classe », avec une dichotomie moyens, faibles et étudiants de 1^{ère} année contre les forts et les étudiants de 2^{ème} année. Néanmoins, là aussi, le rapport de corrélation, relativement faible, ne nous permet pas d'attacher de l'importance à cette différence entre les groupes forts, moyens, faibles ($\eta^2 = 6\%$).

Ainsi, probablement à cause de la faiblesse de nos effectifs et en dépit du sens pris par la distribution des stratégies en fonction du niveau de compétence général et spécifique, quelle que soit la variable « niveau de compétence initial » prise en compte, on ne peut pas dire qu'il y ait de différence notable dans les stratégies privilégiées. On va observer maintenant comment le phénomène se joue au niveau des performances des sujets.

Évolution de l'apprentissage

À travers les figures 3 et 4 ci-dessous, nous constatons tout d'abord, une nette augmentation des scores pour l'ensemble des sujets et ceci, quelle que soit la variable compétence considérée. On peut donc conclure qu'il y a bien apprentissage des notions de cinématique traitées dans le cours en ligne, chez l'ensemble des sujets, à travers les trois visites et une relative stabilité de ces connaissances exprimée par les résultats obtenus au post-test.

² La différence est considérée comme importante lorsque l' η^2 est au-delà de 16 % et inexistante lorsqu'il est en-deçà de 4%. Ce sont des valeurs-repère indicatives (Corroyer & Rouanet, 1994).

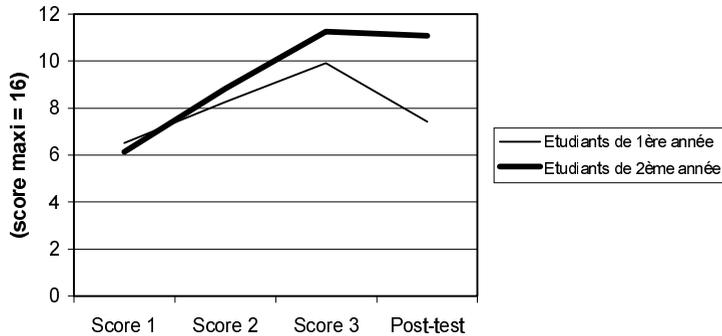


Figure 3. Évolution des scores aux questionnaires de connaissances selon l'appartenance à la classe.

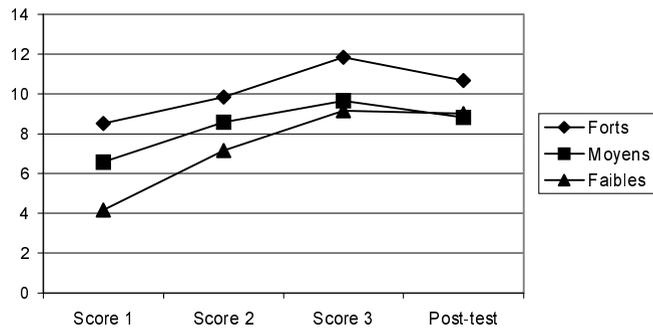


Figure 4. Évolution des scores aux questionnaires de connaissances selon le niveau initial.

Lorsqu'on s'attache, cette fois, à savoir si on peut prédire les performances des sujets selon leur niveau de compétence initiale, on observe :

- Qu'il n'y a pas de différence entre les sujets de 1^{ère} ou 2^{ème} année sur leur premier score de connaissances ($\hat{\eta}^2$ score 1 = 0% ; $F_{(1,22)} = .01$, NS). Toutefois, ces différences, bien que de façon modeste, s'accroissent sur les scores 2 ($\hat{\eta}^2$ score 2 = 2% ; $F = .56$, $p < .05$) et 3 ($\hat{\eta}^2$ score 3 = 16% ; $F = 4.10$, $p < .05$), alors qu'il y a une forte différence au post-test ($\hat{\eta}^2$ post-test = 58% ; $F = 30.68$, $p < .000$), donnant les meilleurs scores aux élèves de 2^{ème} année.
- Au contraire, quand on observe cette fois l'évolution des performances au regard du niveau des connaissances initiales, on constate une différence seulement sur le score 2 ($\hat{\eta}^2$ score 2 = 33% ; $F = 3.70$, $p < .05$), alors que la différence sur le score 3 ($\hat{\eta}^2$ score 3 = 16% ; $F = 1.46$, NS) et le post-test tend à s'atténuer ($\hat{\eta}^2$ post-test = 13% ; $F = 1.42$, NS).

Stratégies et apprentissage³

De façon générale, on ne peut pas dire qu'il y ait une forte différence entre les performances des sujets selon qu'ils mobilisent une stratégie spatiale ou une stratégie conceptuelle et non stable ($\hat{\eta}^2$ score 1 = 5% ; $\hat{\eta}^2$ score 2 = 21% ; $\hat{\eta}^2$ score 3 = 10% ; $\hat{\eta}^2$ post-test = 4%). Néanmoins, il existe une exception quant au second score où la différence est importante ; dans ce cas les sujets qui mobilisent une stratégie conceptuelle ou non stable sont aussi les plus performants au questionnaire (1,5 points de plus en moyenne).

DISCUSSION

Bien que les résultats ne révèlent pas toujours des différences statistiquement significatives (notamment compte tenu des faibles effectifs), il nous semble néanmoins possible de formuler quelques remarques interprétatives. Tout d'abord, les résultats sont clairement conforme à notre *première hypothèse*, dans le sens où nous observons bien la mobilisation de stratégies différenciées spatiales/conceptuelles. Il faut souligner spécialement que la tâche à visée d'apprentissage, telle qu'elle a été prescrite dans l'environnement particulier du cours en ligne, induit la mobilisation chez les élèves de Bac professionnel une majorité de stratégies spatiales. On peut noter par ailleurs que, dans une expérimentation précédente (Foucault, 1999), dont la tâche avait pour but d'extraire une information cible dans un site informatif, la majorité des sujets mobilisaient, au contraire, une stratégie de type conceptuel pour résoudre la tâche (76%). Ces résultats conduisent à penser que la mobilisation d'une stratégie spatiale ou conceptuelle est très largement dépendante de la nature des tâches.

Concernant les sujets qui, ici, mobilisent une stratégie conceptuelle, tout se passe comme s'ils dirigeaient leur exploration selon la saillance sémantique des nœuds. Une finalité spécifique serait exprimée lors de leurs parcours. En effet, lors de leur première visite, ils sélectionneraient le premier nœud de la liste ; ils liraient le contenu de la page correspondante et repéraient dans ce contenu un ou plusieurs mots-clés. Ensuite, par association de mots et/ou d'idées, ils sélectionneraient le nœud suivant parmi les propositions. Par exemple, le premier nœud de la liste et le premier ouvert est « Repère de référence ». Dans cette page, on parle de concept de mouvement par rapport à un plan et/ou à un temps donné. Immédiatement après, le deuxième nœud ouvert est « Équation horaire » (référence au concept de temps) pour certains sujets ou « Étude des mouvements » (référence au concept de mouvement) pour d'autres. Lors des deuxième et troisième séquences, les sujets sélectionneraient en priorité les pages considérées comme pertinentes afin de répondre de façon adéquate aux questionnaires. Leur stratégie prendrait alors une autre dimension car ils iraient d'abord visiter les pages qui leur permettent de bien répondre aux questions, celles qui posaient problème lors du premier questionnaire. À ce stade, la stratégie de navigation serait adaptée à la stratégie de réponse au questionnaire.

³ Compte tenu des faibles effectifs des groupes mobilisant une stratégie conceptuelle et non stable, nous les avons catégorisés dans un même ensemble pour calculer les rapports de corrélation.

Il faut cependant noter qu'il n'y a pas de stabilité dans les entrées conceptuelles, dans le sens où le sujet n'a jamais le même ordre d'ouverture des nœuds d'un parcours à l'autre. C'est-à-dire qu'on ne trouve jamais une même organisation conceptuelle sur les trois versions du site. Une stratégie conceptuelle pure serait représentée par trois parcours conceptuels identiques dans l'ordre d'ouverture des nœuds. Par exemple, le sujet ouvrirait toujours en premier la page « Étude des mouvements », puis « Principaux mouvements plans », etc., comme s'il respectait un ordre logique d'apprentissage, par exemple, en allant du général au particulier.

Cette stratégie conceptuelle, telle qu'elle s'opérationnalise dans ce contexte, serait donc plutôt dirigée par les buts et les concepts (goal-driven) alors que les stratégies spatiales seraient, elles, plutôt dirigées par les données (data-driven). Tout se passe alors comme si les stratégies relevaient d'une représentation des informations et des parcours de navigation (relations entre ces informations) autour de deux formes d'invariants (Coulet, 1998).

- Un invariant opératoire « conceptuel » qui fait référence aux concepts et aux ressources logico-taxonomiques, qui est abstrait et produit un ordre de consultation des nœuds dépendant de la pertinence sémantique par rapport au but du sujet, d'une part.
- Un invariant opératoire « parcours » qui fait référence à la spatialisation des informations, utilisant les ressources topologiques et qui produit des régularités dans le parcours des nœuds de l'interface, suivant leur disposition, d'autre part.

Notre *seconde hypothèse* qui consistait à penser que les sujets les moins compétents d'un point de vue général ou de façon spécifique sur les contenus en cinématique allaient développer davantage de stratégies spatiales et inversement, n'est pas confirmée par les rapports de corrélation calculés. Même si une tendance se dessine dans ce sens qui laisserait penser que ce serait les sujets au niveau initial le plus élevé dans le contenu et ceux de 2^{ème} année qui utiliseraient préférentiellement une stratégie conceptuelle pour explorer l'information et donc bénéficieraient davantage de l'apprentissage. Réciproquement, ce serait les sujets moyens et faibles et ceux de 1^{ère} année qui mobiliseraient préférentiellement une stratégie spatiale. Toutefois, nos résultats ne nous permettent pas de conclure dans ce sens.

Quant à notre *troisième hypothèse*, relative à la liaison entre stratégies et performances, elle n'est pas complètement vérifiée. Sur ce plan, on ne peut pas dire qu'il y ait une différence marquée des performances selon le type de stratégie mobilisée, sauf sur le score 2 où se sont les sujets mobilisant une stratégie conceptuelle ou non stable qui ont les meilleures performances. Ainsi, si globalement la stratégie mobilisée ne prédit pas la performance à ce type de tâche, on constate cependant un apprentissage des notions de cinématique au cours des visites successives du cours en ligne, comme dans le cas d'un entraînement. Au regard des meilleures performances des sujets mobilisant une stratégie conceptuelle ou non stable lors du deuxième questionnaire, on peut penser que c'est la capacité à changer de point de vue en passant d'une stratégie à l'autre pour atteindre l'information désirée qui semble être la caractéristique d'une réelle expertise dans le contenu. Ces sujets bénéficieraient davantage, à long terme, de leur exploration, rendant la cons-

truction de sens plus stable. Ils auraient des capacités de traitement de l'information plus efficaces, leur permettant de la trier, de l'analyser et la relier de façon significative, afin de transformer cette masse d'informations en véritables connaissances. C'est-à-dire que ces sujets disposeraient au départ de l'ensemble des stratégies possibles sous forme de processus vicariants (Lautrey, 1990) et l'une ou l'autre des stratégies serait évoquée de façon privilégiée selon le contexte de la tâche et le niveau du sujet dans le contenu.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES ERGONOMIQUES

Même si nos interprétations méritaient un étayage empirique sur des effectifs plus importants et sur des contenus divers, cette expérimentation suggère la difficulté qu'on éprouve à s'approcher des conduites des apprenants et l'intérêt d'appréhender l'activité de navigation de ces utilisateurs en s'attachant à analyser les stratégies adoptées pour la résolution de la tâche. Ainsi, les connaissances établies quant à la caractérisation et la catégorisation des sujets selon leur stratégie navigationnelle pourraient nous permettre d'anticiper et d'identifier les conduites des utilisateurs et, partant de là, nous conduire à l'élaboration de quelques recommandations ergonomiques pouvant servir aux concepteurs comme cadre d'évaluation des cours en ligne existants et, pourquoi pas, comme un élément important à utiliser dans la conception des manuels scolaires électroniques de demain.

Au regard des résultats de cette étude, deux implications ergonomiques pour la conception peuvent être ainsi évoquées.

- À un premier niveau et au regard de nos résultats concernant la mise en évidence de stratégies différenciées, il s'agirait de souligner l'intérêt de prendre en compte la distinction proposée ici en termes de stratégies spatiales et conceptuelles et d'inciter les concepteurs à intégrer des traceurs aux sites existants ou à développer, leur permettant de les repérer chez les utilisateurs.
- À un second niveau et au regard des résultats relatifs au lien entre niveau initial, stratégie et performance, il s'agirait d'exploiter ces informations dans le cadre des hypermédias destinés aux apprentissages pour tenter l'implémentation de tuteurs adaptés. On pourrait ainsi imaginer, selon les objectifs pédagogiques à atteindre, fournir de l'information organisée de telle sorte que tel ou tel type de stratégie soit privilégiée par les sujets, dans le but d'optimiser leurs apprentissages.

BIBLIOGRAPHIE

- Bastien C. (1987). *Schémas et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant*, Paris : PUF.
- Bastien C. (1997). *Les connaissances de l'enfant à l'adulte*, Paris : Armand Colin.
- Beauguil L. (1996). *Types de navigation et types de tâches dans les hypermédias*, Université de Provence, Mémoire de Maîtrise non publié.
- Brown P. J. (1987). « Turning ideas into products: The guide system », *Hypertext '87*, p. 33-44.
- Canter D., Rivers R. & Storrs G. (1985). « Characterizing user navigation through complex data structures », *Behaviour & Information Technology*, vol. 2, n° 4, p. 95-102.
- Caro S. & Bétrancourt M. (1998). « Ergonomie des documents techniques informatisés : expériences et recommandations sur l'utilisation des organisateurs paralinguistiques », in A. Tricot & J.-F. Rouet (éds), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès, p. 101-115.
- Chen C. & Rada R. (1996). « Interacting with hypertext: a meta-analysis of experimental studies », *Human Computer Interaction*, n° 11, vol. 1, p. 125-156.
- Conklin J. (1987). « Hypertext: an introduction and survey », *IEEE Computer*, n° 20, vol. 9, p. 17-41.
- Corroyer D. & Rouanet H. (1994). « Sur l'importance des effets et des indicateurs dans l'analyse statistique des données », *L'Année Psychologique*, n° 94, p. 607-624.
- Coulet J.-C. (1998). « Une approche fonctionnelle de la classification multiple chez les enfants de 7 à 11 ans », *L'Année psychologique*, n° 98, p. 9-35.
- Dieberger A. (1994). *Navigation in textual virtual environments using a City Metaphore*, University of Technology, Vienna, Ph. D. thesis.
- Foss C. L. (1989). *Detecting lost users, Empirical studies on browsing hypertext*, Rapport de recherche INRIA, n° 972, Sophia Antipolis.
- Foucault B. (1999). « Analyse des stratégies de navigation sur le Web : expérience sur les modes d'accès à l'information », *IHM'99 Proceedings*, Montpellier, p. 45-48.
- Jacquet F. & Brenot P. (1997). « Apprentissage des préférences utilisateurs pour l'aide à la navigation sur le Web », *Hypertextes et hypermédias, H'PTM'97*, n° 1, Paris : Hermès, p. 125-142.
- Laberge D. (1995). *Attentional Processing*, Cambridge : Harvard University Press.
- Lautrey J. (1990). « Esquisse d'un modèle pluraliste du développement cognitif », in M. Reuchlin, J. Lautrey, C. Marendaz & T. Olhmann (éds), *Cognition : l'individuel et l'universel*, Paris : PUF.
- Lee Y. B. B. (1989). *Effects of learning style and instructional cues on achievement and learning interactivity in a hypermedia instructional system*, Purdue University, Ph. D. thesis (University Microfilms n° 90-08652).
- Leng Theng Y. (1995). *Lost in hyperspace? A look at 4 viable approaches*.
En ligne à l'adresse : <http://www.cs.mdx.ac.uk/staffpages/yinleng/hci95.html>.
- Logan G. (1996). « The CODE Theory of Visual Attention: An Integration of Space-Based and Object-Based Attention », *Psychological Review*, vol. 103, n° 4, p. 603-649.

- Nielsen J. (1990). *Hypertext and hypermedia*, Boston : Academic Press.
- Paquelin D. (1998). « Évaluation formative d'un environnement d'apprentissages interactifs destinés à des novices et des experts », in J.-F. Rouet & B. de La Passardière (éds), *Hypermédiat et Apprentissages 4*, Actes du Quatrième Colloque Hypermédiat et Apprentissages, Paris : INRP/EPI, p. 251-255.
- Ranta-Aho M. (1996). « WWW and the surfing metaphor: harmful for the novice user? », Proceedings of CybErg'96, *The first International Cyberspace Conference on Ergonomics*, IEA Press, p. 443-450.
- Tricot A. (1993). « Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif », in G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (éds), *Hypermédiat et Apprentissages 2*, Paris : INRP/EPI.
- Tricot A., Puigserver E., Berdugo D. & Diallo M. (1999). « The validity of rational criteria for the interpretation of user-hypertext interaction », *Interacting with computers*, n° 12, p. 23-36.
- Vicente K. J. & Williges R. C. (1988). « Accommodating individual differences in searching a hierarchical file system », *International Journal of Man-Machine Studies*, n° 29, p. 647-668.
- Zeller P. & Dillenbourg P. (1997). « Effets du type d'activité sur les stratégies d'exploration d'un hyperdocument », *Sciences et techniques éducatives*, vol. 4, n° 4, p. 413-435.