

Définitions d'aides spécifiques en fonction des situations d'apprentissages dans des environnements hypermédias¹

André Tricot
Laboratoire de Recherche sur l'Éducation et la Socialisation Scolaire
IUFM de Bretagne
153 rue de Saint Malo
35 043 Rennes cedex
andre.tricot@bretagne.iufm.fr

Séminaire de didactique des mathématiques, Université de Rennes I, 18 novembre 1998.

1. Introduction

Au cours de son histoire, l'utilisation de l'informatique dans le domaine pédagogique a pu servir, entre autres, à concevoir :

- des outils d'enseignement (EAO),
- des environnements assistés de travail pour un apprenant (EIAO),
- des documents réactifs (hypermédias).

Les hypermédias se situent du côté des documents réactifs. Ils constituent un type d'environnement dans lequel, en général, l'interaction ne dépend pas de la nature d'une réponse élaborée par l'utilisateur, mais du simple choix que fait celui-ci (parmi un ensemble de possibles). On peut donc considérer que l'interactivité est moins « riche » ou moins « intelligente » dans le domaine des hypermédias que dans le domaine de l'EIAO. Les hypermédias constituent des environnements dans lesquels les apprenants peuvent essentiellement chercher de l'information, la traiter, l'exploiter, établir des liens, etc.

La conception d'outils dans le domaine de l'informatique pédagogique a très souvent été associée à la conception d'aides, aides tantôt adressées au sujet en tant qu'utilisateur d'un outils, ou aides adressées au sujet en tant qu'apprenant d'un contenu.

Pour un courant de l'EIAO, l'aide réside surtout dans la conception de feedbacks pertinents vers l'apprenant. Cette approche est fondée sur l'élaboration d'un modèle de l'apprenant, qui permet au système d'interpréter les réponses de l'élève, et de lui proposer des corrections, des solutions, des pistes de réflexions, du guidage, etc. Les travaux de l'EIAO mettent en évidence l'extraordinaire

¹ Cet exposé reprend en partie un papier présenté par Tricot, A., Demarcy, C. et El Boussarghini, R. lors du 4ème colloque « Hypermédias et Apprentissages » de Poitiers, en Octobre 1998. Les actes sont à paraître aux presses de l'INRP.

complexité du problème posé par l'interprétation des actions et des réponses de l'élève, et force est de constater que souvent, les environnements proposés sont circonscrits à un nombre très limité de situations d'apprentissage par l'action.

On peut donc considérer que la définition d'aides et de scénarii d'interaction dans le domaine de l'EIAO présente souvent le « défaut » :

- d'être très ambitieuse,
- de, conséquemment, se restreindre à des petits domaines,
- de ne pas prendre en compte le sujet en tant qu'utilisateur.

On peut considérer que la définition d'aides dans le domaine des hypermédias présente souvent le défaut :

- de ne pas résoudre tous les problèmes de l'utilisateur,
- de ne pas être une aide à l'apprentissage.

Je propose donc de traiter des conditions de définition d'aides à l'apprenant dans le domaine des hypermédias. Je prétends que ces aides ont des caractéristiques spécifiques aux situations d'apprentissage en cours, ou aux activités mentales engagées dans l'apprentissage en cours. Dans un premier temps, je traiterai des aides à l'utilisateur dans le domaine des hypermédias. Je soulignerai leurs limites. Puis je décrirai quels apprentissages sont possibles dans des environnements hypermédias, ainsi que les principales activités mentales engagées dans ces situations d'apprentissages. Cela me permettra d'envisager dans une dernière partie, des aides spécifiques à ces activités.

2. Les aides à l'utilisateur dans le domaine des hypermédias

Un des intérêts identifiés, à la fin des années 80, de l'utilisation des hypermédias dans les situations d'apprentissages était qu'ils permettaient (apparemment) d'éluder les questions de l'aide, du guidage et du feedback, questions dont on sait qu'elles occupaient de plus en plus le domaine de l'EIAO. On crut un moment que la liberté de choix de l'utilisateur / apprenant lui permettrait de traiter les contenus qui lui convenaient, à l'intérieur d'un espace de navigation déterminé par ses choix, justement. On se rendit vite compte qu'en réalité l'utilisateur / apprenant peut facilement se perdre dans cet espace de navigation (Conklin, 1987 ; Foss, 1989). A partir de ce constat, et du précédent, on put envisager plusieurs options, qui constituent autant de courant de recherches.

2.1 Concevoir des bases « où l'on navigue aisément parce qu'elles sont bien organisées »

Une direction de recherche est fondée sur le postulat que l'intérêt des hypermédias réside justement dans l'absence d'aide, ou en tous cas, dans l'absence de guidage. Pour que l'utilisateur ne se perde pas, « il suffit » de bien concevoir l'espace de navigation. Ceci s'est traduit par :

- la définition de contraintes sur la structure de la base (Tricot, 1995), en termes de « niveau de largeur » et de « niveau de profondeur », contraintes qui ne semblent valables que pour des tâches de compréhension exhaustive du document ;

- la définition de principes d'organisation rationnelle de la base, où le sujet doit pouvoir comprendre l'organisation des contenus indépendamment de sa compréhension des contenus eux-mêmes (Tricot & Bastien, 1996) ;
- la structuration par l'usage, où les liens sont définis en fonction de la fréquence de leur activation (Holt & Howell, 1992 ; Bollen & Heylighen, 1997) ;
- et plus largement par la définition de méthodes d'analyse de la documentation à implémenter (voir par exemple les méthodes très «naturelles» de Stanton & Barber, 1992, ou de Wentland, 1996, mais aussi Nanard, 1993, et les centaines de publications sur ce thème).

2.2 Concevoir des outils de navigation et de guidage

Un autre courant consiste à définir des outils d'aide au repérage et à la découverte de l'espace documentaire.

Par exemple, l'historique en un mécanisme d'enregistrement chronologique linéaire des nœuds ou des adresses consultés lors d'une session. Il est enregistrable. On peut à tout moment le « remonter » de façon linéaire ou aller à un endroit précis. Il présente l'avantage de permettre à l'utilisateur de s'y retrouver quand il est perdu ou de faire chemin arrière quand il se rend compte qu'il n'ouvre plus rien de pertinent pour lui. L'historique présente l'inconvénient d'être linéaire alors que la structure des documents consultés n'est pas souvent linéaire mais hiérarchique. C'est pourquoi il existe des outils de « structuration graphique » de l'historique comme MosaicG.

La visite guidée et les tournes pages constituent un moyen privilégié de découvrir un hypermédia, en suivant une linéarisation de la structure imposée par l'auteur, ou calculée par un algorithme de recherche en fonction de la requête de l'utilisateur. Ce n'est évidemment pas un moyen d'exploration qui dépasse le stade de la prise de contact avec l'outil.

Les algorithmes de recherche permettent de sélectionner un certain nombre de nœuds en fonction de l'appariement entre des mots / descripteurs recherchés par l'utilisateur et leur présence dans des documents.

Ces deux derniers outils, faut-il le répéter, consistent simplement à transformer les hypermédiats (en livre pour le premier, en base de données pour le second) pour offrir des accès différents aux utilisateurs. Mais l'utilisation de ces outils ne concerne pas, à mon sens, l'utilisation d'hypermédiats.

2.3 Concevoir des outils de visualisation de l'espace

Les outils de visualisation de l'espace sont nombreux et variés. Leur conception repose sur une idée simple : puisque l'utilisateur se perd dans l'hyperdocument, donnons lui en une carte. Cette carte pourrait être un simple sommaire, voire un sommaire interactif, et se révéler un outil efficace (Silva, 1992). Mais les techniques de visualisation permettant des présentations beaucoup plus sophistiquées, des outils de spacialisation de l'ensemble des contenus ont été proposés (cartes de concepts, avec niveaux de focale variables, etc.). Par exemple, la structuration graphique de l'historique MosaicG pour NCSA Mosaic 2.5 (Ayers & Stasko, 1997) permet de représenter le parcours de l'utilisateur non pas de façon linéaire mais en respectant la structure (hiérarchique,

arborescente par exemple) du document d'origine. « Malheureusement » les recherches expérimentales de Neville Stanton et ses collègues (Stanton, Taylor & Tweedie, 1992 ; Stanton 1994) montrent qu'il n'y a en général pas de meilleurs résultats en apprentissage ou d'orientation dans l'hyperdocument quand le système dispose d'une « carte des contenus » que quand il n'en dispose pas. Dillon et ses collègues (1993) ont expliqué ce résultat (maintes fois répliqué) en disant que l'espace de navigation n'est pas un espace physique dans lequel on s'oriente mais un espace sémantique dans lequel on traite des contenus.

2.4 Concevoir de bonnes interfaces

Avoir de bons principes de conception : selon Bastien (1992), le premier principe en conception d'interfaces est de ne pas séparer cet aspect des autres aspects de la conception. Une interface définit une compatibilité entre d'une part la représentation que l'utilisateur se fait de la tâche à effectuer ainsi que des connaissances à mobiliser, et d'autre part la formalisation que le concepteur a effectué des tâches et des connaissances manipulées par le système. Les travaux de Sébillotte et Scapin à l'INRIA (voir notamment Gamboa Rodriguez & Scapin, 1997) décrivent un peu plus précisément en quoi l'analyse de la tâche peut fonder la conception d'une interface.

Bien disposer les informations à l'écrans : dans une revue de la littérature, Caro et Bétrancourt (1998) montrent que de nombreux résultats expérimentaux fournissent des indications utiles pour la disposition des informations à l'écran, notamment en ce qui concerne l'espace et la densité informative, les caractères spéciaux, la couleur, la typographie, la ponctuation, les attributs vidéo, le multifenêtrage du texte, les relations entre texte et figure, le format de présentation, la disposition spatiale et temporelle des schémas.

Gérer efficacement les différents niveaux d'informations : pour Bétrancourt et Caro (1998), un des problèmes impliqués par les interfaces pour les documents est le traitement du double niveau de discours, aussi bien dans les configurations texte / texte que dans les configurations texte / image. Ces auteurs montrent que la mise en escamot (*pop up windows*) ne perturbe pas, voire améliore, la mémorisation d'informations, qu'elles soient textuelles ou multimédia. L'escamot est efficace pour la recherche d'information dans du texte, après un premier temps d'habitation au dispositif. L'escamot permet de mettre au premier plan l'une des sources d'information et donc de donner une hiérarchie d'étude au document, ce qui faciliterait son traitement dans des tâches de recherche d'information. L'insertion en escamot permet aussi d'intégrer les différents types d'informations en coréférence, ce qui facilite leur intégration cognitive (Sweller et al., 1990). Ainsi, l'escamot permet de réaliser des fonctions de distinction et d'intégration des informations, tout en évitant la surcharge cognitive observée pour les organisateurs « papier », comme le traitement du marquage de l'importance (Gaonac'h & Passerault, 1990), ou la séparation spatiale des informations (Sweller et al., 1990).

2.5 Concevoir de bons scénarii d'interaction

Pour Tricot et Rufino (sous presse), la meilleure aide que l'on puisse apporter à un apprenant est de concevoir un bon scénario pédagogique. Ces auteurs proposent de distinguer deux niveaux dans la conception d'un outil pédagogique multimédia interactif : le niveau des modalités d'interaction et celui du scénario d'interaction. Les modalités d'interaction concernent les aspects concrets et matériels de l'interaction de l'utilisateur-apprenant avec la machine, et n'ont *a priori* rien de spécifique au

domaine des apprentissages. Le scénario d'interaction concerne les aspects pédagogiques de l'interaction de l'utilisateur-apprenant avec un contenu d'enseignement, et n'ont *a priori* rien de spécifique au support utilisé. Pour ces auteurs les scénarii pédagogiques pour les hypermédias d'apprentissage sont à inventer, de façon particulière à chaque situation d'apprentissage et ils soulignent les théories de l'apprentissage ne fournissent pas des scénarii pédagogiques « tout faits » et universels.

2.6 Discussion

Les courants de recherche évoqués ci-dessus fournissent des indications intéressantes, non-exclusives entre elles, mais générales, en ce qui concerne la définition des aides aux apprenants en situation d'utilisation d'hypermédia. Il faudrait, me semble-t-il, adapter l'aide à l'activité en cours (au type d'apprentissage), car les activités mentales impliquées par les différents types d'apprentissages sont très sensiblement différentes entre elles d'une situation à l'autre.

3. Quels apprentissages dans les hypermédias ?

3.1 La catégorisation de Bruillard et de La Passardière

Le concept d'hypermédia a une acception de plus en plus large et hétérogène (Nanard & Nanard, 1998), et il est maintenant courant d'établir des catégorisations d'usages, depuis la fameuse catégorisation de Bernstein (1993) autour du *mining* (extraction de l'information), du *manufacturing* (gestion / exploitation de l'information) et du *farming* (structuration personnelle de l'information). Ce type de catégorisation s'avère tout aussi opérationnelle sinon plus que les descriptions en niveau d'interactivité (Balpe, 1997), qui ont elles mêmes supplanté les descriptions en termes informatiques ou de support (comme celles de Conklin, 1987 ou Halasz & Schwartz, 1990). Bruillard et de La Passardière (1998) ont donc décrit trois catégories d'usages pour les hypermédias éducatifs :

- accéder à des bases de documents et s'y promener ;
- créer, baliser, structurer des bases de documents ;
- utiliser des environnements d'apprentissage intégrant l'hypertexte.

Cette catégorisation ne correspond (évidemment) pas aux types d'apprentissages habituellement décrits en psychologie cognitive, où l'on distingue :

- les apprentissages par l'action pour lesquels l'apprenant est censé agir pour trouver une solution à un problème dont il n'a pas la solution immédiate, mais dont il peut trouver la solution en raisonnant, par essais et erreur, etc. (*e.g.* faire un exercice « fermé », résoudre un problème qui n'admet qu'une solution) ;
- les apprentissages par instruction, pour lesquels l'apprenant est censé comprendre ce qui est expliqué ou décrit dans un discours oral ou écrit, ce discours pouvant être illustré ou non (*e.g.* cours magistral, lecture, explication).

Il semble que la catégorisation de Bruillard et de La Passardière (1998) décrive « les environnements d'apprentissage intégrant l'hypertexte » comme principalement des environnements d'apprentissages par l'action, par exemple en mathématiques (*cf.* Baron, 1996). Mais la catégorie « créer, baliser,

structurer des bases de documents » comprend aussi bien des produits où l'apprenant est acteur de la structuration de la base de documents que simple lecteur de « livres électroniques ». Il me semble que cette dernière sous-catégorie peut être largement assimilée aux apprentissages par instruction, comme cela apparaît dans le cours électronique de Gurtner (1998), tout comme peut l'être la sous-catégorie d'applications où l'hypermédia est assimilé à un précepteur (Soula & Fieschi, 1996 ; Venturini & Viel, 1996 ; Venturini, 1997). Il apparaît donc que, si l'on excepte les situations où l'apprenant fait des exercices / résout des problèmes dans des environnements hypermédias, et celles où l'apprenant suit un cours / comprend un document, alors les apprenants ont, dans les environnements hypermédias d'apprentissage, des activités qui ne sont habituellement pas décrites en psychologie cognitive des apprentissages. En effet, dans les autres environnements hypermédias d'apprentissage, les utilisateurs sont surtout censés explorer, à partir d'une consigne plus ou moins opérationnelle, une base de documents, faire des liens (mentaux ou physiques) entre ces documents, élaborer une représentation plus ou moins synthétique de ce qui a été vu et jugé pertinent, pour enfin produire un document ou un sous-document privé ou public, destiné à être évalué ou non. Dans le paragraphe qui suit, je vais essayer de spécifier cette catégorie d'apprentissages, que j'appelle « apprentissages par exploration ».

3.2 Un détour par la psychologie cognitive : les apprentissages par l'action, par instruction et par exploration

Dans les apprentissages par l'action (voir notamment l'article séminal de Anzai & Simon, 1979), l'apprenant doit résoudre un problème (atteindre un but dans une situation où il ne sait pas immédiatement atteindre ce but), puis éventuellement répéter l'exécution d'une action pour l'affiner, la rendre plus efficace (voire l'automatiser). Dans les situations de résolution de problème, un aspect important de l'activité des sujets consiste à explorer l'espace-problème. Cette activité consiste, au niveau physique à manipuler le matériel donné dans la situation, et au niveau cognitif, à appliquer un certain nombre de règles de raisonnement admises dans la situation pour voir en quoi cette situation se transforme et en quoi l'état du problème se rapproche ou non de l'état final. Cette exploration de l'espace-problème consiste donc largement à tester des hypothèses émises à partir de la représentation initiale du but à atteindre. On admet généralement qu'il y a quatre grandes catégories de résolution de problèmes, dont l'espace-problème est soit fini, soit non fini, et dont le but est soit bien, soit mal défini (Tableau 1).

tâches de résolution de problèmes	bien définis	mal définis
à états finis	<i>ex : Tour de Hanoi</i>	<i>ex : problème arithmétique</i>
à états non finis	<i>ex : problème dont on ne sait pas s'il admet une solution</i>	<i>ex : conception</i>

Tableau 1. Un exemple de catégorisation de résolution de problèmes

Les situations où l'espace-problème est non fini, et où le but est mal défini sont, de loin, les moins étudiées dans des contextes d'apprentissage, si l'on excepte la tradition des travaux de la psychologie ergonomique (voir par exemple les thèses de Vion, 1993 et Wagemann & Percier, 1994). Ce sont aussi les situations d'apprentissage les plus souvent proposées pour l'utilisation d'hypermédias (il n'est d'ailleurs pas rare que dans ce cas précis, les outils utilisés n'aient même pas été conçus pour les apprentissages, comme les CD roms culturels, l'internet, etc.). La différence majeure entre les situations communément étudiées pour les apprentissages par l'action et ce que nous appelons les apprentissages par exploration réside dans le fait que pour ces derniers l'espace problème contient surtout des documents.

Pour l'essentiel, les apprentissages par instruction sont assimilés, en psychologie cognitive, aux apprentissages à partir de texte, c'est à dire, de fait, à l'activité de compréhension de textes (linéaires ou non, auxquels sont adjointes ou non des images). Il n'y a donc pas à proprement parler en psychologie cognitive de théorie des apprentissages par instruction¹, si ce ne sont celles de la compréhension de textes. A partir d'une activité de lecture ou d'écoute donc (codage du sens du texte et production d'inférences), l'apprenant élabore un modèle de la situation décrite par le texte. Cette activité diffère de l'activité de résolution de problème en ce sens que le sujet n'explore pas un espace-problème ; il suit un cheminement très largement déterminé à l'avance (par un autre, *i.e.* l'auteur, l'enseignant). Le sujet ne transforme pas non plus la situation étudiée.

Avec les hypertextes, les lecteurs sont forcés de manipuler le document traité. Ils doivent aussi se représenter un but (qu'est ce que je dois lire, qu'est-ce qu'il m'est inutile de lire?) et à partir de là élaborer une stratégie d'exploration / sélection d'information, etc. (*cf.* Rouet & Tricot, 1998). Un niveau de traitement devient particulièrement sensible, celui du modèle de l'argumentation : sans la succession linéaire des arguments, le lecteur a besoin de bien maîtriser la nature des relations entre les arguments pour pouvoir en coder le sens (Dillon, 1991).

Je veux donc suggérer que dans de nombreuses situations d'utilisation d'hypermédias pour l'apprentissage, les sujets ont une activité qui est à la fois une activité de résolution de problème, dans laquelle l'espace-problème à explorer est surtout documentaire, et une activité de compréhension de texte (et d'images), dans laquelle une large partie des sources potentiellement disponibles ne sont pas traitées. Pour cela, le sujet doit élaborer une représentation du but et une stratégie d'exploration-sélection de l'information. Remarquons au passage que cette situation d'apprentissage est exactement celle que l'on propose depuis bien longtemps aux apprenants (élèves ou étudiants) quand on leur demande de préparer un exposé, à ceci près que l'espace de navigation documentaire est une bibliothèque (nous évoquerons plus bas l'analogie avec une autre situation d'apprentissage, pratiquée dans certains TP).

Au premier abord donc, les situations d'apprentissage par exploration empruntent, sans s'y réduire, un certain nombre de processus aux apprentissages par l'action et par exploration (Tableau 2).

¹ Sur ce point, la psychologie cognitive a semble-t-il souvent préféré décrire les apprentissages à partir des connaissances acquises (connaissances déclaratives versus connaissances procédurales) qu'à partir des situations d'apprentissage. Ainsi, les théories de l'apprentissage par l'action constituent un véritable champ de recherche depuis plus de vingt ans tandis que les théories de l'apprentissages par l'instruction n'existent quasiment pas par elles-mêmes. Cette place laissée vacante a heureusement été investie par la didactique.

apprentissage par l'action	apprentissage par instruction	apprentissage par exploration
Exploration de l'espace problème	Traitement / compréhension de textes et images	Exploration de l'espace problème, Traitement / compréhension de textes et images

Tableau 2. L'apprentissage par exploration et ses liens aux apprentissages des l'action et par instruction.

La conception et l'utilisation d'aides à l'apprenant / utilisateur peuvent, au premier abord, être envisagées comme la somme des aides à apporter dans les situations d'apprentissage par l'action et par instruction. Je vais tenter de montrer la possibilité d'envisager les aides qu'implique l'interaction entre ces deux types d'apprentissage. Je désigne les situations d'apprentissage par exploration comme des situations «où l'apprenant doit résoudre un problème de sélection d'information dans un espace documentaire et comprendre les documents sélectionnés, pour élaborer une représentation synthétique du contenu de ces documents sélectionnés ».

3.3 Les aides aux apprentissages par l'action

Nous considérerons ici l'apprentissage par l'action dans le cadre d'« exercices application » (mathématiques par exemple ...) et dans le cadre habituel de la résolution de problèmes à changement d'états, bien définis.

L'élaboration de la consigne est critique dans la mesure où celle-ci guide l'élaboration de la représentation et peut induire l'élaboration d'une représentation inadéquate, par exemple par l'adoption de fausses contraintes dans les procédures de résolution (de très nombreuses études ont été conduites sur le thème). De simples définitions de mots difficiles ou ambigus pourraient aussi aider le sujet, ainsi qu'une représentation imagée de la situation à traiter.

Une aide ponctuelle à l'élaboration d'une représentation opérationnelle peut intervenir sous la forme d'un pointage des propriétés critiques de la situation, ce qui permettrait de bien catégoriser le problème. Des situations analogues pourraient être proposées, permettant un transfert analogique lorsque celui-ci est possible, c'est-à-dire lorsque l'apprenant a des connaissances antérieures qui le permettent.

Le feedback étant l'élément essentiel de cet apprentissage, il doit exister (peut-être seulement à la demande) à toutes les étapes et non pas uniquement de façon différée, en final, sous la forme d'une réussite ou d'un échec. Il peut s'agir par exemple d'informations explicites en terme d'écart au but, de buts négatifs à éviter, de sous-but, d'hypothèses alternatives...

3.4 Les aides aux apprentissages par instruction

Le premier niveau d'aide dans le domaine des apprentissages par instruction me semble devoir être lexical et syntaxique : le vocabulaire et les structures syntaxiques utilisés doivent être adaptés aux

apprenants, les mots difficiles doivent être définis. Caro et Bétrancourt (1998) montrent par exemple qu'un simple dispositif de fenêtre escamotable est efficace pour les définitions.

Le second niveau d'aide concerne le niveau de la structure argumentative : les arguments doivent être reliés entre eux selon des schémas que connaissent les sujets. Il est probable que de ce côté là, la psycholinguiste développementale apporte des éléments de réflexions utiles aux concepteurs (voir en France les travaux de Pierre Coirier, de Anne Gombert, etc.).

Le troisième niveau d'aide concerne les connaissances préalables des sujets sur le thème abordé ou sur la situation décrite : il doit y avoir un dispositif de sélection ou de hiérarchisation de l'information en fonction de réponses à un questionnaire d'entrée. Le système doit proposer des représentations graphiques des situations décrites. Le dispositif d'intégration texte/graphique doit permettre une gestion aisée du traitement de la co-référence texte/image (voir Bétrancourt et Caro, 1998). Un feedback doit être fourni sur l'acquisition des connaissances.

Enfin, à un dernier niveau, le système doit permettre de prendre en compte différents types d'objectifs des apprenants. Il doit y avoir une sélection des informations et/ou une structuration de celles-ci en fonction de l'objectif, notamment quand cet objectif est une procéduralisation (transformation d'une connaissance acquise sous forme déclarative en savoir-faire). Comme il existe des différences interindividuelles dans la production d'inférences, il est important d'apporter une aide aux sujets (Vézin, 1986), susceptible de provoquer des élaborations du texte (prise de notes, rédaction de résumés en cours d'apprentissage).

3.5 Les aides aux apprentissages par exploration

Dans cet apprentissage le sujet élabore lui-même son objectif, à partir d'un objectif plus large défini par un tuteur, par exemple lors de la demande d'exposé. L'élaboration d'un plan d'action s'avère ici absolument nécessaire dans la mesure où seule une décomposition en sous-but peut permettre de réaliser l'objectif. Cette étape est critique car complexe. En effet, élaborer un plan nécessite d'évoquer et de sélectionner des procédures, de les décomposer, mais surtout d'évaluer les résultats intermédiaires obtenus grâce à ces procédures. Un autre aspect critique réside dans le recueil des données : identifier les éléments pertinents par rapport au but.

Il n'y a pas à notre connaissance de théorie des apprentissages par exploration. Rouet et Tricot s'emploient depuis trois ans à élaborer un cadre de description pour cette activité (le modèle ESP, Rouet & Tricot 1995, 1996, 1998), mais ce cadre est très loin pour l'instant de constituer une théorie de l'apprentissage. Tout juste puis-je indiquer donc, que les aspects liés à la gestion de la tâche (élaboration d'une représentation du but, évolution de celle-ci en fonction des documents traités), à l'élaboration et à la gestion d'une stratégie de recherche d'information, et enfin au traitement de contenus, doivent être des composants importants de l'activité des sujets. Nous ajouterons que trois mécanismes de gestion cognitive sont mis en oeuvre : la planification, le contrôle, et la régulation.

L'expérience de Pennell et Deane (1995) illustre bien l'analogie entre ce que j'appelle les apprentissages par exploration et une situation bien connue de certaines disciplines expérimentales : les Travaux Pratiques (nous parlons ici des véritables TP, ceux où l'apprenant doit construire un

dispositif expérimental, recueillir des résultats, les comparer, et en rendre compte - et non pas des simples « TP de mesure ». Le projet de Pennell et Deane s'inscrit dans un enseignement de Biologie pour des étudiants de Licence en Sciences Appliquées en Australie. L'objectif est d'initier ces étudiants à la méthode expérimentale. Les auteurs sont partis du constat que les modèles de résolution de problèmes ne pouvaient convenir à la description de l'activité de leurs étudiants dans la discipline étudiée (la biologie) avec l'objectif visé (la méthode expérimentale), cette situation ayant une partie exploratoire très importante qui n'est pas prise en compte par les théories de l'apprentissage par l'action². Pennell et Deane ont aussi dû prendre en compte le fait que la phase exploratoire est difficilement réalisable en laboratoire pour une simple raison de coût (des centaines d'étudiants, pendant 6 mois...). Ils ont ainsi proposé un « espace d'exploration thématique » informatisé, où les étudiants ont accès à des théories, à des protocoles expérimentaux, et à des références. A partir de cet espace d'exploration, les étudiants doivent produire une discussion sur un thème donné.

Ce n'est donc pas tant l'intérêt de l'EXAO (Expérimentations Assistées par Ordinateur) que je veux souligner ici, mais le caractère « nécessairement exploratoire en termes de documents » de certains apprentissages, qui pourrait bien être présent dans de nombreuses disciplines, et qui pourrait légitimer la conception d'applications éducatives pour les apprentissages par exploration... (bien plus que la mode des CD rom et de l'Internet ?).

Trois niveaux d'aide devraient être proposés pour les apprentissages par exploration : les aides à la gestion de la tâche, les aides à la sélection d'information et les aides à la compréhension.

Les aides à la gestion de la tâche : il s'agit essentiellement d'aider le sujet à se représenter de façon opérationnelle le but qu'il poursuit ; dans certains cas, il faudra aider le sujet à faire évoluer cette représentation, tandis que dans d'autres, il faut l'aider à maintenir cette représentation stable (on sait que le phénomène de désorientation dans l'hyperdocument est souvent dû à un problème de maintien en MDT de la représentation du but). Peut être qu'un affichage du but sous forme de bandeau ou de fenêtre escamotable pourrait aider les sujets sur cet aspect (voir les nombreux travaux de Rouet à ce propos).

Les aides à la sélection d'information doivent à mon sens concerner deux aspects principaux : l'identification claire des catégories d'informations à l'intérieur desquelles le sujet fait un choix et la définition de menus d'accès simples, peu profonds. Comme il est probable que l'on puisse décrire l'activité de choix d'une catégorie comme un calcul de proximité entre la représentation du but et le titre de la catégorie, alors on peut penser que des marqueurs de pertinence, peut être quantitatifs, de ces catégories peuvent être proposés aux sujets.

Les aides à la compréhension ne diffèrent pas, à un premier niveau, des aides à la compréhension que j'ai évoqué plus haut. Mais la compréhension des liens semble être un problème particulièrement sensible dans le contexte des apprentissages par instruction.

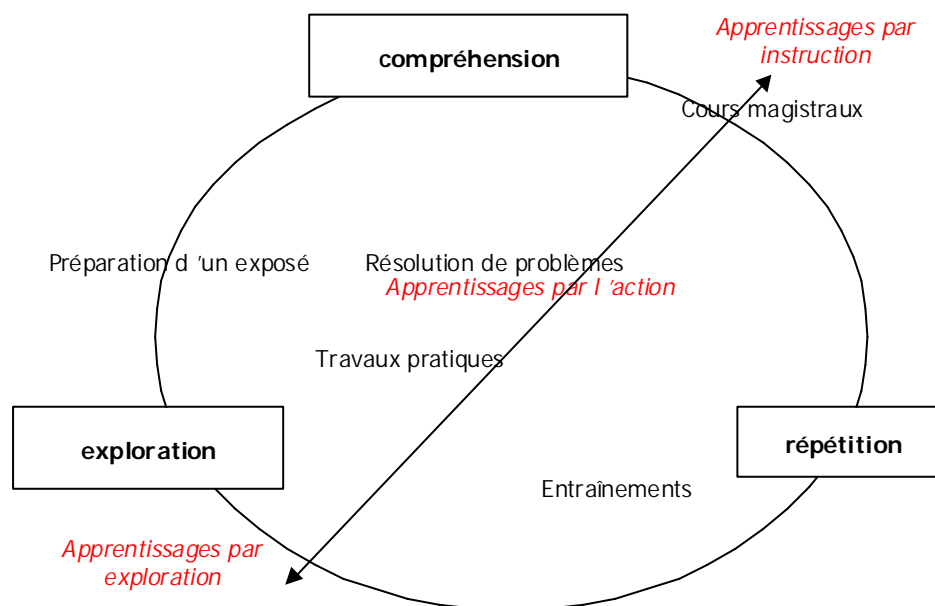
² Cette évidence semble d'ailleurs loin d'être envisageable dans l'enseignement de nombreuses disciplines expérimentales, que l'on confond souvent en sciences humaines avec l'enseignement de la statistique, et qui reste fondé sur des cours magistraux et quelques exercices d'applications.

4. Discussion : situations de classe, situations d'apprentissages et définitions d'aides

La brève analyse que j'ai proposé ci-dessus m'a permis d'envisager des pistes de travail pour la conception ou l'évaluation des systèmes hypermédiés d'apprentissage qui seraient centrées sur les aides, et qui dépendraient du type d'apprentissage visé par l'application.

Il me semble aussi possible d'envisager que :

- tout apprentissage mobilise à des degrés divers les activités mentales de compréhension, de répétition, et d'exploration ;
- que la situation d'apprentissage par l'action correspond à une situation de classe bien connue (la résolution de problèmes) et mobilise de façon équivalente les trois activités mentales que je viens d'évoquer ;
- que les autres situations d'apprentissage sont moins bien connues et correspondent de façon moins évidente à des situations de classe ;
- qu'il est néanmoins possible de définir des aides aux activités mentales qui aient une certaine pertinence dans les différentes situations.



(a) Les aides à la répétition pourraient être de...

Fournir un feedback sur l'interprétation et les contraintes qui pèsent sur les procédures de résolution.

Mettre en exergue les propriétés critiques de la situation.

Proposer des situations analogues.

Fournir un feedback à toutes les étapes (informations explicites en terme d'écart au but, de buts négatifs à éviter, de sous-buts, d'hypothèses alternatives...).

Fournir une analyse du résultat, notamment de l'erreur.

(b) *Les aides à la compréhension pourraient être de...*

Adapter le vocabulaire utilisé aux apprenants.

Définir les mots difficiles.

Adapter les structure syntaxiques aux apprenants.

Relier les arguments entre eux selon des schémas que connaissent les sujets.

Fournir un dispositif de sélection ou de hiérarchisation de l'information en fonction de réponses à un questionnaire d'entrée.

Proposer des représentations graphiques des situations décrites.

Permettre, avec le dispositif d'intégration texte/graphique, un gestion aisée du traitement de la co-référence texte/image.

Fournir un feedback sur l'acquisition des connaissances.

Permettre une prise en compte de différents types d'objectifs des apprenants.

Permettre une sélection des informations et/ou une structuration de celles-ci en fonction de l'objectif.

Fournir une aide susceptible de provoquer des élaborations du texte.

(c) *Les aides à l'exploration pourraient être de...*

Aider le sujet dans son élaboration d'une représentation opérationnelle du but.

Aider le sujet à faire évoluer cette représentation.

Aider le sujet à maintenir cette représentation stable.

Proposer des moyens d'accès simples à l'espace de travail.

Identifier clairement les catégories d'informations.

Fournir des marqueurs de pertinence de ces catégories.

Aider le sujet à comprendre les liens entre les contenus et les éléments de la situation.

Bibliographie

- Anzai, Y., & Simon, H.A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124-140.
- Ayers, E.Z., & Stasko, J.T. (1997). Using graphic history in browsing the WWW. *International Journal of Human Computers Studies*, 47 (1).
- Balpe, J.-P. (1997). Hypertexte et interactivité. *Hypertextes et Hypermédiats*, 1 (1), 11-22.
- Baron G.-L., (1996). Quelle offre en matière de cédéroms d'apprentissage des mathématiques au collège. In G.-L. Baron & E. Bruillard (Eds.), *Du livre au CD-Rom, permanence et mutations*, Actes des journées de travail de Lille (pp. 55-59). Paris : INRP.
- Bastien, C. (1992). Ergonomics for hypermedia courseware. In A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia courseware : structures of communication and intelligent help*. Berlin : Springer Verlag.
- Bernstein, M. (1993). Enactment in informations farming. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.
- Bernstein, M., Brown, P.J., Frisse, M., Glushko R.J., Landow G., & Zellweger, P. (1991). Structure, navigation and hypertext : the status of the navigation problem. *Hypertext'91 Proceedings*, San Antonio. New York, NY : ACM Press.
- Bétrancourt, M., & Caro, S. (1998). Intégrer des informations en escamots dans les textes techniques : quels effets sur les processus cognitifs ? In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Les hypermédiats, approches cognitives et ergonomiques*. Paris : Hermès.

- Bollen, J., & Heylighen, F. (1997). Dynamic and adaptative structuring of the WWW based on user navigation patterns. <http://pespmc1.vub.ac.br:/FlexHT/Bollen97.html>.
- Bruillard, E., & de La Passardière, D. (1998). Fonctionnalités hypertextuelles dans les environnements d'apprentissage. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*. Paris : Hermès.
- Caro, S., & Bétrancourt, M. (1998). Ergonomie des documents techniques informatisés : expériences et recommandations sur l'utilisation des organisateurs para-linguistiques In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*. Paris : Hermès.
- Conklin, J. (1987). Hypertext : an introduction and survey. *IEEE Computer*, 20 (9), 17-41.
- Dillon, A. (1991). Reader's models of text structures : the cases of academic articles. *International Journal of Man-Machine Studies*, 35, 913-925.
- Dillon, A., McKnight, C., & Richardson, J. (1993). Space - the final chapter or Why physical representations are not semantic intentions. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext, a psychological perspective* (p. 169-192). Chicester : Ellis Horwood.
- Foss, C.L. (1989). Detecting lost users : Empirical studies on browsing hypertext. *Rapport de Recherche INRIA n° 972*, Sophia Antipolis.
- Gamboa Rodriguez F., & Scapin D.L., (1997). Editing MAD* task description for specifying interfaces, at both semantic and presentation level. In M.D. Harrison & J.C. Torres (Eds.) *Design, specification and verification of interactive systems' 97* (p. 193-208). New York : Springer WienNewYork.
- Gaonac'h, D., & Passerault J.M. (1990). Marquage de l'importance et traitement des éléments dans un texte : effet immédiat et différé. *European Journal of Psychology of Education*, 5, 59-68.
- Gurtner, J.-L. (1998). *Psychologie pédagogique : l'adolescent* (CD rom). Fribourg : Centre NTE / Université de Fribourg.
- Halasz F., & Schwartz M. (1990). The Dexter hypertext reference model. *NIST Hypertext Standardisation Workshop*, Gaithersburg.
- Holt, P.O., & Howell, G. (1992). Making connections : the logical structuring of hypertext documents. *Instructional Science*, 21, 169-181.
- Nanard, J., & Nanard, M. (1993). Should anchors be typed too? An experiment with MacWeb. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.
- Nanard, J., & Nanard, M. (1998). La conception d'hypermédias. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Approches cognitives et ergonomiques des hypermédias. Hypertextes et Hypermédias*, 2 (1).
- Pennel, R., & Deane, E.M. (1995). Use of a Web browser for developing investigate skills. *AusWeb'95, First Australian WWW Conference*.
- 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 Éducatives*, 2 (3), 307-331.
- Rouet, J.-F., & Tricot, A. (1996). Task and activity models in hypertext usage. In H. van Oostendorp & S. de Mul (Ed.), *Cognitive aspects of electronic text processing*. (pp. 239-264). Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Rouet, J.-F., & Tricot, A. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Approches cognitives et ergonomiques des hypermédias. Hypertextes et Hypermédias*, 2 (1).

- Silva, A.P. (1992), Hypermedia, influence of interactive freedom degree in learning processes. In A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia courseware, structures of communication and intelligent help* (pp. 145-156). Berlin : Springer Verlag.
- Soula G., Fieschi M., (1996). Conception d'hypermédias en médecine : l'expérience du projet Forum. In E. Bruillard, J.-M. Baldner. & G.-L. Baron (Eds.), *Hypermédias et Apprentissages 3* (pp. 109-118). Paris : INRP - EPI.
- Stanton, N.A. (1994). Exploration into hypertext : spacial metaphor considered harmful. *ETTI*, 31 (4), 276-294.
- Stanton, N.A., & Barber, C. (1992). An investigation of styles and strategies in self-directed learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1 (2), 147-167.
- Stanton, N.A., Taylor, R.G. & Tweedie, L.A.(1992). Maps as navigational aids in hypertext environments : an empirical evaluation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1 (4), 431-444.
- Sweller J., Chandler P., Tierney P. & Cooper M., (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology*, 119 (2), 176-192.
- Tricot, A. (1995). Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias. *Thèse de l'Université de Provence*, spécialité Psychologie Cognitive. Janvier (294 p.).
- Tricot, A., & Bastien, C. (1996). La conception d'hypermédias pour l'apprentissage : structurer des connaissances rationnellement ou fonctionnellement? In E. Bruillard, J.-M. Baldner & G.L. Baron (Eds.), *Hypermédias et Apprentissages 3*. (pp. 57-72). Paris : Presses de l'INRP.
- Tricot, A., & Rufino, A. (in press). L'interactivité au service des apprentissages : effets des modalités d'interaction vs effets du scénario d'interaction. In C. Meunier et G. Jacquinot, (Eds.), « L'interactivité au service de l'apprentissage », *Revue des Sciences de l'Éducation* (Canada), numéro spécial, nov. 98.
- Venturini P. (1997). Conception et évaluation d'une base de données hypermédia en électricité. *Thèse de l'Université de Toulouse*.
- Venturini P., & Viel L. (1996). Base de données hypermédia pour le programme d'électricité en seconde. In E. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Eds.), *Hypermédias et Apprentissages 3* (pp. 211-224). Paris : INRP - EPI.
- Vézin L. (1986). *Communication des connaissances et activité de l'élève*. Saint-Denis : Presses Universitaires de Vincennes.
- Vion, M. (1993). *Analyse de l'apprentissage médié « sur le tas »*. Thèse de l'Université Paris XIII.
- Wagemann, L., & Percier, M. (1995). *Contribution à l'étude de la formation à la gestion de processus continus : Le cas de l'entraînement sur simulateur machine des élèves officiers de la marine marchande*. Thèse de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes.
- Wentland, M. (1996). Outils d'aide à la génération automatique d'hypertextes pédagogiques. In E. Bruillard, J.-M. Baldner., & G.-L. Baron (Eds.), *Hypermédias et Apprentissages 3* (pp. 47-53). Paris : INRP.