

## LES CARTES DE CONCEPTS : OUTIL POUR LES CONCEPTEURS ET LES UTILISATEURS D'HYPERMÉDIA ÉDUCATIF

**Didier Paquelin**

ENESAD BP 1607  
21036 Dijon cedex

***Résumé :** L'objet de cette communication est de contribuer à l'élaboration d'éléments méthodologiques pour la conception d'hypermédias d'aide à l'apprentissage. Ce modèle conceptuel comporte plusieurs systèmes complémentaires que nous appelons espaces, dont la finalité est de constituer et d'animer une situation d'apprentissage centrée sur l'action de l'apprenant. Pour ce faire nous nous inspirons de la théorie des cartes de concepts afin de définir ces différents espaces et leur articulation. L'environnement interactif d'apprentissage proposé est construit sur une métaphore dont l'un des objectifs est de s'approcher au mieux des conceptions des apprenants en optimisant les distances sémantique et articulatoire. Les premiers résultats obtenus attestent de l'opérationnalité de cette démarche de conception. L'expérimentation porte également sur l'élaboration de graphe de concepts par les apprenants. Si les premières observations montrent la faisabilité de cette approche, elles rendent compte des difficultés que rencontrent les apprenants dans cette démarche d'abstraction modélisatrice.*

### INTRODUCTION

La relation au savoir est une relation indirecte qui nécessite socialisation et médiatisation. Dans cette perspective nous plaçons l'hypermédia comme médiateur entre le sujet et l'objet de savoir, unité de matérialisation de la connaissance, lieu où s'expriment les concepts et l'apprenant dans un univers fini. Technologiquement, l'hypermédia se définit comme un ensemble de nœuds et de liens, pédagogiquement, nous le définirons comme un environnement interactif d'apprentissage, c'est-à-dire un espace d'interaction entre le sujet et un savoir conceptualisé, proposé sous une certaine forme, qu'il s'agisse de pages d'informations liées les unes aux autres ou de situations-problèmes que l'apprenant doit résoudre.

L'une des hypothèses fondatrices de ce travail peut se résumer comme suit : l'hypermédia éducatif est un outil d'aide à l'apprentissage s'il permet une « libre expression » des conceptions (images opératives) préalables des apprenants et donne une information sur les activités de l'apprenant, lui permettant de prendre conscience et d'accepter le degré de validité de ses connaissances antérieures.

Nous retiendrons comme idée directrice que c'est par l'accomplissement de la tâche que le sujet élabore ses connaissances. L'hypermédia apparaît donc comme une modalité concrète de réalisation de la tâche par le sujet. Pour concevoir de telles applications, nous avons cherché quel pouvait être l'apport des cartes conceptuelles comme outils d'aide à la conception du produit mais également comme aide à la formalisation des savoirs par l'apprenant.

Après avoir rappelé brièvement l'intérêt des situations-problèmes en formation nous présenterons à l'aide d'exemples notre démarche.

## 1. HYPERMÉDIA ET SITUATION-PROBLÈME

L'un des objectifs de notre démarche est de proposer à l'apprenant une situation-problème à résoudre, c'est-à-dire « une situation dans laquelle le sujet se représente une tâche sans disposer immédiatement d'une procédure admissible pour atteindre le but » (Hoc, 87). Ce qui nous intéresse le plus ce n'est pas la solution proposée en tant que telle mais la démarche et la stratégie que l'apprenant mobilise dans la résolution du problème. Cette stratégie se définit par l'activité de décomposition du but à atteindre en sous-but, un ensemble d'actions et de conditions de réalisation de ces actions.

D'après Arzac et al (Arzac, 88), une situation-problème est opératoire lorsqu'elle remplit cinq conditions.

1. Les élèves doivent comprendre aisément les données et s'engager dans leur exploration avec leurs connaissances actuelles. Ils peuvent concevoir clairement ce qu'est une réponse possible et pertinente à la question posée.
2. La situation-problème doit porter sur un champ conceptuel que l'on désire effectivement explorer, et où se situent les apprentissages visés.
3. Les connaissances anciennes des élèves doivent être insuffisantes pour leur permettre de résoudre immédiatement le problème.
4. Les connaissances qui sont l'objet de l'apprentissage doivent fournir les outils les mieux adaptés pour obtenir la solution.
5. La question peut être formulée dans plusieurs cadres dans lesquels peuvent opérer les outils construits : cadre algébrique, géométrique, graphique, numérique, verbal...

Au regard des trois premières conditions citées par Arzac, la fonctionnalité de l'hypermédia éducatif est « *d'amener l'apprenant à passer du concret à une forme d'abstraction modélisatrice de son savoir pour comparer son niveau de performances à la référence recherchée... L'abstraction a pour but de reformuler sous une autre forme le problème et sa solution en insistant sur les concepts mis en œuvre et leurs interactions.* » (Duma et al., 95, p. 255).

En résumé, la finalité de l'application est par conséquent de :

- permettre à l'apprenant de réaliser une tâche clairement identifiée ;

- d'établir un diagnostic à partir duquel il est possible de proposer une remédiation adaptée ;
- de laisser l'apprenant agir selon sa « libre expression ».

Pour élaborer de telles applications, nous avons choisi d'utiliser les cartes de concepts comme outil de conceptualisation du domaine de connaissance par les experts et concepteurs, mais également comme outil de construction de la réponse par les apprenants.

Nous exposerons dans ce qui va suivre notre démarche de conception d'environnement d'apprentissage interactif qui propose une situation-problème à l'apprenant, lequel modélisera sa solution à l'aide d'un graphe auto-évaluatif dont il sera l'auteur.

## 2. DE LA CARTE CONCEPTUELLE À LA SITUATION-PROBLÈME ET SA MÉDIATISATION

Dans notre modèle conceptuel, nous identifions plusieurs ensembles, ou systèmes complémentaires, qui constituent et animent la situation d'apprentissage :

- l'espace objet ;
- l'espace de la tâche ;
- l'espace sujet ;
- l'espace de médiation.

La conception de l'espace de médiation, concrétisé par l'ergonomie de l'interface, résulte d'une réflexion conduite au niveau des trois premiers espaces (figure 2.1.). Espace de médiation qui proposera au sujet une tâche à accomplir, un problème à résoudre dans un environnement dynamique sur lequel, il pourra agir et à partir duquel il obtiendra des informations.

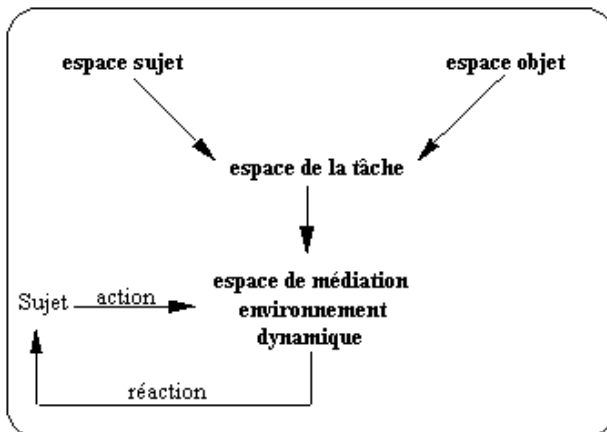


Figure 2.1. Les quatre espaces

## 2.1. Le corpus de connaissance : l'espace objet

Définir un corpus de connaissances est souvent un processus long et fastidieux en raison des différents courants de pensée qui traversent un même domaine, d'où la nécessité de disposer d'outils de formalisation clairs et explicites qui facilitent les négociations. Les cartes de concepts sont intéressantes à plusieurs titres : d'une part elles constituent un excellent outil de formalisation par leur mode d'élaboration hiérarchique, d'autre part elles permettent de définir précisément le territoire concerné. Sans compter que leur utilisation est un excellent outil de communication dans la mesure où elles donnent une vue à la fois globale et parcellaire, synthétique et descriptive d'un domaine de connaissances.

Pour définir le corpus de connaissances, nous identifions différents type de concepts (figure 2.2.) : méta-concept, concept d'état, concept de transformation, concept d'intervention, concept élémentaire. Cette identification et catégorisation n'a pas de valeur universelle, elle est fonction du corpus de connaissances. Chaque concept a un statut et est défini par un texte qui peut être complété par une iconographie. Pour chaque concept une gamme de valeurs est établie.

La première étape consiste à définir un concept central ou **méta-concept**, vers lequel vont converger les autres concepts. La recherche de ce méta-concept résulte de l'objectif pédagogique à l'origine de l'application.

Le **concept d'état** représente un état intermédiaire qui conduit au méta-concept. Topographiquement, ces concepts sont plus ou moins proches du méta-concept, c'est pourquoi nous classons les concepts d'états en couche dites couche d'états. Chaque couche est constituée de concepts d'état de même niveau de parenté avec le méta-concept.

Le **concept de transformation** est un processus dont la résultante est la modification d'un concept d'état. Un tel concept se définit par les concepts d'états amont et aval.

Le **concept d'intervention** est une opération réalisée sur l'un des concepts, il peut activer un concept de transformation.

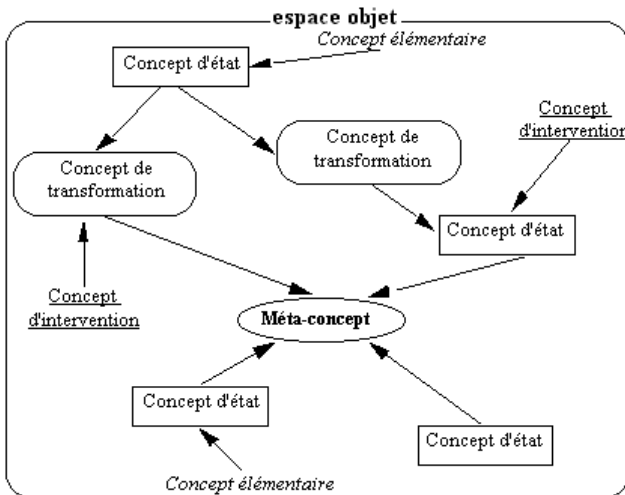


Figure 2.2. Les différents types de concepts

Le **concept élémentaire** ou constitutif est un élément de base qui participe à l'existence d'un état, en entrant dans sa constitution.

Bien entendu, un concept donné peut prendre un autre statut dans le cadre d'une autre carte conceptuelle. Ces statuts sont définis en regard du méta-concept retenu.

Les liens entre ces différents concepts sont également précisés. Ils sont orientés, ce qui permet de définir un concept amont et un concept aval. Ainsi chaque concept se caractérise par une définition et l'ensemble des liens qui l'unit à d'autres concepts. Ces liens peuvent être classés selon la famille à laquelle ils appartiennent. Ils s'expriment à l'aide de verbes. Ainsi la relation entre deux concepts s'écrit sous forme conditionnelle de type : si « valeur du concept amont est égale à x » alors « le lien qui l'unit à tel concept aval prend telle valeur » et « le concept aval prend telle valeur ».

Le projet « Terre-à-Sol » dont l'objectif est d'amener l'apprenant à maîtriser les composantes de la fertilité du sol<sup>1</sup>, illustre cette démarche (tableaux 1 et 2).

**Tableau 1. Exemples des différents concepts**

méta-concept	concept d'état	concept de transformation	concept d'intervention	concept élémentaire
fertilité du sol	texture, profondeur, porosité, acidité...	minéralisation, absorption racinaire	labour, irrigation, drainage	roche mère, cailloux, gravier

**Tableau 2. Exemples de relation entre concepts**

concept amont	lien	concept aval
pH si « pH est faible »	influence alors « il y a diminution	absorption racinaire de l'absorption racinaire »

Il est tout à fait possible d'arrêter à ce stade la réflexion sur l'espace objet et de passer à la conception de l'interface, le résultat sera d'une autre nature et s'apparentera à des bases de données.

## 2.2. L'espace sujet : l'espace des représentations

Il est communément admis aujourd'hui que tout sujet mis dans une situation d'apprentissage, œuvre selon des représentations, des conceptions préalables, que certains auteurs appellent le « déjà là ».

Dans notre démarche, nous essayons d'intégrer au mieux cette dimension en questionnant des représentants du public cible sur leurs connaissances préalables du domaine concerné. Les entretiens et questionnaires sont autant d'outils mobilisables dans cette étape.

---

<sup>1</sup> La fertilité du sol est liée à une idée de production importante. Elle se définit par trois critères principaux : fertilité chimique (capacité du sol à fournir l'alimentation minérale de la plante), fertilité physique (plus ou moins grande facilité de créer et maintenir un état physique adapté dans ses conséquences au système de culture pratiqué), fertilité biologique (évaluée à partir de la flore adventice, du parasitisme, des prédateurs et de leur évolution).

Pour conduire le projet « Terre à Sol » nous avons rencontré un panel d'apprenants à qui nous avons proposé différents types de questionnaires :

- un questionnaire comportant 54 items : ensemble de questions fermées dont les réponses sont de type « juste, probablement juste, probablement faux, faux ». Ce questionnaire a pour objectif d'identifier différents niveaux d'expertise chez les apprenants ;
- un questionnaire à questions ouvertes comportant 7 questions a également été testé auprès du même public ;
- un graphe à compléter est proposé sous deux formes :
  - la première - par ordre de passation - qui comporte des étiquettes vides à compléter en prenant des éléments dans une liste ;
  - la seconde identique à la première sauf qu'un mot est déjà positionné dans une étiquette.

Le premier questionnaire confirme la présence d'un niveau d'expertise varié selon les apprenants mais avec un taux global de réussite important (75%). Les questions ouvertes confirment cette tendance et attestent d'une connaissance partielle des apprenants du domaine concerné. Si certains concepts sont spontanément cités par une grande majorité de sujets, d'autres sont peu connus. En conséquence de quoi, il importe de proposer à l'apprenant une situation adaptée au mieux à ses connaissances. Nous sommes bien face à un public hétérogène dont le niveau d'expertise est varié, du novice à l'expérimenté. L'enjeu de notre démarche est de proposer un environnement d'apprentissage identique pour ces différents publics.

Dans notre étude, l'épreuve du graphe à compléter a pour objectif d'apprécier la capacité des apprenants à manipuler un tel formalisme, une telle forme modélisatrice. Sans disposer encore d'explications relatives à ces résultats, nous pouvons néanmoins affirmer que cette maîtrise est variable d'un sujet à l'autre. Nous avons observé qu'il était plus facile pour les apprenants de manipuler ce formalisme lorsqu'il s'agit de concepts concrets. Lorsqu'il s'agit de notions plus abstraites, le fait de poser l'un des concepts au préalable constitue une aide significative pour l'élaboration du graphe. Nous reviendrons sur cet aspect lorsque nous aborderons l'espace de médiation.

### **2.3. L'espace de la tâche : l'interface entre l'espace objet et l'espace de médiation**

Nous ne reviendrons pas ici sur la nécessité qu'il y a de définir en amont de toute conception l'objectif pédagogique que doit maîtriser l'apprenant au terme de l'usage de l'application. L'opérationnalité de cet objectif doit être clairement définie, c'est elle qui détermine la nature de la tâche à accomplir.

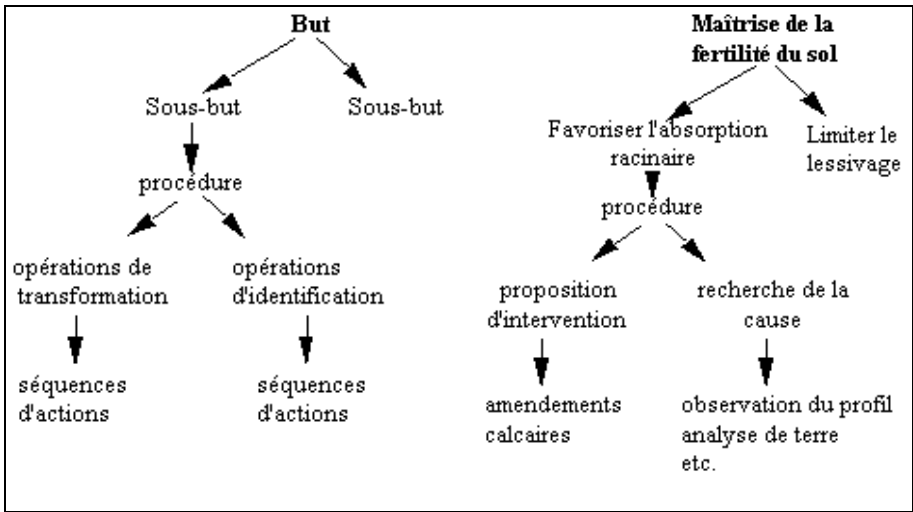
Pour aller au delà de la base de données et parvenir à une véritable situation-problème, la construction de l'espace de la tâche est une étape clé. Après avoir défini la notion de tâche nous poursuivrons par la démarche d'élaboration de cet espace.

La tâche indique ce que l'apprenant devra faire. C'est la réalisation d'un but donné dans des conditions déterminées (figure 2.3.). Le but est l'état final auquel

l'apprenant désire parvenir (Barthet, 88, p. 34). Celui-ci se décompose en un ensemble de sous-buts. L'atteinte du but correspond à un état désiré du méta-concept.

Pour réaliser une tâche, le sujet doit conduire différentes opérations : opération de transformation (permet de faire passer un objet d'un état à un autre) et opération d'identification et de sélection (recherche de conditions de réalisation de l'action). Les conditions peuvent être décrites par les procédures à mettre en œuvre pour atteindre le but, par la combinaison des opérations.

Barthet décrit deux types de tâche : la **tâche prévue** par l'apprenant et la **tâche réalisée** par ce dernier (Barthet, 88). Nous identifions un troisième type de tâche appelée **tâche référente** qui correspond au niveau d'expertise recherché. Pour que l'application propose une véritable situation-problème, elle doit permettre à l'apprenant de prévoir la tâche qui lui semble appropriée à la situation, d'obtenir une vue de la tâche qu'il a réalisée et des informations sur sa validité, par comparaison à la tâche référente.



Cadre général

Exemple issu de « Terre-à-Sol »

Figure 2.3. L'espace de la tâche

Pour construire l'espace de la tâche référente, nous utilisons la notion d'opération qui se décline selon deux modes : les opérations d'identification et les opérations de transformation. Le choix de ces opérations est fonction du public visé et de l'objectif pédagogique recherché. Chaque opération est définie par un texte et des conditions d'opérationnalité.

Les **opérations d'identification** ont pour finalité le recueil d'information sur la valeur de tel ou tel concept de l'espace objet. Les **opération de transformation** se définissent par les conséquences qu'elles engendrent sur un ou plusieurs concepts de l'espace objet. Ces différentes opérations entrent dans la constitution du panel d'action proposé à l'apprenant, que nous appelons **potentiel d'action**.

L'ensemble des opérations d'identification et de transformation vient compléter l'espace objet. À chaque concept sont associées ces opérations. Les opérations d'intervention peuvent être des concepts de l'espace objet. Par exemple le concept d'irrigation peut prendre le statut d'opération d'intervention.

Dans le cadre du projet « Terre-à-Sol », la tâche référente consiste à rétablir la fertilité du sol. Pour ce faire, l'apprenant doit conduire une démarche diagnostic afin d'identifier l'origine de la perturbation et proposer des solutions pour rétablir cette fertilité. Les outils d'investigation sont clairement précisés (tableau 3).

**Tableau 3 : Exemples d'opérations d'information et de transformation du projet « Terre-à-Sol »**

opération d'information	opération de transformation
demander une analyse de terre creuser un profil réaliser un test HCL observer un prélèvement	amendements calcaire engrais drainage labour décompactage

Dans cet exemple, l'opération de transformation « engrais » modifie la valeur du concept d'état « éléments dissous », dont la valeur initiale est donnée par l'opération d'information « analyse de terre ».

Dans ce même projet, nous avons cherché à cerner la représentation que les apprenants ont de la tâche afin d'apprécier la distance qui existe entre la tâche référente et la tâche prévue.

Les résultats issus des premières observations conduites auprès de douze apprenants montrent une forte contextualisation de la représentation de la tâche selon l'origine des apprenants. Même si les valeurs données aux différentes opérations ne sont pas correctes, ils ont une image opérative de l'action qui correspond bien à la référence. Cette information explique en partie la grande facilité avec laquelle les apprenants s'immergent dans l'espace de médiation proposé.

#### **2.4. L'espace de médiation : entre tâche prévue et tâche réalisée**

Quand bien même la tâche référente est clairement définie, la conception n'est pas encore terminée, il importe de définir l'espace de médiation par lequel l'apprenant entre en interaction avec le savoir : lieu d'expression de la situation-problème et lieu de sa résolution. Cet espace doit permettre à l'apprenant de prendre connaissance de tous les éléments de la situation, conduire une démarche de résolution de problème et prendre conscience de la validité de sa proposition. L'objectif de cette étape est d'identifier toutes les actions proposées à l'utilisateur et leurs modalités. Pour affiner la conception de cette espace nous intégrons les résultats de recherches conduites sur le thème des « styles de recherche de solution à un problème » (Duma et al., 95, p. 246-248). En conséquence, l'espace de médiation doit répondre aux conditions suivantes :

- donner une représentation verbale et graphique de l'information, sonore lorsque cela est possible ;
- être dynamique en offrant au sujet des actions effectives sur une simulation du monde ;
- autoriser une démarche de résolution d'ordre général et spécifique ;
- permettre une démarche ascendante et descendante ;



- permettre de passer du concret à l'abstrait ;
- offrir un potentiel d'actions qui correspondent aux représentations des apprenants et à leur logique d'usage.

Notre but n'est pas de concevoir un produit personnalisé pour chaque apprenant. C'est pourquoi nous proposons un panel d'actions dont la combinaison constitue une multitude de démarches potentielles : donner les éléments à l'apprenant pour qu'il puisse construire sa propre stratégie. Bien entendu ce panel doit être limité à la fois dans le temps et dans l'espace.

Au delà des opérations qui constituent l'espace de la tâche nous identifions toutes les actions susceptibles d'aider l'apprenant dans sa démarche de résolution de problème, démarche qui varie d'un sujet à un autre.

**2.4.1. Donner une représentation multimodale de l'action et de la réaction**

Pour répondre à ces objectifs, chaque opération est médiatisée en fonction de la scénarisation retenue. Elle prend la forme d'un objet qui est caractérisé par un code sémiotique, et dont « l'activabilité » est conditionnelle, c'est à dire qu'elle n'est réalisable que sous certaines conditions. L'ensemble de ces objets est intégré dans l'environnement d'apprentissage qui constitue l'espace de médiation (figure 3).

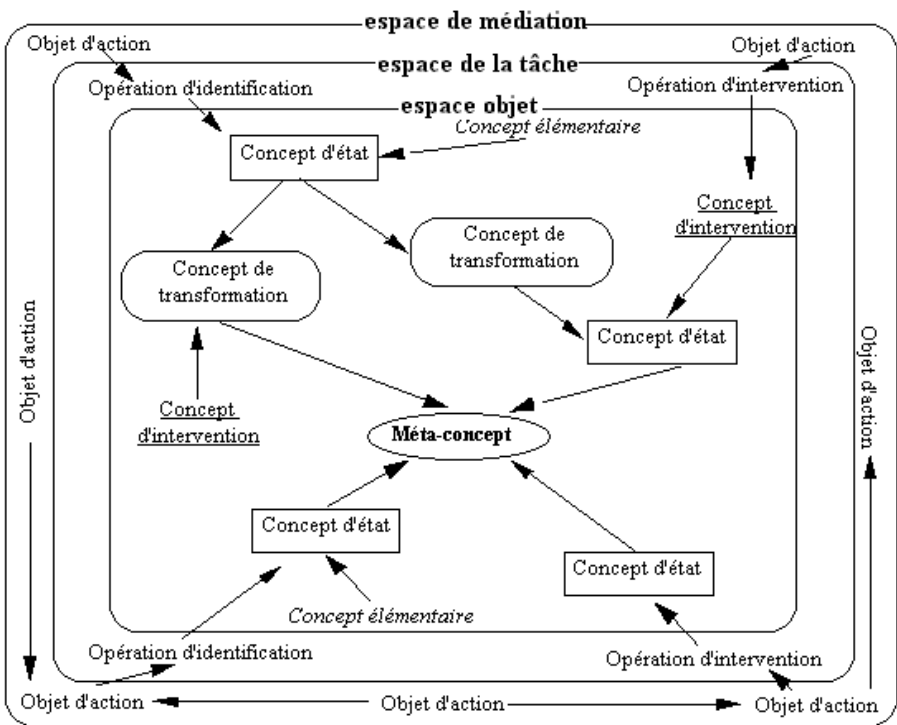


Figure 3 : Les trois espaces

De plus chaque objet constitue un lien de connection avec l'encyclopédie hypertextuelle, permettant ainsi à l'apprenant d'accéder à une information liée à son

action ou à la réaction générée par le système. Enfin un module pédagogique entre dans la constitution des objets. La fonctionnalité de ce module est de générer automatiquement les commentaires proposés à l'apprenant à partir d'items issus d'une liste initiale. Le commentaire porte sur l'opportunité du choix de l'action, sur la présence totale ou partielle des conditions « d'activabilité » de cet objet.

Le potentiel d'action, ou degré d'interactivité, autorise des démarches ascendantes ou descendantes. Certains objets ne sont pas liés directement à une opération de l'espace de la tâche scientifique. Il s'agit des actions liées à la gestion de la partie ou à des activités connexes de type « enregistrement d'informations dans un bloc notes ».

#### **2.4.2. Passer du concret à l'abstrait**

Dans le projet « Terre-à-Sol », la scénarisation place l'apprenant dans une situation concrète, reflet d'une réalité à laquelle il a été, ou il sera confronté. Une parcelle, un problème à résoudre, des outils d'investigation constituent son contexte d'intervention. L'objectif de l'application est d'amener l'apprenant à développer une démarche d'analyse de situation, plus que la simple recherche d'un résultat. Pour aider l'apprenant à passer du concret à une forme abstraite modélisatrice du savoir, il lui est demandé de construire une carte de concepts, dans laquelle il identifie les concepts en jeu et leurs inter-relations.

Cette production est comparée à la carte de référence issue de l'espace objet pour réaliser l'évaluation de la production finale. Il est alors possible d'identifier le degré de maîtrise des concepts et de leurs relations par l'apprenant. Ainsi pour chaque situation-problème, sont évaluées les activités de l'utilisateur. Cette analyse d'activités est conduite à quatre niveaux opératoires :

- opération d'investigation : identification de séquences d'actions qui conduisent à la source d'information pertinente ;
- opération de sélection de l'information par rapport au problème posé ;
- opération de consultation : accès à l'encyclopédie pour obtenir une explication ;
- opération de conceptualisation : choix des concepts, de leur valeur, des relations.

L'apprenant et le formateur peuvent consulter à tout moment ces informations qui sont stockées en mémoire.

À ce jour une vingtaine d'apprenants ont été confronté à cette application afin de vérifier les aspects ergonomiques, c'est-à-dire liés à l'espace de médiation. Nous nous plaçons par conséquent dans une démarche d'évaluation formative de ce logiciel. Nous constatons que, quel que soit le niveau initial de maîtrise du contenu des apprenants, l'intention des concepteurs rencontre celle des utilisateurs dans toute la partie consacrée à l'investigation, la recherche d'informations. La métaphore retenue, qui est celle d'un « apprenti expert en sol », est suffisamment explicite pour que les sujets investissent de leur intention l'environnement qui leur est proposé. Les distances sémantiques et articulatoires telles que les définit J. Coutaz sont correctes dans cette partie (Coutaz, 90, p. 51). La présentation des concepts par des objets physiques diminue la distance articulatoire. La difficulté vient du formalisme

d'abstraction modélisatrice proposé. En effet, l'élaboration de graphes conceptuels par des apprenants n'est pas chose courante. Dans la version testée, les apprenants élaboraient leur graphe soit à partir de termes issus de leur bloc-notes, soit à partir de termes choisis dans une liste ou saisis en mode libre. Les difficultés se situent à deux niveaux : niveau lexical et niveau syntaxique. Lexical au sens où un terme proposé par l'apprenant n'est accepté que s'il figure dans un dictionnaire défini au préalable par les concepteurs. Tout terme familier est alors rejeté. Sur le plan syntaxique, la gestion des étiquettes et des relations n'est pas aisée. Ces difficultés engendrent une surcharge cognitive d'ordre manipulatoire au détriment de l'acte d'apprentissage et de production. Par ailleurs, les entretiens conduits auprès des apprenants révèlent un certain formalisme de réponse qu'ils savent difficilement transférer dans un autre code sémiotique.

Ces premiers éléments ne remettent pas en cause notre choix initial des graphes conceptuels, mais nous ont conduit à modifier le mode d'élaboration des graphes. La version actuelle propose de nouvelles fonctionnalités dont l'objectif est de faciliter l'élaboration du graphe. Désormais, les liens entre les étiquettes sont valués explicitement et cette valeur est affichée sur le graphe. Dans la version précédente, un lien ne pouvait être défini que si deux concepts étaient posés. Actuellement, l'apprenant peut à partir d'un concept rechercher tous les concepts qui ont une relation identifiée à ce dernier. Cette fonctionnalité ouvre un nouveau chemin pour l'élaboration du graphe.

## CONCLUSION

Les éléments méthodologiques proposés sont applicables à la conception d'environnements d'apprentissages interactifs qui intègre la notion de situation-problème. Cette démarche éprouvée sur deux projets est présentée ici dans ses grandes lignes. Si la libre expression des apprenants dans un tel environnement a déjà été testée, nous sommes actuellement en attente des résultats finaux de l'expérimentation qui porte sur l'usage de la notion de carte de concepts par les apprenants. Cependant les premiers éléments d'analyse dont nous disposons attestent du bien-fondé de cette orientation et de la validité de la démarche de conception. Ce travail qui s'inscrit dans une dynamique de recherche doctorale se poursuit actuellement par la formalisation des outils de conception. La continuité dans le processus de conception entre les différents espaces assure le maintien des intentions initiales et positionne clairement l'application comme une réponse à un problème pédagogique pleinement identifié, facilitant ainsi la convergence des intentionnalités, celle de l'auteur et celle de l'utilisateur.

## Bibliographie

- Arsac Gilbert, Germain G., Mante Armand (1988). *Problème ouvert et situation-problème*, IREM, Lyon.
- Barthet Marie-France (1988). *Logiciels interactifs et ergonomie*, Édition Dunod.
- Coutaz Joëlle (1990). *Interfaces homme-ordinateur*, Édition Dunod.
- Crossley Kel, Green Les (1989). *Le Design des didacticiels*, ACL, Paris, p. 9-167.

- Duma J., Giroire H., Tisseau G. (1995). « Mise en évidence de styles de résolution, évolution de l'interface dans le projet Combien ? ». *Actes des journées EIAO-ENS*, Cachan, p. 245-255.
- Hoc Jean-Michel (1987). *Psychologie cognitive de la planification*, PUG, Grenoble, 197 p.
- Novak J. D. (1981). *The use of concept mapping and Gowin's V mapping instructional strategy un junior high sholl science*, Cornell University, Ithaca, New York.
- Paquelin Didier (1993). *Les applications éducatives hypermédias peuvent-elles prendre en compte les conceptions préalables et les logiques d'usage des apprenants ?*, DEA, Université Paris VIII.
- Paquelin Didier (1995). « Conception d'applications éducatives hypermédias : entre méthode et créativité » in Balpe Jean-Pierre, Lelu Alain, Saleh Imad. *Hypertextes et hypermédias*, Hermès, Paris, p. 241-250.