

L'ingénierie pédagogique à base d'objets et le référencement par les compétences

Gilbert Paquette

▶ **To cite this version:**

Gilbert Paquette. L'ingénierie pédagogique à base d'objets et le référencement par les compétences. Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 2004, L'ingénierie pédagogique à l'heure des TIC : pratiques et recherches, 1 (3), pp.45-55. edutice-00001374

HAL Id: edutice-00001374
https://edutice.hal.science/edutice-00001374

Submitted on 20 Jan 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'ingénierie pédagogique à base d'objets et le référencement par les compétences

Gilbert Paquette
Centre de recherche CIRTA (LICEF), Télé-université, CANADA
gpaquett@licef.teluq.uquebec.ca

Réflexion pédagogique

Résumé

Nous situons l'ingénierie pédagogique au confluent du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive. Puis, dans l'optique d'une ingénierie pédagogique à base d'objets, nous proposons une méthode permettant de représenter graphiquement les connaissances et les compétences, puis de les associer aux ressources d'apprentissage. Par la suite, nous montrons comment cette méthode peut contribuer à améliorer la qualité des environnements en ligne à chacune des phases de leur cycle de vie.

Abstract

We situate instructional engineering at the confluence of educational design, software engineering and cognitive engineering. Within the framework of object-based instructional engineering, we propose a method to represent knowledge and competencies graphically, and to associate them to learning resources. Afterward, we show how this method can contribute to improve the quality of on-line environments at each phase of their life cycle.

1. Ingénierie pédagogique : défis actuels

Dans cette section, nous décrivons les tendances internationales qui influencent actuellement le domaine de l'ingénierie pédagogique pour ensuite rappeler les concepts de base qui en jettent les bases. La section suivante sera consacrée aux méthodes et aux outils de l'ingénierie des connaissances à base d'objets. La dernière section traitera d'une opération centrale de l'ingénierie pédagogique : le référencement des acteurs, des activités et des ressources en fonction des connaissances d'un domaine et des compétences qui leur sont associées.

1.1 Tendances internationales

L'important mouvement international visant à établir des normes et des standards pour la formation en ligne modifie déjà la façon dont on exerce l'ingénierie pédagogique (Wiley, 2002). Référencées dans des répertoires accessibles sur le Web, ces ressources (ou objets d'apprentissage) sont des documents tels que des textes, des contenus audiovisuels, des didacticiels, des présentations ou simulations

multimédias, des outils de communication ou de traitement de l'information, des personnes fournissant de l'information ou de l'assistance pédagogique, technique ou organisationnelle, des événements (activités, unités d'apprentissage, cours, programmes de formation composés d'autres objets d'apprentissage)[1].

Le développement des dépôts d'objets d'apprentissage s'intègre dans une autre démarche concernant la prochaine génération de l'Internet : le Web sémantique (Berners-Lee, Hendler et Lassila, 2001). La croissance exponentielle de la quantité des informations publiées sur le Web rend inévitable, en effet, une évolution profonde de l'Internet visant à décrire sémantiquement les connaissances contenues sur une page Web, ce qui permettra un traitement ou des recherches de l'information à partir d'une représentation de leur sens plutôt que par leur syntaxe. On passe ainsi des métadonnées décrivant les objets d'apprentissage à des descriptions structurelles décrivant les concepts, les procédures et les principes d'un domaine de connaissances, fournissant ainsi une base pour l'ingénierie pédagogique à l'aide d'objets d'apprentissage. Le OWL (*Ontology Web Language*) est une façon standard de représenter les connaissances des pages Web proposées par le comité de l'Internet (W3C, 2004).

L'objectif poursuivi est de soutenir, sur le réseau des réseaux, l'acquisition, le traitement et la diffusion des connaissances intégrées dans les objets d'apprentissage, en un mot, d'offrir un support technologique opérationnel pour la gestion des connaissances, notamment leur acquisition par l'apprentissage et la formation. Au cours des cinq dernières années, un nombre croissant d'organismes reconnaissent l'importance des technologies d'apprentissage pour la gestion de leurs connaissances (Davenport et Prusak, 1998; Sveiby, 2001). C'est ici que convergent l'ingénierie cognitive, en tant que méthodologie d'extraction et d'organisation des connaissances formelles ou tacites, et l'ingénierie pédagogique des environnements d'apprentissage sur l'Internet, qui vise leur dissémination par l'acquisition des compétences.

1.2 Méthodologie actuelle

Ces orientations internationales mettent en évidence la nécessité d'une ingénierie pédagogique capable de faire face aux multiples décisions à prendre au moment de la conception d'un système de formation en ligne. Nous la définissons ainsi :

> Une méthodologie soutenant l'analyse, la conception, la réalisation et la planification de l'utilisation des systèmes d'apprentissage, intégrant les concepts, les processus et les principes du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive.
> (Paquette, 2002a, p. 106)

Depuis les années 1970, on assiste à une floraison de travaux visant la construction de « théories de l'enseignement » (Merrill, 1994; Reigeluth, 1983). Les modèles et les théories de design pédagogique reposent sur de solides fondations et une somme impressionnante de travaux. Presque toutes les théories proposent une pédagogie cognitiviste, constructiviste ou socioconstructiviste, mais dans la réalité, leurs applications concrètes tardent à remplacer le schéma classique exposé-exercices-tests, toujours dominant dans l'enseignement universitaire.

Par ailleurs, une nouvelle ingénierie pédagogique devient une nécessité à la lumière de l'évolution récente de l'apprentissage en réseau, et aussi pour contrer la tendance au développement artisanal que l'on peut observer dans trop de formations sur l'Internet. Le génie logiciel peut servir d'inspiration à cet égard. D'une part, les environnements d'apprentissage sont des systèmes d'information, de plus en plus informatisés et complexes d'ailleurs. D'autre part, le génie logiciel réussit à vaincre progressivement la tendance artisanale dans le domaine de la programmation des ordinateurs, artisanat qui s'avérait, là aussi, inadéquat pour vaincre la complexité croissante des systèmes d'information.

Sur un autre plan, l'ingénierie pédagogique, qui a pour but de favoriser l'acquisition des connaissances, ne peut faire l'économie d'une forme ou l'autre de modélisation des connaissances. L'ingénierie des connaissances (ou ingénierie cognitive) s'est développée dans la foulée des applications des systèmes experts et de l'intelligence artificielle au cours des 30 dernières années. Elle implique des opérations telles que l'identification des connaissances, leur explicitation, leur représentation et leur formalisation dans un langage symbolique ou graphique facilitant leur utilisation subséquente (Paquette et Roy, 1990). Cette méthodologie s'est déployée récemment vers ce qu'on appelle maintenant l'ingénierie ontologique, laquelle devient la méthodologie à la base du Web sémantique (Davies, Fensel et Van Harmelen, 2003). Utilisée dans le cadre de l'ingénierie pédagogique, la modélisation des connaissances ou l'ingénierie ontologique sert à définir les contenus, les activités et les scénarios d'apprentissage, les devis des matériels pédagogiques et les processus de diffusion d'un système d'apprentissage en ligne.

2. Ingénierie pédagogique à base d'objets

Depuis 1992, en appliquant des techniques d'ingénierie des connaissances au domaine du design pédagogique lui-même, nous avons construit une méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage (MISA) (Paquette, 2002a),

ainsi que divers outils de support à cette méthode : deux éditeurs graphiques de modèles de connaissances (MOT[2] et MOT+) (Paquette, 2002b), diverses versions d'un atelier distribué d'ingénierie de systèmes d'apprentissage (ADISA, ADISA2 et GADISA[3]) (Paquette, Rosca, De la Teja, Léonard et Lundgren-Cayrol, 2001) et diverses versions d'un système de conception et de diffusion de la formation en ligne (Explor@-1 et Explor@-2) (Paquette, 2002c).

Actuellement, nous intégrons ces divers outils dans le cadre du réseau de recherche LORNET[4] (www.lornet.org), poursuivant le développement de la méthode et de ses outils sur la base des orientations présentées à la section précédente. Nous visons à opérationnaliser et à instrumenter l'ingénierie pédagogique à base d'objets, à laquelle la présente section est consacrée.

2.1 Processus de base

L'ingénierie pédagogique procède à travers les phases suivantes : analyse des besoins d'apprentissage, identification et structuration des connaissances et des compétences visées, conception des activités et des scénarios d'apprentissage, médiatisation ou réutilisation des ressources, choix d'un modèle de diffusion des activités et des ressources, intégration dans une plateforme en vue du démarrage du cours ou de l'événement d'apprentissage. Un sous-processus important, l'évaluation des apprentissages, est transversal par rapport à ces phases : il se fonde sur la modélisation des connaissances et des compétences, utilise des instruments d'évaluation médiatisés et se réalise dans un contexte défini par le modèle de diffusion, concrétisé dans une plateforme de diffusion des événements d'apprentissage.

L'ingénierie pédagogique à base d'objets apporte des modifications intéressantes à ce processus de base :

- La recherche et l'inventaire des ressources (objets d'apprentissage) disponibles sur les réseaux contribuent à la structuration des connaissances et des compétences visées.

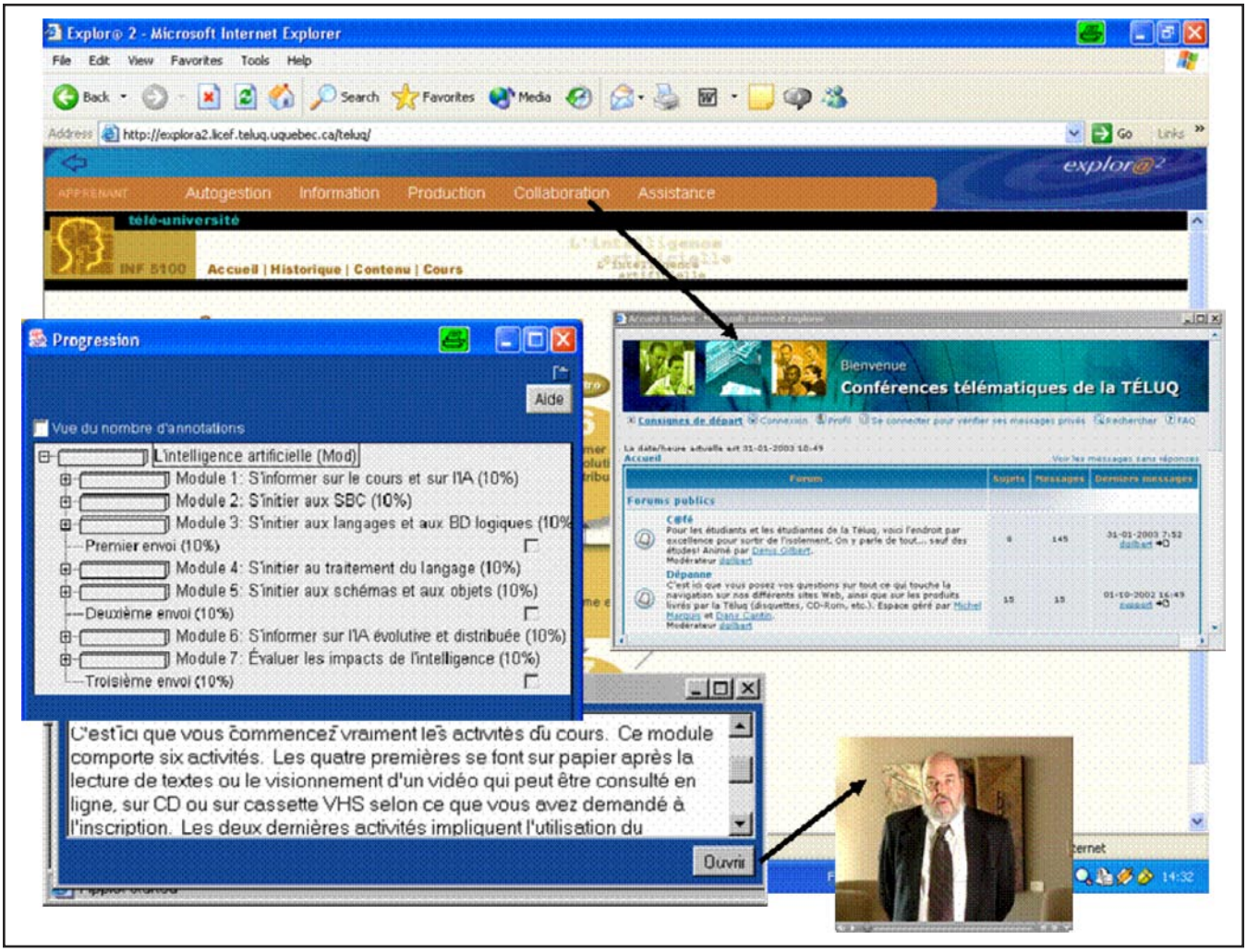


Figure 1. Un environnement à base d'objets d'apprentissage

- Au niveau de la conception des scénarios et des activités d'apprentissage, on peut trouver dans les dépôts d'objets des activités et des scénarios à adapter comme base d'une unité d'apprentissage.
- L'effort de médiatisation des ressources est diminué au profit de la réutilisation des ressources disponibles dans les banques d'objets et de leur assemblage dans de nouvelles ressources, elles-mêmes intégrées dans les dépôts d'objets et décrites dans les référentiels de ressources.
- La préparation de la diffusion nécessite l'usage de plateformes contenant divers outils d'agrégation permettant de repérer les objets d'apprentissage, de les référencer de façon standard, de les assembler dans un environnement d'apprentissage et de les lancer lors de l'utilisation de l'environnement.

La Figure 1 montre le résultat, dans la plateforme Explor@-2, d'une ingénierie pédagogique par objets utilisée lors de la conception de l'un des cours de l'auteur.

La partie supérieure de la figure présente une barre de menu fournissant un accès à divers objets d'apprentissage, notamment un outil de forum intégré au menu « Collaboration ». Cette barre de menu est construite par un outil d'agrégation qui facilite la recherche et la sélection des ressources (documents, outils, services, etc.) dans une banque d'objets d'apprentissage. Le centre de la figure est un outil de progression qui présente à l'apprenant la structure (le scénario, la méthode) pédagogique du cours subdivisé en modules, ceux-ci subdivisés en activités, et les activités en ressources à consulter ou à produire. À chacun de ces éléments, on peut associer, à l'aide d'un autre outil d'agrégation, un objet d'apprentissage sélectionné en furetant ou en lançant un moteur de recherche dans un réseau de banques d'objets. La fenêtre au bas de la figure affiche un conseil qui propose une ressource pédagogique, ici une vidéo, elle aussi intégrée au conseil à partir d'une banque d'objets.

2.2 Agrégation des objets d'apprentissage

Examinons maintenant le processus d'agrégation permettant de construire des environnements d'apprentissage à base d'objets. La Figure 2 identifie trois niveaux d'agrégation. Les éléments médiatiques (courts textes, sons, images fixes ou animées) entrent dans la composition des objets d'apprentissage, sans être nécessairement intégrés dans les référentiels d'objets d'apprentissage.

Les ressources (ou objets d'apprentissage) sont de divers types :

- Les documents (*représentés à la Figure 2 par des rectangles intégrant un ou plusieurs éléments médiatiques*) sont des objets qui portent de l'information relative à un domaine de connaissances, par exemple des textes, des sites Web, des contenus multimédias, des études de cas, etc.;
- Les outils (*représentés aussi par des rectangles*) sont des objets qui permettent de traiter ou de communiquer de l'information contenue dans les documents : éditeurs de texte, éditeurs vidéo, outils de courriel, forums, visioconférences;
- Les acteurs (*représentés ici par des hexagones*) sont des personnes ou des agents informatiques fournissant des services de communication ou de traitement de l'information;
- Les activités (*représentées ici par des ovales*) et les scénarios qui les regroupent fournissent une structure d'activités décrivant la réalisation d'un processus d'apprentissage.

Ces divers types d'objets seront assemblés pour construire une unité d'apprentissage, un cours ou un événement d'apprentissage. Les unités d'apprentissage sont modulaires et réutilisables sous la forme de « paquetages de contenus » (appelés *content packages* dans la plupart des standards internationaux). Ces « paquetages » regroupent à la fois le référencement de l'unité par métadonnées, la description de sa structure et les objets qui la composent ou des métadonnées indiquant leur localisation.

La partie de droite de la Figure 2 schématise une unité d'apprentissage composée de quatre activités, les deux de gauche étant effectuées par un acteur seul, par exemple un tuteur, et les deux de droite par un acteur collectif, par exemple une équipe d'apprenants. Chaque activité

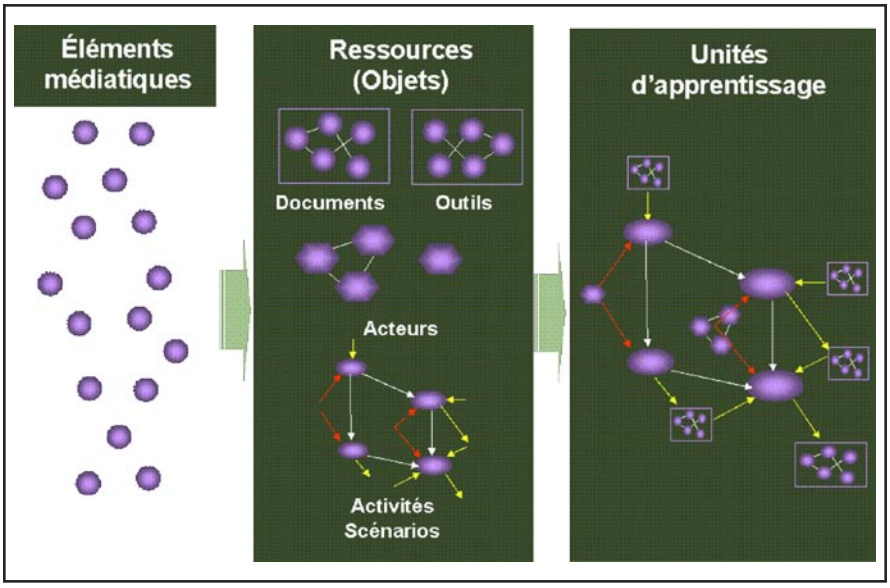


Figure 2. Niveaux d'agrégation des objets d'apprentissage

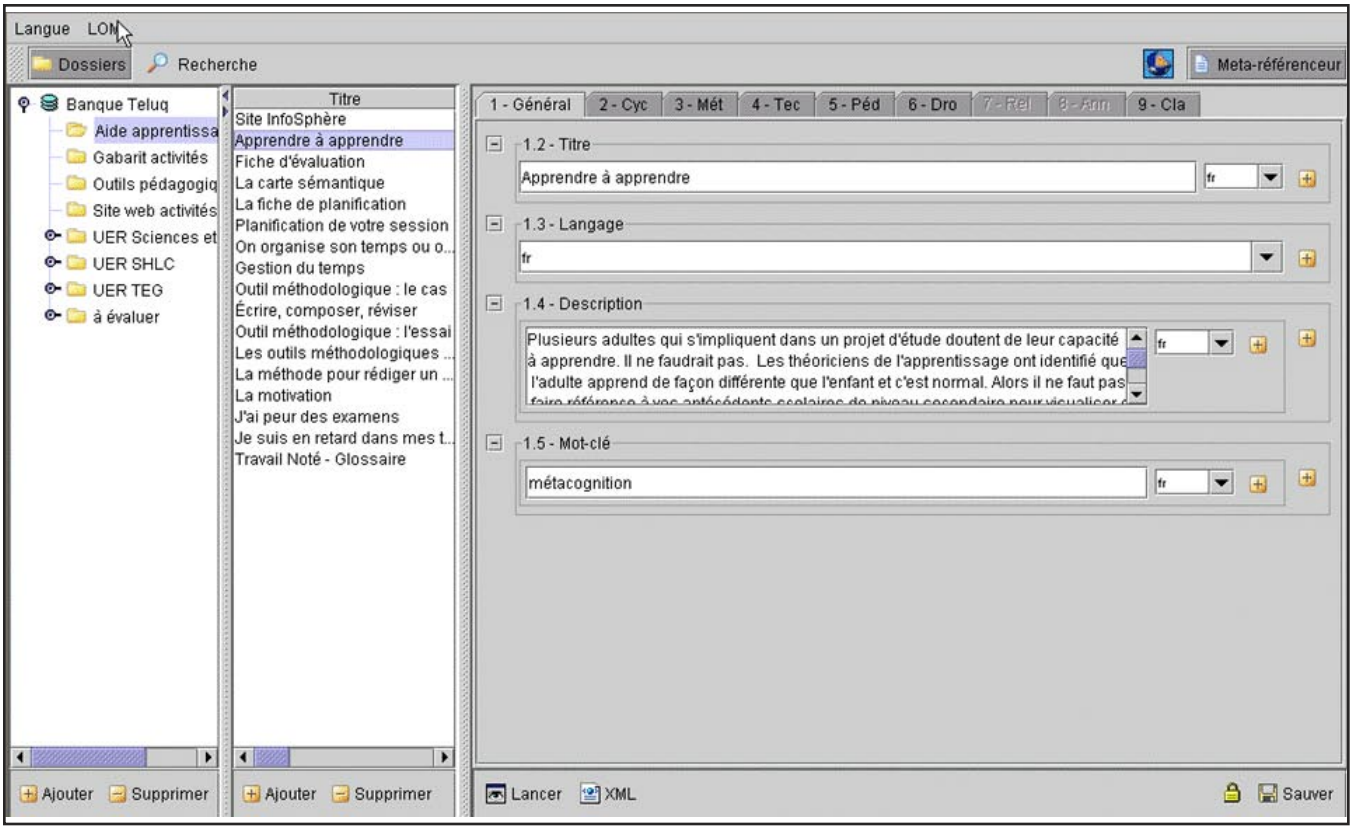


Figure 3. LOMPAD, un métaréférenceur d'objets d'apprentissage

possède en entrée des objets à consulter ou à utiliser et, en sortie, de nouveaux objets résultant de l'activité. Les unités d'apprentissage peuvent ensuite être à leur tour agrégées en des ensembles plus vastes (un module, un cours, un programme) et référencées à leur tour dans un référentiel d'objets d'apprentissage.

2.3 Référencement et accès aux objets d'apprentissage

Cela nous amène au processus de référencement visant à faciliter l'accès aux objets d'apprentissage et leur assemblage. La Figure 3 nous montre un gestionnaire de ressources (LOMPAD[5]), un outil développé au LICEF pouvant être intégré dans Explor@-2 ou dans une autre plateforme. La partie gauche de la fenêtre présente la banque de ressources de la Télé-université du Québec, dont une section est sélectionnée; la partie centrale montre la liste des objets d'apprentissage de cette section, ici des textes méthodologiques pouvant être réutilisés dans plusieurs cours. La partie de droite présente neuf onglets permettant de référencer la ressource à l'aide de métadonnées, recouvrant l'ensemble des attributs du standard LOM ou un sous-ensemble comme celui proposé par le profil d'application NORMETIC[6].

Le processus de référencement consiste d'abord à évaluer le potentiel de réutilisation d'un objet et parfois à le décomposer en objets plus petits selon leur potentiel de réutilisation. Par exemple, on pourra extraire d'une unité d'apprentissage les documents qui y sont utilisés, la structure du scénario ou la consigne de certaines activités, lesquels pourront être réutilisés dans d'autres domaines, parfois en remplaçant les ressources associées aux activités par d'autres mieux adaptées au nouveau domaine d'application. Lors de la décomposition d'une ressource en objets, il faut toutefois éviter de conserver des liens de transition nuisant à leur réutilisation, étant entendu que l'on peut référencer aussi la ressource dans sa totalité, y compris ses composantes et ses liens de transition.

Un autre aspect important du référencement est l'analyse et le respect de la propriété intellectuelle dont certaines formes (coûts excessifs, conditions posées à l'usage par les auteurs) peuvent limiter la réutilisation d'une ressource. L'analyse de la réutilisation sur le plan technique est également importante, certaines ressources requérant l'usage d'autres logiciels ou n'étant pas utilisables sur certaines plateformes.

Enfin, on pourra prévoir diverses formes d'utilisation des objets. Une partie d'un référentiel d'objets pourra être réservée à un usage privé, un professeur ne référençant que quelques champs de métadonnées et limitant l'usage des objets à ses collaborateurs ou à ses étudiants. Une autre partie d'un référentiel pourra être

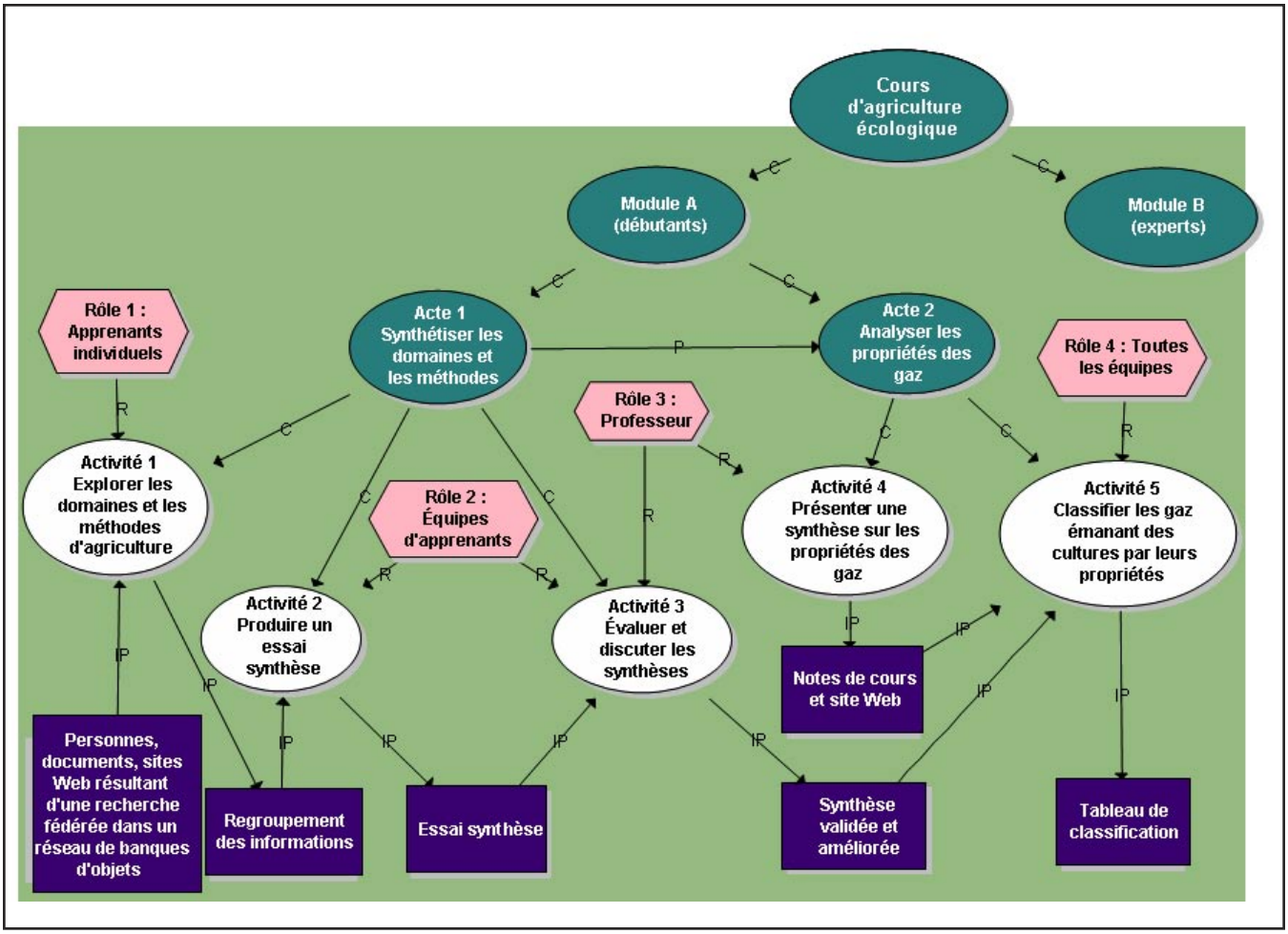


Figure 4. Un scénario multiacteurs

consacrée à un usage communautaire, par exemple dans un département, une institution ou un ensemble d'institutions au sein desquels les auteurs acceptent de partager leurs ressources; dans ce cas, il faudra adopter un ensemble commun plus large de métadonnées pour faciliter les recherches dans la banque communautaire. Enfin, les objets offerts plus largement sur les réseaux internationaux devront faire l'objet d'un référencement soigné, auquel participeront les auteurs, le personnel pédagogique ou des techniciens bibliothécaires.

3. Principes d'ingénierie pédagogique par objets

L'approche par objets comporte plusieurs avantages. Elle est économique, souple et surtout, elle déplace l'accent vers la réflexion pédagogique. Puisque les ressources deviennent plus facilement disponibles, il n'est plus nécessaire de développer autant de nouveaux objets d'apprentissage. La grande question devient alors : de quelle façon utiliser (ou adapter) les objets pour maximiser l'apprentissage? C'est là où l'ingénierie pédagogique revient à l'avant-scène.

Il y a également plusieurs défis à relever. Les principaux obstacles sont davantage culturels que techniques. La majorité des professeurs d'université sont des spécialistes de contenu qui n'ont pas de formation particulière en pédagogie. Cela induit beaucoup de professeurs à reproduire la façon dont on leur a enseigné, présentant de l'information sans accorder trop d'importance à la nécessaire construction des connaissances par l'apprenant. On doit alors proposer des démarches d'ingénierie pédagogique à base d'objets tenant compte de cette contrainte et du peu de temps dont les enseignants disposent pour construire leur cours, dans le but de maximiser la qualité pédagogique des cours.

Dans cette section, nous ne pouvons qu'effleurer cette question. Nous nous concentrerons sur une question centrale : le référencement des objets d'apprentissage (documents, outils, acteurs, scénarios) quant aux connaissances d'un domaine spécialisé et aux compétences visées associées à ces connaissances.

3.1 Modélisation pédagogique

Dans tous les travaux que nous avons menés sur l'ingénierie pédagogique depuis 1992 apparaît le rôle central de deux constructions nécessaires à tout système d'apprentissage : le modèle pédagogique et le modèle des connaissances et des compétences.

Le modèle pédagogique peut prendre la forme d'une décomposition hiérarchique d'un cours en modules, activités d'apprentissage et ressources, comme dans l'exemple de la Figure 1. Il s'agit d'un réseau d'événements d'apprentissage, chaque événement étant décrit par un scénario pédagogique coordonnant les activités de l'étudiant et de l'enseignant, comme dans la méthode MISA (Paquette, 2002a), ou encore de scénarios multiacteurs tels que proposés par les langages de modélisation pédagogique (Koper, 2002; Paquette, 2004; Rawlings, Van Rosmalen, Koper, Rodriguez-Artacho et Lefrere, 2002), dont une variante a fait l'objet d'une spécification internationale (IMS-LD, 2003)[7].

À titre d'exemple, la Figure 4 présente le modèle pédagogique d'un cours d'agriculture écologique composé (liens C) de deux scénarios alternatifs (appelés *plays* dans la terminologie IMS-LD), dont seul le premier est développé ici. Celui-ci est subdivisé en deux « actes », le premier comprenant trois activités. Chaque activité est régie (liens R) par un ou plusieurs acteurs. Par exemple, l'activité 3 met en relation deux partitions de rôle (*role parts*), l'une impliquant une équipe d'apprenants et l'autre un professeur, chacun ayant un rôle précis à jouer dans l'activité. Des ressources ou objets d'apprentissage, liés aux activités (liens I/P[8]), sont utilisés par les acteurs ou produits par eux dans le cadre de l'activité.

Des spécifications comme IMS-LD présentent un progrès indéniable dans le domaine des normes et standards internationaux, surtout marqués jusqu'à présent par des préoccupations de réutilisation des objets sur le plan technique et d'interopérabilité des plateformes. IMS-LD fournit un schéma XML standard qui regroupe les spécifications d'un environnement d'apprentissage produites par une méthode d'ingénierie pédagogique. Cet environnement pourra être ensuite « joué » sur toute plateforme de formation en ligne dotée d'une capacité d'interpréter le schéma.

Toutefois, une importante lacune subsiste. Dans IMS-LD actuellement, la seule façon de décrire les connaissances associées aux activités est de leur associer des textes décrivant les compétences préalables et les objectifs d'apprentissage (compétences visées). Ces textes sont rédigés conformément à une autre spécification IMS, appelée *Reusable Definition of Competencies and Educational Objectives* (IMS-RDCEO, 2002).

Des textes en langue naturelle ont une interprétation ambiguë. Il est donc difficile d'assurer la cohérence d'un bout à l'autre d'un modèle pédagogique ou même autour d'une même activité entre les connaissances dont disposent les ressources et les acteurs ou celles qui sont traitées dans les activités. Pire, dans IMS-LD, les ressources ne sont pas décrites par les connaissances qu'elles contiennent et les acteurs ne sont pas décrits par les compétences qu'ils possèdent ou doivent acquérir.

3.2 Représenter les connaissances et les compétences

Sans une représentation des connaissances, l'environnement d'apprentissage ne peut fournir qu'une faible assistance à ses utilisateurs. C'est pourquoi, dès le départ, la méthode MISA a prévu la construction d'un modèle de connaissances et de compétences permettant d'associer une ou plusieurs connaissances aux composantes d'un modèle pédagogique. Un système comme Explor@-2.1 contient, en plus d'un éditeur de la structure des activités, un éditeur de la structure cognitive permettant d'associer connaissances et compétences aux activités et aux ressources de la structure pédagogique. L'utilisation de ces outils par l'ingénieur pédagogique permet de rendre ces structures visibles au moment de la diffusion. Les connaissances et les compétences visées servent à orienter la démarche de l'apprenant de même que le soutien apporté par le formateur. Elles fournissent également une base par rapport à laquelle l'apprenant peut évaluer ses progrès, permettant également l'évaluation formative ou évaluative des apprentissages par un formateur.

Un modèle de connaissances dans MISA est construit d'abord graphiquement puis, dans Explor@, transformé en structure hiérarchique. La Figure 5 présente un modèle de connaissances du domaine de l'agriculture écologique. Les conventions graphiques utilisées sont basées sur le standard OWL, l'*Ontology Web Language* (W3C, 2004). La partie supérieure du modèle de connaissances présente trois hiérarchies de concepts, soit les procédés agricoles, les fertilisants et les gaz. Certaines propriétés de ces concepts sont indiquées sur le graphique sous la forme d'hexagones. Les propriétés établissent des relations (liens R) entre des concepts. Par exemple, une pratique agricole, comme la production du riz, a des intrants comme les fertilisants et des produits qui peuvent être des gaz. On distingue la sous-classe (liens S) des gaz à effet de serre. La Figure 5 met aussi en évidence des instances (liens I) qui sont des membres d'une des classes, des exemples du concept. Par exemple, la production du riz par des moyens chimi-

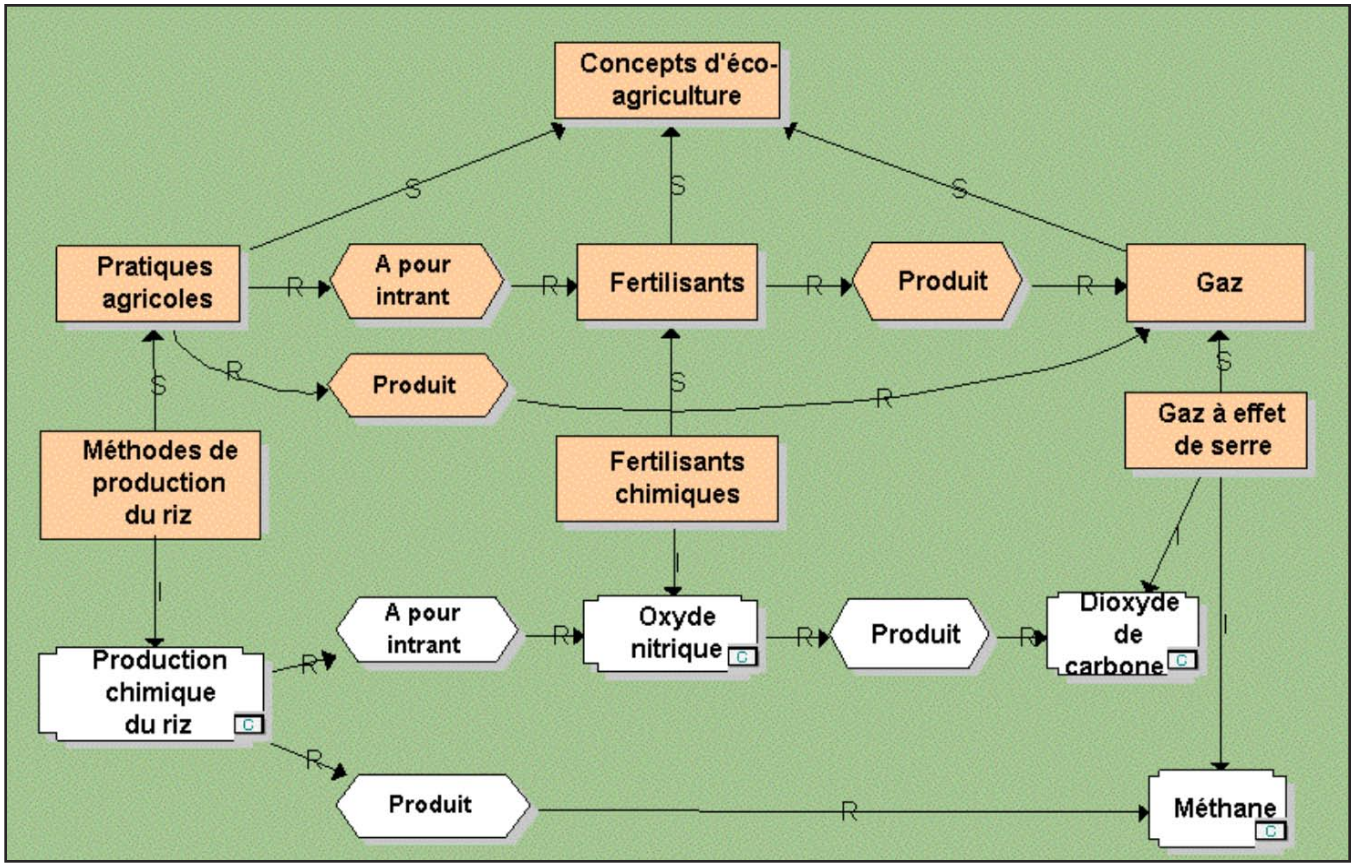


Figure 5. Un modèle de connaissances (ou une ontologie) du domaine

ques est un exemple de procédé de production du riz qui produit du méthane. Il utilise un fertilisant chimique qui produit du dioxyde de carbone qui, comme le méthane, est un gaz à effet de serre.

Une fois les connaissances décrites de façon structurelle comme à la Figure 5, il reste à identifier les compétences que le cours vise à développer chez les apprenants : veut-on simplement qu'ils mémorisent des faits inscrits dans le modèle ou qu'ils soient capables de faire une synthèse des procédés agricoles dans un domaine, comme la production du riz, quant à leur impact sur l'effet de serre?

Dans la méthode MISA et dans Explor@, des énoncés de compétence sont associés aux principales connaissances, tel qu'indiqué à la Figure 6. On leur donne une interprétation précise permettant de guider l'ingénierie pédagogique. Une compétence seuil (préalable) ou visée (objectif) est définie par une habileté, choisie dans une taxonomie prédéfinie, s'exerçant avec un certain niveau de performance sur une connaissance du domaine de formation, ici les méthodes de production du riz.

Par exemple, un énoncé de compétence tel que « synthétiser les procédés agricoles de façon fiable » est interprété comme une habileté de synthèse (de niveau 8 dans la taxonomie de MISA), à un niveau de performance B (*Familiarisé*), appliquée à la connaissance « méthodes de production du riz ». Le niveau de performance est obtenu en combinant divers critères (Paquette, 2002b) et on peut lui associer un nombre, par exemple A = 2, B = 4, C = 6 et D = 8, de façon à obtenir une métrique permettant d'évaluer la distance ou l'écart à franchir par l'apprenant entre la compétence seuil et la compétence visée.

Dans l'exemple de la Figure 6, un apprenant comme Pierre M. est capable d'exercer l'habileté « synthétiser », mais à un niveau de performance 3. Il devra donc passer de 8,3 à 8,6, un écart relativement faible. Un autre étudiant, Jean O., ayant démontré pour la même connaissance un niveau d'habileté « interpréter » avec une excellente performance 8 devra augmenter son niveau d'habileté, passant de l'interprétation de la connaissance à une habileté de synthèse, soit de 3,8 à 8,6, ce qui est évidemment un écart beaucoup plus grand à franchir. Par ailleurs, proposer la vidéo Y pourrait être peu utile à Pierre M., sauf à des fins de récapitulation, mais beaucoup plus utile à Jean O. pour progresser vers le niveau 8, « synthétiser les méthodes de production du riz ». Par contre, le livre X est probablement trop avancé pour l'objectif de compétence visée, à la fois quant au niveau d'habileté

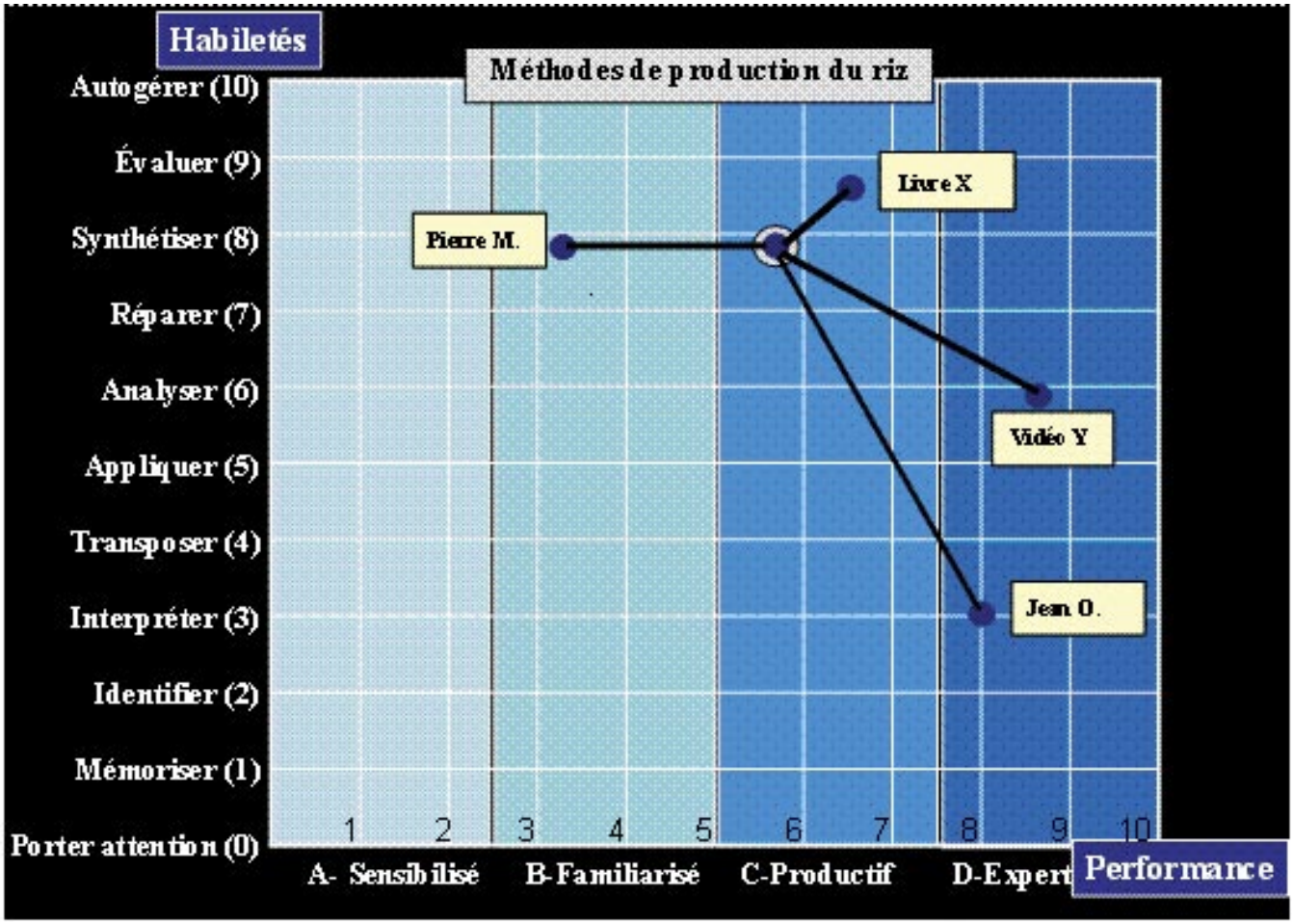


Figure 6. Une échelle Habileté/Performance

et au niveau de performance. Il demeure bien sûr possible de n'en recommander que certaines composantes.

3.3 Applications au cycle de vie d'un environnement en ligne

Nous allons maintenant appliquer ce qui précède pour énoncer certains principes d'ingénierie pédagogique à différentes étapes du cycle de vie d'un environnement d'apprentissage en ligne.

- Concevoir des scénarios d'apprentissage adaptés aux besoins des apprenants
  Si, dans un groupe, certains apprenants doivent accroître leur niveau de performance de 8,3 à 8,6 alors que d'autres doivent passer de 3,8 à 8,6, il serait sage de prévoir deux scénarios comme dans l'exemple de la Figure 4. Ces scénarios seront bien sûr très différents. Le premier scénario (expert) devrait contenir principalement des activités de synthèse des procédés agricoles en examinant un grand nombre de situations couvrant tous les cas principaux, de façon à améliorer la performance de synthèse des apprenants pour ce domaine. Le second scénario (débutant) devrait au contraire prévoir un ordonnancement des activités permettant aux apprenants d'accroître progressivement leur niveau d'habileté. Ainsi, dans une première activité, les apprenants seraient amenés à transposer un procédé à un cas différent (niveau 4). Puis, dans une autre activité, ils pourraient analyser un procédé (niveau 6), puis l'améliorer (niveau 7), pour finalement construire (synthétiser, niveau 8) un autre procédé.

- Guider l'identification et la structuration des connaissances du domaine
  Pour ce qui est du développement du modèle de connaissances du domaine, on peut prévoir que, l'écart étant très faible dans le scénario « expert », le modèle sera très ciblé et peu élaboré. Dans le scénario « novice », nous aurons besoin au contraire d'un modèle très développé, certaines connaissances étant déployées par des sous-modèles jusqu'à des connaissances bien maîtrisées par les apprenants, c'est-à-dire pour lesquelles leur écart de compétence (le besoin d'apprentissage) est presque nul.

- Choisir et associer les ressources ou objets d'apprentissage requis pour une unité ou une activité d'apprentissage
  L'évaluation des écarts de compétence au

moment de la conception facilitera la tâche d'intégrer des ressources adéquates dans les scénarios de façon à « couvrir » le modèle de connaissance associé à chaque unité ou activité d'apprentissage, c'est-à-dire que les ressources, documents, outils et acteurs devraient, ensemble, contenir toutes les connaissances requises à un niveau adéquat d'habileté et de performance. Par exemple, si les apprenants doivent atteindre un niveau 8,4 et qu'on leur associe un tuteur ayant une compétence de niveau analyse (6,8), il faudra s'assurer qu'au moins une autre ressource, une personne en ligne ou un exposé sur vidéo, pourra aider l'apprenant à atteindre le niveau requis, le tuteur pouvant tout de même fournir de l'aide sur le plan méthodologique.

- **Guider les interventions des facilitateurs**
  Le raisonnement qui précède s'applique également au moment de l'utilisation de l'environnement d'apprentissage, le rôle du professeur étant de faire une intervention éclairée par sa connaissance des niveaux de compétence actuels de l'apprenant en regard des compétences visées. Il pourra, par exemple, recommander une lecture ou une activité d'appoint à un étudiant en fonction des connaissances requises pour combler l'écart de compétences à franchir. Ce rôle pourra également être dévolu à un agent informatique intégré à l'environnement d'apprentissage.

- **Analyser les failles d'un environnement d'apprentissage ou d'un cours en ligne en vue de leur révision continue**
  Après l'utilisation de l'environnement d'apprentissage, une analyse des compétences pourra aider à détecter les failles dans le scénario pédagogique quant à l'agencement des activités et des ressources, de façon à améliorer la qualité pédagogique de l'environnement en ligne.

Conclusion : vers des écosystèmes cognitifs

Il y a évidemment bien d'autres situations à explorer où le concept d'équilibre des compétences que nous avons illustré peut s'avérer utile, mais nous espérons avoir démontré que ce genre d'analyse par les personnes impliquées à différentes étapes du cycle de vie d'un environnement d'apprentissage peut améliorer la qualité de l'apprentissage ou du support à l'apprentissage.

Il faudra aussi construire des outils informatisés pouvant être intégrés aux plateformes de diffusion, qui enregistrent l'évolution des activités dans l'environnement et qui présentent des interfaces permettant aux acteurs d'avoir une bonne connaissance de la situation à tout moment. Par ailleurs, il faudra référencer les objets d'apprentissage par des métadonnées sur les connaissances et les compétences qui y sont traitées.

En somme, pour reprendre le mot de Pierre Lévy (2004), nous avons besoin d'instruments pour créer de véritables « écosystèmes cognitifs » capables d'évoluer au rythme de leurs usagers.

Références

Berners-Lee, T., Hendler, J. et Lassila, O. (2001, mai). The semantic Web. *Scientific American*. Récupéré le 15 mars 2005 du site de la revue, http://www.sciam.com

Davies, J., Fensel, D. et Van Harmelen, F. (dir.) (2003). *Towards the semantic Web: Ontology-driven knowledge management*. New York : Wiley.

Davenport T. H. et Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Cambridge, MA : Harvard Business School Press.

IMS-RDCEO (2002, révision octobre). *IMS reusable definition of competency or educational objective - XML binding: Version 1.0 – Final specification*. Récupéré le 15 mars 2005 du site du *IMS Global Learning Consortium*, http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrdceo__bindv1p0.html

IMS-LD (2003). *IMS learning design: Information model, best practice and implementation guide, binding document, schemas*. Récupéré le 3 octobre 2003 du site du *IMS Global Learning Consortium*, http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.cfm

Koper, R. (2002). *Modeling units of study from a pedagogical perspective – The pedagogical metamodel behind EML*. Récupéré le 15 mars 2005 du site de l'*Open University of the Netherlands*, http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf

Lévy, P. (2004). *Réflexion sur l'intelligence collective*. Paris : La Découverte.

Merrill, M. D. (1994). *Principles of instructional design*. Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.

Paquette, G. (2002a). *L'ingénierie du téléapprentissage, pour construire l'apprentissage en réseaux*. Sainte-Foy, Canada : Presses de l'Université du Québec.

Paquette, G. (2002b). *Modélisation des connaissances et des compétences, pour concevoir et apprendre.* Sainte-Foy, Canada : Presses de l'Université du Québec.

Paquette, G. (2002c). Designing virtual learning centers. Dans H. H. Adelsberger, B. Collis et J. M. Pawlowski (dir.), *Handbook on Information Technologies for Education & Training*, Series: International Handbooks on Information Systems (p. 249-272). Berlin : Springer-Verlag.

Paquette, G. (2004). Educational Modeling Languages, from an Instructional Engineering Perspective. Dans R. McGreal (dir.), *Online education using learning objects* (p. 331-346). London : Routledge/Palmer.

Paquette, G., Bourdeau, J., Henri, F., Basque, J., Léonard, M. et Maina, M. (2003). Construction d'une base de connaissances et d'une banque de ressources pour le domaine du téléapprentissage. *Revue STICEF, 10*. Récupéré le 15 mars 2005 du site de la *Revue STICEF,* http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2003/paquette-01s/sticef__2003__paquette__01s.pdf

Paquette, G., Rosca, I., De la Teja, I., Léonard, M. et Lundgren-Cayrol, K. (2001). Web-based support for the instructional engineering of e-learning systems. Dans *WebNet'01 Conference Proceedings* (p. 981-987). Orlando, FL : Association for the Advancement of Computing in Education.

Paquette, G. et Roy, L. (1990). *Systèmes à base de connaissances*. Sainte-Foy, Canada : Télé-université et Montréal : Beauchemin.

Rawlings, A., Van Rosmalen, P., Koper, R., Rodriguez-Artacho, M. et Lefrere, P. (2002, 19 septembre). *Survey of educational modelling languages (EMLs), version 1* (CES/ISSS Report). Récupéré le 15 mars 2005 du site du *Centre européen des normes/Information Society Standardization System* (CEN/ISSS), http://www.cenorm.be/cenorm/businessdomains/businessdomains/isss/activity/emlsurveyv1.pdf

Reigeluth, C. (dir.) (1983). *Instructional design theories and models: An overview of their current status.* Hillsdale, NJ : Lawrence Earlbaum.

Sveiby, K. E. (1996, mise à jour avril 2001). *What is knowledge management?* Récupéré le 15 mars 2005 du site de Sveiby Knowledge Associates, http://www.sveiby.com/articles/KnowledgeManagement.html

W3C (2004, 10 février). *Ontology Web language (OWL) – Overview document*. Récupéré le 15 mars 2005 du site du W3C, http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/

Wiley, D. A. (2002). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a methaphor, and a taxonomy*. Dans D. A. Wiley (dir.), *The instructional use of learning objects* (p. 1-35). Bloomington, IN : Agency for Instructional Technology and Association for Educational Communications of Technology.

Notes

[1] Une taxonomie des ressources (ou objets) d'apprentissage est présentée dans Paquette, Bourdeau, Henri, Basque, Léonard et Maina (2003).

[2] MOT signifie « modélisation par objets typés ». Cet acronyme désigne à la fois un langage graphique pour la représentation des connaissances et un outil informatique permettant de construire de telles représentations.

[3] GADISA signifie « générateur d'ateliers distribués d'ingénierie de systèmes d'apprentissage ». Il s'agit d'un système permettant de générer des versions d'ADISA adaptées à différents projets d'ingénierie pédagogique.

[4] LORNET signifie « *Learning Objects Repositories Network* ».

[5] LOMPAD signifie « *Learning Object Metadata Pad* ».

[6] NORMETIC est le profil défini par le groupe de normalisation mis sur pied par le Sous-comité des TIC de la CREPUQ (Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec).

[7] IMS-LD signifie « *International Metadata Standards – Learning Design* ».

[8] Le lien I/P est le lien qui définit un intrant ou un produit de l'activité, selon la direction de la flèche : une flèche allant d'un objet à l'activité signifie que l'objet est un intrant, alors qu'une flèche allant d'une activité à un objet signifie que l'objet est un produit de l'activité.