



LÉO, assistant logiciel pour une scénarisation pédagogique dirigée par les compétences

Julien **Contamines**

Centre de recherche LICEF, Télé-université du Québec

Doctorant en informatique cognitive

julien.contamines@licef.ca

Gilbert **Paquette**

Centre de recherche LICEF, Télé-université du Québec

Professeur

gilbert.paquette@licef.ca

Richard **Hotte**

Centre de recherche LICEF, Télé-université du Québec,

Professeur

richard.hotte@licef.ca

Compte rendu de pratique

Résumé

L'approche par objets d'apprentissage (OA) et l'approche par langage de modélisation pédagogique (LMP) constituent deux tendances en matière d'ingénierie de l'apprentissage en ligne. La première consiste, d'une part, à réutiliser au mieux des ressources existantes lors de la création d'une nouvelle situation d'apprentissage en ligne et, d'autre part, à indexer les ressources créées et à les mettre à disposition d'autrui. La seconde approche consiste à utiliser un LMP pour décrire des situations d'apprentissage en ligne et, par ce moyen, à créer un cadre d'agrégation d'OA; un tel langage permet de produire des scénarios pédagogiques. Bien que de nombreux travaux se soient préoccupés des OA et des LMP, peu d'entre eux ont porté sur la validation de scénarios pédagogiques. Après avoir introduit ces travaux, nous présentons une approche de scénarisation pédagogique dont l'objectif est de produire des scénarios cohérents au regard des compétences visées et associées aux différents éléments du scénario (notamment des OA). Selon nous, c'est une solution pertinente pour tendre vers la production de formations en ligne de qualité. Les technologies du web sémantique et l'ingénierie ontologique sont mises à profit afin de concevoir LÉO, un outil logiciel d'assistance à la scénarisation pédagogique.

Mots-clés

Objets d'apprentissage, langage de modélisation pédagogique, scénarisation pédagogique, compétence, web sémantique

Abstract

Learning object (LO) and Educational Modelling Language (EML) refer to two of major trends in the field of elearning engineering. The former consists, on the one hand, in reusing as well as possible existing resources when we are creating a new elearning situation and, on the other hand, in indexing new resources to facilitate their dissemination and reuse. The latter consists in using an EML to describe elearning situations and then create a framework of LO's aggregation. Such a language allows producing instructional scenarios. Although numerous works are about LO and EML, few of them concerned the validation of instructional scenarios. In this paper, we introduce these works and present a new technique of scenario validation driven by the competencies which are associated with the scenario and its components (notably LO). We believe our solution is useful to aim to production of high quality online learning. Semantic Web technologies and ontological engineering are used to develop an assistant tool to scenario production (LEO).

Keywords

Learning object, Modelling language, Instructional scenarios, Competence, Semantic Web

Introduction

L'approche par objets d'apprentissage (OA) et l'approche par langage de modélisation pédagogique (LMP) constituent deux tendances en matière d'ingénierie de l'apprentissage en ligne. La première consiste à réutiliser au mieux les ressources existantes lors de la création d'une nouvelle formation et à cataloguer les ressources nouvellement créées afin de les rendre accessibles à la communauté. Bien que le standard *Learning Object Metadata* (LOM; voir IEEE Learning Technology Standards Committee, 2002) considère un OA comme « toute entité numérique ou non qui peut être utilisée, réutilisée ou référencée durant une formation supportée par les technologies », Wiley (2007) rappelle que cette notion est confuse et qu'il en existe de nombreuses définitions accompagnées souvent d'un terme particulier. Par exemple, Paquette et Magnan (2007) parlent de *ressources d'apprentissage*, Gibbons, Nelson et Richards (2002) d'*objets pédagogiques*, Contamines, George et Hotte (2003) de *ressources éducatives*. Quant à l'approche par langage de modélisation pédagogique (LMP), bien qu'elle réponde aux mêmes besoins de *partage* et de *réutilisation* des ressources de formation, elle répond à la critique majeure émise à l'égard de l'approche par OA : une formation n'est pas seulement un ensemble de ressources, c'est surtout un ensemble organisé d'activités (scénarios) au cours desquelles des ressources sont utilisées et dont la réalisation mène à un apprentissage ciblé. Un LMP est dans une première approximation un langage pour définir des scénarios pédagogiques. L'idée d'un langage pour scénariser des situations de formation n'est toutefois pas nouvelle. Les méthodes d'ingénierie pédagogique contiennent un langage pour décrire les scénarios, les travaux sur les *tuteurs intelligents* se préoccupent depuis longtemps de la planification pédagogique (Labat, Pernin et Guéraud, 2006) et les *systèmes-auteurs* (Murray, 2003) disposent aussi d'un langage de haut niveau pour décrire et

organiser les activités. L'idée nouvelle qu'évoque la notion de LMP est l'usage d'un langage commun de scénarisation afin de favoriser le partage de scénarios entre praticiens et de rendre possibles l'échange et l'usage des scénarios avec des technologies différentes.

Bien qu'il existe quelques travaux se préoccupant de la qualité des scénarios obtenus avec des LMP (par exemple, Psyché, Bourdeau, Nkambou et Mizoguchi, 2005), aucun, à notre connaissance, ne propose une étude ciblée de la validation des scénarios. Quelques travaux ont toutefois porté sur la validation des agrégats d'objets d'apprentissage, les agrégats étant des ensembles d'objets d'apprentissage ou, en d'autres termes, des scénarios « sommaires » n'ayant pas été élaborés à l'aide d'un LMP (Baldoni, Baroglio et Marengo, 2007; Brusilovsky et Vassileva, 2003; Melia et Pahl, 2007; Santacruz-Valencia, Navarro, Delgado Kloos et Aedo, 2008). Les trois constats que nous avons faits à la suite de l'analyse de ces travaux sont les suivants : 1) la validation des agrégats a lieu sur la base des objectifs ou des compétences associés aux OA; 2) ces objectifs ou compétences sont opérationnalisés très simplement; pour trois de ces projets, cela se résume en effet à des *concepts* appartenant à un réseau de concepts ou à une taxonomie; 3) aucun des projets ne prend en charge différentes formes d'agrégation. Ce sont généralement des séquences linéaires d'OA, un seul projet adoptant une organisation non linéaire. Enfin, la solution de validation l'est toujours pour un logiciel de formation particulier; dans ces travaux, la réutilisation de la solution de validation est donc limitée du fait de leurs choix conceptuels et technologiques.

Notre démarche de recherche prend appui sur ces constats et son objectif est d'offrir une solution de validation des scénarios pédagogiques qui soit réutilisable dans de multiples contextes. Les deux sections suivantes l'introduisent, puis il est question de l'outil LÉO qui a pour objectif d'assister le concepteur pédagogique dans sa tâche de scénarisation pédagogique.

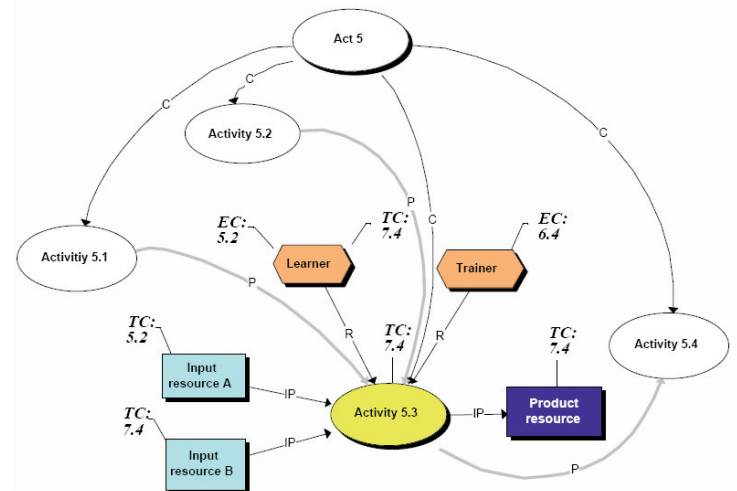
Équilibre de compétences

Nous envisageons la validation des scénarios en termes d'équilibre des compétences. Cette approche a été introduite par Paquette et Rosca (2004). Tout comme les travaux introduits dans la section précédente, ici, l'élément-clé pour évaluer la qualité d'un scénario est la compétence associée à un scénario ou à tout élément du scénario.

La figure 1 présente l'exemple que Paquette et Rosca (2004) utilisent pour illustrer leur approche. Ici, le langage de modélisation pédagogique est *IMS Learning Design* (LD; voir *IMS Global Learning Consortium*, (2003) et l'éditeur graphique utilisé est MOT+. Soit un acte (*Act 5*) composé de quatre activités (*Activity 5.1*, *Activity 5.2*, *Activity 5.3*, *Activity 5.4*). L'activité 5.3 est réalisée après les activités 5.1 et 5.2, ceci est exprimé à l'aide de liens de précédence P. Et l'activité 5.4 a lieu après l'activité 5.3. Pour mener l'activité 5.3, deux ressources sont fournies à l'apprenant (*Input resources A et B*). Un formateur est présent pour assister l'apprenant (*Trainer*). Enfin, lors de l'activité 5.3, l'apprenant est invité à réaliser un produit (*Product resource*). Des compétences visées (*TC*, *Target competency*) et des compétences seuil (*EC*, *Entry competency*) sont associées aux deux ressources, à l'apprenant, au formateur, à l'activité ainsi qu'à la production réalisée. Selon Paquette (2002), une compétence est composée d'une ou plusieurs connaissances, d'une habileté cognitive, d'un public cible et d'un niveau de performance. Une connaissance peut être un concept, une procédure, un principe ou une instance de ces trois entités de base. Une habileté cognitive fait référence à un processus cognitif générique permettant de traiter la connaissance. Les habiletés cognitives sont classées dans une taxonomie comprenant dix niveaux regroupés en quatre catégories (cf. tableau I). Enfin, l'apprenant acquiert un certain niveau de performance relativement à l'habileté cognitive et aux connaissances. Le niveau de performance fait référence à un degré de progression dans l'exercice d'une compétence.

Il y a quatre niveaux associés à une échelle numérique de 0 à 10 : sensibilisation (0 à 2), familiarisation (3 à 5), maîtrise (6 à 8), expertise (9 et 10). On peut ainsi désigner le niveau de performance d'une compétence avec un terme (sensibilisation, familiarisation, etc.) ou avec une valeur entière de 0 à 10. Le niveau de performance est défini selon quatre critères de performance. Une compétence peut s'exprimer : 1) de manière épisodique ou persistante; 2) de manière autonome ou avec un guidage; 3) de manière partielle ou globale; 4) dans des situations simples ou complexes. Par exemple, le niveau expertise est associé à une compétence qui s'exprime de manière persistante, autonome et globale dans des situations complexes et nouvelles.

Figure 1. Exemple de validation de l'équilibre (Paquette et Rosca, 2004)



Réception	Reproduction	Production	Autogestion
1. Prêter attention	3. Instancier	6. Analyser	9. Évaluer
2. Intégrer	4. transposer	7. Réparer	10. Auto-contrôler
	5. Appliquer	8. Synthétiser	

Tableau I. Taxonomie des habiletés cognitives (Paquette, 2002)

Notons que ces compétences sont en rapport avec une même connaissance. L'activité 5.3 vise une compétence 7.4, c'est-à-dire une compétence (Habilité = 7. Réparer; Performance = 4. Familiarisation). L'apprenant ayant une compétence 5.2 (Habilité = 5. Appliquer; Performance = 2. Sensibilisation) aura besoin d'aide avant de commencer l'activité. Le formateur possède une compétence 6.4 (Habilité = 6. Analyser; Performance = 4. Familiarisation). C'est insuffisant pour aider l'apprenant, mais la ressource B dont la compétence visée est 7.4 complète l'apport potentiel du formateur. Nous sommes donc en présence d'une partie de scénario équilibrée. Prenons un second exemple très simple pour illustrer une situation de déséquilibre, soit une activité qui requiert une compétence d'entrée EC1 et vise une compétence TC1, la connaissance étant la même pour les deux compétences. Deux principes s'appliquent pour un apprenant qui souhaite réaliser l'activité : la compétence que possède l'apprenant doit être supérieure ou égale à EC1 et in-

férieure à TC1. Si le second principe n'est pas respecté, cela signifie que l'apprenant n'a pas besoin de réaliser cette activité; l'adaptation du scénario pourrait alors consister à rendre optionnelle l'activité, voire à supprimer l'activité pour l'apprenant en question.

Les notions d'*équilibre des compétences* et de *principes d'équilibre* sont innovantes pour envisager la validation de scénarios et constituer une solution de rechange par rapport aux approches existantes (cf. section précédente). Cependant, cette approche proposée en 2004 se devait d'être développée afin de fournir un cadre général de validation des scénarios pédagogiques. En effet, l'exemple fourni dans Paquette et Rosca (2004) se limite à une activité utilisant deux ressources (cf. figure 1). Ce scénario est simple alors que la difficulté de la validation de l'équilibre des compétences réside dans la prise en compte de scénarios plus élaborés (cf. figure 2).

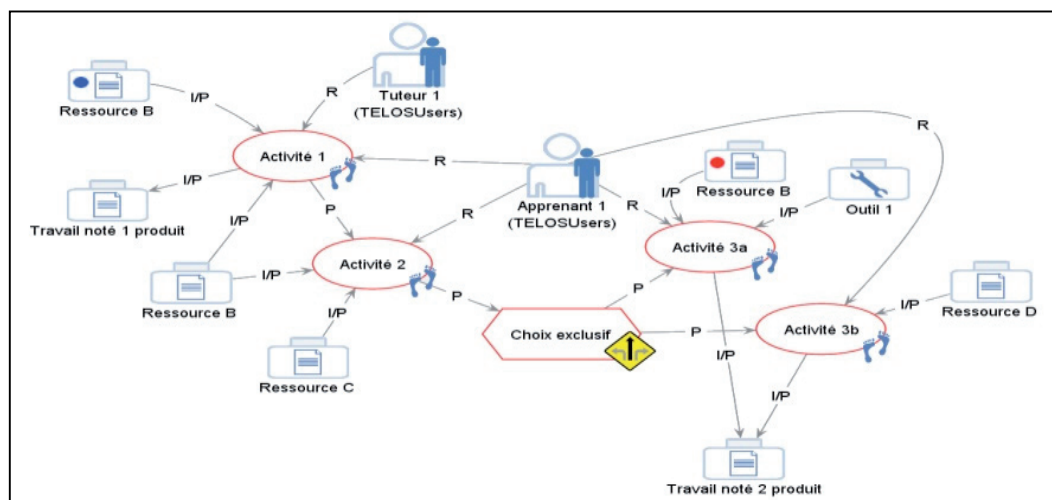


Figure 2. Exemple d'un scénario plus élaboré

Nous distinguons deux types de principes d'équilibre qui correspondent aux deux niveaux d'agrégation fondamentaux que l'on retrouve dans tout langage de modélisation pédagogique :

- *Principes au niveau des unités de base :* quel que soit le langage de modélisation pédagogique, le langage possède une plus petite unité d'agrégation. Par exemple, pour le langage standard *IMS Learning Design*, c'est l'*activité*. Cette catégorie de principes permet d'assurer un équilibre des compéten-

ces au niveau de l'unité de base. En ce sens, on peut parler d'équilibre *local* des compétences. Trois sous-catégories de principes ont été établies : 1) des principes concernant la relation entre les compétences associées (seuil ou visée) à l'activité et celles qui sont associées aux ressources (objets d'apprentissage); 2) des principes concernant la relation entre les compétences associées à l'activité et celles que possèdent les facilitateurs (enseignant, tuteur, formateur, etc.); 3) des principes concernant la relation entre les compétences associées à l'activité et celles que possèdent les apprenants ou groupes d'apprenants susceptibles d'utiliser le scénario pédagogique.

- *Principes au niveau de l'organisation des unités de base (ou niveau pattern)* : nous nommons « patterns » des agencements particuliers d'unités de base. Dans la terminologie du domaine des *workflows* et de la modélisation des processus d'affaires, il est question de *patterns de contrôle* du processus (van der Aalst, ter Hofstede, Kiepuszewski et Barros, 2003). Bien que ces derniers dénombrent 20 patterns différents, nous avons choisi de traiter dans un premier temps les trois agrégats simples que l'on retrouve généralement dans les langages de modélisation pédagogique, soient la séquence d'unités, la mise en parallèle d'unités et le choix entre plusieurs unités. Chacun de ces agrégats simples engendre des spécificités quant à l'équilibre des compétences du scénario. Un sous-ensemble de principes d'équilibre est donc associé à chacun de ces trois agrégats simples. Dans un deuxième temps, d'autres patterns de contrôle seront traités et associés à des sous-ensembles spécifiques de principes. Cette seconde série de patterns permettra d'élaborer des scénarios plus complexes comme ceux que requièrent les situations d'apprentissage en collaboration.

Technique de scénarisation dirigée par les compétences

Les acteurs qui valident des scénarios et qui sont ciblés dans notre projet sont des concepteurs pédagogiques et des apprenants. Pour un concepteur pédagogique, la validation permet de savoir si le scénario qu'il a conçu ou qu'il est en train de concevoir est équilibré au regard des objectifs du scénario. Pour un apprenant, la validation d'un scénario permet l'ajustement du scénario en fonction de ses propres objectifs d'apprentissage, qui peuvent dépasser ceux qui sont associés à la formation qu'il suit. L'apprenant peut aussi jouer le rôle de concepteur de scénarios dans certains types d'environnements de formation; il élabore alors un scénario en fonction des objectifs qu'il se fixe et valide le scénario pour s'assurer qu'il est équilibré.

Chaque principe d'équilibre est associé à une explication et à des pistes de résolution du déséquilibre provoqué par le non-respect de ce principe. L'utilisateur (concepteur pédagogique ou apprenant) garde le contrôle sur la tâche de scénarisation et peut donc décider de considérer ou non ces informations pour faire évoluer son scénario.

Deux usages de la validation de scénarios sont distingués, que l'utilisateur soit un concepteur pédagogique ou bien un apprenant. Premièrement, on relève un *usage en continu* pour lequel la validation du scénario a lieu au cours de l'activité de scénarisation. La validation est réalisée automatiquement après chaque étape d'édition du scénario, par exemple, l'ajout d'une ressource pour une activité donnée où elle est réalisée à la demande de l'individu (concepteur pédagogique ou apprenant) qui élabore le scénario. Deuxièmement, on relève un *usage a posteriori*. La validation du scénario a lieu après son élaboration. Des problèmes d'équilibre peuvent s'être accumulés dans le scénario, rendant difficile l'exploitation des résultats de sa validation. L'usage en continu est toujours une meilleure option, mais l'usage *a posteriori* est pertinent pour améliorer des scénarios existants.

LÉO, outil d'assistance à la scénarisation pédagogique

L'approche de validation proposée est étroitement reliée aux possibilités offertes par les technologies du web sémantique et par l'ingénierie ontologique. Rappelons qu'une *ontologie* est une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée (Studer, Benjamins et Fensel, 1998). La *conceptualisation* désigne un modèle abstrait d'un domaine décrivant les concepts essentiels du domaine et les liens les unissant. *Explicite* signifie que les types de concepts utilisés et les contraintes associées à leur usage sont explicitement définis. *Formelle* exprime le fait que l'ontologie se soumet à un traitement computationnel. *Partagée* indique qu'elle devrait refléter au mieux des connaissances consensuelles au sein du domaine et non un regard strictement individuel sur le domaine. L'assistant logiciel LÉO exploite deux ontologies (cf. figure 3) : une ontologie de la compétence et une ontologie de validation. L'*ontologie de la compétence*, formalisée dans le langage standard OWL (*Ontology Web Language*), permet de créer des référentiels de compétences et d'associer des compétences aux ressources et aux scénarios pédagogiques. Elle permet aussi de raisonner sur cet ensemble de com-

pétences. L'approche de la compétence de Paquette (2002) est particulièrement adaptée à l'élaboration d'une ontologie de la compétence, car la description de la compétence est fortement structurée (Paquette, 2007). Pour sa part, l'*ontologie de validation* est constituée par l'ensemble des principes d'équilibre. Cette dernière est formalisée avec le langage standard SWRL (*Semantic Web Rules Language*) qui est une combinaison du langage OWL et du langage standard RuleML permettant de formaliser des règles. En ce sens, les principes d'équilibre prennent la forme de règles dont les éléments réfèrent à des entités ontologiques de l'ontologie de la compétence. Les scénarios sont aussi représentés sous forme ontologique; travaillant dans un premier temps avec le langage standard *IMS Learning Design*, nous profitons de la formalisation ontologique de ce langage élaborée par Lama, Sanchez, Amarim et Vila (2005). L'assistant LÉO est en ce sens un *système à base de connaissances* (SBC). Les compétences associées aux scénarios et à leurs composantes sont des faits formalisés relativement aux ontologies de validation et de la compétence. Les règles de validation qui opérationnalisent les principes d'équilibre s'appliquent sur cet ensemble de faits pour diagnostiquer la présence ou l'absence d'un équilibre des compétences.

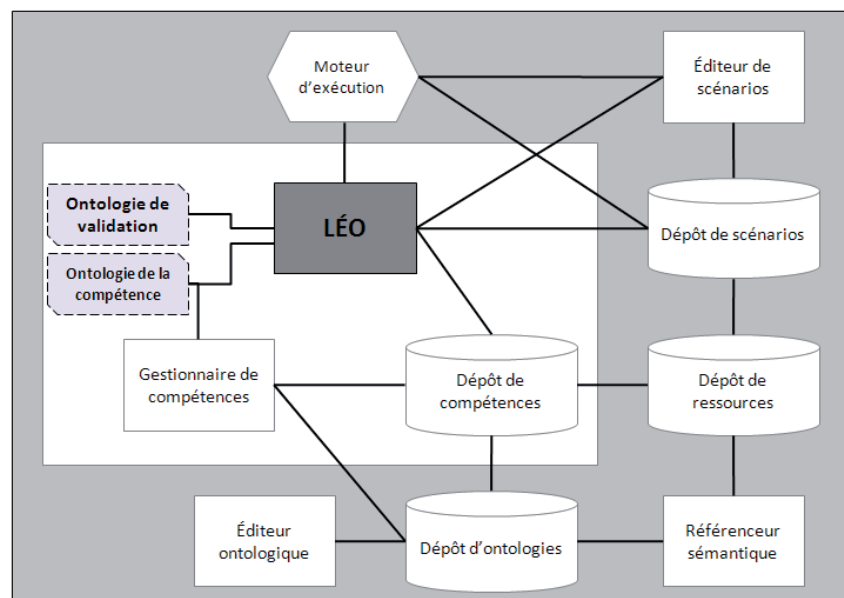


Figure 3.
Contexte d'intégration de l'assistant LÉO

Le contexte de développement de l'approche de validation de scénarios et de l'assistant logiciel LÉO est le Projet de recherche sur l'ingénierie ontologique et le Web sémantique (PRIOWS) réalisé au Centre de recherche LICEF de la Télé-université du Québec et au laboratoire GDAC de l'Université du Québec à Montréal. Dans le cadre de ce projet, la plateforme de formation TELOS (*Technology Enhanced Learning Operating System*) (Paquette et Magnan, 2007) est utilisée et enrichie. TELOS inclut plusieurs outils (cf. figure 3) tels qu'un éditeur de scénarios pédagogiques, un éditeur d'ontologies, un gestionnaire de ressources de formation et un moteur d'exécution de scénarios pédagogiques. L'assistant logiciel LÉO s'ajoute à cet ensemble d'outils en s'arrimant à l'éditeur de scénarios pédagogiques. Toutefois, l'objectif poursuivi est d'offrir une approche de validation et un assistant logiciel qui puissent être réutilisés dans plusieurs contextes et notamment au sein de plateformes de formation autres que TELOS.

Conclusion

L'objectif était d'introduire la nouvelle approche de validation de scénarios pédagogiques que nous proposons, dans un contexte où peu de travaux ont porté jusqu'ici sur la qualité des scénarios que l'on obtient en utilisant des LMP. Alors que la *qualité* est une notion à multiples facettes, nous l'abordons du point de vue des compétences visées par les scénarios et associées aux éléments des scénarios. La notion d'équilibre de compétences nous semble fructueuse pour envisager l'adéquation entre les choix de conception que l'on fait et l'objectif général que l'on poursuit quand on se lance dans une tâche de scénarisation pédagogique. L'individu engagé dans une tâche de scénarisation pédagogique et plus généralement dans une tâche d'ingénierie pédagogique est une espèce de « funambule » qu'il est nécessaire de former et d'instrumenter. C'est dans cette optique qu'une technique de scénarisation et l'outil d'assistance LÉO sont proposés. L'assistant logiciel LÉO et la technique de scénarisation sont

en cours de développement et feront l'objet d'une évaluation au cours de l'année 2010. Cette évaluation sera réalisée à l'aide d'un banc d'essai, d'une part, auprès de concepteurs pédagogiques pour qui les langages de modélisation pédagogique et les logiciels d'édition dédiés à ces langages sont plus ou moins familiers et, d'autre part, auprès d'étudiants qui seront immergés dans des situations où ils seront les propres concepteurs de leur parcours de formation.

Références

- Baldoni, M., Baroglio, C. et Marengo, E. (2007). Curricula modeling and checking. Dans R. Basili et M. T. Pazzienza (dir.), *AI*IA 2007: Artificial intelligence and human-oriented computing* (p. 471-482). Berlin, Allemagne : Springer.
- Brusilovsky, P. L. et Vassileva, J. (2003). Course sequencing techniques for large-scale web-based education. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, 13(1/2), 75-94.
- Contamines, J., George, S. et Hotte, R. (2003). Approche instrumentale des banques de ressources éducatives. *Sciences et techniques éducatives*, numéro spécial *Ressources numériques, XML et éducation*, 157-178.
- Gibbons, A. S., Nelson, J. et Richards, R. (2002). The nature and origin of instructional objects. Dans D. A. Wiley (dir.), *The instructional use of learning objects* (p. 25-58). Bloomington, IN : AECT.
- IEEE Learning Technology Standards Committee. (2002). *Draft Standard for Learning Object Metadata*, Specification (1484.12.1-2002). Récupéré du site du comité : http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- IMS Global Learning Consortium (2003). *IMS Learning Design XML Binding*, V1, Specification. Récupéré du site du consortium : http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsld_bindv1p0.html

- Labat, J.-M., Pernin, J.-P. et Guéraud, V. (2006). Contrôle de l'activité de l'apprenant : suivi, guidage pédagogique et scénarios d'apprentissage. Dans M. Grandbastien et J.-M. Labat (dir.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (p. 69-96). Paris, France : Lavoisier.
- Lama, M., Sanchez, E., Amarim, R. et Vila, X. (2005). Semantic description of the IMS Learning Design specification. Dans V. Dimitrova et J. Kay (prés.), *Proceedings of International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning (SWEL'05)*. Récupéré le 20 avril 2010 du site de l'atelier : <http://www.win.tue.nl/SW-EL/2005/swel05-aied05/proceedings/6-Lama-final-full.pdf>
- Magnan, F. et Paquette, G. (2006). TELOS: An ontology driven eLearning OS. Dans *Proceedings of the Workshop on Applying Service Oriented Architectures to Adaptive Information Systems, at Fourth International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'06)*.
- Melia, M. et Pahl, C. (2007). Pedagogical validation of courseware. Dans E. Duval, R. Klamma et M. Wolpers (dir.), *Creating new learning experiences on a global scale. Proceedings of the Second European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2007)* (p. 499-504). Berlin, Allemagne : Springer.
- Murray, T. (2003). An overview of intelligent tutoring system authoring tools: Updated analysis of the state of the art. Dans T. Murray, S. Blessing et S. E. Ainsworth (dir.), *Tools for advanced technology learning environments* (p. 491-544). Amsterdam, Pays-Bas : Kluwer.
- Paquette, G. (2002). *Modélisation des connaissances et des compétences*. Québec, Canada : Presses de l'Université du Québec.
- Paquette, G. (2007). An ontology and a software framework for competency modeling and management. *Educational Technology & Society*, 10(3), 1-21.
- Paquette, G. et Magnan, F. (2007). Learning resource referencing, search and aggregation at the elearning system level. Dans *Proceedings of the First International Workshop on Learning Object Discovery & Exchange (LODE'07) at the Second European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL07)*. Récupéré le 20 avril 2010 du site de l'atelier : <http://fire.eun.org/lode2007/lode04.pdf>
- Paquette, G. et Rosca, I. (2004). An ontology-based referencing of actors, operations and resources in elearning systems. Dans L. Aroyo et D. Dicheva (prés.), *Proceedings of the SW-EL'04 Workshop*. Récupéré le 20 avril 2010 du site de l'atelier : <http://www.win.tue.nl/SW-EL/2004/swel-ah-program.html>
- Psyché, V., Bourdeau, J., Nkambou, R. et Mizoguchi, R. (2005). Making learning design standards work with an ontology of educational theories. Dans C.-K. Looi, G. McCalla, B. Bredeweg et J. Breuker (dir.), *Artificial intelligence in education: Supporting learning through intelligent and socially informed technology (AIED'05)* (p. 539-546). Amsterdam, Pays-Bas : IOS Press.
- Santacruz-Valencia, L. P., Navarro, A., Delgado Kloos, C. et Aedo, I. (2008). ELO-Tool: Taking action in the challenge of assembling learning objects. *Educational Technology & Society*, 11(1), 102-117.
- Studer, R., Benjamins, R. et Fensel, D. (1998). Knowledge engineering: Principles and methods. *Data & Knowledge Engineering*, 25(1-2), 161-197.
- van der Aalst, W. M. P., ter Hofstede, A. H. M., Kiepuszewski, B. et Barros, A. P. (2003). Workflow Patterns. *Distributed and Parallel Databases*, 14(1), 5-51.
- Wiley, D. A. (2007). The learning objects literature. Dans J. M. Spector, M. D. Merrill et J. V. Merriënboer (dir.), *Handbook of research on educational communications and technology* (p. 345-353). New York, NY : Lawrence Erlbaum.