

Modèle de représentation sémantique des documents électroniques pour leur réutilisabilité dans l'apprentissage en ligne

Nathalie Hernandez^{1,2}, Josiane Mothe^{1,2}, Bachelin Ralalason^{1,2},
Patricia Stolf^{1,2}

¹ IRIT, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 09,

{hernandez,bachelin,mothe,stolf}@irit.fr

² Institut Universitaire de Formation des Maîtres, Av. de l'URSS, 31078, Toulouse

Résumé :

Cet article propose un modèle de représentation sémantique pour les documents électroniques. Nous situons notre étude dans le cadre de l'apprentissage en ligne ; les documents électroniques auxquels nous nous intéressons sont des objets pédagogiques. Le modèle proposé vise à améliorer la réutilisabilité d'un objet en considérant ses différents aspects: sa description par des méta-données, son usage dans les scénarii d'apprentissage, son découpage et sa représentation sémantique. Le modèle est en conformité avec les normes ce qui assure entre autres interopérabilité et pérennité. Le modèle est illustré par un exemple de représentation d'objets pédagogiques.

Mots-Clés : Document pédagogique électronique, re-utilisabilité des objets pédagogiques, représentation des ressources pédagogiques, ontologies, normes d'apprentissage en ligne.

Abstract :

This article proposes a model of semantic representation for electronic documents. We place our study within the framework of the on-line learning; the electronic documents in which we are interested are educational objects. The proposed model aims at improving the re-use of an object by considering its various aspects : its description by meta-data, its usage in the scenario of learning, its division and its semantic representation. The model is in keeping with the standards what insures interoperability and perpetuity. The model is illustrated by an example of representation of educational objects.

Key words : electronic educational document, re-use of educational objects, representation of educational resources, ontologies, standards of e-learning.

1. Introduction

Les objets pédagogiques sont des documents électroniques créés dans l'objectif d'être intégrés dans un environnement technologique dédié à l'apprentissage en ligne. Ce type de documents reflète donc les enjeux majeurs de tout document électronique : utilisation dans différents scénarii d'usage (ici pédagogiques), ré-utilisabilité (utilisation de tout ou partie d'une ressource pour en construire une autre, pour d'autres objectifs ou d'autres utilisateurs), confrontation aux normes en cours d'élaboration et aux environnements technologiques qui les manipulent (ici les plates formes d'apprentissage en ligne ou même Internet). Dans cet article, nous nous intéressons donc à ces documents électroniques spécifiques que sont les objets pédagogiques utilisés dans les environnements d'apprentissage en ligne.

De nombreuses ressources pédagogiques sont accessibles via des moteurs de recherche sur Internet mais celles-ci correspondent souvent à de simples présentations en ligne de documents qui n'ont pas été créés spécifiquement pour leur exploitation dans des environnements d'apprentissage. Ce même problème se retrouve lorsqu'il s'agit de plate forme d'apprentissage qui deviennent des espaces organisés de ressources mais auxquelles ne sont pas rattachés de véritables situations d'utilisation. [PSYCHE05] constate l'insuffisance ou l'absence de l'application d'une approche pédagogique, que ce soit au niveau de la présentation des ressources pédagogiques ou du séquençement des activités d'apprentissage dans les outils actuels. Pourtant, parmi les solutions proposées par les organismes de normalisation, IMS-LD [IMSLD03] qui est en charge de la pédagogie d'apprentissage et de son déroulement intègre la notion de scénario pédagogique. D'autres normes telles que SCORM [SCORM04] et LOM [LOM02] aident à l'homogénéisation des représentations de ce type de documents et facilitent l'interopérabilité. LOM rassemble les différentes méta-données nécessaires pour la description des ressources pédagogiques mais n'inclue pas la représentation sémantique des contenus ; SCORM permet la structuration des contenus d'objets pédagogiques et leurs relations avec l'environnement d'utilisation. Ces représentations ne sont pas suffisantes pour permettre et assurer la ré-utilisabilité de ressources ou de parties de ressources. La ré-utilisation de parties de ressources nécessite d'une part que la structure du document initial soit suffisamment marquée pour être exploitée, d'autre part que le contenu sémantique ainsi que la portée d'usage soient suffisamment explicites pour chacune des parties.

Dans cet article, nous proposons un modèle de représentation des documents électroniques de type « objet pédagogique » [WILEY01] en portant plus particulièrement notre attention sur l'aspect ré-utilisabilité de ces documents. Nous nous appuyons pour cela sur les normes actuelles de l'apprentissage en ligne. Notre apport concerne en particulier l'enrichissement de ces normes par leur représentation sous forme d'ontologies qui permet d'introduire un raisonnement sémantique. Une autre originalité concerne la représentation sémantique des contenus à travers une ontologie de thème. Ainsi, nous représentons différentes formes de connaissances qui nous permettent de faciliter la communication entre la machine et l'utilisateur. Plus spécifiquement, les domaines des formations en ligne visées sont représentés

sous forme d'ontologies et sont utilisées pour indexer sémantiquement les granules issus des documents pédagogiques et rendant possible une recherche efficace ultérieure. De la même façon, les théories d'apprentissage sont représentées sous forme d'ontologies, permettant ainsi des mécanismes d'inférence qui facilitent le travail de conception des scénarii pédagogiques à partir des granules d'information. Enfin, les méta-données associées aux documents permettent une représentation générique de ceux-ci, en accord avec les normes actuelles du domaine.

Cet article est structuré de la façon suivante : dans la section 2 nous présentons les principes qui régissent les systèmes d'apprentissage en ligne, l'objectif des différentes normes associées aux documents qui les composent ainsi qu'une revue des travaux reliés. Dans la section 3 nous présentons les différents aspects de la représentation des documents pédagogiques et le modèle sous-jacent. Le modèle permet une représentation sémantique des contenus et des usages grâce à des ontologies tout en respectant les normes de l'apprentissage en ligne. La section 4 illustre ces représentations par un exemple d'application. Enfin, nous concluons notre article en indiquant les perspectives à ce travail.

2. Représentation des ressources pédagogiques d'un système d'apprentissage en ligne

Dans cette partie, nous détaillons les caractéristiques des systèmes d'apprentissage en ligne. Après une présentation de différentes normes du domaine, nous verrons l'intérêt de l'utilisation des ontologies sur lesquelles se sont appuyés les travaux du domaine que nous présentons.

2.1. Systèmes d'apprentissage en ligne

L'apprentissage en ligne est une activité pédagogique qui vise à acquérir ou à approfondir des connaissances tout en repoussant les contraintes de temps et d'espace entre l'apprenant et l'enseignant, par l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication [E-TUD] [BOUTEMEDJET04]. Il s'agit donc d'une méthode d'apprentissage reposant sur la mise à disposition de contenus pédagogiques à travers des scénarii pédagogiques dans un environnement numérique. Un système d'apprentissage en ligne doit permettre:

- l'accès aux ressources pédagogiques pertinentes grâce à une bonne indexation des ressources. [GASEVIC05], [PSYCHE05], [LENNE05], [ABEL03],
- une interaction et navigation suivant une pédagogie d'apprentissage adéquate mise en place. [PSYCHE05]
- la réutilisabilité des objets et des scénarii pédagogiques. [KNIGHT05]
- la conception et la mise à jour du contenu des cours par les enseignants. [LENNE05], [ABEL03]
- le suivi individualisé des apprenants. [IMSLD03]

Chacun de ces aspects fait référence à des problématiques spécifiques. Dans cet article, nous nous intéressons plus particulièrement à la modélisation des documents électroniques créés pour être intégrés dans de tels systèmes. Plus spécifiquement, nous nous intéressons donc aux trois premiers points.

2.2 Les normes associées aux systèmes d'apprentissage en ligne

L'application des normes du domaine de la formation en ligne garantit non seulement l'interopérabilité mais également la qualité du système. Parmi les normes de la formation en ligne, on peut citer SCORM, LOM et IMS-LD. LOM s'intéresse à la description des ressources pédagogiques, SCORM à la structure du contenu des objets, et IMS-LD au scénario d'apprentissage.

LOM

LOM [LOM02] ou Learning Object Meta data est une norme utilisée pour l'annotation des objets pédagogiques par les méta-données comme : le type de contenu, son auteur, l'utilisation préconisée, etc... Elle est particulièrement utile pour assurer l'accessibilité des ressources pédagogiques. L'ensemble des méta-données de LOM a été regroupé en neuf catégories :

1. Général : ensemble des caractéristiques générales,
2. Cycle de vie : informations relatives à l'historique et à l'état courant,
3. Méta-méta-données : informations sur les méta-données elles-mêmes,
4. Technique : exigences et caractéristiques techniques requises ,
5. Pédagogique : caractéristiques pédagogiques,
6. Droits : caractéristiques exprimant les droits sur la propriété intellectuelle et les conditions légales d'utilisation de la ressource,
7. Relation : caractéristiques exprimant les liens avec d'autres ressources,
8. Commentaire : commentaires libres sur l'utilisation de la ressource,
9. Classification : description de la ressource à partir de classes.

Concernant le contenu sémantique des objets pédagogiques, la norme laisse un degré important pour leur description. Dans notre approche, nous préconisons une représentation des contenus qui est clairement établie en s'appuyant sur une ontologie de domaine.

SCORM

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [SCORM04] de Advanced Distributed Learning (ADL) est un modèle de référence pour le partage de contenus et d'objets. SCORM est un modèle pour l'assemblage des contenus web et un environnement d'apprentissage pour les objets pédagogiques. Il a pour vocation la mise en place de la bonne structuration du contenu du cours et de ses interactions avec son environnement.

SCORM traite les éléments suivants :

- Packaging : il a pour objectif la transmission d'un contenu d'une plateforme vers une autre, l'importation ou l'exportation de contenus d'objets pédagogiques pour les mettre à disposition d'autres. Il s'intéresse également à la structuration des objets pédagogiques.

- Méta-données : elles sont issues de LOM et ont pour objectif de partager les informations standards qui décrivent la nature et l'objectif du contenu.
- Communication ou environnement d'exécution : détermine la communication avec un environnement web. La notion d'environnement est également présente dans IMS-LD.
- Séquencement et navigation : définit une méthode de représentation de la navigation entre objets d'apprentissages.

La structuration du contenu des modules d'enseignement suivant le modèle SCORM permet de les réutiliser dans d'autres modules pour différentes formations ou systèmes. De plus, elle améliore le dialogue entre les objets pédagogiques et le système d'une part, et entre les acteurs et le système d'autre part. Dans notre modèle, nous utilisons SCORM pour représenter les structures des modules d'enseignement d'une formation et ainsi garantir leur interopérabilité.

IMS-LD

En complément de SCORM, IMS-LD [IMSLD03] ou Instructional Management System Learning Design est une norme qui vise à apporter des éléments de pédagogie dans un système d'apprentissage en ligne. Il s'agit d'un langage de modélisation des processus d'apprentissages. Il a été conçu pour la définition de scénarii d'apprentissages et d'interaction pour les créateurs de contenu ou de cours. Il aide les concepteurs à modéliser : qui fait quoi, quand et avec quelles ressources et quels services pour réaliser des objectifs d'apprentissages. En effet, il définit la structure d'une unité d'apprentissages comme « pièce » : un ensemble « d'actes » composés de « partitions » associant des « activités » à des « rôles » (enseignant, apprenant,...).

Dans notre modèle, nous nous appuyons sur IMS-LD pour définir le déroulement des interactions Homme-Machine pendant la phase d'exécution et d'utilisation des objets pédagogiques.

Les normes définies dans le contexte de l'apprentissage en ligne permettent de s'assurer d'une certaine inter-opérabilité et utilisabilité (au travers de scénarii). Cependant, l'utilisation des méta-données telle qu'elle est préconisée ne suffit pas et ne résout pas les problématiques des systèmes d'apprentissage en ligne : réutilisabilité et accessibilité. Un problème complémentaire relève du fait que le système et les acteurs doivent partager le même sens accordé aux valeurs des méta-données. D'autre part, les liens et relations comme la composition, ordre d'apprentissage, et dépendances de pré requis entre chaque objet pédagogique doivent être mentionnés pour permettre non seulement de réaliser des traitements ou tâches automatiques sur ces objets. Différents systèmes d'apprentissages en ligne s'appuient sur les ontologies pour tenter de résoudre ces problèmes.

2.3. Ontologies dans les systèmes d'apprentissages en ligne

Une ontologie regroupe les concepts qui représentent l'ensemble des connaissances d'un domaine en une spécification explicite et formelle [STUDER98]. Elle montre les relations ainsi que les règles d'associations qui existent entre ces concepts en vue de permettre d'une part à l'ordinateur la

production de nouvelles connaissances par le biais d'une inférence, et d'autre part à l'homme et à l'ordinateur d'accorder des sens communs aux termes utilisés dans un domaine d'activité afin de lever toute ambiguïté pendant les traitements. Différents travaux de la littérature s'appuient sur des ontologies pour indexer et accéder aux ressources pédagogiques.

Memorae (pour MEMOire Organisationnelle Appliquée à l'apprentissage en ligne) [LENNE05] [ABEL03] est un outil d'apprentissage en ligne et d'indexation de ressources. Cet outil met à disposition des ressources pédagogiques aux apprenants, soit au sein d'une banque de ressources locales, soit dans un emplacement distant sur le Web, référencé par son URI. Memorae a pour objectif de faciliter l'autorégulation de l'apprentissage en explicitant les connaissances à appréhender ainsi que les relations qui existent entre elles et en leur associant des ressources appropriées. Par rapport à Memorae qui présente des cours structurés suivant les relations d'inclusion, d'utilisation, de référence et de pré requis entre les notions à appréhender, [GASEVIC05] propose, en plus, pour la recherche de ressources pédagogiques un outil permettant aux utilisateurs de formuler des requêtes libres, dans un champ prévu à cet effet. Cela permet ainsi aux utilisateurs de rechercher de l'information dans une banque de ressource distante. Par ailleurs, il respecte la norme LOM quant à l'annotation et l'indexation des ressources pédagogiques. Ces deux études représentent la connaissance du système à l'aide d'ontologies. Une ontologie de domaine de la formation décrivant les concepts tels que les personnes (étudiants, tuteurs, secrétaires,...), les documents (livres, supports de présentation, pages web...), appelé ontologie du domaine de la formation pour [LENNE05] et ontologie cible pour [GASEVIC05], et une autre ontologie pour les notions à appréhender (ontologie d'application pour [LENNE05] et ontologie source pour [GASEVIC05]). [HERNANDEZ05] met l'accent sur la séparation des aspects de tâche et de thème tout en les mettant en relation. Chaque aspect est modélisé par une ontologie de domaine. Tandis que l'ontologie de thème spécifie les notions qui doivent être assimilées par des étudiants pour une formation donnée, l'ontologie de tâche a pour but de préciser les contextes de l'apprentissage en spécifiant les ressources disponibles (ouvrage, logiciel,...), les modules qui composent ces ressources, leur type (cours, exercices, évaluation) ainsi que l'ordre dans lequel ils doivent être étudiés. Cette formalisation permet d'établir les connaissances associées à ces deux aspects à travers des relations sémantiquement riches. Le système d'apprentissage présente cette formalisation à l'utilisateur par un mécanisme d'exploration du corpus pédagogique reposant sur les deux ontologies. L'utilisateur appréhende ainsi le contexte associé aux objets pédagogiques.

[GASEVIC05], pour la recherche de ressources pédagogiques dans une banque de ressource distante, considère de plus une ontologie de correspondance, qui sert à décrire la correspondance ou la similarité entre les concepts de l'ontologie source qui prend en compte le contexte du cours présenté avec ceux de l'ontologie cible qui décrit la banque de ressource distante. Toutefois, l'inconvénient de ce système est que son efficacité dépend fortement de l'ontologie de mise en correspondance car une connaissance préalable de la structure de l'ontologie cible est nécessaire pour la mise en place de cette ontologie de correspondance. Par conséquent, ce système

n'est pas facilement réutilisable du fait que l'ontologie de correspondance doit être mise à jour à chaque modification de l'ontologie cible ou de l'ontologie source.

[LENNE05] comme [GASEVIC05] orientent leurs études autour de l'apprenant alors que [KNIGHT05] et [PSYCHE05] considèrent aussi une assistance à l'auteur de la ressource pédagogique. La prise en compte de l'apprenant et de l'enseignant paraît essentielle pour une utilisation optimale par ces deux types d'acteurs. [GASEVIC05], [PSYCHE05] et [KNIGHT05] intègrent, contrairement à [LENNE05], la notion de scénario pédagogique grâce à une ontologie basée sur la norme IMS-LD. Seul, [PSYCHE05] prend en compte les théories éducatives afin de pallier au manque de relation entre le scénario d'apprentissage (Learning Design ou LD) et les théories des pédagogies d'apprentissage. Les différents types de théories de l'éducation sont représentés grâce à une troisième ontologie « ontologie de théorie éducationnelle ».

Dans toutes ces études ([GASEVIC05], [PSYCHE05], [LENNE05]) le contexte d'utilisation des objets pédagogiques n'est pas pris en compte. Afin d'augmenter la réutilisabilité des scénarii et des objets pédagogiques, seul [KNIGHT05] introduit une « ontologie de contexte ». Il associe aux objets pédagogiques (appelés LO pour Learning Object) un à plusieurs objets de contexte (appelés LOC pour Learning Object Context). Une séquence d'activités de l'apprenant est ainsi composée d'activités. Une activité étant associée à des LO et des LOC.

De notre côté, afin d'obtenir toutes les qualités demandées à un outil d'apprentissage en ligne comme la réutilisabilité, l'accessibilité, l'interopérabilité et la durabilité [SCORM04][FAGE05], nous souhaitons prendre en compte les théories de l'éducation ainsi que les contextes d'apprentissage et d'utilisations des ressources pédagogiques par l'utilisation des ontologies, tout en respectant les normes en apprentissage en ligne en vigueur. Notre approche se veut d'une part être plus complète dans la mesure où elle couvre tout le cycle de vie d'un outil d'apprentissage (réutilisation/conception de ressources par les enseignants, recherche d'information et utilisation par les apprenants) et d'autre part elle est applicable à n'importe quel domaine de formation. Dans cet article nous nous focalisons sur les aspects correspondants à la représentation des documents et leurs usages.

3. Représentation multi-facette des documents pédagogiques et usage

Afin d'une part de disposer d'un système d'apprentissage qui utilise des approches pédagogiques adéquates pour mieux apprendre les notions et connaissances relatives à un domaine d'études particulier, et d'autre part de permettre la réutilisabilité des objets pédagogiques et des Learning Design (LD), nous proposons de modéliser les différents aspects permettant de décrire les objets pédagogiques. Nous distinguons la description propre à l'objet pédagogique et celle liée à ses usages.

Les documents pédagogiques sont composés d'objets pédagogiques et de composants élémentaires, ils abordent des notions d'un domaine donné, et sont

inclus dans des scénarii pédagogiques. Pour représenter un document pédagogique nous devons considérer différentes connaissances (figure 1):

- Connaissance sur la structuration du document (norme SCORM)
- Connaissance sur la ressource elle-même (norme LOM)
- Connaissance sur le thème abordé par le document
- Connaissance sur l'ensemble des théories éducatives existantes
- Connaissance sur le scénario pédagogique (norme IMS-LD)

Afin de représenter ces connaissances, nous proposons d'utiliser des ontologies. L'intérêt d'utiliser des ontologies dans ce contexte réside d'abord dans une représentation non ambiguë de la connaissance (en particulier levée des ambiguïtés terminologiques) [MIZOGUCHI04]. Ensuite, en associant les concepts des ontologies aux documents pédagogiques ou aux usages de ces documents (scénarii d'apprentissage), il est possible d'induire un raisonnement grâce aux axiomes associés à celles-ci. Le schéma figure 1 représente le modèle utilisé pour représenter les différents aspects d'un document et ses usages. Ces aspects sont décrits dans les sections suivantes.

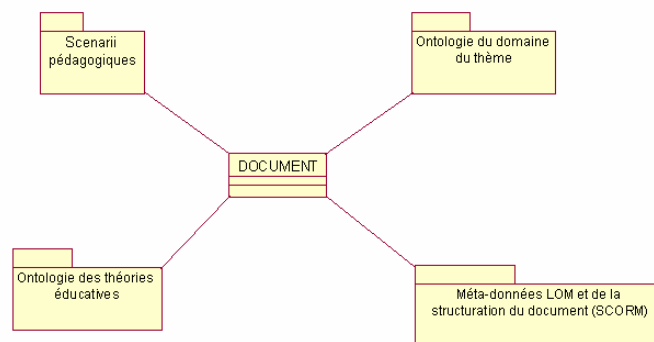


Figure 1 : Connaissances utiles pour représenter un document et son usage

3.1. Description SCORM et LOM

Un *Objet pédagogique* est une unité sémantique de ressource d'apprentissage. Il peut être un exercice, un sujet d'examen, une définition, des exemples, ou bien une leçon, etc... Chaque objet pédagogique peut rassembler des composants élémentaires comme une image nommés *Composant* (appelé « asset » dans la norme SCORM) qui peuvent être de format numérique (.DOC, .PDF, .JPG etc) ou physique différents. Un objet pédagogique pouvant par ailleurs être composé d'autres objets pédagogiques.

La description des méta-données associées à un objet pédagogique correspond à celle qui est prévue par LOM. Comme dans [DUVAL02], nous proposons l'utilisation d'un *Profil d'application*. Le profil d'application permet de définir pour une application donnée ou une formation donnée quelles sont les méta-données (issues d'un ou plusieurs schémas) qui sont d'intérêt pour cette application. Dans notre proposition, une description LOM est rattachée à chaque objet pédagogique.

Les méta-données utiles pour l'application donnée peuvent donc ensuite être filtrées via le profil d'application, en fonction de celle-ci. De la même façon, lorsqu'un objet est utilisé dans une formation donnée, certaines valeurs des méta-données associées à la formation elle-même sont automatiquement renseignées pour les objets pédagogiques associés. De notre point de vue, ces informations ne correspondent pas à une connaissance nécessitant leur modélisation à travers une ontologie. Aussi, ces informations sont-elles simplement rattachées à la formation d'une part, aux objets pédagogiques d'autre part.

LOM est de mise pour l'annotation et l'indexation des ressources pédagogiques. Les méta-données associées permettent de renseigner, d'une manière bien classifiée, les différentes informations nécessaires sur chaque objet d'apprentissage, de façon à ce que les recherches ultérieures soient rendues plus efficaces. Cependant, comme nous l'indiquons plus haut la représentation sémantique des contenus n'est pas suffisante pour permettre leur ré-utilisation, complète ou partielle dans d'autres applications ou d'autres systèmes.

3.2. Description thématique

Les objets pédagogiques sont également représentés par rapport aux thématiques ou notions qu'ils abordent. Dans le but de pouvoir réutiliser des documents abordant une notion traitée dans le cadre de plusieurs formations ou de plusieurs modules, les objets sont indexés à partir des concepts d'une ontologie de domaine du thème décrivant les thématiques abordées dans la matière considérée (comme par exemple l'informatique). Cette ontologie décrit l'ensemble des notions en lien avec cette matière et les représentent à partir de leur lien sémantique (par exemple, la notion de « base de données relationnelles » se « conceptualise » à partir d'un « modèle Entité-Association »). L'apprentissage d'une notion donnée pouvant demander un certain nombre de pré requis de connaissances, les notions servant à introduire une notion particulière sont également représentées dans l'ontologie (par exemple la notion de cardinalité d'une relation doit être assimilée pour appréhender le modèle Entité-Association »). Les ontologies du thème sont construites à partir de méthodes manuelles ou semi-automatiques présentées dans [MAEDGE04] et [HERNANDEZ05].

La représentation sémantique du contenu des objets pédagogiques à partir d'une ontologie du thème présente différents avantages. Pour un module donné (par exemple un module de bases de données), les notions à assimiler sont précisées dans l'ontologie du thème considérée. Lorsque l'enseignant souhaite concevoir sa leçon, il peut ainsi avoir accès à l'ensemble des objets pédagogiques qui ont été indexés à partir des notions spécifiées pour le module. Il peut alors réutiliser les objets ou décider d'en concevoir de nouveaux s'ils ne lui conviennent pas, éventuellement à partir des composants présents. Du point de vue de l'apprenant, l'accès aux différentes notions en lien avec la formation et le module suivis lui permet de situer ses connaissances (acquises ou à acquérir) dans le contexte d'apprentissage.

3.3 Description des théories pédagogiques

Différents types d'approches pédagogiques existent :

- Empiriste : Pour l'empiriste, comprendre une réalité donnée, c'est avant tout savoir de quoi elle est faite, quels sont les faits qui la constituent.
- Rationaliste : Pour le rationaliste, comprendre une réalité donnée, c'est de saisir la loi d'organisation de cette réalité, sa structure, abstraction faite du contenu particulier des faits.
- Interactionniste : L'apprentissage est fondamentalement abordé comme le processus par lequel le savoir circule, se construit et se transforme au sein d'une communauté, d'un groupe social. Dans cette perspective, apprendre, pour l'individu, c'est participer à ce processus collectif de co-construction du savoir.

Selon les théories d'apprentissages suivies, chaque pédagogie appartient à un type d'approche pédagogique (Empiriste, Rationaliste, Interactionniste) [LEBRUN02] et est normalement constituée de plusieurs *étapes* à suivre. Une pédagogie choisie pourra donner lieu à plusieurs scénarii pédagogiques (*Méthodes*).

Une *Étape* désigne le découpage théorique d'une approche pédagogique donnée. Une étape peut être une phase d'information, de motivation, d'interaction, de production ou d'analyse, etc ... Une étape est associée à plusieurs *actes* dans le scénario pédagogique. En ce qui concerne l'ontologie des théories pédagogiques, le concept *Pédagogie* décrit l'ensemble des théories d'apprentissages qui peuvent être utilisées pour bien mener des formations.

Les connaissances associées aux théories pédagogiques sont représentées sous forme d'ontologies. Cette représentation se justifie par le fait que nous souhaitons pouvoir associer des aspects raisonnements. Plus spécifiquement, l'aide à la construction d'un scénario à partir d'objet pédagogique sera guidé par la connaissance préalable de la théorie d'apprentissage sous jacente. Bien que les objets pédagogiques ne soient pas directement représentés à partir de cette ontologie, elle influence leur intégration dans le scénario pédagogique.

3.4. Le scénario pédagogique

IMS LD propose de modéliser la séquence des activités d'apprentissage attribuées à chaque rôle pour que l'objectif visé par l'apprentissage soit réalisé, tout en suivant une pédagogie bien déterminée. Les connaissances nécessaires pour prendre en compte les scénarii d'apprentissages sont les suivantes :

- Connaissance sur l'ensemble de tous acteurs qui participent à l'aboutissement d'une formation. Il est représenté par le *Rôle* dans notre modèle : « Enseignant », « Apprenant », « Tuteur », ou un « Administratif ». A chaque rôle est associé un ensemble d'activités à réaliser.
- Connaissance sur le déroulement de l'apprentissage d'un cours dans lequel le document est utilisé (scénario). IMS-LD l'appelle *Méthode*, il peut contenir une ou plusieurs *pièces*. Une Pièce est composée d'*Actes* qui sont exécutés séquentiellement. Les actes sont composés de *Partitions* qui associent un rôle à une activité effectuée dans un *Environnement* composé d'objets pédagogiques et de services (chat, forum, supports de cours ...).
- Connaissance sur les activités dans lesquelles le document est utilisé. Dans notre modèle, l'*Activité* décrit les tâches interactives qui se déroulent entre

les différents acteurs à travers le système pour l'apprentissage d'une notion donnée (lecture d'une ressource pédagogique, test, simulation, une auto-évaluation, un exercice, un dialogue ou interaction directe entre apprenant et tuteur, etc...) Elle traite un ensemble de notions et de compétences.

- Connaissance sur le *Contexte d'utilisation* de l'objet pédagogique : la réalisation d'une activité peut utiliser ou manipuler des Objets Pédagogiques comme support ou référentiel dans un contexte d'utilisation donné. Ainsi, un même objet pédagogique peut être considéré ou valorisé différemment d'une activité (d'une formation) à l'autre. Le *Contexte* nous permet de décrire l'usage de l'objet pédagogique dans l'activité.

L'ensemble de ces connaissances est représenté grâce à une ontologie. Des relations entre concepts sont introduites. Par exemple, le concept *Pédagogie* de l'ontologie des théories éducatives est relié au concept *Méthode* de l'ontologie du scénario pédagogique, cela nous permet suivant la pédagogie choisie par l'auteur du cours, de le guider dans la conception du document. De même le concept *Notion* de l'ontologie du domaine est relié au concept *Activité* car l'apprentissage d'une notion peut se réaliser dans une ou plusieurs activités et cela nous permet de prévoir la réutilisabilité de la ressource. Un même objet peut être utilisé pour plusieurs notions et dans plusieurs activités. On exprime ainsi la réutilisabilité des objets pédagogiques. C'est l'agencement séquentiel des objets pédagogiques dans différentes activités qui assure la conformité avec le scénario pédagogique choisi.

3.5. *Modèle global*

Ainsi notre modèle se base sur une représentation multi-facettes des documents.

- Nous utilisons une ontologie de thème [HERNANDEZ05] de la formation qui rassemble les thèmes, notions et connaissances à appréhender.
- Une ontologie des tâches décrit les différentes activités d'apprentissages et d'enseignements, les organisations mises en place ainsi que les objets pédagogiques utilisés. Elle respecte la norme IMS-LD.
- Inspirée d'EML-OUNL [KOPER01], l'ontologie des théories pédagogiques décrit l'ensemble des différentes approches pédagogiques existantes.
- Enfin, la description LOM permet de créer des profils d'applications pour la description des méta données utilisées aussi bien pour l'annotation des objets pédagogiques que pour la recherche de ces dernières, en réponse à des requêtes utilisateurs et/ou celles du système.

La construction des ontologies des tâches et des théories pédagogiques ne pose pas de problème particulier et son résultat peut être ré-exploité pour différentes applications. En revanche, une nouvelle ontologie de thème doit être construite pour chaque nouveau domaine de formation abordé. Notons toutefois que des méthodologies existent afin d'aider cette élaboration [HERNANDEZ05].

En utilisant ces quatre aspects tout en respectant les normes relatives à l'apprentissage en ligne que nous avons citées plus haut, nous arrivons au modèle de l'application suivant (Figure 2).

Le modèle que nous proposons traite tous les aspects du contexte de l'objet pédagogique :

enseignant ou apprenant d'y accéder et de l'utiliser. Par contre, pour l'énoncé cette méta-donnée est définie comme propre aux personnes de la formation. Ceci implique que l'énoncé ainsi que l'objet pédagogique exercice ne pourra être réutilisé que par des enseignants de la formation et consulté par des apprenants inscrits. La méta-donnée pédagogie-niveau relative à l'exercice est fixée à initiation. Ceci indique que l'exercice s'adresse à des étudiants n'ayant jamais étudié l'indexation de fichiers et qu'il pourra être réutilisé dans le cadre d'autres modules s'adressant à un public ayant le même niveau.

L'objet pédagogique est également représenté à partir des notions qu'il aborde. Un extrait de l'ontologie du thème de l'informatique est présenté dans la figure 3. Les concepts sont représentés par des rectangles contenant les différents labels ou termes permettant de définir les notions, les flèches légendées représentent les relations sémantiques entre concepts. Dans l'extrait proposé, les concepts doublement encadrés représentent les notions à aborder dans le cadre du module *Base de Données Relationnelles*. Une des images représente un b-arbre +, et l'autre un b-arbre *. Les deux images sont donc dans notre modèle représentées à partir de ces deux concepts de l'ontologie de l'informatique. L'exercice quant à lui aborde les notions d'organisation indexée des données à partir de b-arbres tout en insistant sur le temps d'accès aux données. Ces trois concepts de l'ontologie sont donc utilisés pour l'indexer. L'avantage de spécifier ces concepts est qu'un enseignant pourra réutiliser cet exercice lorsqu'il voudra travailler sur les notions précédemment citées.

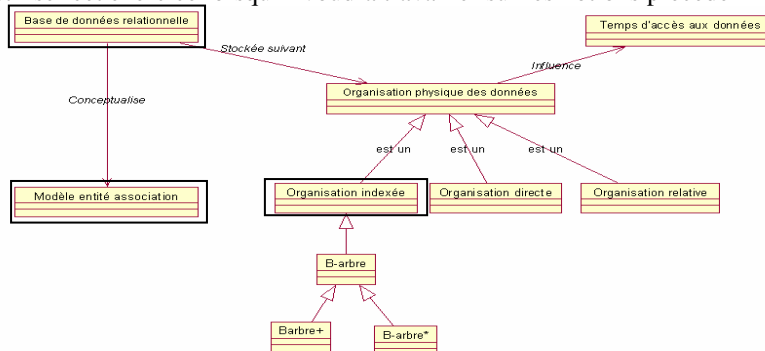


Figure 3 : Extrait de l'ontologie du thème de l'informatique

Dans le cadre de son utilisation dans un scénario pédagogique, l'exercice proposé pourra être utilisé à différents niveaux. Si l'on considère la pédagogie de Gagné, il pourra être utilisé pour provoquer la performance, fournir la rétroaction et évaluer la performance. Son utilisation est indiquée dans le diagramme d'activités présenté figure 4 au niveau des actes en gras (4 et 5). L'enseignant présente les notions à appréhender aux étudiants. Ces derniers lisent les chapitres correspondants et demandent des explications à l'enseignant. L'enseignant donne des explications à l'aide des exemples et attendent une nouvelle réaction des étudiants, et donne éventuellement des suppléments d'explications au cas où les étudiants en demandent. Puis, le délai écoulé, l'enseignant donne l'exercice que les étudiants

doivent traiter. Ensuite, l'enseignant corrige des exercices tout en fournissant des explications précises sur chaque point non maîtrisé par l'étudiant, par courrier électronique, dialogue en direct ou sur forum. Afin d'assurer la compréhension et la rétention des notions à appréhender, des exercices d'évaluation et d'auto évaluation sont fournis aux étudiants. Finalement, l'enseignant donne un résumé des points à retenir sur la notion étudiée.

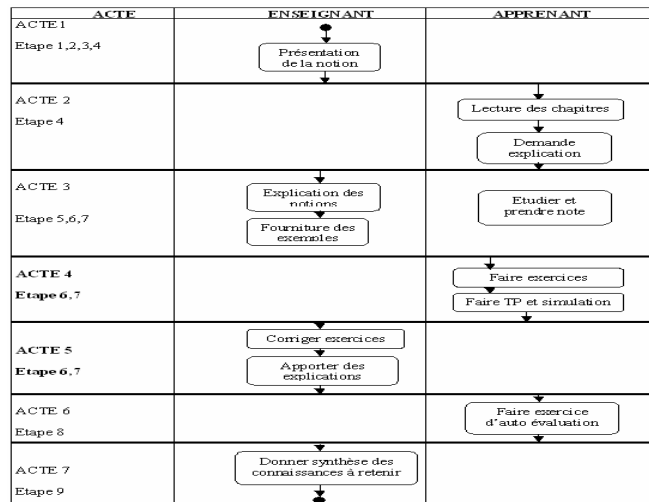


Figure 4 : Diagramme d'activité du scénario pédagogique intégrant l'exercice

5. Conclusions et perspectives

Le modèle que nous avons proposé peut être appliqué à tout document électronique à objectif pédagogique. Il s'intègre dans tout modèle d'apprentissage (formation à distance synchrone et asynchrone, présentiel ou non,...). Il présente aussi la possibilité d'utilisation et d'adaptation sur tout type de formation car il n'a pas été conçu dans le cadre d'une formation spécifique.

L'originalité du modèle est la représentation multi-facettes des documents en utilisant trois ontologies : ontologie de thème, ontologie des tâches, ontologie des théories pédagogiques et une description LOM/SCORM. Les ontologies que nous proposons seront représentées en OWL (langage Web Ontology Language) [W3C04] basé sur la syntaxe RDF/XML. Il permet de représenter explicitement la signification des termes de vocabulaires et les relations entre les concepts associés.

Un des points forts du modèle est que les ontologies permettent de couvrir tout le cycle de vie d'un document : depuis sa conception par l'enseignant jusqu'à la recherche d'information de l'apprenant sur une notion donnée. Le modèle permet de développer un système permettant d'assister les utilisateurs dès la conception même des ressources. Les différents acteurs du système (enseignants, apprenants) et leurs différentes tâches sont considérées. Il fournit la souplesse d'une représentation sémantique et de la recherche d'objets pédagogiques pertinents par l'utilisation des

profils d'application du LOM. Le respect des normes et standards d'apprentissage en ligne garantit l'interopérabilité avec d'autres systèmes.

Pour poursuivre notre étude, nous envisageons de travailler sur l'indexation des documents à partir de l'annotation sémantique que nous proposons. Nous travaillons sur une implantation dans le cadre de documents pédagogiques créés dans le cadre d'un environnement pour la formation à distance. Nous poursuivrons alors notre étude en mettant en place un système qui permet le suivi personnalisé des activités menées par chaque apprenant et qui permet l'utilisation d'interfaces variables et dynamiques suivant le modèle pédagogique choisi.

6. Références :

- [PSYCHE05] Psyché V., Bourdeau J., Nkambou R. et Mizoguchi R. (2005). Making Learning Design Standards Work with an Ontology of Educational Theories. *AIED 2005*.
- [IMSLD03] <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>
- [SCORM04] Le modèle SCORM (2004). <http://www.adlnet.org>
- [LOM02] LOM (2002). LOM standard, document IEEE 1484.12.1-2002.
- [WILEY01] Wiley D.A. (2001). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: a Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. Wiley, David A. (Ed.) *The Instructional Use of Learning Objects*, p 1-35.
- [MIZOGUCHI04] Mizoguchi R. (2004). Le rôle de l'ingénierie ontologique dans le domaine des EIAH. *Sticef* Volume 11 (Numéro spécial : Ontologies pour les EIAH).
- [E-TUD] http://www.e-tud.com/encyclo_e-learning.htm
- [BOUTEMEDJET04] Boutemedjet S. (2004). Web Sémantique et e-Learning. Cours FT6261.
- [GASEVIC05] Gasevic D. et Hatala M. (2005). Searching context relevant learning resource using ontology mappings. *International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-learning (SW-EL)*, Winston-Salem State University, p 45-52.
- [LENNE05] Lenne D., Abel M.-H., Moulin C. et Benayache A. (2005). Mémoire de formation et apprentissage. *EIAH 2005*, Montpellier, p 105-116.
- [ABEL03] Abel M.-H., Lenne D., Moulin C. et Benayache A. (2003). Gestion des ressources pédagogiques d'une e-formation. *Document Numérique* 7(1-2), p 111-128.
- [KNIGHT05] Knight C., Gasevic D. et Richards G. (2005). Ontologies to integrate learning design and learning content. *Journal of Interactive Media in Education* (07).
- [STUDER98] Studer R., Benjamins VR. et Fensel D. (1998). Knowledge Engineering: Principles and Methods. *Data and Knowledge Engineering (DKE)*, 25(1-2), p 161-197.
- [HERNANDEZ05] Hernandez N. (2005). Ontologies de domaine pour la modélisation du contexte en Recherche d'Information. Thèse de l'Université Paul Sabatier.
- [FAGE05] Fage C. (2005). Vous avez dit SCORM. *eLearning Agency*, p 1-14.
- [DUVAL02] Duval E., Sutton S. et Weibel SL. (2002). Metadata Principles and Practicalities. *D-Lib Magazine* 8(4), p 1-16.
- [MAEDCHE04] Maedche A. et Staab S. (2004). Ontology Learning. *Handbook on Ontologies*, S Staab, R. Stubers (Eds.), p 173-190.
- [LEBRUN02] Lebrun M. (2002). Des technologies pour enseigner et apprendre, *De Boeck* (2^{ème} édition).
- [KOPER01] Koper R. (2001). EML-OUNL (Open University of the Netherlands' Educational Modeling Language), Modeling Units of Study from a Pedagogical Perspective.
- [W3C04] W3C Consortium (2004), OWL Specification Development, <http://www.w3.org/2004/OWL/#specs> Feb 2004.