

UTILISATION DE NORMES ET STANDARDS DANS LE PROJET MEMORAE

Marie-Hélène Abel

Lavoisier | « Distances et savoirs »

2004/4 Vol. 2 | pages 487 à 511

ISSN 1765-0887

Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2004-4-page-487.htm>

Pour citer cet article :

Marie-Hélène Abel, « Utilisation de normes et standards dans le projet MEMORAE
», *Distances et savoirs* 2004/4 (Vol. 2), p. 487-511.

DOI 10.3166/ds.2.487-511

Distribution électronique Cairn.info pour Lavoisier.

© Lavoisier. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Utilisation de normes et standards dans le projet MEMORAe

Marie-Hélène Abel

UMR CNRS 6599 Heudiasyc
Université de Technologie de Compiègne
BP 20529
F-60206 Compiègne cedex
Marie-Helene.Abel@utc.fr

RÉSUMÉ. Le monde de l'éducation et de la formation est l'un des principaux bénéficiaires des avancées dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC). De nombreux documents, et plus généralement de nombreuses ressources, sont produits ou utilisés dans le cadre d'une e-formation. Le problème de leur accès et de leur gestion se trouve ainsi posé, accru également par le nombre croissant de ressources disponibles. L'archivage d'une ressource numérique se traduit concrètement par un jeu de métadonnées. Le choix de ces métadonnées nécessite un travail de standardisation. Une réflexion sur la façon de les implémenter afin qu'elles soient compréhensibles par une machine est également nécessaire. Dans cet article nous présentons le rôle joué par les métadonnées, différents travaux de standardisation les concernant ainsi que différents langages dont l'objectif est de les rendre compréhensibles par la machine. Enfin, nous présentons le projet MEMORAe et le positionnons par rapport à ces travaux.

ABSTRACT. The education and training world is one of the principal recipients of ICT. Many documents and more generally many resources are produced or used in an e-learning application. Their access and their management is a real problem increased by the numerous resources available. The recording of a digital resource is expressed in concrete terms by a set of metadata. The choice of these metadata requires a standardization work. A reflection on the way to implement them to make them machine understandable is also essential. In this article we present the metadata function, several metadata standardization works and various languages which goal is to make metadata machine understandable. Finally we present the MEMORAe project.

MOTS-CLÉS : métadonnées, standards, ontologie, e-learning, gestion des connaissances.

KEYWORDS: metadata, standards, ontology, e-learning, knowledge management.

Introduction

Le monde de l'éducation et de la formation est l'un des principaux bénéficiaires des avancées dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Ces technologies, qui ont déjà profondément transformé le monde industriel dans la façon de travailler, ont maintenant également un impact profond sur l'enseignement et la manière de gérer des formations. L'intervention des TIC dans le champ de l'éducation et de la formation va au-delà de leur simple utilisation au service d'anciens modes de fonctionnement. Elle a donné lieu ces dernières années à diverses applications souvent regroupées sous le terme d'e-formation ou formation en ligne. Parmi les nombreuses définitions rencontrées, l'exploitation du réseau, du numérique est une constante.

De nombreux documents et plus généralement de nombreuses ressources numériques peuvent être utilisés dans le cadre d'une e-formation. Certaines de ces ressources sont produites et utilisées seulement « en interne » par les différents acteurs impliqués dans la formation, d'autres sont disponibles sur le web : cours en ligne, supports de cours, supports de présentations orales (transparents), bibliographies, foires aux questions, notes de lectures, etc. Le problème de leur accès et de leur gestion se trouve ainsi posé, accru également par le nombre croissant de ressources disponibles.

L'archivage d'une ressource numérique se traduit concrètement par un jeu de métadonnées. Ce jeu de métadonnées peut être comparé à une « fiche de bibliothèque électronique », réunissant l'ensemble des informations documentaires pertinentes : titre, auteur, date, taille, etc. Le choix de ces métadonnées nécessite un travail de standardisation. Ce travail est indispensable car dans le cas du web, l'indexation est potentiellement effectuée par tout producteur de ressource, voire tout utilisateur. La standardisation doit donc être menée au niveau de l'ensemble des internautes de la communauté éducative. C'est dans cet optique que des travaux tels que DCMI (DCMI), LOM (LOM), CanCore (CanCore) ont vu le jour. Une réflexion sur la façon de les implémenter afin qu'elles soient compréhensibles par une machine est également nécessaire. Pour ce faire, nous avons besoin : d'un unique nom (URI) pour chaque ressource, d'un modèle de description des ressources, ainsi que d'un vocabulaire commun.

Le web aujourd'hui est composé de liens simples et universels mais sémantiquement peu structurants, les métadonnées sont peu ou mal utilisées. Le web sémantique (Berners-Lee *et al.*, 2002), une extension du web actuel, peut être une réponse à ces besoins. Il présente un caractère souple, évolutif, extensible, interopérable, avec une standardisation minimale. Afin d'établir un modèle de description des ressources, plusieurs formalismes, « langages », sont candidats, ils s'agit principalement de RDF/RDFS (RDF/RDFS), Topic Maps (IEC, 1999) et OWL (OWL).

Dans le cadre du projet MEMORAe (MEMOire Organisationnelle Appliquée au e-learning), nous proposons de considérer une formation comme une organisation qui gère ses ressources au moyen d'une mémoire organisationnelle particulière appelée 'de formation' (Abel *et al.*, 2003). Cette mémoire permet d'une part de capitaliser les ressources, les informations, les connaissances d'une formation, et d'autre part, de 'mieux' les indexer en tenant compte du contexte de la formation considérée. Afin d'organiser et d'indexer les ressources au sein d'une telle mémoire, nous avons fait le choix d'utiliser des ontologies pour modéliser les métadonnées ainsi que le formalisme des Topic Maps pour les représenter. L'environnement que nous avons développé (<http://www.hds.utc.fr/~abenayac/Site-MEMORAe>) privilégie un apprentissage par exploration. Notre objectif est de mettre l'apprenant en situation d'explorer la mémoire via l'ontologie et ainsi d'accéder aux ressources qu'elle indexe. Nous avons deux applications test à partir desquelles nous évaluons notre travail : NF01, « Initiation à l'algorithmique et à la programmation Pascal », dispensé à l'Université de Technologie de Compiègne et B31.1, « Statistiques », dispensé à l'université de Picardie.

Dans cet article, nous rappelons tout d'abord le rôle des métadonnées dans un contexte de e-formation en présentant les normes et/ou standards adaptés. Nous poursuivons par une description des trois principaux modèles de description de ressources. Nous présentons enfin une synthèse des travaux effectués dans le cadre du projet MEMORAe et précisons comment nous utilisons et représentons les métadonnées. Finalement, nous nous positionnons par rapport aux travaux effectués dans le cadre de ARIADNE (ARIADNE) et de SCORM (SCORM) avant de conclure.

Les métadonnées

Les métadonnées servent à décrire une ressource d'information. Le terme « meta » vient du grec et dénote une entité de nature plus élevée ou plus fondamentale qu'une autre. Les métadonnées sont des données à propos d'autres données. On utilise ici ce terme pour décrire des informations relatives à des ressources du Web.

Une notice contenant des métadonnées est constituée d'un ensemble d'attributs, et de leur valeur, utiles pour décrire une ressource. Le lien entre une notice de métadonnées et la ressource qu'elle décrit peut être fait de deux façons :

- La notice est séparée de la ressource, c'est le cas pour une notice dans un catalogue de bibliothèque,
- La notice peut être intégrée à la ressource elle-même.

Plusieurs standards et/ou normes de métadonnées tels que le Dublin Core (DCMI), ne prescrivent ni l'un ni l'autre des types de liens ; la décision doit être

prise en tenant compte des caractéristiques et des besoins de chaque implantation particulière.

Le concept de métadonnées est antérieur à Internet et au Web. Toutefois, c'est avec l'augmentation de l'édition électronique et des bibliothèques numériques que la nécessité de standards de métadonnées a véritablement été ressentie.

L'association de métadonnées descriptives standardisées et d'objets en réseau offre un potentiel d'amélioration substantiel des possibilités de découverte de ressources : elle permet des recherches basées sur des champs (auteur, titre, etc.), d'indexer des objets non-textuels (image, son, etc.) et d'accéder à un contenu de substitution, ce qui est différent de l'accès au contenu de la ressource elle-même.

De nombreuses communautés s'intéressent aux métadonnées. Les standards les concernant sont nombreux et orientés « métiers ». La prolifération de besoins « métiers » variés ainsi que la diversité des structures et des nomenclatures de métadonnées informatiques ont conduit à la recherche d'un standard minimal : Le NCSA (National Center for Supercomputing Applications) et l'OCLC (Online Computer Library Center) - réunis en 1995 au siège de l'OCLC à Dublin, Ohio - ont défini un ensemble de métadonnées communes à diverses communautés : le Dublin Core Metadata Initiative (DCMI), abrégé souvent en *Dublin Core* ou en *DC*.

Dans ce qui suit, nous présentons deux standards pour la description des ressources liées au domaine de l'éducation, le Dublin Core Education et le Learning Object Metada.

Dublin Core Education

Le modèle de métadonnées du Dublin Core est un ensemble d'éléments simples mais efficaces pour décrire une grande variété de ressources en réseau. Le modèle du Dublin Core comprend 15 éléments dont la sémantique a été établie par un consensus international de professionnels provenant de diverses disciplines telles que la bibliothéconomie, l'informatique, le balisage de textes, la communauté muséologique et d'autres domaines connexes.

Cet ensemble de 15 éléments de métadonnées a trait :

- au *Contenu* : Title, Description, Subject, Source, Coverage, Type, Relation,
- à la *Propriété intellectuelle* : Creator, Contributor, Publisher, Rights,
- à la *Version* : Date, Format, Identifier, Language.

La figure 1 (page suivante) présente ces 15 éléments.

Le modèle du *Dublin Core* ayant été conçu comme un référentiel commun à diverses communautés intéressées par les métadonnées, sa terminologie peut apparaître un peu déroutante dans certains contextes. Le *Dublin Core* parle ainsi de

Créateur (Creator) d'une ressource et non pas d'*Auteur*, plus habituel dans le domaine de l'écrit.

Nom de l'élément	Identifiant	Définition
Titre	Title	Le nom donné à la ressource
créateur	Creator	L'entité principalement responsable de la création du contenu de la ressource
sujet et mots-clefs	Subject	Le sujet du contenu de la ressource
description	Description	Une description du contenu de la ressource
éditeur	Publisher	L'entité responsable de la diffusion de la ressource, dans sa forme actuelle, tels, un département universitaire, une entreprise.
contributeur	Contributor	Une entité qui a contribué à la création du contenu de la ressource
date	Date	Une date associée avec un événement dans le cycle de vie de la ressource
Type	Type	La nature ou le genre du contenu de la ressource
Format	Format	La matérialisation physique ou digitale de la ressource
Identifiant	Identifier	Une référence non ambiguë à la ressource dans un contexte donné
source	Source	Une référence à une ressource à partir de laquelle la ressource actuelle a été dérivée
Langue	Language	La langue du contenu intellectuel de la ressource
Relation	Relation	Une référence à une autre ressource qui a un rapport avec cette ressource
couverture	Coverage	La portée ou la couverture spatio-temporelle de la ressource
droits	Rights	Information sur les droits sur et au sujet de la ressource

Figure 1. *Éléments de métadonnées du Dublin Core*

Une version plus évoluée du *Dublin Core* autorise l'usage de qualificatifs ; par exemple, l'élément *Description* peut être raffiné à l'aide des qualificatifs *tableOfContents* et *abstract*.

Le modèle du *Dublin Core* a été proposé pour faciliter la recherche de ressources peu complexes. Il ne prétend pas répondre aux besoins et à la complexité de tous les métiers. Dans la plupart des besoins professionnels, il doit être complété par d'autres schémas de métadonnées. L'objectif visé est que des groupes d'utilisateurs se servent du modèle *Dublin Core* comme d'un noyau et qu'ils mettent au point leurs

propres extensions en fonction des besoins de leur discipline ou de leur établissement. Divers groupes de travail sur la norme Dublin Core (éducation, architecture, administration, description des collections, etc.) travaillent à l'élaboration d'ensembles d'éléments propres à une discipline afin de compléter les éléments du noyau. Un groupe de travail a fait approuver un ensemble d'éléments propre à l'éducation. Ainsi le **Dublin Core Education** est composé de métadonnées génériques et reprend des métadonnées de la partie « Educational » du LOM comme type d'utilisateur, niveau et type d'interactivité, durée, conformité à un standard éducatif, qualité, niveau, type de pédagogie.

Learning Object Metadata

Le standard IEEE LOM définit un schéma de base constitué d'une hiérarchie d'éléments permettant de décrire un objet pédagogique (learning object).

La définition d'un objet pédagogique donnée par l'IEEE est la suivante :

“A Learning Object is defined as any entity, digital or non-digital that may be used for learning, education or training.”

Le standard LOM vise à définir un ensemble minimal de métadonnées permettant de gérer, localiser et évaluer un objet pédagogique. Il autorise d'étendre localement ces métadonnées ainsi que de les rendre obligatoires. Au plus haut niveau de la hiérarchie sont représentées neuf catégories :

La catégorie *General* regroupe l'information générale décrivant un objet pédagogique dans son ensemble.

La catégorie *Lifecycle* regroupe les caractéristiques relatives à l'historique et à l'état courant de l'objet pédagogique ainsi que celles des modifications qu'il a subies.

La catégorie *Meta-Metadata* regroupe les informations sur les métadonnées elles-mêmes et non sur les objets pédagogiques décrits par celles-ci.

La catégorie *Technical* regroupe les exigences et caractéristiques techniques permettant d'exploiter l'objet pédagogique.

La catégorie *Educational* regroupe les caractéristiques pédagogiques de l'objet pédagogique.

La catégorie *Rights* regroupe les informations concernant les droits sur la propriété intellectuelle et les conditions d'utilisation de l'objet pédagogique.

La catégorie *Relation* regroupe les caractéristiques qui définissent les liens entre objets pédagogiques.

La catégorie *Annotation* regroupe les commentaires sur l'utilisation pédagogique de l'objet ainsi que des informations sur la date de création et les destinataires potentiels de ces commentaires.

La catégorie *Classification* décrit l'objet pédagogique dans un système de classification particulier.

Pour chaque catégorie et sous catégorie, le LOM précise un certain nombre d'informations dont : nom, explication, taille, exemple de valeur, type de donnée. Voici quelques exemples de métadonnées selon le LOM. La convention d'écriture utilisée permet d'exprimer la hiérarchie en séparant par un point les niveaux catégorie et sous catégorie.

General.Title : Nom donné à l'objet pédagogique concerné.

General.Language : Langue(s) utilisée(s) dans l'objet pédagogique concerné.

Life Cycle.Version : Edition de l'objet pédagogique concerné.

Technical.Location : Chaîne de caractères permettant d'accéder à l'objet pédagogique concerné (par exemple, une URL).

Nous présentons ci-dessous les sous catégories de la catégorie *Educational* :

Educational.InteractivityType : Le type d'interactivité nécessitée par la ressource (actif, passif, mixe, indéfini).

Educational.InteractivityLevel : Niveau d'activité entre l'utilisateur et la ressource (0, 1, 2, 3, 4).

Educational.SemanticDensity : Mesure subjective de l'utilité de la ressource en rapport avec sa taille et sa durée.

Educational.IntendedEndUserRole : Utilisateur pour qui est destinée la ressource (enseignant, auteur, élève, gestionnaire).

Educational.LearningContext : Type de public cible (primaire, collège, lycée, etc.).

Educational.TypicalAgeRange : Age de l'utilisateur type.

Educational.Difficulty : Difficulté offerte par la ressource pour le public type (0, 1, 2, 3, 4).

Educational.TypicalLearningTime : Temps typique ou approximatif nécessitée pour travailler sur la ressource.

Educational.Description : Commentaire sur l'utilisation de la ressource.

Educational.Language : langue de l'utilisateur typique.

Modélisation sémantique

Le format de définition des Métadonnées est dépendant de l'environnement applicatif d'utilisation : XML, RDF, etc. Suivant une pure approche XML, telle que le LOM XML Binding ou le DC XML, la structure XML élaborée est le résultat d'un choix d'une syntaxe la plus appropriée permettant de représenter l'ensemble des éléments qui respecte le mieux le modèle de données retenu (LOM ou DC).

Un XML binding définit un format d'échange de métadonnées. Les métadonnées peuvent être stockées dans une base de données et une représentation XML peut être générée à la demande. Cette représentation peut servir, par exemple, à échanger les métadonnées de deux systèmes. Ainsi, une notice au format XML est une entité indépendante avec une structure bien définie.

Bien que très exploitées, les descriptions syntaxiques à base de métadonnées montrent cependant leurs limites. La description d'une ressource se traduit par une notice de mots clés. Ainsi, il s'agit d'associer plusieurs mots clés pour en contraindre l'accès, cela n'est cependant pas toujours suffisant. Par exemple, si l'on recherche des ressources sur les tableaux en informatique, même en associant les deux termes, la réponse avec un moteur de recherche très performant n'est pas satisfaisante. De plus l'ordre des mots a son importance.

Dans le contexte d'un web sémantique, les descriptions syntaxiques ne sont pas suffisantes puisque uniquement centrée sur la syntaxe. C'est pourquoi dans ce qui suit, nous présentons trois langages de description de ressources candidats pour le web sémantique.

Langages candidats pour un web sémantique

Le World Wide Web a été conçu à l'origine pour la compréhension humaine, et bien que tout ce qui y réside soit *lisible par une machine*, ces données ne sont pas *compréhensibles par une machine*. Il est très difficile d'automatiser quoi que ce soit sur le Web, et à cause du volume d'information que le Web contient, il est impossible de gérer cela manuellement. Une solution proposée est d'utiliser les *métadonnées* pour décrire les données contenues sur le Web.

Trois langages peuvent prétendre répondre aux objectifs d'un web sémantique. Ils se distinguent selon l'approche qu'ils suivent pour représenter les métadonnées. RDF est centré énoncé (statement), OWL permet de représenter les métadonnées via des ontologies, les cartes de topics sont centrées sujet.

RDF/RDFS

Resource Description Framework (RDF) est une création pour le traitement des métadonnées ; il fournit l'interopérabilité entre les applications qui échangent de l'information non compréhensible par les machines sur le Web. RDF augmente la facilité de traitement automatique des ressources Web.

Un des buts de RDF est de rendre possible la spécification sémantique des données d'une manière standardisée et interopérable. RDF et XML sont complémentaires : RDF est un modèle de métadonnées. Pour ces problèmes, RDF repose sur le support de XML. Il est également important de comprendre que cette syntaxe XML est seulement une syntaxe possible pour RDF et que des manières alternatives de représenter le même modèle RDF de données pourraient voir le jour.

Le but général de RDF est de définir un mécanisme pour décrire les ressources sans faire d'hypothèses sur un domaine particulier d'application, d'ailleurs cela définit (a priori) les sémantiques de n'importe quel domaine d'application. La définition du mécanisme est neutre par rapport au domaine, bien que le mécanisme est approprié pour décrire l'information de chacun des domaines.

Pour faciliter la définition des métadonnées, RDF a un système de classes. Une collection de classes (écrite typiquement pour un domaine ou un but spécifique) est appelée un *schéma*. Les classes sont organisées en hiérarchie, et offrent une extensibilité grâce aux sous-classes. A travers le partage des schémas, RDF supporte la réutilisabilité des définitions de métadonnées.

OWL (OWL)

Le langage d'ontologie Web OWL sert à décrire des classes et leurs relations, lesquelles sont inhérentes aux documents et applications Web. Il définit et instancie des ontologies Web. Le terme ontologie, emprunté à la philosophie, désigne la science qui décrit les sortes d'entités dans le monde et la façon dont elles sont reliées. Une ontologie OWL peut contenir des descriptions de classes, de propriétés et de leurs instances. Pour une telle ontologie donnée, la sémantique formelle OWL indique comment déduire des conséquences logiques, c'est-à-dire les faits qui ne sont pas littéralement présents dans l'ontologie mais déduits par la sémantique. Ces inférences peuvent s'appuyer sur un seul document ou sur plusieurs documents distribués qui ont été combinés à l'aide de mécanismes OWL définis.

Une ontologie diffère d'un schéma XML en ce qu'il s'agit de la représentation d'une connaissance, et non du format d'un message. La plupart des normes du Web issues de l'industrie consistent en une combinaison de formats de message et de spécifications de protocole. Ces formats ont reçus une sémantique opératoire telle que 'A réception de ce BonDeCommande', 'transférer Montant Euros de CompteDébit vers CompteCrédit et expédier Produit'. Mais la spécification ne

conçoit pas de raisonnement hors du contexte de la transaction. Par exemple, on ne disposera généralement pas d'un mécanisme concluant que, puisque Produit est un type de cépage Chardonnay, alors ça doit aussi être un vin blanc.

Un avantage des ontologies OWL réside dans la mise à disposition d'outils qui pourront effectuer un raisonnement à partir d'elles. Les outils apporteront une assistance générique qui ne se limitera pas à un domaine particulier.

Le langage OWL offre trois sous langages, d'expressivité croissante, conçus pour l'usage de communautés de développeurs et d'utilisateurs spécifiques.

Le langage OWL Lite concerne les utilisateurs qui ont principalement besoin d'une hiérarchie de classifications et de fonctionnalités de contrainte simples. Par exemple, bien qu'OWL Lite gère des contraintes de cardinalité, ce langage ne permet que des valeurs de cardinalité de 0 ou 1.

Le langage OWL DL concerne les utilisateurs qui souhaitent une expressivité maximum sans perdre la complétude du calcul (toutes les inférences sont assurées d'être prises en compte) et la décidabilité (tous les calculs seront terminés dans un intervalle de temps fini) des systèmes de raisonnement. Le langage OWL DL inclut toutes les structures de langage de OWL, avec des restrictions comme la séparation des types (une classe ne peut pas être aussi un individu ou une propriété, une propriété aussi être un individu ou une classe). OWL DL est ainsi nommé en raison de sa correspondance avec la logique de description.

Le langage OWL Full est destiné aux utilisateurs qui souhaitent une expressivité maximale et la liberté syntaxique de RDF sans garantie de calcul. Une autre différence significative par rapport à OWL DL réside dans la possibilité de marquer un objet `owl:DatatypeProperty` comme étant un objet `owl:InverseFunctionalProperty`. Le langage OWL Full autorise une ontologie à augmenter la signification du vocabulaire prédéfini (RDF ou OWL). Il est peu probable qu'un système de raisonnement puisse mettre en œuvre toutes les caractéristiques de OWL Full.

Chacun de ces sous langages représente une extension par rapport à son prédécesseur plus simple, à la fois par ce qu'on peut exprimer légalement et par ce qu'on peut conclure de manière valide.

Topic Maps

Les topic maps (TM) ont été créées au début des années 1990 par le groupe de documentalistes Davenport pour répondre à une problématique d'échange de documents électroniques et plus particulièrement celui de leurs index. Elles sont devenues un standard au début des années 2000 (IEC, 1999). Les topic maps sont essentiellement basées sur les notions de topics, d'associations et d'occurrences. Il est possible depuis 2001 d'exprimer une TM selon la norme XTM 1.0 (XTM, 2001), définie comme un langage XML particulier.

Les Topics

Un topic, ou sujet, est une entité à laquelle on attache un identificateur de façon à pouvoir la réutiliser ultérieurement. Il est possible d'indiquer qu'un topic est instance d'un autre, ce qui permet de faire un premier classement des topics en type et instance. La définition de types de topics dépend bien sûr de leur utilisation, des besoins de l'application et de la nature de l'information présente dans les documents (Pepper, 1999). Plus généralement, un topic est la représentation informatique d'un sujet plongé dans un contexte particulier (Le Grand, 2001). Un topic est un objet composé de l'information qui le caractérise.

Les topics peuvent avoir plusieurs noms afin de mieux les identifier et de retirer l'ambiguïté au sein de la TM. La recommandation ISO préconise trois principaux noms : le nom de base, le nom dédié à l'affichage et un nom utilisé pour des besoins éventuels de tris ou de classements (Caussanel *et al.*, 2002). Attribuer plusieurs noms au même topic, permet d'utiliser chacun des noms lors d'utilisations différentes de la topic map (langue, domaine d'application). Notons que certains topics peuvent ne pas avoir de nom, mais un simple identificateur.

Les Occurrences

Un topic peut être lié à une ou plusieurs ressources (article, image, vidéo, etc). Ces ressources sont généralement disponibles sous formes de fichiers électroniques et donc externes à la topic map. Dans le cas de ressources constituant de courts commentaires sur un sujet, il est cependant possible de les insérer dans la topic map elle-même. L'accès aux ressources est décrit dans les occurrences au moyen de références à des URL. Chaque occurrence possède un type ce qui permet d'en concevoir diverses catégories : nature des ressources qu'elles adressent (texte, image, son).

Les Associations

Les notions de topic et d'occurrence permettent d'organiser les ressources d'information et de créer une indexation « directe ». La notion d'association permet de créer des liens entre les différents topics et ainsi de naviguer entre eux.

Une association permet de lier deux ou plusieurs topics, appelés membres de l'association. Chaque membre joue un rôle dans l'association. Les associations peuvent également être classées selon leurs types qui sont eux-même définis en tant que topics. Cette définition de type d'association, permet de regrouper l'ensemble des topics qui ont un lien commun avec un autre topic (un auteur et un ensemble de titres de publications par exemple). Cela améliore considérablement l'efficacité de la navigation.

Les topic maps définissent également la notion de contexte. Un contexte permet de relier les caractéristiques d'un topic (noms, occurrences et associations) à un contexte particulier levant certaines ambiguïtés. Une utilisation particulière du

contexte est de préciser le format d'une donnée comme une date, une comparaison pouvant ne pas avoir de sens sinon (Altheim, 2002).

Conclusion

Bien que ces trois langages aient pris des orientations différentes (statement, ontologie, sujet), ils peuvent prétendre répondre aux attentes d'un web sémantique. Notons qu'il est possible de migrer de l'un à l'autre sous certaines conditions. Ainsi, il est possible de migrer :

– de RDF vers OWL DL ou OWL Lite. Il est cependant nécessaire de s'assurer que le document original RDF satisfait aux contraintes imposées par OWL DL et OWL Lite.

– De TM vers RDF sous condition, par exemple, de représenter les schémas RDF par des associations.

C'est donc, au final, à l'utilisateur de choisir, en fonction de ses besoins, le langage le mieux adapté.

Le projet MEMORAE (Abel *et al.*, 2003, 2004) (Moulin *et al.*, 2004)

Dans cette section, nous présentons le projet MEMORAE. Nous commençons par justifier l'utilisation d'une mémoire organisationnelle dans le cadre d'une e-formation en lien avec notre conception d'une e-formation. Nous abordons alors la modélisation de la mémoire au moyen d'ontologies et nous positionnons leurs concepts par rapport aux standards décrits. Enfin nous discutons du choix du formalisme des TM avant de présenter l'interface de navigation de l'environnement développé.

Le concept de mémoire organisationnelle de formation

Une formation est constituée d'acteurs (tels que apprenants, enseignants, secrétaires, etc.), de différentes ressources (telles que définitions, exercices, études de cas, etc.) rédigées sous différentes formes (telles que livres, rapports, sites web, etc.) et sur différents supports (tels que papier, vidéo, audio, etc.) ainsi que de connaissances et de compétences qu'elle doit apporter. En ce sens, une formation est une organisation. C'est pourquoi dans le cadre du projet MEMORAE, nous proposons de gérer les ressources, les informations et les connaissances de cette dernière au moyen d'une mémoire organisationnelle de formation basée sur des ontologies (Abel, 2003). Cette mémoire est évaluée dans le contexte d'une e-formation, et est d'ailleurs mise à disposition des utilisateurs via le web.

Une mémoire organisationnelle de formation se distingue d'une mémoire organisationnelle plus classique (Dieng *et al.*, 2001) par sa finalité : mettre à disposition des utilisateurs un contenu et le présenter pédagogiquement. Ce contenu pédagogique est constitué à partir des notions à appréhender, des liens qui les associent et des ressources qu'elles indexent.

Les notions ne sont pas choisies uniquement parce qu'elles traitent de l'objet de la formation en particulier mais sont le résultat d'un travail d'analyse en profondeur sur la formation elle-même : quelles notions veut-on aborder dans cette formation ? Afin de présenter ces notions, un travail de nature didactique sur les relations qu'elles entretiennent entre elles doit être effectué. Par exemple, pour une formation d'algorithmique, pourquoi et comment décider de mettre un lien entre la notion de « tableau » et la notion de « boucle » ?

Les ressources doivent être sélectionnées en fonction d'un objectif pédagogique et le choix de leurs indexations en dépend. Il ne s'agit pas d'une indexation automatique à partir du contenu, le responsable de la formation (pouvant être aidé d'un comité éditorial) se porte garant de la pertinence de ce lien. Ce n'est pas parce qu'un document traite d'une notion à appréhender qu'il sera indexé obligatoirement par cette notion. Il faut que ce choix ait été fait, c'est-à-dire que le document ait été jugé suffisamment intéressant pour l'apprentissage de cette notion.

Ces décisions découlent de l'objectif pédagogique que le responsable de la formation veut mettre en œuvre. Dans une mémoire organisationnelle traditionnelle il n'est pas tenu compte d'un objectif pédagogique.

La mémoire de formation que nous proposons vise à faciliter l'organisation et la gestion des connaissances d'un enseignement ainsi qu'à clarifier les compétences qu'il permet d'acquérir.

Le contenu d'une mémoire de formation est composé principalement de deux types d'informations : des ontologies et les ressources indexées.

Contexte

Les formations auxquelles nous nous intéressons principalement sont des formations à distance de type e-formation. Le terme de e-formation est actuellement très utilisé et fait référence à des notions aussi variées que celle de logistique (gestion administrative), de ressources (diffusion de cours) ou de technologie (outils de conférences virtuelles). Au travers des nombreuses définitions rencontrées, l'utilisation d'un réseau pour dispenser une formation (d'où le « e » de e-formation), l'utilisation des TICE ainsi que l'accent mis sur l'apprentissage sont récurrents. On s'accorde généralement à dire qu'une e-formation ne doit pas se réduire à l'utilisation de technologies récentes pour des types d'apprentissage anciens, mais qu'elle doit induire de nouvelles formes d'apprentissage. Ceci a un certain nombre de conséquences. Par exemple, une e-formation nécessite au moins :

- une réflexion sur le contenu : objectifs, concepts étudiés, compétences acquises, etc.
- une réflexion sur l'organisation du contenu : relations entre les concepts étudiés ;
- une construction de nouvelles ressources en regard des possibilités offertes par l'utilisation du réseau et des TICE : l'utilisation de la traduction électronique d'anciennes ressources n'étant pas suffisante ;
- la redéfinition des rôles des acteurs : apprenant, enseignant.

Dans le cadre du projet MEMORAe, nous mettons l'accent sur la définition du contenu pédagogique sous forme granulaire représenté par une ontologie dont les concepts représentent les notions à appréhender, accessibles a priori de façon quelconque par l'apprenant. La manière de les aborder n'est pas imposée. Nous considérons en effet que l'apprenant doit avoir un rôle actif dans sa formation. Les supports mis à sa disposition ne sont pas la mise en ligne pure et simple de supports de cours dispensé en présentiel. Il s'agit au contraire d'un ensemble de ressources, facilement accessibles, puisque indexées sur une ontologie.

Dans cette conception du e-learning, la structuration de l'information et des connaissances est donc centrale à la fois pour les apprenants et pour les enseignants. La mémoire organisationnelle que nous proposons vise à faciliter cette structuration, à permettre la gestion des connaissances relatives à une formation donnée et à expliciter les compétences qu'elle permet d'obtenir. Elle s'appuie sur une modélisation de l'organisation de cette formation qui prend en compte le point de vue de ses différents acteurs.

Quelles ontologies pour le e-learning ?

« La modélisation d'un domaine repose sur le choix de primitives non logiques et la détermination de leur sémantique. Elle se poursuit dans l'expression des connaissances du domaine à partir de ces primitives. Ces deux étapes correspondent respectivement à la modélisation d'une ontologie (choix des primitives et de leur sémantique) et la construction d'une base de connaissances. » (Bachimont, 2004).

Pour naviguer au sein de la mémoire, les utilisateurs (apprenants, enseignants, etc.) ont besoin d'un vocabulaire commun. C'est pourquoi nous avons choisi de modéliser notre mémoire à l'aide d'ontologies. Nous distinguons deux parties dans la mémoire pour définir les ontologies (Breuker *et al.*, 1999) : le domaine de la formation en général qui a ses propres caractéristiques, et son application à une formation particulière. Parmi les différents types d'ontologie définis par Van Heijst (VanHeijst, 1997), nous utilisons donc seulement les deux premières catégories : domaine et application.

La première ontologie (ontologie de domaine) décrit les concepts du domaine « formation ». Ces concepts peuvent être de plusieurs types : personnes (étudiant, tuteur, secrétaire, etc.), documents (livres, supports de présentation, page web, etc.), médias (texte, image, audio, vidéo, etc.). Il peut s'agir également de caractéristiques pédagogiques (e.g. type d'activité) ou de moyens d'exprimer un point de vue (e.g. annotation).

La seconde ontologie (ontologie d'application) spécifie l'organisation des notions à appréhender dans le cadre d'une formation particulière. Ainsi pour une formation de base à l'algorithmique et à la programmation des notions telles que « structure de données » ou « structure itérative » seront décrites. Il est possible mais non obligatoire de considérer « arbre » ou « tableau » comme des sous-concepts de « structure de données » et de définir la relation « utilise » entre les concepts « structure de données » et « structure itérative ».

Ces ontologies ne sont pas indépendantes, la seconde est nécessairement reliée à la première. Par exemple, pour exprimer qu'un document est une introduction aux structures de données, il faut relier les deux concepts « introduction » et « structure de données » qui n'appartiennent pas à la même ontologie. Par ailleurs, certaines relations de nature pédagogique telles que « est un prérequis de » ou « utilise » sont définies dans l'ontologie de domaine, alors que d'autres plus spécifiques appartiennent à l'ontologie d'application (par exemple la relation « a pour cardinal » dans l'ontologie d'application de statistiques).

Concernant l'ontologie de domaine, elle est constituée de différentes sous-ontologies telles que celle des documents ou celle des personnes. Pour construire l'ontologie des documents, nous avons repris des éléments de Dublin Core ainsi que du LOM. Ces éléments peuvent se retrouver sous forme de concept, d'attribut ou bien de relation. Ainsi pour représenter l'auteur d'un document, nous avons créé la relation *auteur* entre les concepts *document* et *personne*. Le titre d'un document est représenté sous forme d'attribut du concept document. L'élément *type* du DC devient l'axe de spécialisation de la sous-ontologie document. L'élément 'sujet et mots clefs' ne fait pas, dans notre mémoire, partie de l'ontologie de domaine mais représente la racine de l'ontologie de l'application du domaine (il s'agit de l'ontologie des notions à appréhender). Ainsi, pour la formation d'algorithmique, nous retrouvons les concepts de tableau, boucle, etc.

Choix du formalisme (Moulin et al., 2003)

La modélisation d'une mémoire de formation telle que nous la présentons ici comporte donc trois entités : les deux parties ontologiques et l'indexation des documents qui leur est rattachée.

La modélisation doit permettre au moins trois opérations :

- la réunion de deux ontologies : l'ontologie de domaine et celle d'une application du domaine ;
 - la substitution de l'ontologie d'une application du domaine par celle d'une autre application ;
 - l'attachement de l'indexation des documents sur la réunion des deux ontologies.
- Elle doit satisfaire la problématique principale qui est de répondre à des requêtes sur la mémoire telles que :
- Quels sont les documents (livres, présentations, pages web) qui traitent, introduisent, développent une notion abordée dans la formation ;
 - Quelles sont les notions associées (prérequis à l'étude, étudiées conjointement...) à une notion donnée.

Le formalisme de représentation de la mémoire est déterminant dans la mesure où il doit dépasser l'aspect hybride de la modélisation (ontologie et indexation), permettre l'interopérabilité entre les différentes applications qui doivent traiter la mémoire (édition, mise à jour, consultation, navigation, etc.).

Deux voies s'ouvrent a priori : soit choisir les langages les mieux adaptés à la nature spécifique de chaque élément de la modélisation, soit choisir un unique langage. Le premier choix nécessite de pouvoir ensuite intégrer aisément les données des deux formalismes utilisés. Le second choix a l'avantage d'unifier la description des données, mais sa validité est liée à la possibilité de décrire dans le formalisme retenu les caractéristiques pour lesquelles il n'a pas été conçu.

Le second choix recouvre en fait deux possibilités : choisir un formalisme orienté ontologie ou choisir un formalisme orienté indexation. C'est bien sûr l'aspect central de l'utilisation de la mémoire qui doit influencer principalement le choix du formalisme. Il ne faut cependant pas négliger l'intérêt de disposer d'outils de traitement puissants. Bien que plusieurs formalismes soient envisageables, nous préconisons celui des cartes de topics (Topic Maps).

Aucun formalisme ne convenant totalement, le choix de l'un d'entre eux pour représenter une mémoire de formation est avant tout un compromis. Il s'agit de minimiser les désavantages. Les langages ontologiques que nous avons considérés possèdent de nombreuses caractéristiques intéressantes mais ils n'offrent pas de manière simple la possibilité de définir des relations autres que binaires, même si cela reste faisable. Les TM, quant à elles, ne contiennent pas intrinsèquement la notion de concept. Une comparaison intéressante entre les formalismes TM, RDF/S, DAML et OIL est étudiée dans (Garshol, 2002).

Nous avons cependant choisi le formalisme des TM surtout parce qu'il possède un niveau sémantique assez proche de la modélisation de notre mémoire. En le

regardant avec une vision orientée ontologie, développée également dans (Park, 2002), ce formalisme met en relief les éléments déterminants suivants :

- Il est possible d’envisager les topics comme des concepts ou des instances de concepts ;
- Il est possible d’envisager les associations, les contextes (scope) et les occurrences comme des relations entre concepts ;
- Les associations n’ont pas de limitation dans le nombre de leurs membres ;
- La relation d’occurrence permet d’attacher des ressources directement à un concept (une même ressource peut bien sûr apparaître dans plusieurs relations d’occurrence et être accessible à partir de plusieurs concepts) ;
- Les relations (associations, occurrence et les libellés des concepts) peuvent être définis à l’intérieur d’un contexte. Ceci permet d’implémenter simplement les notions d’annotations ou de points de vue dans la mémoire.

Pour adopter ce formalisme, nous avons dû vérifier qu’il était assez simple de greffer l’aspect ontologique manquant à ce formalisme et notamment la possibilité de construire des hiérarchies de concepts. Il ne s’agissait pas de recréer par exemple tous les constructeurs de classes présents dans OWL, mais simplement ceux qui nous étaient utiles.

Nous nous sommes préoccupés également de la possibilité de transformer une TM respectant à la fois la norme XTM 1.0 (XTM, 2001), et notre modèle, dans le formalisme RDF/S. La première définition d’OWL n’existait pas au moment où notre projet a été lancé et RDF/S était notre point de référence. OWL en étant défini comme une extension, il est simple de prévoir une transformation de XTM en OWL.

Exemple

Nous illustrons quelques aspects évoqués précédemment en présentant quelques exemples rédigés avec la syntaxe du langage XTM. Nous n’indiquons pas la définition de tous les topics, mais il est cependant facile d’imaginer les éléments non définis ici. Les extraits suivants illustrent la façon dont certaines requêtes peuvent être faites sur la mémoire : comment obtenir les objectifs d’une formation, comment obtenir un document introductif sur la notion de tableau. D’autres associations, non reproduites ici permettent de passer des structures de données aux itérateurs correspondants et d’obtenir leurs caractéristiques.

Responsable de la formation

L’extrait suivant montre la déclaration du topic *nf01*, de type *formation* (déclaré par ailleurs). Elle utilise une occurrence de type *site* (déclaré par ailleurs) auquel se rattache la ressource indiquée.

```

<topic id=« t-nf01 » >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= « #tt-formation » />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>Initiation à l’algorithmique et à la programmation en
Pascal</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href=« #tt-site » />
    </instanceOf>
    <resourceRef xlink:href=
      « http://www.hds.utc.fr/~ptrigano/nf01/ » />
    </occurrence>
  </topic>

```

L'extrait suivant montre la déclaration du topic *responsable-nf01* de type *personne* (déclaré par ailleurs).

```

<topic id=« t-reponsable-nf01 »>
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= « #tt-personne » />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>responsable</baseNameString>
  </baseName>
</topic>

```

L'extrait suivant montre la relation (de type association) responsabilité entre la formation nf01 et son responsable.

```

<association id=« responsabilite » >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href=
      « #at-responsabilite-formation » />
  </instanceOf>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href=« #tt-personne »/>
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href=« t-responsable-nf01 » />
  </membre>
</membre>

```

```

<roleSpec>
  <topicRef xlink:href= « #tt-formation » />
</roleSpec>
<topicRef xlink:href=« #t-nf01 »/>
</membre>
</association>

```

Les instanciations et relations précédentes permettent de retrouver entre autre le responsable d'une formation donnée.

Les objectifs de la formation

L'extrait suivant montre la relation entre la formation *nf01* et ses objectifs par l'intermédiaire du topic *obj-nf01*. Celui-ci est déclaré par ailleurs et associé à une ressource interne à la TM où figurent en clair les objectifs eux-mêmes.

```

<association id= « obj-nf01 » >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= « #at-objectifs-formation » />
  </instanceOf>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href=« #tt-objectifs »/>
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href=« t-obj-nf01 » />1
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href= « #tt-formation » />
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href=« #t-nf01 »/>
  </membre>
</association>

```

Les instanciations et relations précédentes permettent de retrouver les objectifs d'une formation donnée.

Une introduction aux tableaux

L'extrait suivant montre la déclaration du topic *tableau* de type *struct-donnees* (déclaré par ailleurs) et son association avec une ressource de type *page-site* qui sert d'introduction à la notion de Tableau.

1. Le topic t-obj-nf01 est associé par ailleurs par une occurrence à un document le décrivant.

```

<topic id = « t-tableau » >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= « #tt-struct-donnees » />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>Tableau</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href=« #tt-page-site » />
    </instanceOf>
    <resourceRef xlink:href=
« http://www.hds.utc.fr/~webtrig/webnf01/cours/chap09/cours.htm » />
  </occurrence>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href=« #tt-introduction » />
    </instanceOf>
    <resourceRef xlink:href=
« http://www.hds.utc.fr/~webtrig/webnf01/cours/chap09/cours.htm » />
  </occurrence>
</topic>

```

Ce type de déclaration permet de retrouver toutes les ressources ayant un objectif pédagogique donné (ici introduction) et ayant une forme donnée (ici page de site).

Interface d'interrogation

Bien entendu, l'utilisateur n'a pas à utiliser le langage XTM pour exploiter la mémoire. A titre d'exemple, nous présentons en figure 2 l'interface d'interrogation de l'application « Statistiques », que nous avons développée. L'interrogation de la mémoire s'appuie sur les ontologies. Elle peut se faire à l'aide de requêtes (accès direct à une ressource) ou par navigation.

L'interface de navigation présente pour chaque notion, une définition, les ressources qui la décrivent, une partie de l'ontologie associée (père, frères, fils) et l'historique du parcours réalisé. Elle offre différents points d'entrée (cadre de gauche) définis par le responsable de la formation et correspondant aux notions jugées essentielles dans le cours.

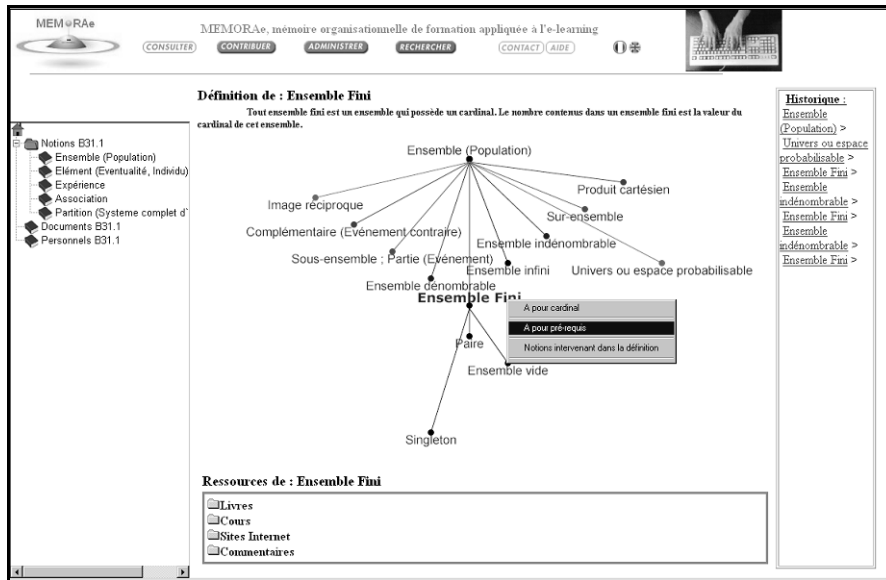


Figure 2. Interface de navigation de l'environnement développé

Positionnement

Il existe différents travaux sur des modèles de développement des formations à distance. On peut citer les travaux suivants :

- L'architecture LTSA (Learning Technology System Architecture) fournit un cadre de référence pour comprendre l'existant et le futur du système, favorise la portabilité et inclut un horizon technique tout en restant adaptable aux nouvelles technologies et aux systèmes de formation en ligne.

- Le consortium IMS (Instructional Management System) a établi un ensemble de spécifications permettant de structurer le contenu pédagogique, de définir un modèle d'étudiant, ou de modéliser à un niveau général comment décrire, référencer et échanger des connaissances, des compétences, des tâches ou des qualifications.

Dans ce qui suit, nous positionnons le projet MEMORAE par rapport aux travaux concernant le modèle SCORM et le système ARIADNE.

Sharable Content Object Reference Model (SCORM)

Le modèle SCORM a été développé par ADL Co-Laboratory, l'Université du Wisconsin et le WTCS (Wisconsin Technical College System). Il définit des règles régissant l'instauration d'un modèle de gestion de l'apprentissage par l'utilisation du

Web. Ce modèle comprend un format de structure de cours qui facilite le transfère de contenus en en définissant les éléments, la structure et les références externes. Ce modèle vise à répondre à trois problèmes :

- Le transfert d'un contenu d'une plate-forme à une autre.
- La création de matériaux granulaires utilisables dans différents modules.
- La recherche informatisée de matériaux pour la formation.

Les moyens mis en œuvre sont la normalisation de la description des matériaux et des fonctionnalités d'échange sur les réseaux de ces matériaux. Le modèle SCORM a ainsi principalement défini des spécifications permettant de représenter la structure d'un cours et les métadonnées destinées à la description documentaire.

Avec le projet MEMORAE notre objectif est différent. Nous ne désirons pas structurer un cours en parties (grains). Nous mettons en avant les notions à aborder. Ceux sont ces notions qui permettent d'accéder à différentes ressources. Si une ressource ne convient plus, il s'agit de la faire disparaître de la mémoire mais la notion ou les notions qui permettaient de l'indexer restent. La structure d'accueil de ces notions est l'ontologie. Il est ainsi possible de naviguer parmi ces notions comme dans une carte routière. Avec le modèle SCORM, l'objectif est de pouvoir substituer des ressources par d'autres ressources dans la conception même du cours.

Alliance of Remote Instructional and Distribution Networks for Europe

Le système ARIADNE est le résultat d'un projet de recherche et développement qui porte sur la formation flexible et à distance. Il se focalise sur le partage et la réutilisation de documents pédagogiques hypermédias.

L'objectif principal du système ARIADNE est de diminuer le travail de production du matériel pédagogique par la mise en commun des matériels existants et la réutilisation systématique de composants pédagogiques par les enseignants.

La réutilisation de matériel pédagogique peut se faire de différentes façons :

- La création de nouveaux matériels constitués d'un ensemble de fragments de matériels empruntés auxquels l'auteur peut ajouter de nouveaux éléments.
- La réalisation d'une nouvelle présentation d'un cours existant obtenue par réarrangement systématique de ses composants sémantiques.

Ceci implique que tout auteur participant à l'expérience du vivier autorise (sous réserve de citation) l'usage et la modification des composants qu'il y introduit. En échange, il peut lui-même bénéficier de la réciproque.

Reposant sur la confiance et la bonne volonté des auteurs, ce dispositif permet l'échange d'un grand nombre de documents pédagogiques grâce à une indexation pertinente basée sur le standard LOM.

Contrairement à ces travaux, l'objectif du projet MEMORAe n'est pas de créer du matériel pédagogique ni de réaliser une nouvelle présentation d'un cours existant. Il s'agit d'une sélection de matériels déjà produits indexés par les notions à appréhender lors d'un cours. Ainsi, le seul matériel produit est l'ontologie des notions à appréhender ainsi que d'éventuelles annotations qui les accompagnent (pourquoi cette notion est difficile, etc.). L'apprenant doit prendre son apprentissage en main et accéder au matériel pédagogique qui lui convient le mieux (un livre de tel auteur, un site web, etc.). De plus, le matériel n'est pas uniquement électronique et peut donc être un livre.

Conclusion

Nous avons examiné dans cet article les problèmes posés par la gestion des ressources pédagogiques dans une e-formation. Avec l'avènement du web, leur gestion ainsi que leur accès se trouvent accrus par le nombre croissant de ressources disponibles. L'archivage d'une ressource se traduisant par un jeu de métadonnées, la nécessité d'un standard se fait ressentir. Actuellement, différents travaux de standardisation sont en cours dont certains directement liés à la formation (Dublin Core education, Learning Object Metadata). De même, différents formalismes sont en lice pour les représenter (RDF/RDFS, TM, OWL). Le choix d'un standard ou d'un formalisme se fait en fonction du contexte d'utilisation sachant qu'il existe des passerelles pour passer d'un formalisme à l'autre et que les standards DCE et LOM ont une intersection non vide.

Avec le projet MEMORAe, notre objectif est d'évaluer l'apport d'une mémoire organisationnelle dans le contexte d'une e-formation. Afin d'organiser les ressources au sein d'une mémoire organisationnelle de formation, nous pensons qu'il est pertinent de s'appuyer sur des ontologies et de les représenter à l'aide du formalisme des cartes de topics. Nous situons ainsi notre recherche au carrefour de trois domaines : l'ingénierie des connaissances, l'ingénierie éducative et le web sémantique. La détermination des métadonnées, des notions à appréhender et des liens entre ces notions relève de l'ingénierie éducative. Le choix d'organisation, la gestion des ressources au moyen d'une mémoire organisationnelle basée sur des ontologies concerne l'ingénierie des connaissances. Enfin, le choix de la norme ISO Topic Maps (IEC, 1999) pour structurer la mémoire et permettre son interrogation concerne le domaine du web sémantique.

Remerciements

Le projet MEMORAe est soutenu par le pôle STEF de la région Picardie. Nous remercions Catherine Barry (Université Picardie Jules Verne, laboratoire LaRIA), Brigitte Chaput (UPJV, Equipe SaSo), Dominique Lenne, Claude Moulin, Ahcène

Benayache, Dominique Fontaine (Université de Technologie de Compiègne, laboratoire Heudiasyc) pour leur participation active à ce projet.

Bibliographie

- Abel M.-H., Lenne D., Moulin C., Benayache A., *Gestion des ressources pédagogiques d'une e-formation*, In *Documents Numériques*, Hermès, 2003, pp. 111-128.
- Abel M.-H., Barry C., Benayache A., Chaput B., Lenne D., Moulin C., "Ontology-based Organizational Memory for e-learning" In *Educational Technology & Society Journal*, October issue, Volume 7, Issue 4, 2004, pp. 98-111.
- Altheim M., "Data types for XML topic maps", <http://kmi.open.ac.uk/psi/datatypes.html>, 2002.
- ARIADNE <http://www.ariadne-eu.org/>
- Bachimont, B., Arts et sciences du numérique : Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle, Habilitation à diriger des recherches, Université de Technologie de Compiègne, 2004.
- Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O., *The semantic web. Scientific American*, 5(1), 2001.
- Breuker J, and Muntjewerff A., "Ontological Modelling for Designing Educational Systems, Workshop on Ontologies for Intelligent Educational Systems", *Ninth International Conference on Artificial Intelligence in Education, AI-ED'99*, Le Mans, France, July 18-19, 1999.
- CanCore <http://phenom.educ.ualberta.ca/n/cancore/>
- Caussanel J., Cahier J.-P., Zacklad M., Charlet J., "Les Topic Maps sont-ils un bon candidat pour l'ingénierie du Web Sémantique ? ", *Actes de IC'2002*, Rouen, mai 2002.
- DCMI <http://www.schemas-forum.org/workshops/ws2/ws2-presentations/DC-Ed/>
- Dieng-Kuntz R., Corby O., Gandon F., Giboin A., Golebiowska J., Matta N., Ribière M., Bachimont B. , Charlet J. - *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances*, (2^e éd.) Dunod 2000, 2001.
- Garshol L. M., Topic Maps, RDF, DAML, OIL, a comparison, 2002, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tmrdfoidaml.html>,
- Giraldo G., Reynaud C., "Construction semi-automatique d'ontologies à partir de DTDs relatives à un même domaine", *Actes de IC'2002*, Rouen, mai 2002.
- IEC, "International Organisation for Standardization (ISO)", *International Electrotechnical Commission (IEC), Topic Map, International Standard ISO/IEC 13250*, 19 avril 1999.
- Le Grand B., Extraction d'information et visualisation de systèmes complexes sémantiquement structurés, thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, décembre 2001.
- LOM <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

- Moore G., "RDF and TopicMaps, an exercise in Convergence", *Proceedings of XML Europe 2001 Conférence*, 2001.
- Moulin C., Abel, M.-H., Benayache, A., Lenne, D., « Modélisation d'une mémoire de formation : le choix des Topic Maps », *In actes de IC'2003*, Laval, 1-4 juillet 2003.
- Moulin C., Abel M.-H., Lenne, D., "Indexing of resources in e-learning context". *Proceedings of the Workshop on Knowledge Management and Semantic Web, EKAW 2004*, Whittlebury Hall, England, 2004, pp. 40-53.
- OWL <http://www.yoyodesign.org/doc/w3c/owl-guide-20040210/>
- Pepper S., "The TAO of Topic Maps : Finding the way in the age of infoglut", *Proceedings of XML Europe 2000 Conférence*, Paris, juin 2000.
- Park J., *XML Topic Maps, Creating and Using Topic Maps for the Web*, Jack Park Editor, 2002.
- RDF/RDFS <http://www.w3.org/RDF/>
- SCORM <http://www.altrc.org/specification.asp>
- Van Heijst G., Schreiber A., "Wielinga B., Using Explicit Ontologies in KBS Development", *International Journal of Human-Computer Studies*, 46, 1997, pp. 183-298.
- XTM, TopicMaps.org XTM Authoring Group, *XML Topic Maps (XTM) 1.0 : TopicMaps.org Specification*, 3 mars 2001.