

# Un Web sémantique de formation par questionnement

Sylvain Dehors\*, Catherine Faron-Zucker\*\*, Alain Giboin\*, Jean-Paul Stromboni\*\*

\* ACACIA, INRIA, 2004 route des Lucioles, BP 93, 06902 Sophia-Antipolis cedex  
{Sylvain.Dehors, Alain.Giboin}@sophia.inria.fr

\*\* MAINLINE, I3S, 930 route des Colles, BP 145, 06903 Sophia-Antipolis cedex  
{Catherine.Faron, strombon}@essi.fr

**Résumé.** Nous présentons dans cet article un EIAH conçu et développé selon des méthodes et techniques du Web sémantique et de l'ingénierie des connaissances. L'environnement d'apprentissage est conçu comme une *mémoire de formation* et le système que nous avons développé constitue un *Web sémantique de formation* (par extension de la notion de Web sémantique d'entreprise). Une approche d'acquisition et de gestion des connaissances a été adoptée pour expliciter la stratégie pédagogique d'un enseignant, acquérir des ressources pédagogiques à partir d'un document de cours initial et organiser ces ressources. La visualisation des ressources et la navigation de l'apprenant dans la mémoire ou le Web de formation est basée sur l'utilisation d'un moteur de recherche sémantique.

## 1 Introduction

Dans le cadre de l'AS WebLearn, nous avons élaboré un EIAH guidé par des questions en appliquant des techniques et des méthodes du Web sémantique et de l'ingénierie des connaissances. Nous envisageons l'environnement d'apprentissage comme une forme de Web sémantique communautaire. Nous l'appelons un « Web sémantique de formation ». Les ressources pédagogiques y sont annotées dans le langage RDF et des requêtes sémantiques permettent d'accéder à ces ressources. Nous repons pour cela sur le moteur de recherche sémantique Corese (Corby et al. 2004). Les réponses aux requêtes permettent des visualisations des ressources augmentées de liens hypertextuels, de sorte que celles-ci sont organisées en une mémoire de formation (Abel et al. 2004).

Nous décrivons dans la section suivante l'approche pédagogique dite « par questionnement ». La section 3 aborde la modélisation que nous avons faite de cette approche, en particulier l'ontologie que nous avons élaborée et les annotations sémantiques des ressources pédagogiques. La partie 4 décrit comment cette ontologie et ces annotations sont intégrées dans un Web sémantique de formation offrant aux apprenants une navigation « intelligente » dans les ressources pédagogiques de la formation.

## 2 Apprentissage individuel par questionnement

Dans un EIAH, la « mise en ligne » du cours consiste généralement à présenter le contenu du cours sous la forme d'un hypertexte. De nombreux exemples illustrent cette méthode : AHA (DeBra et al. 2003), Metalinks (Murray 2003), (Brusilovsky 2003). Chacun de ces systèmes présente des possibilités d'adaptation à l'utilisateur (documents dynamiques, liens adaptés, etc.). L'activité de navigation (*browsing*) de l'apprenant combinée avec des

techniques d'adaptation vise à faciliter la compréhension par rapport à une lecture linéaire. Mais il faut que l'apprenant se voit confier des « tâches d'apprentissage » qui le motivent et le guident, une navigation sans but ni motivation ne suffisant pas. Dans le système que nous avons développé, cette tâche d'apprentissage est *guidée par des questions* auxquelles il s'agit d'apprendre à répondre. Nous avons baptisé le système QBLS, mot-valise pour Question Based Learning System.

QBLS offre deux principaux types de questionnement, correspondant à des modes de lecture différents, prenant ainsi en compte différents « styles d'apprentissage » (Conlan 2002). Plus précisément, le matériel pédagogique peut d'un côté être abordé sous l'angle des problématiques mises en jeu. Cela correspond à un modèle d'apprentissage qualifié de « transmissif » : l'apprenant s'intéresse alors à *l'ensemble des notions* qui touchent à une problématique générale dans un domaine. Il s'agit pour QBLS de transmettre à l'apprenant la connaissance de ces concepts en lui offrant pour cela une progression pédagogique à travers eux, cette progression étant organisée en fonction de la problématique abordée.

Le matériel pédagogique peut également être parcouru au travers d'exercices appliqués dont la résolution amène l'apprenant à s'intéresser à des *notions particulières* du domaine. Dans cette seconde approche, l'apprenant est confronté à un problème réel – répondre à une question appliquée – et doit découvrir par lui-même les moyens d'y répondre, avant de confronter sa réponse avec celle fournie par le système – l'objectif n'étant pas ici d'évaluer l'apprenant mais de lui fournir une motivation de lecture pour qu'il explore les ressources pédagogiques offertes et découvre les concepts du domaine enseigné.

En première approximation deux types d'apprentissage distincts sont représentés: 1) un apprentissage *cognitivist*, dont l'objectif est l'acquisition par l'apprenant des notions principales du domaine. ; 2) un apprentissage *constructiviste* (Dalgarno 1996), dont le but est de découvrir les moyens de répondre aux questions par une navigation active. Dans notre approche les caractéristiques de ces deux types d'apprentissage se trouvent mêlées par l'utilisation de questions pour motiver la lecture du cours (d'où l'acronyme QBLS).

QBLS est inspiré d'une stratégie pédagogique établie : il met en œuvre le rythme ternaire, introduit dans (Blanc 2001) comme une clé de la réussite pédagogique. Selon ce rythme, la construction d'une formation doit respecter un découpage en trois temps : (1) susciter le besoin d'information, c'est l'étape heuristique, (2) fournir l'information demandée, c'est l'étape de démonstration; (3) exploiter et assimiler l'information reçue, ou application. En plaçant un jeu de questions bien choisies à l'origine du parcours, on concrétise l'étape heuristique, l'appel de connaissances, tout en fournissant un but et un guide à l'apprenant.

### 3 Modélisation de l'approche pédagogique

L'approche pédagogique par questionnement est modélisée dans la structure même de la mémoire de formation (Abel et al. 2004) qui organise dans QBLS les ressources pédagogiques. Pour la construire, nous avons adopté une approche inspirée des « objets d'apprentissage » ou *learning objects* (Willey 2000) qui consiste à découper un cours existant en entités élémentaires en identifiant leur rôle pédagogique. Notre approche s'apparente également à celle de (Desmoulins et al. 2000), des annotations sémantiques basées sur une ontologie étant associées à chaque ressource pédagogique découpée.

Le document pédagogique initial à partir duquel nous avons construit la mémoire de formation se présente sous une forme linéaire de transparents de cours. Nous y avons

identifié, explicité et affiné le modèle de construction du cours grâce à un travail itératif avec l'enseignant. Après plusieurs versions nous sommes parvenus à un consensus sur un modèle du cours et le découpage en « fiches » qui en découle. Nous avons ainsi mené à bien un travail d'explicitation non seulement de la structure du cours (du document textuel) mais aussi de l'approche pédagogique sous-jacente de l'enseignant. A l'inverse des approches prônant l'utilisation d'un modèle existant (Heiwy 2003) pour définir et organiser des ressources pédagogiques, c'est ici le modèle pédagogique et le modèle de document que nous avons explicité à partir de ressources existantes et des connaissances de l'enseignant.

Le travail réalisé sur le document initial a consisté à expliciter les unités pédagogiques et les relations entre elles à partir de la mise en forme du document. Ainsi d'un point de vue structurel, le cours est découpé en *fiches*, chaque fiche possède un *titre* et un *contenu*. D'un point de vue pédagogique nous avons identifié quatre visions différentes du domaine : le *cours* représente la vision globale, les *thèmes* et les *exercices* les différentes questions qui se posent, enfin les *notions* décomposent le domaine en grands concepts clés (ex. : le son, le signal, etc.). Ces ressources, qualifiées « d'abstraites » ne possèdent pas directement de contenu mais des fiches de définition, d'illustration, de notations, etc., leur sont associées. Par exemple à chaque exercice sont associés un énoncé, une procédure de résolution et la solution attendue. L'extraction de ces ressources possédant une granularité fine et des références croisées tirées du document de cours initial permet leur réutilisation au sein même du Web sémantique de formation. La linéarité du document initial a été brisée ; une même notion apparaît dans différents thèmes, un même exemple illustre différentes notions, etc.

L'ontologie que nous avons élaborée pour annoter les ressources pédagogiques dans QBLs permet de rendre compte de la stratégie pédagogique de l'enseignant exprimée dans le support de cours, source de la mémoire de formation. Le domaine abordé est modélisé par la seule liste des notions et thèmes clés : les relations entre ces concepts ne sont pas représentées, contrairement à d'autres travaux tels que (Brusilovsky 2003).

L'ontologie de QBLs comporte neuf concepts désignant des types de fiches et quatre concepts désignant des ressources du domaine : Notion, Thème, Cours, Exercice. Nous avons défini trois relations, qui permettent d'associer un littéral descriptif (ex : titre) à une fiche et neuf relations qui permettent d'associer une fiche aux ressources du domaine en spécifiant leur rôle pédagogique (ex : définition, exemple, précision, etc.).

Soulignons que l'ontologie de QBLs est susceptible de varier d'une mémoire de formation à l'autre, en fonction de la structure du document initial et de l'approche pédagogique. L'invariant est la méthode d'explicitation des concepts de l'ontologie, à partir de l'enseignant et de son document de cours initial.

A l'issue de cette étape d'explicitation des connaissances et grâce à l'ontologie ainsi établie, les ressources pédagogiques vont être automatiquement découpées, annotées et sémantiquement organisées dans QBLs ; les progressions pédagogiques possibles dans QBLs seront exprimées dans les annotations sémantiques des ressources.

## 4 Web sémantique de formation

### 4.1 Annotation des ressources pédagogiques

Les annotations représentent les relations sémantiques qui existent entre les ressources pédagogiques explicitées à partir du document de cours initial.

Dans le contenu des fiches figurent des termes désignés par l'enseignant comme se référant à une notion ou un thème. Nous avons traduit la présence de ces termes dans le contenu par un lien RDF *seeAlso* entre la fiche contenant le terme et la notion désignée.

L'ontologie de QBLs est formalisée dans un schéma RDFS et les annotations des ressources dans des graphes RDF. Cette formalisation permet le traitement automatique de ces annotations par un moteur de recherche sémantique. Chaque étape de la navigation correspond à une requête sur les ressources pédagogiques.

## 4.2 Visualisation et navigation

QBLs utilise le moteur de recherche sémantique Corese (Corby et al. 2004). Celui-ci permet d'exprimer des requêtes dans un langage basé sur RDF afin de retrouver des ressources annotées en RDF. Corese a initialement été conçu pour la recherche d'information dans des mémoires d'entreprise mais son principe est général et Corese peut être utilisé pour la recherche d'information dans d'autres types de mémoires, comme la mémoire de formation représentée dans QBLs.

La présentation des contenus pédagogiques de QBLs repose sur le principe que l'apprenant explore des ressources pédagogiques abstraites (cours, thèmes, notions, exercices) en visualisant les fiches qui leur sont associées. Par exemple, une notion est présentée avec, par défaut, sa définition et une liste de liens vers d'éventuelles illustrations, notations, précisions, etc. Une telle visualisation est obtenue par une requête dont le résultat est traité par une feuille de style et rendue dans un navigateur Web. Lorsque l'apprenant désireux d'explorer plus avant la ressource qu'il visualise, suit le lien vers une fiche associée, une nouvelle requête est posée à Corese, dont le résultat permet une nouvelle visualisation des informations associées à la ressource.

Chaque fiche peut faire référence à des notions du cours, un lien hypertexte calculé dynamiquement à partir de la relation *seeAlso* existante dans l'annotation de la fiche est alors disponible pour accéder à la notion en question. Ainsi la navigation dans la mémoire de formation repose sur les annotations sémantiques, construites à partir d'une ontologie qui représente l'approche pédagogique de l'enseignant. Les différents styles d'apprentissage sont matérialisés par différentes requêtes construites à partir de cette ontologie. Les requêtes posent donc le fondement de la navigation dans la mémoire de formation.

## 5 Conclusion

QBLs est un EIAH conçu et développé selon des techniques et méthodes du Web sémantique et de l'ingénierie des connaissances. Il offre pour l'enseignant (1) une méthode d'explicitation de sa stratégie pédagogique, (2) une construction semi-automatique d'un EIAH à partir d'un document textuel, et (3) une grande souplesse dans la gestion des ressources et de leur organisation ; et pour l'apprenant (4) un accès dynamique à l'information, basé sur des requêtes sémantiques.

Nous avons réalisé une première expérimentation de QBLs en situation réelle, auprès d'environ 50 élèves ingénieurs, pendant une séance de Cours et une séance de Travaux Dirigés, sur le Traitement du signal pour l'ordinateur multimédia, dans le module Signaux et Systèmes pour l'Informatique (SSI) de l'Ecole Supérieure en Sciences Informatiques (ESSI) de l'Université de Nice Sophia-Antipolis (UNSA). L'analyse de cette expérience a montré la

faisabilité d'un enseignement assisté par QBLS et la valeur ajoutée que constituent une approche ontologique et l'annotation sémantique des ressources pédagogiques. Cette évaluation fera l'objet d'une publication ultérieure ; elle se base sur l'observation des étudiants *in situ*, l'analyse de leurs logs et de leurs réponses à un questionnaire que nous avons établi.

## Références

- Abel M.H., Barry C., Benayache A., Chaput B., Lenne D., Moulin C. (2004), Using an Organizational Memory for e-learning, in Proceedings of Workshop of Knowledge Management and Organizational Memories, ECAI'2004, Valencia, Spain, August, 22-27.
- Blanc, D. (2001), La boîte à outils du formateur, Editions Eyrolles, troisième édition.
- Brusilovsky P. et Vassileva J. (2003), Course sequencing techniques for large-scale web-based education, International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning, vol 13.
- Conlan O. (2002), Multi-Model, Metadata Driven Approach to Adaptive Hypermedia Services for Personalized eLearning., Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Malaga, Spain.
- Corby O., Dieng R. et Faron C. (2004), Querying the semantic web with the Corese search engine, Proceedings of ECAI'2004, subconference PAIS, pp 705-709.
- Dalgarno B. (1996). Constructivist computer assisted learning: theory and techniques. Proceedings of the 13<sup>th</sup> annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, Adelaide: University of South Australia., pp. 143-154.
- De Bra P., Aerts A., Berden B., Lange B., Rousseau B. (2003), AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture, Proceedings of ACM Hypertext Conference (HT'2003).
- Demoulin C., Granbastien M. (2000). Des ontologies pour indexer des documents techniques pour la formation professionnelle, IC'2000, Toulouse, 10-12 mai.
- Heivy V., Ducateau C.F. (2003), Un modèle de ressources pédagogiques pour la FOAD, Actes Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH'2003).
- Murray T. (2003), MetaLinks: Authoring and Affordances for Conceptual and Narrative Flow in Adaptive Hyperbooks, Journal of Artificial Intelligence in Education, vol. 13.
- Schneider D., Class B., Frété C., Girardin F., Lombard F., Morand S. (2003), Conception et implémentation de scénarios pédagogiques riches avec des portails communautaires, Colloque "Les communautés virtuelles éducatives", Guéret.
- Wiley D.A. (2000), Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: a Definition, a Metaphor, and a Taxonomy, Wiley (Ed): The Instructional Use of Learning Objects.

## Summary

We present a learning system designed and implemented by using methods and techniques of the Semantic Web. We have adopted an approach of knowledge acquisition and management to explicit the pedagogical strategy of the teacher, to extract pedagogical resources from his/her textual course materials and to organize and annotate these resources. Our learning system is designed like an organisational memory for training and we called it a Semantic Web for Learning. Visualising the resources and browsing both rely on the use of a semantic search engine.

