

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 d'EGC pour le web sémantique. Nous avons adopté une approche d'acquisition et de gestion des connaissances pour expliciter la stratégie pédagogique d'un enseignant, acquérir des ressources pédagogiques à partir d'un document de cours initial de l'enseignant, et organiser ces ressources. L'environnement d'apprentissage est conçu comme une mémoire de formation et le système que nous avons développé constitue un web sémantique dit « de formation ». La visualisation des ressources et la navigation de l'apprenant sur ce réseau peut alors être basée sur l'utilisation d'un moteur de recherche sémantique.

Mots Clefs :

EIAH, EGC, Web sémantique, Ontologie, Apprentissage individuel par questionnement

1 Introduction

Nous présentons dans cet article les premiers résultats d'une collaboration entre deux équipes de recherche – l'une, ACACIA qui s'inscrit dans la communauté Gestion des Connaissances et Web sémantique [Dieng & al. 99] [Dieng & al. 02] et l'autre, MAINLINE dont l'activité en e-learning s'intéresse aux environnements interactifs pour l'apprentissage humain (EIAH) [Stromboni & al. 01]. Plus précisément, dans le cadre de l'AS WebLearn, nous travaillons conjointement à l'élaboration d'un EIAH guidé par des questions, et pour ce faire nous appliquons des techniques de gestion de connaissances.

Nous avons développé une plate-forme d'apprentissage qui sera expérimentée en situation réelle auprès d'élèves ingénieurs en informatique au second semestre de cette année universitaire, dans le cadre d'un cours d'introduction au traitement du signal pour l'ordinateur multimédia assuré par l'un d'entre nous, 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). La conception de ce cours a précédemment fait l'objet de réflexions sur l'utilisation des TICE [Stromboni 02] [Stromboni 00]. Ces réflexions ont mis en évidence des besoins auxquels la communauté Gestion des connaissances a précisément vocation de répondre, notamment la création et la gestion d'une mémoire de la formation.

Pour répondre à ces besoins, nous envisageons l'environnement d'apprentissage à construire comme une forme de « web sémantique d'entreprise » [Dieng 04]. Nous l'appelons un web sémantique de formation. Les ressources pédagogiques y sont annotées en utilisant RDF et des requêtes sémantiques permettent d'accéder à ces ressources. Nous reposons pour cela sur le moteur de recherche sémantique Corese développé dans l'équipe ACACIA [Corby & al. 00] [Corby & al. 04]. Les réponses aux requêtes se matérialisent sous la forme de visualisations des ressources augmentées de liens hypertextuels, de sorte que celles-ci sont organisées en une véritable mémoire de la formation.

Nous décrivons dans la première partie l'approche pédagogique par questionnaire sur laquelle se fonde le web sémantique de formation que nous avons construit. Nous présentons ensuite la modélisation que nous avons faite de cette approche, en particulier l'ontologie que nous avons établie et les annotations sémantiques des ressources pédagogiques. La partie 4 décrit le web sémantique de formation et l'utilisation qui y est faite de l'ontologie et des annotations sémantiques pour offrir aux apprenants une navigation "intelligente" à travers les ressources pédagogiques de la formation. Enfin, la partie 5 est dédiée au scénario d'expérimentation que nous avons imaginé pour évaluer cet EIAH.

2 Apprentissage individuel par questionnaire

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 & al.03], Metalinks[Murray 03], [Brusilovsky 99]. Chacune de ces applications présente des possibilités plus ou moins variées d'adaptation à l'utilisateur (documents dynamiques, liens adaptés, etc.). Dans ces systèmes l'activité de l'apprenant consiste à lire des pages de cours, il peut aussi éventuellement être évalué au travers de quiz. L'activité de navigation (browsing) combinée avec des techniques d'adaptation vise à faciliter la compréhension par rapport à une lecture linéaire. Mais comme le note [Schneider & al. 03] il faut que l'apprenant ait des « tâches d'apprentissage » afin de le guider et le motiver, simplement « naviguer » dans le cours ne suffit pas. Dans le système QBLS que nous avons développé, cette tâche d'apprentissage est *guidée par des questions* auxquelles il s'agit d'apprendre à répondre.

QBLS offre deux principaux types de questionnaire, correspondant à des philosophies de lecture différentes : se voulant « adaptatif », il prend en compte différents « styles d'apprentissage » [Conlan 02]. 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 ». Il peut également être abordé à l'occasion d'exercices appliqués dont la résolution amène l'apprenant à s'intéresser à certaines notions 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, dans l'environnement virtuel, les moyens de répondre à cette question, 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 suffisante pour qu'il explore les ressources pédagogiques offertes et découvre les concepts du domaine enseigné.

On peut s'interroger sur la nature exacte de ce dispositif pédagogique. Selon l'analyse de [Michau & al. 03] il s'agit d'un dispositif orienté ressources avec un haut niveau d'organisation. Comme cela est décrit dans la partie suivante, l'organisation est à la fois structurelle et sémantique. Quant à la fonction de supervision, elle est actuellement constituée par une autoévaluation factuelle. Nous envisageons d'offrir ultérieurement des fonctions plus avancées telles que l'enregistrement des réponses des apprenants et l'analyse de leur parcours.

En première approximation on peut considérer que les deux types de questionnaire correspondent à deux modèles d'apprentissage distincts. Dans le premier l'approche peut être qualifiée de cognitiviste, ayant comme objectif l'acquisition par l'apprenant des notions principales qui modélisent le domaine. Dans le deuxième cas, l'idée de découvrir les moyens de répondre aux questions par une navigation active s'apparente au constructivisme [Dalgarno 96]. Mais de par notre volonté d'utiliser le même outil pour supporter ces deux modalités d'apprentissage, les caractéristiques de ces deux modèles se trouvent mêlées. Comme le note [Allert 04] le distinguo behaviorisme / cognitivisme / constructivisme s'applique mal à cette

situation d'apprentissage. Nous préférons donc simplement dire que QBLS est basé sur le questionnement.

En revanche le système est inspiré d'une stratégie pédagogique établie : QBLS met en œuvre le rythme ternaire, introduit dans [Blanc 01] 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'utilisateur apprenant.

Avec cet éclairage, la stratégie QBLS apparaît comme apparentée à celle dite de PBL, pour Problem Based Learning [Savin-Baden 00] [Barrows 86] [He 02] largement plébiscitée et évaluée par ailleurs, en ce sens qu'il s'agit de rendre l'utilisateur apprenant actif, et de lui laisser découvrir et évaluer l'information utile, pour lui permettre de construire et d'enrichir des concepts et des modèles. Cependant la ressemblance s'arrête là, les questions d'amorçage de QBLS sont précises et bien délimitées, à la différence notamment des problèmes mal posés (ill-formed problems) du PBL. Les connaissances nécessaires sont disponibles dans les ressources pédagogiques, ainsi d'ailleurs que les réponses attendues et les procédures à appliquer. Ce n'est pas le renforcement de l'activité de résolution de problème qui importe ici mais le renforcement de l'activité de lecture. Les questions posées couvrent assez largement les différents domaines enseignés, pour assurer un taux de parcours du contenu important.

3 Modélisation de l'approche pédagogique

L'approche pédagogique par questionnement que nous venons de décrire est modélisée dans la structure même de la mémoire de formation qui organise dans QBLS les ressources pédagogiques relatives à un enseignement donné.

3.1 Explicitation de connaissances pédagogiques

Pour construire ce web sémantique de formation, nous avons adopté une approche inspirée des « objets d'apprentissage » ou « learning objects [Willey 01] » qui consiste à découper un cours existant en petites entités en identifiant leur rôle pédagogique. Le document initial existant – support de cours d'un enseignement en mode présentiel – se présente sous une forme linéaire de transparents. Nous y avons identifié, explicité et affiné le modèle de construction du cours grâce à un travail itératif avec l'enseignant. Après une dizaine de versions successives nous sommes parvenus à un consensus sur le 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 [Hewy 03] 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 de l'enseignant.

Le travail réalisé sur le document initial consiste à expliciter de manière graphique (à l'aide de la mise en forme, des couleurs, etc.) les unités pédagogiques et les relations entre elles. Ainsi d'un point de vue structurel, le cours est découpé en *fiches*, chaque fiche possède un *titre* et un *contenu*. Du point de vue pédagogique, nous avons explicité une décomposition du cours en ressources pédagogiques. Ces ressources sont de quatre types, correspondant à quatre visions différentes du domaine étudié: la *cours* représente la vision globale, les *thèmes* et les *exercices* les différentes questions qui se posent sur le domaine, 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. sont associées à chacun de ces éléments. Par exemple à chaque exercice sont associés un énoncé, une procédure de résolution et la solution attendue. On associe ainsi des fiches aux notions, thèmes ou exercices et la sémantique de cette association est précisée dans l'entête des fiches: « Définir le son », « Exemple de carte son », etc.

L'obtention de ces ressources pédagogiques possédant une granularité fine et des références croisées tirées du document de cours initial permet d'envisager leur réutilisation au sein même du web sémantique de formation. La linéarité du document initial a ainsi été brisée, par exemple une même notion apparaît dans différents thèmes, un même exemple illustre différentes notions, etc.

3.2 Ontologie de l'approche pédagogique

L'ontologie que nous avons établie a trait à la stratégie pédagogique adoptée dans la formation et se veut indépendante du domaine enseigné. Notre approche est en ce sens inverse de celles qui se basent sur une modélisation du domaine pour organiser les ressources associées aux concepts d'un cours [Brusilovsky 99].

La figure 1 ci-dessous présente l'ensemble des concepts définis dans l'ontologie de notre web sémantique de formation.

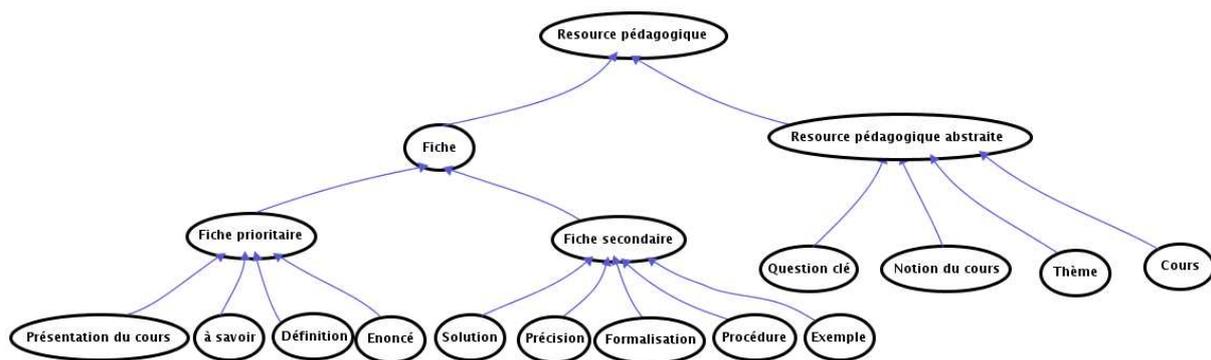


Figure 1 : L'ontologie de QBLS

Neuf concepts désignent des fiches d'objectifs pédagogiques différents et quatre concepts désignent des ressources pédagogiques dites abstraites : Notion, Thème, Cours, Exercice.

Nous avons défini trois relations dites structurelles, qui permettent d'associer un littéral descriptif à une fiche et neuf relations descriptives qui permettent d'associer une fiche à une ressource pédagogique abstraite. A travers la définition des signatures des relations, nous avons pu dédier des fiches différentes aux différentes ressources pédagogiques abstraites. Par exemple, nous avons ainsi restreint la mise en relation d'une fiche instance de *Définition* aux instances de *Notion*, celle d'une fiche instance de *Enoncé* aux instances de *Exercice*, celle d'une fiche instance de *ASavoir* aux instances de *Thème*, etc.

4 Web sémantique de formation

A partir de l'ontologie établie, nous avons construit des annotations sémantiques sur les ressources pédagogiques qui expriment le possible des progressions pédagogiques dans QBLS.

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. La figure 2 ci-dessous est un exemple d'annotation d'une notion du cours : le signal discret. Cette annotation stipule que la ressource d0e971 est instance du concept *Notion*, définie dans la ressource d0e980 instance de *Définition* et illustrée dans la ressource d0e992.

Dans le contenu des fiches on trouve des termes ou des expressions 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 classique « seeAlso » (défini dans le métamodèle de RDFS) entre la fiche contenant le terme et la notion désignée. Plusieurs termes différents peuvent facilement être rattachés à la même notion.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:edu="http://www.inria.fr/acacia/exp_weblearn#">

  <edu:Notion rdf:about="http://www.inria.fr/acacia/exp_weblearn#d0e971">
    <edu:definition rdf:resource="#d0e980"/>
    <edu:exemple rdf:resource="#d0e992"/>
    <edu:entete>signal discret</edu:entete>
    <edu:entete>discret</edu:entete>
  </edu:Notion>

  <edu:Definition rdf:about="http://www.inria.fr/acacia/exp_weblearn#d0e980">
    <edu:titre>Définir : signal discret, ou signal à temps discret.</edu:titre>
    <edu:contenu rdf:resource="/fiches/d0e980.xhtml"/>
    <rdfs:seeAlso rdf:resource="#d0e940"/>
    <rdfs:seeAlso rdf:resource="#d0e950"/>
  </edu:Definition>

  <edu:Exemple rdf:about="http://www.inria.fr/acacia/exp_weblearn#d0e992">
    <edu:titre>E: Illustration de signal discret.</edu:titre>
    <edu:contenu rdf:resource="/fiches/d0e992.xhtml"/>
  </edu:Exemple>
</rdf:RDF>
```

Figure 2 : Annotation de la notion de signal discret

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 pour organiser dynamiquement les ressources pédagogiques au cours d'une session de navigation d'un apprenant dans le web sémantique de formation.

4.2 Visualisation et navigation

QBLS utilise le moteur de recherche sémantique Corese [Corby & al. 04]. 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 web sémantiques d'entreprise mais son principe est plus général et nous l'utilisons dans notre

web sémantique de formation afin d'organiser dynamiquement des ressources pour les présenter et naviguer entre elles.

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 lui 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 mise en œuvre dans Corese par la requête suivante :

```

<rdf:Resource rdf:about="edu:d0e971">           (1)
  <edu:entete>?t</edu:entete>                   (2)
  <edu:relationDescriptivePrioritaire>
    <rdf:Resource rdf:about="?prio">           (3)
      <edu:contenu rdf:about="?contenu_prio"/> (4)
    </rdf:Resource>
  <edu:relationDescriptive rdf:about="?rel">   (5)
    <rdf:Resource>
      <edu:titre>?t2</edu:titre>              (6)
    </rdf:Resource>
  </edu:relationDescriptive>
</rdf:Resource>

```

Figure 3 : Une requête de visualisation de la notion de signal

Dans l'exemple de requête ci-dessus on demande au moteur Corese de renvoyer la ressource « edu :d0e971 » qui correspond à la notion de « signal discret »(1). Avec cette notion on demande également le ou les entêtes de cette notion (2), puis l'éventuelle relation prioritaire entre la notion et une fiche (3) et (4). Enfin les deux derniers triplets (5) et (6) demandent la liste des relations avec des fiches disponibles sur cette notion en renvoyant simplement leur titre.

signal discret	
<p>Définir : signal discret, ou signal à temps discret.</p> <p>Un signal discret (à temps discret) est une suite de valeurs mesurées périodiquement sur un signal continu, son intensité n'est connue qu'aux instants de mesure.</p>	<p>détails disponibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir : signal discret, ou signal à temps discret. • E: Illustration de signal discret.

Figure 4 : Une visualisation de la notion de signal discret

La figure 4 présente le résultat de la requête précédente : on distingue sous l'entête générale de la notion : à gauche le contenu de la fiche de définition, et à droite la liste des fiches liées à cette notion. Les liens hypertextes dans le contenu indiquent des relations seeAlso vers deux autres notions à savoir le « signal » et le « signal continu ».

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 autre visualisation des informations associées à la ressource.

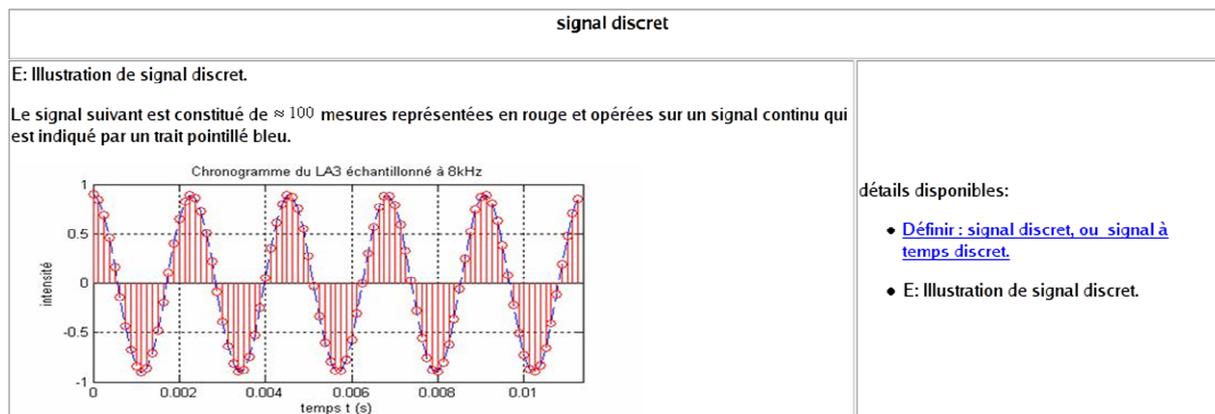


Figure 5 : Autre visualisation de la notion de signal discret

Dans cet exemple l'apprenant a demandé à voir l'illustration sur la notion de signal discret. Une requête a donc été posée à Corese en demandant cette fois-ci non plus le contenu de la fiche prioritaire mais le contenu de la fiche « d0e992 » correspondant à cette illustration.

Au cours de la lecture des fiches associées à une notion, lorsque l'apprenant désire accéder à une ressource pédagogique référencée dans le contenu, il suit un lien hypertexte calculé dynamiquement à partir de la relation *seeAlso* existante dans l'annotation de la fiche. Considérons par exemple, la définition de signal discret qui fait appel à la notion de « signal continu ». Au moment de la visualisation de cette définition, un lien hypertexte est calculé par une requête Corese qui utilise la relation *seeAlso* entre la définition de signal et la notion « signal continu ». Ce lien est associé au terme "continu" dans le texte de la fiche.

Ainsi la visualisation des ressources pédagogiques et la navigation dans la mémoire de formation qu'elles constituent reposent toutes deux sur leurs annotations sémantiques, construites à partir d'une ontologie qui représente l'approche pédagogique de l'enseignant. De ce fait, l'explicitation de l'approche pédagogique d'un enseignant à l'aide d'un support de cours existant et sa modélisation sous la forme d'une ontologie sont le support des progressions des apprenants dans QBLs. 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 Expérimentation

Comme nous l'avons indiqué en introduction, QBLs sera expérimenté en situation réelle auprès d'élèves ingénieurs en informatique au second semestre de cette année universitaire (2004-2005), dans le cadre du cours d'introduction au traitement du signal pour l'ordinateur multimédia assuré par l'un d'entre nous, 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). Précisons qu'un étudiant en DESS d'ergonomie de l'UNSA ainsi que deux étudiants en DESS d'informatique de l'ESSI nous aideront dans l'expérimentation. Nous allons donner quelques indications sur l'expérimentation QBLs telle que nous l'envisageons : 1) comment nous la préparons ; 2) comment nous comptons la mettre en œuvre et 3) comment nous pensons analyser les résultats obtenus.

5.1 Expérimentation : phase de préparation

On cherche ici à déterminer un objectif commun à l'expérimentation ainsi qu'à faciliter l'articulation des objectifs techniques et d'usage que poursuivent les différents membres de

l'équipe de conception de QBLS. L'objectif général commun est d'étudier la faisabilité de la solution Web sémantique de formation. Un objectif commun plus particulier est de valider l'approche pédagogique par questionnement.

A l'origine de l'approche expérimentale du projet QBLS, les préoccupations étaient purement techniques : il s'agissait d'exploiter les technologies du Web sémantique pour concevoir une plate-forme de *e-learning*. Progressivement les préoccupations d'usage de cette plate-forme ont été introduites et l'expérimentation va nécessiter de mettre davantage en avant ces préoccupations d'usage. Nous en venons ainsi à introduire dans la conception de la plate-forme l'approche guidée par les usages que nous avons préconisée dans [Dieng & al. 02] et que nous avons utilisée par exemple dans le projet RNRT KmP de cartographie des compétences inter-firmes, projet qui a abouti à la conception d'un serveur Web sémantique inter-entreprises reposant sur le moteur de recherche sémantique Corese (cf. [Thomas & al. 03]). Cette mise en avant des usages nous amène également à utiliser de manière plus systématique la méthode des scénarios telle que proposée dans [Giboin & al. 02]. La conception, mais aussi l'évaluation, de QBLS sont orientées par les scénarios d'usage. Ces scénarios donnent son sens à l'expérimentation.

Le scénario générique utilisé pour l'expérimentation est le suivant:

Des étudiants de première année de l'ESSI participent à une séance de TD relative au cours d'initiation au traitement du signal, en présence de l'enseignant. Les étudiants ont à leur disposition un Serveur Web de formation (QBLS) qui va les aider à répondre aux questions de TD associées au cours. Lorsque QBLS ne suffit pas, les étudiants peuvent demander de l'aide auprès de l'enseignant. Les étudiants peuvent aussi interagir entre eux.

Des scénarios plus spécifiques sont en cours d'élaboration.

Qu niveau technique, à l'heure actuelle, QBLS se présente sous la forme d'une application JAVA embarquée sur un serveur web¹ qui permet une navigation dynamique dans un ensemble de ressources pédagogiques (fichiers XHTML). Le système calcule à chaque étape la visualisation du résultat RDF d'une requête à Corese, à l'aide d'une feuille de style XSLT. Il intègre également un éditeur pour la construction, l'annotation et l'organisation des ressources.

La mémoire de formation avec laquelle QBLS a été développé est dédiée à un cours d'introduction au traitement du signal. Elle comporte 1 cours, 7 thèmes, 40 notions, 6 exercices et 101 fiches.

Pour que la plate-forme QBLS puisse être utilisée sans trop de difficultés lors de la phase de passation de l'expérimentation, il est nécessaire que l'on ait vérifié au préalable son utilisabilité, en particulier l'utilisabilité de ses interfaces. Cette utilisabilité est aujourd'hui vérifiée indirectement et de manière pragmatique « au fil de l'eau » par l'équipe de conception de QBLS, au travers des ajustements successifs du contenu du cours et des interfaces (voir sections 3.1 et 4.2). Cette vérification « au fil de l'eau » va être consolidée par des évaluations ergonomiques de deux sortes : des évaluations heuristiques [Nielsen 94] et des évaluations coopératives [Monk & al. 93]. Les évaluations heuristiques seront effectuées sans utilisateurs (étudiants), mais en adoptant le point de vue de ces utilisateurs (via les scénarios). Les évaluations coopératives seront effectuées avec des utilisateurs réels proches des utilisateurs qui seront sollicités lors de la phase de passation. Les premiers sont des étudiants de deuxième année ayant suivi l'année précédente les cours utilisés dans QBLS. Nous les appellerons *utilisateurs de référence*. Les seconds sont des étudiants de première

¹ http://ubaye.inria.fr:8080/exp_weblearn/cours

année de l'ESSI. Nous les appellerons *utilisateurs cibles*. Les évaluations coopératives seront également effectuées en référence aux scénarios d'usage.

5.2 Expérimentation : phase de passation et de recueil de données

On envisage les phases suivantes dans la mise en œuvre de l'expérimentation :

1. *Familiarisation indirecte avec QBLs* : les étudiants se familiariseront indirectement avec QBLs lors du cours d'initiation au traitement du signal donné par l'enseignant. Ce dernier présentera en effet le cours à l'aide de QBLs (QBLs remplacera les transparents utilisés précédemment).
2. *Familiarisation directe avec QBLs* : les étudiants se familiariseront directement avec QBLs lors d'une séance de TD préparatoire, qui permettra de faire les derniers réglages de l'expérimentation. Les étudiants auront QBLs à leur disposition et utiliseront cet outil pour répondre à deux ou trois questions de TD associées au cours.
3. *Utilisation proprement dite de QBLs* : les étudiants utiliseront ensuite QBLs « au rythme de croisière » au cours de séances de TD. Les étudiants répondront aux autres questions de TD.
4. *Debriefing* : des entretiens auront lieu avec les étudiants quelque temps après la phase 3, afin de faire le point sur ce qu'ils auront fait lors des phases précédentes et sur leur vision de la plate-forme QBLs comme outil d'aide à la formation.

Pour les deux phases 2 et 3, on envisage la situation d'observation et de contrôle suivante (cf. figure 6). L'expérimentation proprement dite se déroulera dans la salle de TD (une salle équipée d'ordinateurs). Elle réunira les étudiants et l'enseignant, ainsi qu'un conseiller système et deux observateurs de l'équipe de conception QBLs. Les étudiants utiliseront QBLs pour répondre aux questions de TD. En cas de problème avec l'outil, ils pourront solliciter l'aide du conseiller système. Le conseiller système répondra aux questions des étudiants sur l'outil QBLs. L'observateur prendra des notes sur les comportements et remarques des étudiants et de l'enseignant.

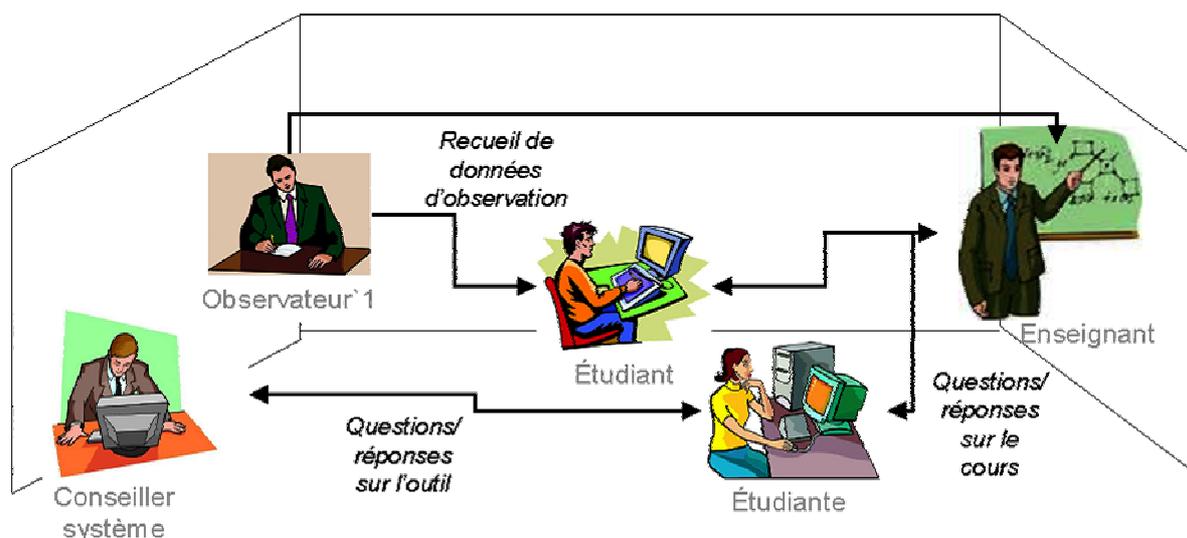


Figure 6.- Situation d'observation et de contrôle de l'usage de QBLs.

Plusieurs types de données seront recueillis lors de cette phase : logs des interactions des étudiants avec QBLs, réponses en ligne des étudiants aux questions de TD, documents complémentaires (tels que brouillons, notes des étudiants, sous forme papier ou électronique,

etc.), notes des observateurs, photos ou vidéos prises le cas échéant par les observateurs. On déterminera entre autres le temps d'élaboration d'une réponse à une question de TD, le taux de réussite de la tâche, et la qualité des réponses.

5.3 Expérimentation : phase d'analyse des résultats

Plusieurs types d'analyses des résultats seront conduits, dont l'objectif est de comprendre ce qui se sera passé lors des expérimentations et de tirer un certain nombre de recommandations pour la reconception de QBLS. Exemples d'analyse :

- analyse des activités réelles des étudiants afin de les comparer avec les activités que l'on a supposé qu'ils réaliseraient, et rectifier si nécessaire nos modèles sous-jacents de l'activité de formation des étudiants ;
- analyse des performances des étudiants (évaluer les réponses des étudiants aux questions posées par le système au cours d'une séance de TD ; comparer ces réponses aux réponses obtenues dans des situations pédagogiques sans QBLS).

Pour faire ces analyses, nous utiliserons en particulier les critères ergonomiques identifiés lors de la phase de préparation de l'expérimentation (du genre des critères ergonomiques des EIAH de [Tricot & al. 03], qui combinent les critères de [Scapin & al. 97] et les critères de [Nielsen 94]). Ces critères seront utilisés en regard des scénarios d'usage. Nous utiliserons également des modèles psychologiques pertinents de l'activité (ex. : modèle de résolution de problème, modèle de recherche d'information).

6 Conclusion et perspectives

Nous avons présenté un EIAH conçu et développé selon des techniques du web sémantique et plus précisément d'extraction et de gestion des connaissances. QBLS tire profit des méthodes, langages et outils propres à ce domaine pour proposer un web sémantique de formation offrant (1) un moyen pour l'enseignant d'explicitier sa stratégie pédagogique, (2) une grande souplesse dans la gestion des ressources et de leur organisation, et pour l'apprenant (3) un mode d'accès à l'information dynamique, basé sur des requêtes sémantiques.

La conception de QBLS à partir d'un premier document de cours, nous a permis de mettre en évidence une méthodologie d'acquisition de connaissances à partir d'un document textuel de cours et de l'auteur enseignant. Nous réfléchissons actuellement à sa formalisation pour l'utiliser dans la constitution de nouvelles mémoires de formation.

Après une première évaluation, nous projetons d'enrichir l'ontologie et les annotations des ressources pédagogiques pour personnaliser le web sémantique de formation, en offrant des progressions fonctions de profils d'apprenants. Des requêtes sémantiques permettront d'appliquer différentes stratégies de navigation au sein de la mémoire de formation.

7 Références

[Allert 04] H. Allert, *Coherent Social Systems for Learning: An Approach for Contextualized and Community-Centred Metadata*, Journal of interactive Media in Education, 2004-05-21.

[Barrows 86] Barrows, H. S., (1986), *A taxonomy of Problem Based Learning methods*, Medical Education, 20, pp. 481-486.

[Blanc 01] Blanc, D. (2001), *La boîte à outils du formateur*, Editions d'organisation Eyrolles, troisième édition.

- [Brusilovsky 99] P. Brusilovsky, *Adaptive and intelligent technologies for Web-based education*, KI - Kunstliche Intelligenz, vol 13, pp 19-25
- [Brusilovsky & al. 03] P. Brusilovsky et J. Vassileva, *Course sequencing techniques for large-scale web-based education*, International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning, 2003, vol 13, pp 75-94.
- [Conlan02] Owen Conlan, *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, 2002-05.
- [Corby & al. 00] Corby O., Dieng R., Hébert C. (2000). *A Conceptual Graph Model for W3C Resource Description Framework*, Proceedings of the International Conference on Conceptual Structures (ICCS'2000), LNCS, Springer Verlag, 2000.
- [Corby & al. 04] Corby O., Dieng R. et Faron C. (2004), *Querying the semantic web with the Corese search engine*, Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'2004), subconference PAIS, pp 705-709, 2004.
- [DeBra & al.03] De Bra P., Aerts A., Berden B., Lange B., Rousseau B. (2003), *AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture*, ACM Hypertext Conference (HT'2003), 2003.
- [Dalgarno 96] Dalgarno, B. (1996). *Constructivist computer assisted learning: theory and techniques*. In A. Christie, P. James and B. Vaughan (eds) Making new connections, Proceedings of the thirteenth annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, Adelaide: University of South Australia., pp. 143-154.
- [Dieng & al. 99] Dieng R., Corby O., Giboin A. et Ribière M. (1999), *Methods and tools for corporate knowledge management*, International Journal of Human-Computer Studies 51(3), pp 567-598.
- [Dieng & al. 02] Dieng R., Corby O., Gandon F., Giboin A., Golebiowska J., Matta N. et Ribière, M. (2002). *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances : Une approche pluridisciplinaire du Knowledge Management*, Paris : Dunod.
- [Dieng 04] Dieng R. (2004), *Capitalisation des Connaissances via un Web Sémantique d'Entreprise*. Chapitre 12 de Management des Connaissances en Entreprise, Imed Boughzala et Jean-Louis Ermine eds, Hermès, 2004.
- [Giboin & al. 02] Giboin, A., Gandon, F., Corby, O., & Dieng, R. (2002), *User Assessment of Ontology-based Tools: A Step Towards Systemizing the Scenario Approach*, in Proceedings of EON'2002: Evaluation of Ontology-based Tools, OntoWeb-SIG3 Workshop at the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'2002), 2002, pp. 63-73.
- [He 2002] He S., Hong H., Patel A., (2002) *Adaptivity in Problem-based Learning : use of granularity*, Proc. Int. Conf on Computer in Education, Los Alamitos, USA, IEEE Computer Society, pp. 711-712.
- [Heiwy 03] V. Heiwy, C-F. Ducateau, *Un modèle de ressources pédagogiques pour la FOAD*, in Colloque Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH2003), Strasbourg, France, 15-17 avril 2003.

- [Michau & al. 03] Michau, F., Ploix, S. (2003). *Proposition de carte organisationnelle : décrire le rôle d'un environnement informatique au sein d'un dispositif pédagogique*, in Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Strasbourg, 2003.
- [Monk & al. 93] Monk, A., Wright, P., Haber, J., Davenport, L. (1993), *Improving your human-computer interface: A practical technique*. Hemel Hempstead: Prentice Hall.
- [Murray 03] Murray, T. (2003), *MetaLinks: Authoring and affordances for conceptual and narrative flow in adaptive hyperbooks*, in Journal of Artificial Intelligence and Education, Vol. 13 (Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-Based Systems).
- [Nielsen 94] Nielsen, J. (1994): *Heuristic evaluation*, in: Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, NY (1994).
- [Savin-Baden 00] Savin-Baden M. (2000), *Problem-based Learning in Higher Education; untold stories*, Buckingham, Open University Press/SRHE.
- [Scapin & al. 97] Scapin D.L., Bastien J.M.C. (1997), *Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems*, in Behavior & Information Technology, Vol. 17, n° 4/5, 1997, p. 220-231.
- [Schneider & al. 03] Schneider, D., Class, B., Frété, C., Girardin, F., Lombard, F., Morand, S., et al. (2003). *Conception et implémentation de scénarios pédagogiques riches avec des portails communautaires*. Communication au Second Colloque de Guéret "Les communautés virtuelles éducatives", Guéret, 4-6 juin 2003.
- [Stromboni 00] Stromboni J.P. (2000), *Enseigner l'automatique dans une école d'ingénieurs informatiques - Essais et expérimentations avec les NTIC*, TICE'2000, pp. 197, 2000.
- [Stromboni & al. 01] Stromboni J.P., Sander P., Tigli J.Y. (2001), *Some Experiments in Computer Aided Teaching*, in Proceedings of the 20th ICDE World Conference on Open Learning and Distance Education, pp., 2001.
- [Stromboni 02] Stromboni J.P. (2002), *Un cours introductif au traitement du signal à travers les applications audio de l'ordinateur multimédia*, Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie (TICE'2002), 2002.
- [Thomas & al. 03] Thomas, C., Giboin, A., Garlatti, S. et équipe KMP (2003), *KMP (Knowledge Management Platform) : exemple de collaboration pluridisciplinaire pour la construction d'un portail sémantique inter-entreprises*. Journée « Web sémantique et Sciences humaines et sociales » WS-SHS-2003, 7 mai 2003, organisée par l'AS « Web sémantique » CNRS/STIC, <http://www.lalic.paris4.sorbonne.fr/stic/mai2003/programme070503.html>
- [Tricot & al. 03] Tricot, A., Pléat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., Morcillo, A. (2003). *Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH*. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003. Strasbourg : ATIEF ; INRP. pp. 391-402.
- [Willey 00] Wiley D.A. (2000), *Connecting learning objects to Instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy*, in Wiley (Ed) The Instructional Use of Learning Objects 2000.