

## Cheminement d'objets pédagogiques de type quiz :

### une approche orientée services Web

**Ivan Madjarov,**

*Aix-Marseille Université, LSIS UMR 6168, Avenue Escadrille Normandie-Niemen, 13397  
Marseille Cedex 20, France, [ivan.madjarov@lsis.org](mailto:ivan.madjarov@lsis.org)*

**Zohra Bakkoury,**

*Université Mohammed V - Agdal, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, BP 765, Agdal,  
Rabat, Maroc, [bakkoury@emi.ac.ma](mailto:bakkoury@emi.ac.ma)*

**Abdelkader Betari,**

*Aix-Marseille Université, LIF UMR 6166, 163 Avenue de Luminy case 920, 13288  
Marseille Cedex 9, France, [abdelkader.betari@univmed.fr](mailto:abdelkader.betari@univmed.fr)*

**Bogdan Shishedjiev,**

*Université Technique de Sofia, 8 bd Kliment Ohridski, Sofia-1000, Bulgarie, [bogi@tu-sofia.bg](mailto:bogi@tu-sofia.bg)*

### **Résumé**

---

Cet article propose une structure XML sémantique conforme aux standards *e-learning* en vigueur pour la création, le stockage et la diffusion de quiz. Nous présentons la construction d'un parcours pour l'apprenant et un environnement auteur intégré dans une architecture orientée services. Nous apportons une solution basée sur les services Web pour l'intégration des données pédagogiques et des applications qui les animent. Nous discutons de la structuration des données et des moyens d'évaluation des connaissances dans le cadre d'un système de gestion de contenu pédagogique. Nous présentons ensuite nos travaux de recherche en cours et une partie des résultats du projet XESOP. Nous présentons enfin notre concept pour la réalisation et l'implémentation de l'éditeur de questionnaires basé sur les technologies des services Web.

### **Abstract**

---

This paper proposes a standards-compliant XML semantic structure for *e-learning* quizzes. We present an authoring environment integrated into SOA architecture, and the construction of a learner's path. We provide a Web service-based solution for data and educational applications integration. We discuss about data structuring and knowledge assessment tools as part of a Learning Course Management System.

### **Mots clés**

---

Ingénierie pédagogique, questionnaire, services Web, télé-enseignement, LCMS

### **Keywords**

---

e-Learning, LCMS, quiz, Web services, authoring tools

## 1. Introduction

Le Web 2.0 est une plate-forme interactive et collaborative offrant les outils pour la communication, les interactions multiple et plurielle, les échanges et le partage de contenus et d'applications hétérogènes entre internautes favorisant ainsi la construction des réseaux sociaux. Nos activités de recherche concernent à la complexité des systèmes qui visent à exploiter les ressources du Web en utilisant l'Internet comme infrastructure logicielle. L'objectif est de concevoir et de développer des solutions pour faciliter l'accès et

l'exploitation des données et des applications en se fondant sur les technologies des services Web.

L'utilisation des questionnaires (QCM) dans l'enseignement en présentiel est une pratique courante. Dans l'enseignement à distance, les questionnaires en ligne existent depuis les débuts de cette forme d'apprentissage. L'utilisation de ces moyens pédagogiques débouche sur la problématique de la pérennité des questionnaires et la possibilité de les intégrer dans un environnement de gestion de contenus pédagogiques (LMS pour *Learning Management System*). Les moyens de création, basés sur des techniques diverses et variées et disponibles dans l'espace des logiciels libres ou commerciaux, ne favorisent pas la réutilisation et l'intégration de ces quiz. Quand aux moyens de recherche et d'extraction de données, la situation est plus complexe à cause des différences de sémantique et de format de stockage. L'application d'un quiz dans un apprentissage en ligne demande aussi la sauvegarde des résultats et leur exploitation par l'enseignant. Toutes ces étapes sont technologiquement liées dans une plate-forme *e-learning*. Pour leur réalisation, l'intérêt est de se conformer à un standard (IMS QTI, 2005) et pour leur application à un système *e-learning* qui respecte les normes d'interopérabilité, en particulier SCORM (2004) et LOM (IEEE, 2002). Étant donné que la spécification IMS QTI est basée sur un schéma XML, on peut facilement séparer le contexte (exercices interactifs, questions et réponses) de la forme (représentation graphique, affichage, impression) pour une réutilisation à partir d'une base de données dans un format natif.

Un test ou exercice interactif IMS-QTI est représenté alors physiquement par un fichier XML. Il est donc possible de le réaliser à l'aide d'un simple éditeur de texte ou d'un éditeur XML. Toutefois, cette activité nécessite une bonne connaissance des éléments particuliers de la spécification. L'auteur risque, dans ce cas, de perdre beaucoup de temps pour un résultat qui reste incertain à la création des questions dans toutes leurs formes (question simple, texte à trou, *drag & drop*, listes déroulantes, etc.). Il est important de mentionner ici l'existence de nombreux logiciels permettant la génération de fichiers XML conformes à la spécification IMS QTI. L'interprétation de ces fichiers par la suite n'est en aucun cas automatique. La représentation graphique et interactive d'un quiz demande certaines compétences dans le domaine des technologies de transformation d'une structure XML dans un format reconnu par les navigateurs ou les *players*. La maîtrise de certains logiciels de conception graphique tels que Flash, Authorware, Gimp ou autres est demandée et représente en réalité une forte contrainte. A la sortie d'un quiz, l'auteur doit prendre soin des résultats ; les enregistrer localement ou les communiquer à une autre plate-forme. L'intégration de toutes ces étapes demande une approche plus complexe et réfléchie (Joosten *et al.*, 2005).

Dans cet article, nous proposons un environnement auteur intégré et basé sur les technologies SOA (*Service Oriented Architecture*) pour la création, le stockage et la diffusion de quiz issus de la spécification IMS QTI. Nous discutons de la structuration des données définie dans le standard IMS-QTI et des moyens d'évaluation des connaissances dans le cadre d'un système de gestion de contenu pédagogique (LCMS pour *Learning Content Management System*). Nous présentons ensuite nos travaux de recherche en cours et une partie des résultats du projet XESOP (Madjarov et Boucelma, 2011). En conclusion, nous nous interrogeons sur le suivi et les futurs travaux à entreprendre.

## 2. Structuration des données

L'IMS est proposé par un groupe de travail (IMS, 2011) composé de membres issus de différents domaines : enseignement, entreprise et organisations gouvernementales. Le groupe a pour objectif de définir des spécifications pour l'interopérabilité des systèmes de l'enseignement et de promouvoir leur implantation dans le domaine des applications et des

services basés Web. Les principes de base pour ces spécifications sont : l'interopérabilité, l'accessibilité, la réutilisation, la pérennité, l'indépendance et la portabilité. Certaines de ces spécifications traitent du contenu pédagogique :

- La spécification "IMS-Meta Data Specification" définit des ressources pédagogiques à travers une structure d'éléments et métadonnées se basant sur la syntaxe et la sémantique des objets pédagogiques définis dans la spécification LOM (IEEE, 2002).
- La spécification "IMS-Content Packaging Specification" définit la structure, l'organisation et l'échange d'un ensemble d'objets pédagogiques regroupés en package.
- La spécification "IMS-Question & Test Interoperability Specification" décrit la conception et la mise en œuvre des éléments pédagogiques servant à l'évaluation des apprenants. L'objet pédagogique de base est la question, suivie de méthodes de prise en charge de la réponse.

Par ces trois spécifications, l'IMS définit l'organisation et la structure d'un système de gestion d'enseignements. Les ressources sont organisées selon le modèle "Content Framework" qui, de son côté, définit deux sous-modèles : "Content Packaging" pour le regroupement des ressources physiques décrites à la base des métadonnées et "Content Management" qui organise les données de gestion d'un système pédagogique. Les deux parties sont dotées de la description des interfaces vers les principaux utilisateurs selon leur position dans le processus d'interaction avec le système: les auteurs, les administrateurs et les apprenants (Figure 1).

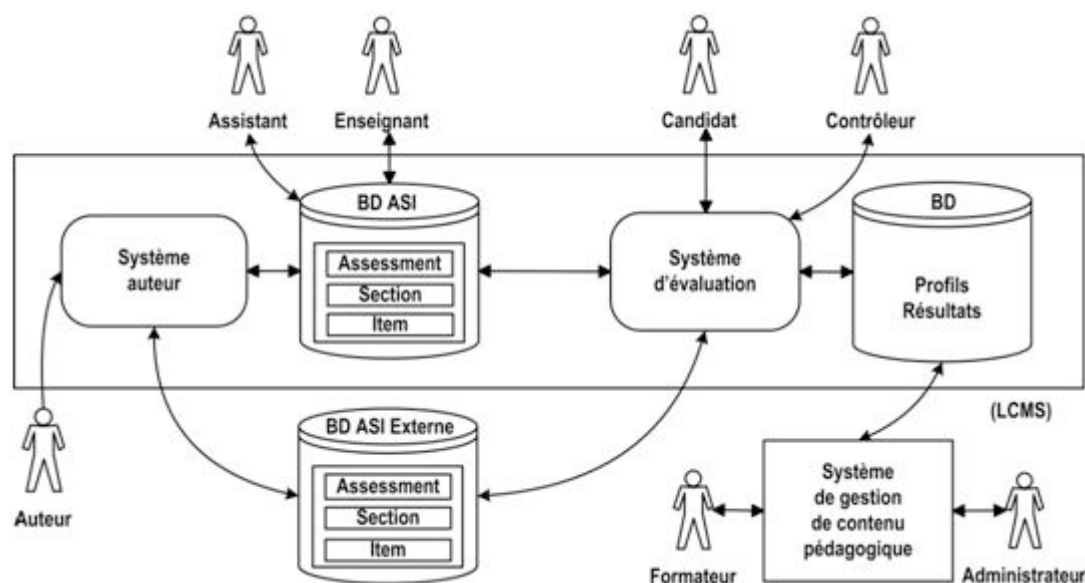


Figure 1. Interactions des acteurs dans un système d'évaluation continu

La partie "package" (Anderson et McKell, 2001) est autonome. Elle est destinée à l'auteur pour la construction d'une ressource pédagogique réutilisable en regroupant l'ensemble des objets pédagogiques. Cette partie peut être prise en charge par des logiciels et des systèmes auteur qui respectent les standards en vigueur. De cette manière le "package" est incorporable dans un LCMS. Il est constitué d'une partie "manifest" en format XML qui contient la description de l'organisation du contenu pédagogique. La deuxième partie contient la description des objets pédagogiques. Physiquement, ils peuvent faire partie d'une base de données XML native (Madjarov, 2010) ou d'une arborescence de fichiers sur des sites distribués. Un objet pédagogique (IEEE, 2002) est défini comme "toute entité, sur un support numérique ou non, pouvant être utilisée pour l'apprentissage, l'enseignement ou la formation". Le concept des objets pédagogiques (LO pour *learning object*) est fondamental dans les systèmes *e-learning* en tant qu'entités basées sur le standard LOM (IEEE, 2002). C'est un

modèle de métadonnées reconnu pour décrire la nature, la syntaxe et la sémantique d'un objet pédagogique. Il peut être utilisé tel quel ou en construction avec d'autres afin de construire les entités d'enseignement telles que les cours. Les méta informations du "Content Management" assurent la possibilité de concevoir des cours de type documents virtuels personnalisables.

Dans nos travaux sur le projet XESOP, nous avons étendu l'arborescence de base avec des composants qui mettent en évidence des éléments pédagogiques pertinents, tels que: tableaux, exercices, équations mathématiques, graphisme vectoriel, questionnaires (Madjarov et Boucelma, 2006), (Madjarov et Betari, 2008), (Madjarov et Boucelma, 2011).

### 3. La spécification IMS QTI et l'évaluation des connaissances

Le déroulement d'une formation en présentiel ou à distance est normalement finalisé par une évaluation. Cette phase finale dans le domaine du *e-learning* représente un enjeu majeur. D'une part, l'évaluation des connaissances peut être vue comme une contribution à la réussite d'un enseignement, et d'autre part, comme un objet pédagogique particulier qui s'ajoute à la construction des savoirs et des compétences des apprenants.

La spécification de l'IMS-QTI permet de représenter la structure de données d'une question (*item*), d'un test (*assessment*) et des résultats correspondants (*results report*). Cette spécification est extensible, adaptable et fondée sur le métalangage XML pour la conception des applications spécifiques (Figure 2). Elle n'influe pas sur les concepts pédagogiques ni sur les choix techniques de programmation ou d'interface graphique (Joosten ten Brinke *et al.*, 2005). Cette partie est laissée à la libre appréciation des concepteurs d'outils logiciels et des producteurs de contenus (Michel et Rouissi, 2003). Pour une question (*item*), il faut préciser le barème, le rendu visuel et les retours à l'apprenant. Il est parfois utile de regrouper des séries de questions (*items*) dans un test (*assessment*) ce qui se fait en utilisant des sections qui elles-mêmes peuvent contenir d'autres sections. Cette structure (Figure 1) correspond au modèle ASI (*Assessment Section Item*) (Global Learning Consortium, 2011).

```

<questestinterop>
  <item id="IMS_ex_01">
    <presentation label="ex_01">
      <material>
        <mattext>Paris est la capitale de la France.</mattext>
      </material>
      <response_lid id="F01" rcardinality="Single" rtiming="No">
        <render_choice>
          <response_label id="T">
            <material><mattext> Vrai </mattext></material>
          </response_label>
          <response_label id="F">
            <material><mattext> Faux </mattext></material>
          </response_label>
        </render_choice>
      </response_lid>
    </presentation>
  </item>
</questestinterop>

```

Paris est la capitale de la France

Vrai

Faux

Figure 2. Exemple de code XML pour une question de type vrai/faux.

Le scénario d'utilisation place l'apprenant (*participant*) devant un exercice de type test. La section représente un container pour le regroupement d'autres sections qui contiennent un ou plusieurs éléments de base (*item*). Cet élément représente un bloc contenant la question (question) avec toutes ses propriétés et attributs. Une question finalement peut être vue comme un *learning object* indissociable et intégré au niveau du "Content Packaging".

La version 2.1 d'IMS-QTI offre douze questions types (IMS, 2005) : Question simple Vrai/Faux (*True/False*) (Figure 2) ; Question à choix multiples (*Multiple choice*) ; Question à réponses multiples (*Multiple-response*) ; Question à choix multiples avec réponse sur une zone sensible d'une image (*Image hotspot*) ; Question à réponses multiples avec plusieurs zones sensibles d'une image; Question à choix multiples avec réponse en fonction du mouvement du curseur (*Drag-and-drop*) ; Question avec un tri de texte ou images (*Ordered-response*); Question à réponse graphique; Question avec réponse textuelle (*FIB-string*) ; Question avec une réponse numérique (*FIB-numeric*) ; Question où la réponse demande un glissement d'objets graphiques ; combinaisons des types existants. Le standard propose également des facilités pour la définition du niveau de difficulté des questions et intègre des algorithmes de calcul des scores. Dans la version 2.1 de l'IMS-QTI, nous pouvons constater l'implémentation du XHTML 2.0 et du MathML.

La partie gauche de la Figure 2 présente le code XML pour décrire une question simple. Comme nous pouvons le constater, il est complètement démesuré par rapport à la brièveté et la simplicité de la présentation visuelle de la question (la partie droite). La complexité du code IMS-QTI demande une démarche de caractérisation des ressources d'évaluation plus complexe et générique qui dépasse largement les outils logiciels de génération automatique de balises des "simples" éditeurs XML actuellement proposés (Michel et Rouissi, 2003). Le développement d'un outil générique et plus évolué s'impose donc. Cet outil doit dépasser le stade de la gestion de simples objets comme les formulaires à compléter et fournir une aide réelle comme les systèmes auteur le font. En effet, la richesse et la complexité des spécifications nécessitent une intelligence logicielle capable à la fois de générer les balises suffisantes et d'accompagner l'auteur dans sa tâche de conception de ressources pédagogiques (Giacomini, 2005). Cet accompagnement doit fournir aussi les moyens de réutilisation de ces ressources pédagogiques et leur intégration à partir d'autres ressources hétérogènes. Il s'agit de concevoir un modèle et un système auteur qui s'intègre dans les systèmes de gestion de contenus pédagogiques (Figure 3). Le modèle d'intégration des données et des applications dans notre travail est basé sur les technologies des services Web (Madjarov et Boucelma, 2006). Ainsi, une architecture orientée services (SOA) est-elle proposée en Figure 4.

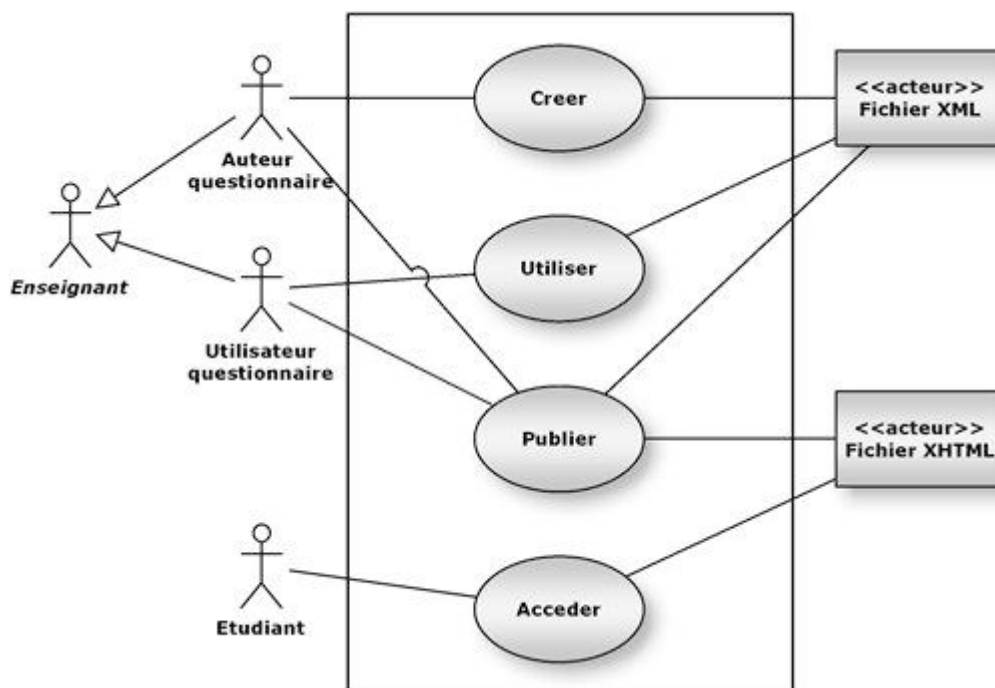


Figure 3. Les cas d'utilisation pour les types d'acteurs

Le standard IMS-QTI permet dans une certaine mesure de prendre en compte la personnalisation des acteurs selon leurs fonctions et l'utilisation des ressources. IMS en effet a prévu neuf types d'intervenants : administrateur, auteur, enseignant, formateur, étudiant, *etc.* Ces informations sont librement renseignées dans la balise <item metadata>. Les acteurs et leurs interactions sont présentées en Figure 3. L'auteur crée un questionnaire en format XML et le publie. Un autre, nommé utilisateur de questionnaire peut réutiliser le fichier XML déjà créé pour le publier et inclure le lien URL dans son cours. On voit que ces deux acteurs présentent des similitudes dans leurs relations. On peut l'exprimer en créant un acteur générique, voire virtuel, qui modélise les aspects communs aux différents acteurs. Dans notre modèle, l'acteur Enseignant est la présentation virtuelle des acteurs Auteur et Utilisateur. Le dernier et le plus important acteur est l'Étudiant. Celui-ci accède au fichier contenant le code-question pour évaluer ses connaissances.

Le choix des questions est également personnalisé selon le profil pédagogique, éducationnel, réactionnel du participant, en renseignant les attributs correspondants. Le flux de questions peut être filtré selon la difficulté de la question et le niveau éducationnel.

La séquence des questions est gérée à travers la spécification IMS-SS (2003). Le langage de la spécification est utilisé pour décrire un cheminement (*sequence*) à travers un ensemble d'activités pédagogiques, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les activités pédagogiques seront présentées à l'apprenant et les conditions pour lesquelles les ressources sont sélectionnées, délivrées ou outrepassées durant l'apprentissage. Cette spécification "simple" (en réalité assez complexe) envisage un nombre limité de stratégies de cheminement d'activités pédagogiques. Ces activités regroupent les cours, les tests, les exercices et elles sont organisées de manière hiérarchique correspondant à l'arborescence de leurs dépendances fonctionnelles et/ou pédagogiques.

L'interactivité dans un test en ligne est un besoin pédagogique d'une importance capitale. Certaines balises de l'IMS-QTI servent à gérer une interactivité minimale. En effet, <itemfeedback> permet de renseigner les possibles réactions du système. Les balises <hint> et <duration> proposent des aides au participant en fonction de ses réponses ou selon le temps de sa réaction.

En conclusion, une utilisation effective des standards IMS-QTI demande une démarche plus réfléchie dans la direction de la conception d'un ensemble (suite ou famille) d'outils avec une intelligence logicielle capable, à la fois, d'organiser la structuration et la personnalisation des questionnaires, la gestion des séquences de questions et d'assurer une interactivité plus élaborée avec l'apprenant.

## 4. Architecture du système

L'objectif principal de notre projet est la réalisation d'un enseignement ouvert, collaboratif et à distance par l'implantation d'une plate-forme *e-learning* fondée sur des logiciels libres en s'appuyant sur les technologies de l'Internet et des standards en ingénierie pédagogique.

Notre plate-forme "Xesop" assure la création d'un contenu d'enseignement et la construction d'un parcours pour l'apprenant, au moyen d'une structure sémantique conforme aux standards SCORM (2004) et IMS (Global Learning Consortium, 2011). Les éléments essentiels du projet consistent d'une part, en des supports sémantiques pour la création, la présentation et le stockage des objets pédagogiques basés sur des technologies XML et d'autre part, en des moyens pour la gestion du parcours de l'étudiant (Madjarov *et al.*, 2004) et l'exécution d'exercices à distance fondés sur les Services Web (Madjarov et Boucelma, 2006).

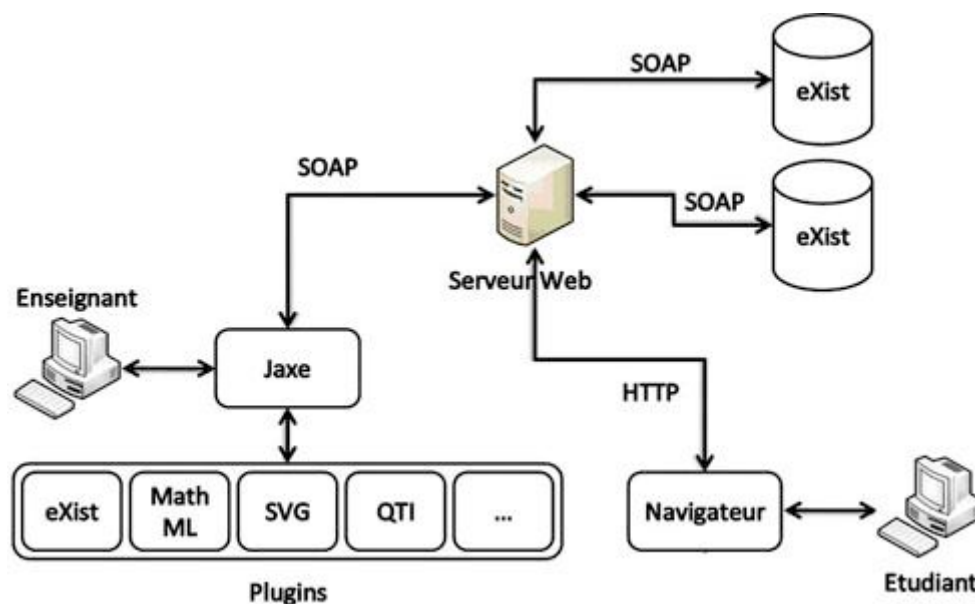


Figure 4. Architecture SOA du système XESOP

Notre conception peut être présentée fonctionnellement par le scénario suivant : l'auteur des cours crée ses objets pédagogiques à l'aide d'outils sémantiques à savoir textes, équations mathématiques, graphiques vectoriels, questionnaires, exercices, etc. (Figure 4). Le stockage de ces objets est possible dans un format XML conforme à une structure de métadonnées préalablement définie par un *XML Schema* (W3C, 2004) et en accord avec les standards *e-learning* en vigueur. Cette grammaire garantit, par la suite, la conformité des documents pédagogiques enregistrés dans une base de données *XML native* (eXist), et sert à la "bonne formation" des sorties générées à la demande dans des formats standardisés de l'espace Web (XML, HTML, XHTML MP, PDF, JPEG, etc.).

La réutilisation de ces documents dans un espace collaboratif entre auteurs est assurée par le format natif (XML) de leur création et leur accessibilité par l'appel d'un service Web. Ainsi, l'auteur d'un cours peut-il facilement intégrer des composants propres à des composants disponibles dans la base des objets pédagogiques initialement appartenant à un autre cours et créés par un autre auteur dans un environnement différent. L'intégration des données par le moyen des services Web apporte un potentiel reconnu. Ainsi, l'intégration de données pédagogiques avec des sources externes est-elle facilement réalisable à l'aide des services Web à travers des *wrappers* appropriés.

L'apprenant de son côté, après s'être identifié dans le système pour une formation, choisit et poursuit un cours à travers des textes, questionnaires et exercices. S'il a besoin d'informations complémentaires, il peut adresser une requête au système de gestion des services Web (SGSW). Ce système joue le rôle de médiateur entre les parties: (1) auteur, (2) formation et (3) bases de données d'objets pédagogiques (BDOP). Le service dédié va rechercher les informations dans les bases de données connues et accessibles (Interactions : SOAP - Serveur UDDI – WSDL - Service Web - Poste client). Le résultat retourné est présenté côté apprenant dans un format adapté aux navigateurs Web. Dans ce cas, notre objectif est atteint par une intégration de données avec transformation de formats à partir de sources hétérogènes via les technologies des services Web.

#### 4.1. Le concept de l'éditeur IMS-QTI

La réalisation de cet éditeur QTI répond à un besoin existant et poursuit l'idée évolutive de notre famille d'éditeurs sémantiques *open source* qui font partie intégrante du système Xesop

(Madjarov *et al.*, 2005). Nous obtenons ainsi des fonctionnalités complémentaires à la création d'objets pédagogiques réutilisables dans des cours et des questionnaires. L'éditeur QTI est développé comme un objet externe (iDevice). C'est un *plug-in* chargé à la demande par l'auteur au moment où il désire associer un questionnaire à son cours, ou créer un test d'évaluation de fin de cours. Pour la réalisation, nous avons eu l'idée de séparer le contenu des questionnaires du contenu des cours tout en conservant le format XML, selon le standard IMS-QTI. Ainsi, nous poursuivons l'idée de la portabilité et l'interopérabilité des ressources pédagogiques, étant donné que le contenu est enregistré dans son format d'origine dans l'arborescence des collections d'une base de données XML *native*. Sur demande, ces collections ou des parties sélectionnées peuvent être transformées dans un format de présentation et ensuite publiées sur un serveur Web. Pour intégrer par la suite un questionnaire à un cours, il suffit de renseigner la balise <question> avec son URL. Dans le contenu du cours, le questionnaire apparaît comme un hyperlien qui pourrait être suivi par l'étudiant.

L'exécution d'un questionnaire passe par la présentation de chaque question en page unitaire. Ainsi, l'apprenant est concentré sur la réponse de la question en cours sans la possibilité de consulter les questions suivantes ou précédentes. C'est une approche pédagogique restrictive, mais elle contribue à la réalisation de tests adaptatifs, où la question suivante apparaît en fonction de la réponse de l'apprenant et/ou du temps écoulé. Nous avons vu déjà que le standard IMS-SS (IMS Global Learning Consortium, 2003) contribue dans une certaine mesure à l'enchaînement dynamique des questions, mais nous pensons que grâce à notre concept, nous pouvons le renforcer. Cette approche demande une stratégie pédagogique dynamique. La réalisation de cette stratégie demande un modèle et des algorithmes plus poussés que ce que nous avons en partie étudié et réalisé en (Madjarov *et al.*, 2004), (Madjarov et Betari, 2008). Dans un QCM par exemple, une question peut proposer plusieurs réponses possibles dont une bonne, une mauvaise, et d'autres approximatives. La stratégie pédagogique doit déterminer quelle autre question serait en mesure de déterminer à partir de la réponse obtenue, s'il s'agit d'une erreur, d'une incompréhension, ou d'une frappe aléatoire. Un tel enchaînement des questions a un double effet, celui d'évaluer les connaissances de l'apprenant, et celui de les enrichir avec des questions instructives et ciblées.

La présentation des questions en séquences dynamiques demande une solution technique compatible avec l'environnement de l'apprenant. Le format XHTML présente la solution simple mais privée d'interactivité. L'ajout d'objets téléchargeables tels que les composants ActiveX ou Flash apporte des solutions dynamiques mais ne résout pas entièrement les problèmes à cause des défauts de sécurité et une incompatibilité avec tous les systèmes et navigateurs Web. En plus, ce sont des solutions non standardisées par le consortium W3C. Les applets Java sont des objets téléchargeables et portables beaucoup plus sécurisés qui assurent une interactivité parfaite mais demandent plus d'efforts de développement et sortent hors du cadre des formats choisis. Les techniques ISAPI telles que JSP, ASP ou PHP fournissent du dynamisme certes, mais du côté serveur et non pas du côté client. Le résultat transféré est toujours une page en format HTML. Il est évident que nous avons besoin d'une solution technique qui regroupe plusieurs de ces atouts et élimine les défauts déjà cités.

Nos études dans le domaine des solutions libres et *open source* nous ont amenés à la découverte du ZK Framework (2006). C'est un cadre programmable basé sur la technique AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) (Madjarov et Boucelma, 2006) pour la création d'interfaces riches dédiées à un environnement Web. ZK propose un langage événementiel et un script Java en utilisant un ensemble de composants : XUL (XML-based User interface Language) pour la description des interfaces graphiques, XHTML et ZUML (ZK User Interface Markup Language) pour la structuration et la présentation du contenu. ZK manipule



les composants XUL et XHTML au sein des pages Web, en se basant sur les événements déclenchés par les activités de l'utilisateur (AJAX). La technique AJAX (Snell, 2005) s'ajoute parfaitement aux services Web qui représentent un élément important de notre conception d'intégration des données et des applications. En se fondant sur cette technique, nous sommes en mesure d'assurer la réalisation de notre conception pour les questionnaires. Ainsi, suivant la réaction (réponse) de l'apprenant, les événements engendrés et traités peuvent apporter de nouveaux éléments ou en retirer d'autres de la page présentée à l'écran, suivant la stratégie pédagogique choisie. L'implantation ne demande pas de configuration particulière ou des ressources complémentaires du côté client. Le concept des questionnaires est présenté en Figure 5.

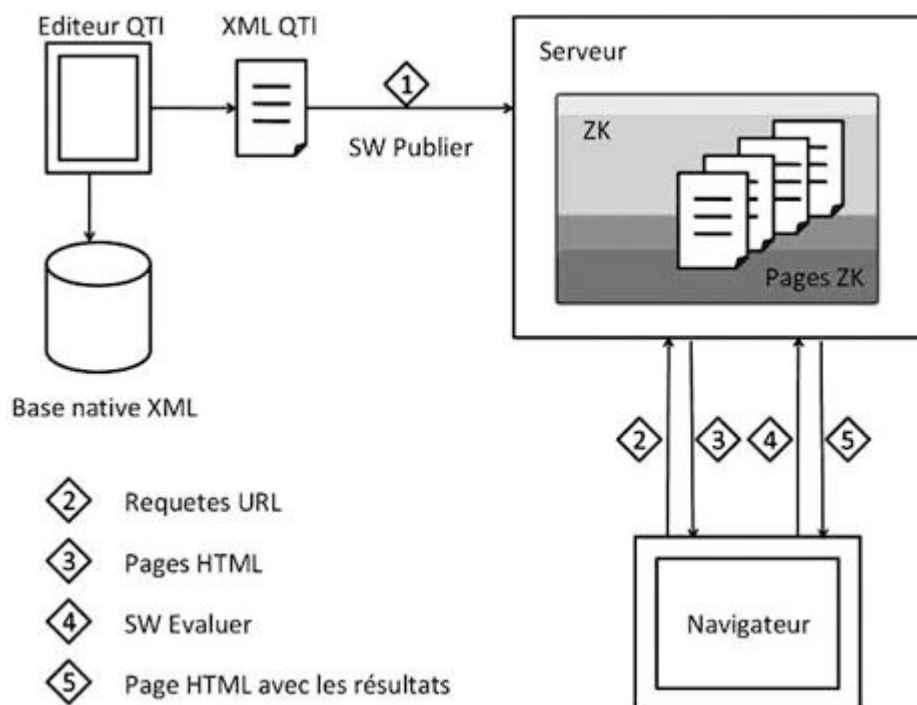


Figure 5. Le gestionnaire des questions

## 5. Conclusion

Notre travail de recherche s'inscrit dans les initiatives d'interopérabilité et de réutilisation non seulement des objets pédagogiques mais aussi des applications qui les animent (Madjarov et Betari, 2008). Dans cet article, nous avons présenté en particulier nos travaux de recherche concernant la conception et le développement des composants "QTI editor" et "QTI player" intégrés dans notre plate-forme Xesop pour la création de tests et d'exercices de type questionnaire et leur présentation du côté de l'apprenant.

Les solutions existantes telles que (Joosten ten Brinke *et al.*, 2005), (Giacomini Pacurar *et al.*, 2005) se fondent sur des techniques d'éditeurs XML pour la création des "manifest" et des collections QTI. L'interprétation basée Web est confiée à des modèles linéaires et interactifs certes, mais qui n'assurent pas un dynamisme adaptatif dans la gestion des séquences. Un des *players* proposés est Q-Player qui permet l'interprétation de tout test décrit selon IMS-QTI, à l'aide d'un lecteur programmé en Flash. C'est une solution en format propriétaire qui requiert l'installation sur le navigateur de l'apprenant d'un *plug-in* Flash. Le *player*, lui-même, n'est ni libre, ni *open source*.

L'implantation de la technique AJAX dans notre conception fondée sur les services Web assure la possibilité de modifier *inline* les données pour maintenir l'interactivité et le dynamisme dans la gestion des séquences de pages. L'implication du JavaScript et de l'objet XMLHttpRequest permet d'effectuer des requêtes vers le serveur d'applications Web de manière asynchrone, qui de son côté introduit le résultat au point de l'appel, tout en restant dans un cadre standardisé Web.

La technique AJAX présente des avantages en termes d'interactivité et de souplesse de publication de contenus. Cette technique évite un aller-retour de requêtes entre le navigateur de l'apprenant et le serveur du site Web qui soutient l'application ou le service. Elle n'implique plus l'installation de "plug-in" ou de programmes spécifiques et non standardisés.

### Référence

- Global Learning Consortium (2011) *IMS, Instructional Management Systems*, <http://www.imsglobal.org/>
- IEEE (2002) *LTSC - LOM* (Learning Object Metadata). <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- Anderson T., McKell M. (2001) *IMS Content Packaging Best Practice Guide*, Final Specification, Version 1.1.2, IMS
- Michel C., Rouissi S. (2003) e-learning : normes et spécifications. Étude des spécifications LOM et IMS-QTI caractérisant des documents numériques inter-échangeables et réutilisables pour l'acquisition et l'évaluation des connaissances. *Revue Document Numérique "Les nouvelles facettes du document électronique dans l'éducation"*
- IMS (2005) Question & Test Interoperability (QTI) specification. *QTI 2.1 v2 release*, <http://www.imsglobal.org/question/#version2.1>
- Madjarov I., Betari A., Bakkoury Z. (2005) Web Service Based Remote Development Environment for an e-learning System. *Proceedings ICHSL5/CAPS5 Fifth International Conference on Human System Learning*, Morocco. Vol. Human System Learning Who is in control, edited by Khaldoun Zreik *et al.*, Europa, Paris, pp 79-95
- Joosten ten Brinke, D., Gorissen, P., and Latour I. (2005) Integrating Assessment into e-learning Courses, Chapter 10. *Learning Design : A handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Rob Koper & Colin Tattersall (Eds.), ISBN 3-540-22814-4 Springer.
- Giacomini Pacurar E., Philippe Trigano P., Alupoai S. (2005) A QTI editor integrated into the netUniversité web portal using IMS LD. *Journal of Interactive Media in Education (Advances in Learning Design. Special Issue*, eds. Colin Tattersall, Rob Koper)
- Madjarov I., Boucelma O. (2006) Data and Application Integration in Learning Content Management Systems: a Web Services Approach. *Proceedings of First European Conference on Technology Enhanced Learning*. Crete, Greece, W. Nejdl and K. Tochtermann (Eds.): EC-TEL 2006, LNCS 4227, pp. 272 – 286, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- SCORM (2004) *ADL Sharable Content Object Reference Model* (, <http://www.adlnet.org/>).
- Madjarov I., Boucelma O., Betari A. (2004) An Agent- and Service-Oriented *e-learning* Platform. *LNCS, Vol. 3143: Advances in Web-Based Learning - ICWL 2004, Third International Conference*. Wenying Liu, Yuanchun Shi, Qing Li (Eds.), 2004, pages 27-34. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- W3C (2004) *XML Schema*, <http://www.w3.org/XML/Schema>.
- IMS Global Learning Consortium (2003) *IMS Simple Sequencing Specification, Version 1.0 Final Specification*, <http://www.imsglobal.org/ss/>.
- ZK (2006) *ZK- Ajax Web framework*. <http://www.zkoss.org/>
- Jesse James Garret (2005) *Ajax : A New Approach to Web Applications*. <http://www.adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php>.
- Snell J. (2005) *Call SOAP Web Services with Ajax*. IBM Press
- Madjarov I., Betari A. (2008) Adaptive Learning Sequencing for Course Customization : a Web Service Approach. *Proceedings IEEE-APSCC 2008*, IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference. pp.530-535,

Madjarov I., Boucelma O. (2011) Multimodality and Context-adaptation for Mobile Learning, , *Social Media Tools and Platforms in Learning Environments*, pp. 257-276, 1st Edition, White B., King I., Tsang P. (Eds.) ISBN 978-3-642-20391-6, Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-20392-3\_15.

Madjarov I. (2010) Adaptation de contenu pédagogique pour téléphone mobile, Actes du 2<sup>ème</sup> colloque : *Les Cahiers pédagogiques des R&T*, pp.67-75, Guyanne Française.