

Personnalisation de l'évaluation : de l'E-Evaluation vers la M-Evaluation

Assessment Personalization: From E-Assessment to M-Assessment

Lilia Cheniti Belcadhi, Ahlem Harchay, Rafik Braham

Unité de recherche PRINCE, ISITC, Université de Sousse, Sousse, Tunisie.

Résumé

L'évaluation des connaissances dans toute activité d'apprentissage reste l'une des préoccupations majeures des acteurs du domaine du e-Learning. Avec les développements remarquables et continus des environnements d'apprentissage et le développement des technologies mobiles, l'aspect et les caractéristiques des activités d'évaluation doivent changer afin de favoriser le suivi continu de l'apprenant. Le processus d'évaluation doit évoluer en fonction de l'environnement et du contexte tout en gardant ses principes et ses buts primordiaux.

Dans cet article nous proposons un environnement d'évaluation personnalisée pour l'apprentissage en ligne et mobile. Nous décrivons d'abord un scénario de e-evaluation et m-evaluation et présentons ensuite une description de cette personnalisation ainsi que l'architecture de l'environnement d'évaluation, composée de services Web et reposant sur une communication entre ces services est réalisée avec les technologies du Web sémantique. L'environnement proposé permet de mettre en œuvre une évaluation personnalisée aux apprenants sur un contenu d'enseignement, à travers la recherche, la sélection et la génération d'un test adapté à leurs niveaux de connaissance. Une fois l'évaluation réalisée, un nouveau parcours d'apprentissage personnalisé sera proposé.

Mots clés : Evaluation Mobile, E-évaluation, Web sémantique, Personnalisation, Contexte

Abstract

Web based assessment is considered as a value-added service in an e-learning procedure, which aims at evaluating and measuring the outcomes of learning experiences. Providing learners with personalized tests that are appropriate to their needs and prior knowledge would guarantee an efficient learning process. With the important and continuous development of learning and the development of mobile technology environments, the characteristics of assessment activities must change to support continuous monitoring of the learner. The evaluation process should evolve as the environment while maintaining its principles and targeted goals. In this paper we propose a personalized assessment environment for e-learning and mobile learning. We first describe a scenario of e-assessment and m-assessment and then present a description of the personalization process related to these two types of assessment as well as the architecture of the assessment environment, composed of Web services. Communication between these services is performed with semantic Web technologies. The proposed environment allows implementing a personalized assessment for learners, through retrieve, selection of assessment objects and generation of a test tailored to their level of knowledge.

Keywords: E-Assessment, Personalization, Mobile Assessment, Semantic Web, Context

I. Introduction

L'enseignement à distance qui utilise le Web comme outil principal pose des problématiques pédagogiques non encore résolues. Une de ces problématiques consiste à évaluer le degré d'assimilation par l'étudiant de la matière enseignée. Cette évaluation est primordiale si l'on veut accompagner l'apprenant et s'assurer d'un avancement concret.

En effet, l'évaluation est la seule méthode permettant de quantifier les résultats dans un système éducationnel. Ces résultats peuvent être utilisés, soit par l'apprenant pour déterminer les parties du cours qu'il doit mieux étudier et automatiser ainsi le parcours de l'apprentissage, soit par les enseignants pour améliorer les contenus du cours. Les systèmes éducationnels utilisent pour l'évaluation plusieurs types de méthodes : essais, QCM, quiz, résolutions de problèmes, etc.

Plus généralement, l'évaluation dans un système éducationnel se présente sous différents aspects :

- L'évaluation diagnostique qui est mise en oeuvre en début de formation et permet de définir des parcours individualisés.
- L'évaluation formative qui a lieu avant et pendant le cours et permet d'effectuer des ajustements si nécessaire. Elle joue un rôle de régulation et d'aide à l'apprentissage.
- L'évaluation sommative qui mesure les acquis d'un apprenant en fin de formation. C'est cette évaluation qui souvent permet l'obtention d'un diplôme ou certificat.

Notre travail s'inscrit dans le cadre des travaux sur les environnements interactifs d'apprentissage assisté par ordinateur (EIAO) et s'intéresse plus particulièrement à l'évaluation diagnostique et formative des compétences de l'apprenant. Nous détaillons plus particulièrement l'évaluation des connaissances d'un apprenant, permettant ainsi l'adaptation du contenu d'apprentissage à son niveau de connaissance. L'enseignement avec des ressources électroniques pourrait être enrichi avec un feedback instantané et de qualité. Le mécanisme d'auto-évaluation permet aux apprenants de tester leurs niveaux de connaissance et de compréhension des concepts proposés dans le cours ainsi que la construction dynamique de parcours éducationnels adaptés à leurs besoins à travers les modules du cours. Le degré d'assimilation influera alors directement sur l'enchaînement futur des cours. Deux aspects découlent de cette problématique : un aspect de modélisation pédagogique et un aspect technique. Il s'agit de concevoir des unités ou des objets de connaissance qui serviront à tester le degré d'assimilation.

Par ailleurs, l'évaluation efficace ne peut pas être une « *one-size-fits-all* » approche dans laquelle la même stratégie d'évaluation est appliquée à tous les apprenants. Les apprenants sont différents. Certains devraient être évalués sur tout le contenu d'apprentissage, pour évaluer leur connaissance globale ; d'autres auront besoin uniquement d'une estimation de leurs connaissances actuelles au niveau de quelques étapes de l'apprentissage, leur permettant ainsi d'accéder aux parties du cours les plus appropriées à leurs niveaux de connaissances. Il s'agit alors d'orienter l'apprenant vers le contenu le plus approprié à ses besoins à travers une évaluation personnalisée. Ceci exige un système d'évaluation flexible dans lequel les stratégies d'évaluation personnalisées peuvent être appliquées sous forme de services qui manipulent toutes les communications et le raisonnement nécessaires pour l'évaluation d'un apprenant. De plus, nous observons durant les dernières années un grand intérêt de l'utilisation des technologies du Web et spécifiquement des technologies mobiles conçues pour des fins d'apprentissage. La mobilité est vue en effet par les chercheurs et pédagogues comme une nouvelle opportunité pour l'éducation. Elle fournit de nouvelles possibilités pour les apprenants et permet de personnaliser leur processus d'apprentissage. Nous nous intéressons en effet aux environnements mobiles pour étudier la possibilité de valider les connaissances d'un apprenant sur ces types d'environnements. Il s'agit de définir une approche permettant de détecter les contenus d'évaluation pertinents pour le besoin de l'apprenant en fonction d'un contexte d'évaluation

particulier. Étant donné la diversité des profils des apprenants, un même contenu d'évaluation ne peut pas être livré à tous les apprenants.

L'évaluation mobile est en effet un processus qui assure l'avancement et l'accomplissement de diverses tâches pédagogiques, quels que soient le lieu et le temps de l'activité de l'évaluation. Ce type d'évaluation doit tenir compte de toutes les caractéristiques d'une activité d'évaluation classique se produisant dans un environnement d'apprentissage ordinaire tout en respectant les différentes caractéristiques et aspects de mobilité. C'est une pratique utile, pour les enseignants, les formateurs, les évaluateurs et surtout les apprenants puisqu'elle permet d'accompagner l'apprenant à tout temps et tout moment et tester n'importe où et comment ses connaissances et ses acquis. Notons de même que les aspects de l'évaluation mobile peuvent être de plus en plus améliorés, et ceci par l'utilisation et l'exploitation des spécifications et des standards dédiés à l'évaluation ce qui permet plus d'interopérabilité entre les différents systèmes d'apprentissage (systèmes mobiles, plateformes d'enseignement à distance, environnements personnels d'apprentissage, etc.).

Pour faire face à ces défis, le web sémantique fournit un cadre commun qui permet aux données, aux informations et aux connaissances d'être partagées et réutilisées à travers les applications. Les données liées décrivent une méthode de collecte, de partage et de connexion de données, d'informations et de connaissances sur le Web. En effet, le Web sémantique (Berners-Lee et *al.*, 2001) véhicule l'idée d'un Web compréhensible à la fois par les hommes et les machines et représente ainsi un vaste champ applicatif des travaux émanant des formalismes de représentation de connaissances et de raisonnements. Nous décrivons alors notre approche pour la mise en œuvre d'un tel système générique d'évaluation se basant sur des services Web personnalisés indépendants d'apprentissage et d'évaluation que l'apprenant pourrait sélectionner.

Dans cet article, nous proposons un environnement flexible pour l'évaluation en ligne et mobile personnalisée et qui utilise également des technologies du Web sémantique pour la description et le raisonnement. L'article est structuré comme suit : d'abord, nous introduisons notre travail par un scénario d'évaluation en ligne (e-évaluation) et mobile (m-évaluation) d'un apprenant dans un réseau ouvert d'apprentissage. Nous présentons par la suite une analyse du scénario proposé ainsi qu'une description du processus d'e-évaluation et m-évaluation. L'architecture mise en place pour le système d'évaluation est décrite et analysée dans la section 4. Après une comparaison avec des travaux similaires dans la section 5 et un aperçu des premiers résultats d'utilisation de ce système, nous finirons notre article par une conclusion et une présentation de nos travaux futurs.

II. Scénario d'évaluation personnalisée

Dans cette section, nous décrivons le contexte de notre recherche à l'aide du scénario d'évaluation suivant :

Julia, une étudiante en science de l'informatique voudrait préparer son examen sur le cours de programmation orientée objet. Cette étudiante voudrait par exemple passer en revue la leçon sur les classes dans le cours et tester ses connaissances. Elle commence par sélectionner cette leçon. Les prérequis nécessaires pour la leçon choisie seront d'abord examinés en recherchant et en présentant à l'étudiante les questions correspondantes. Ces questions forment alors une pré-évaluation sur la leçon choisie. L'étudiante aura par la suite la possibilité de visiter les parties de la leçon qui ne sont pas connues, pour lesquelles les questions correspondantes n'ont pas été résolues correctement. Finalement pour s'assurer que Julia comprenne les concepts importants de la leçon sur les classes, des questions seront recherchées et présentées pour constituer un test personnalisé de post évaluation sur cette leçon. L'environnement d'apprentissage doit garder une trace sur les progrès de Julia pour la révision de la leçon sélectionnée. Les tests présentés à Julia devraient fournir une évaluation précise de ses connaissances et de son degré d'assimilation. Toutes les parties importantes du cours devront être assimilées. À chaque fois que Julia choisit une leçon, qu'elle voudrait réviser, l'environnement d'apprentissage devrait rechercher les ressources appropriées d'évaluation, et plus précisément les questions, après vérification des derniers tests effectués, des préférences de l'apprenant en termes de langue d'enseignement et de paramètres du dispositif d'apprentissage. Julia souhaite accéder aux

ressources de cette évaluation à partir une interface web ou d'une interface mobile. Servie d'un assistant numérique personnel, PDA, l'apprenante pourrait par exemple être située dans la bibliothèque universitaire durant une heure. Julia accèdera alors à une interface utilisateur où elle choisit le cours à évaluer comme illustré par la figure 1. Ensuite, l'apprenante saisit un ensemble de mots-clés reflétant la thématique de l'évaluation. De même, Julia spécifie le type du local où elle se situe : Public Quiet. Elle indique, de plus, la durée maximale accordée à son test d'auto-évaluation : 1 heure. Enfin, elle indique ses préférences en terme les types de questions, par exemple, elle choisit le type de questions QCM.

Figure 1 : Interface Apprenant

Topic :	<input type="text" value="POO"/>
Keywords:	<input type="text" value="Class, Object"/>
Local Type:	<input type="text" value="Public Quiet"/>
Question Type:	<input type="text" value="MCQ"/>
Start Time:	<input type="text" value="14"/>
Finish Time:	<input type="text" value="15"/>
	<input type="button" value="Submit"/> <input type="button" value="Cancel"/>

Toutes les informations spécifiées par Julia doivent être prises en considération lors de la génération du test d'évaluation. L'environnement d'évaluation se présente comme un système sensible au contexte pour la génération de tests d'évaluation personnalisés et mobiles et doit marquer et sauvegarder ses progrès et ses traces d'évaluation afin de s'en servir pour de futures activités d'évaluation. Les tests d'évaluation présentés à l'apprenante devraient être personnalisés à son profil, son niveau et ses prérequis.

L'environnement devra donc permettre une personnalisation du contenu d'apprentissage et d'évaluation au niveau de connaissances de l'apprenant. Ceci repose sur deux principaux concepts :

- Réutilisation et Interopérabilité à travers la conception et l'implémentation du contenu sous forme d'objets d'apprentissage (« learning objects »), permettant une génération dynamique en identifiant et cherchant les ressources d'enseignement ou d'évaluation à réassembler. À travers cette conception, le cours ne sera pas conçu d'une manière monolithique, mais comme un ensemble de parties indépendantes. Ces objets représentent également le fondement de nouvelles approches et réflexions sur les possibilités de standardisation des systèmes d'apprentissage électroniques.
- Estimation du niveau de connaissances de l'apprenant à chaque étape de l'apprentissage, à travers une évaluation personnalisée.

Trois fonctionnalités doivent être alors définies dans un tel système d'évaluation personnalisée :

- La présentation du contenu à l'apprenant.
- L'évaluation des connaissances acquises par l'apprenant.
- La génération d'un contenu adaptatif à l'évaluation des connaissances de l'apprenant.
- La prise en considération du contexte de l'apprenant et la personnalisation de l'évaluation en fonction des paramètres fournis par le contexte de l'évaluation.

III. Description de l'évaluation personnalisée :

Pour pouvoir assister les apprenants à travers une évaluation personnalisée, telle que décrite dans la situation ci-dessus, des méta informations, concernant les cours, les ressources d'apprentissage et d'évaluation et les apprenants eux-mêmes sont nécessaires. Pour cela le système proposé se sert des

normes d'e-learning LOM¹ permettant ainsi une interopérabilité entre les ressources. Les ressources d'évaluation sont également conformes à l'IMS-QTI², permettant ainsi leurs échanges entre des systèmes éducationnels de différentes configurations. L'annotation du contenu selon ces normes facilitera en effet sa réutilisation et sa personnalisation à divers apprenants. Nous avons ensuite proposé un formalisme à l'aide de la logique du premier ordre (First Order Logic) pour la sélection du contenu d'apprentissage sur la base de l'évaluation des connaissances. Grâce à ce formalisme de l'évaluation, il a été possible de :

- concevoir le contenu d'apprentissage conformément au standard LOM et le contenu d'évaluation conformément au standard IMS/QTI ;
- décrire une taxonomie de concepts (LOs, Items,..) utilisés pour gérer les interactions de l'apprenant pour pouvoir adapter le contenu à ses besoins ;
- exprimer formellement les règles d'adaptation, pour définir les données à présenter à l'apprenant avant et après l'évaluation.

En ce qui suit, nous proposons une description des processus de l'e-évaluation de la m-évaluation et proposons une analyse des composantes à prendre en considération pour le passage de l'e-évaluation vers la m-évaluation.

A. Description de l'e-évaluation

Il y a une grande variété de systèmes qui offrent l'évaluation des apprenants. Néanmoins, la fonctionnalité d'évaluation dans la majorité de ces systèmes est décrite en référence à un environnement spécifique, ce qui signifie que la fonctionnalité est décrite seulement en termes du système qui la soutient. Tant que la fonction de l'évaluation dépend des caractéristiques du système, il est difficile de donner une comparaison précise des systèmes d'évaluation. Il y a ainsi besoin d'un langage commun qui permet la description et l'analyse de la fonction d'évaluation. Ainsi, une description formelle d'évaluation personnalisée qui permet une caractérisation indépendante du système de la fonction d'évaluation est nécessaire. Cette formalisation est également utile dans la construction d'un modèle de l'utilisateur, qui est une représentation de ces caractéristiques sur la base de laquelle la personnalisation d'évaluation a lieu. Nous avons fourni un formalisme de l'évaluation personnalisée avec la logique de premier ordre (Cheniti-Belcadhi et *al.*, 2005 ; Cheniti-Belcadhi et *al.*, 2008). Ce formalisme a été développé à partir du formalisme des systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs (Henze et *al.*, 2003). Le choix de la logique des prédicats pour cette description formelle, est motivé par le constat que ce type de logique de premier ordre a fourni une conception précise des représentations de l'information. Dans ce qui suit, nous donnons deux exemples de règles FOL. La première règle incarne tous les éléments nécessaires à l'évaluation d'un objet d'apprentissage, un post-test, et implique les critères utilisés pour sélectionner les éléments à post-tests pour un utilisateur donné.

Selon ce formalisme, le système est composé de documents hypermédias. Ces documents sont présentés dans la composante espace de documents. Dans le modèle de l'utilisateur, les différentes caractéristiques des différents utilisateurs ou groupes d'utilisateurs peuvent être modélisées et stockées.

Au cours de l'exécution de l'évaluation, le système recueille des observations sur les interactions de l'utilisateur. À partir de l'organisation de l'espace de documents, les informations à partir du modèle de l'utilisateur et à partir de l'observation du système, la fonction d'adaptation peut être générée et qui permet de définir les règles du processus d'évaluation personnalisé.

¹ LOM (2013). IEEE Learning Technology Standards Committee. Learning Object metadata standard: <http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone>

² IMS/QTI (2013). IMS Global Learning Consortium, Inc. IMS Question and Test Interoperability Specification, V 1.2; <http://www.imsglobal.org/question/>

B. Description de la m-évaluation

Les environnements d'apprentissage mobiles sont caractérisés par des situations et des circonstances d'apprentissage imprévisibles. Dans de tels environnements, la modélisation du contexte est nécessaire afin de mieux comprendre les activités des apprenants et de personnaliser les ressources d'apprentissage. Les environnements sensibles au contexte se réfèrent généralement à une classe d'environnements qui peuvent capter les paramètres d'environnement et adapter en conséquence l'ensemble de décisions et de comportements. Ils sont caractérisés, essentiellement, par leur nature hétérogène impliquant un changement continu du contexte selon de nombreuses circonstances dépendant essentiellement de l'apprenant, de la localisation, du temps, du lieu, etc. L'objectif final est de toujours mettre à la disposition de l'apprenant des ressources d'apprentissage et/ou d'évaluation appropriées au contexte. Le processus d'apprentissage ou d'évaluation doit, donc, changer et s'adapter en fonction du contexte.

Le raisonnement sur le contexte est un facteur clé lors de l'étude de l'intelligence ambiante. Le but du raisonnement sur le contexte est de déduire de nouvelles connaissances sur la base des données disponibles. Il permet de rendre les applications sensibles aux contextes plus intelligents et personnalisables aux besoins des utilisateurs. La sensibilité au contexte provient de la nature dynamique et hétérogène des environnements ambiants.

Afin d'assurer un raisonnement sur le contexte et présenter à l'apprenant un objet d'évaluation mobile, MAO (*Mobile Assessment Object*), la logique du premier ordre, FOL (*First Order Logic*) est employée. L'utilisation du FOL est un moyen très puissant et efficace qui permet de raisonner sur le contexte dans un environnement mobile (Ranganathan et Campbell 2003). L'ensemble des informations du Framework est représenté comme des prédicats du premier ordre. Cette représentation est très expressive et peut être employée pour représenter différents types d'informations.

La personnalisation de l'évaluation dans un environnement mobile est influencée par un ensemble de paramètres constituant notre Framework. Le MAF (*Mobile Assessment Framework*) doit être décrit selon un ensemble d'informations. Ces informations font partie de l'ensemble des modèles ontologiques déjà développés (Harchay et al., 2012). L'historique d'interactions de l'apprenant avec le Framework doit être tenu en considération afin de mettre à jour le modèle apprenant et de s'en servir lors d'éventuelles activités d'évaluation. De même, le Framework doit inclure une composante de personnalisation permettant selon un ensemble d'informations de personnaliser l'activité d'évaluation. En conclusion, le MAF nécessite de diverses informations : MAO (*Mobile Assessment Object*) Informations, MAL (*Mobile Assessment Learner*) Informations, MAC (*Mobile Assessment Context*) Informations, MAP (*Mobile Assessment Portfolio*) Informations et PC (*Personalization Component*).

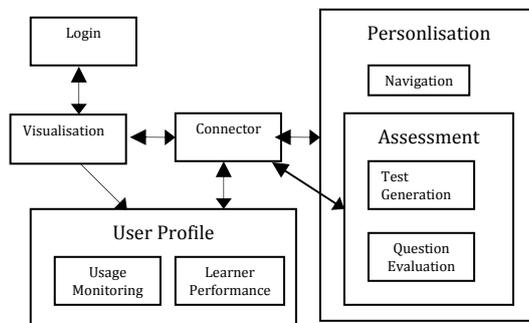
IV. Architecture du système d'évaluation personnalisée

L'architecture établie du système personnalisé d'évaluation repose principalement sur les technologies des services Web et du Web sémantique. Ces deux technologies permettent de mettre en place une infrastructure pour la recherche et la sélection des objets d'apprentissage et d'évaluation et de maintenir les données sur les apprenants concernant leur évolution dans le processus d'apprentissage. Le schéma de l'architecture proposée pour le système personnalisé d'évaluation est illustré dans la figure 2. Dans ce système, des services Web personnalisés sont proposés, permettant d'assurer l'évaluation et sélectionnent les ressources en se référant à l'ontologie du domaine, les choix des apprenants et leurs interactions avec l'environnement d'apprentissage.

Le système d'évaluation nécessite une combinaison dynamique de ses composants, notamment par des services d'interface utilisateur et des services de médiation entre les demandes de l'apprenant et les possibilités de personnalisation. La communication entre les différents services Web est effectuée à travers des documents RDF. Les descriptions RDF (RDF, 2013) se réfèrent aux ontologies pour permettre la recherche et la présentation de l'information requise.

L'authentification des apprenants est accomplie à travers le « login service », qui vérifie d'abord les paramètres de l'apprenant et les transfère aux autres services. Le « visualisation service » est responsable de l'affichage des ressources demandées par l'apprenant et plus précisément les ressources d'apprentissage et les ressources d'évaluation. Les communications entre tous les services, à part le « login service », transitent par le « connector service ».

Figure 2 : Architecture du système d'évaluation personnalisée



Le système d'évaluation contient également les composantes suivantes :

- Un « *navigation service* » qui permet une navigation personnalisée à travers les ressources d'apprentissage et d'évaluation en se basant sur les informations fournies dans le profil de l'apprenant.
- Un « *assessment service* » composé de deux autres services Web qui peuvent être demandés séparément : le « *test generation service* » et le « *question evaluation service* ». Le rôle de ce service est de fournir une évaluation personnalisée à l'apprenant, basée sur les informations fournies dans son profil utilisateur. Le « *test generation service* » est responsable de la construction des tests. Un test est un ensemble de questions choisies sur la base des informations fournies dans le profil utilisateur par le « *connector service* ». Deux types de tests peuvent être générés : prétests et post-tests. Plusieurs types de questions peuvent être déployés dans un test pour évaluer le niveau de l'acquisition de connaissances par l'apprenant. Le « *question evaluation service* » assurera l'évaluation des réponses de l'apprenant aux questions sélectionnées.
- Un « *user profile service* » qui assure la génération du profil d'un apprenant, comportant l'historique de son apprentissage, établi sur la base de ses dernières interactions avec l'environnement d'apprentissage et les réponses fournies aux tests proposés. Ce service se compose également de deux autres services : « *usage monitoring service* » et « *learner performance service* ». Le premier service permet l'enregistrement des interactions de l'apprenant avec les ressources. Le deuxième service met à jour les informations sur l'apprenant à travers les résultats des tests proposés.

Le système est conçu à travers une architecture ouverte lui permettant d'être compatible avec des normes et des protocoles ouverts et adaptables à différents scénarios d'exécution.

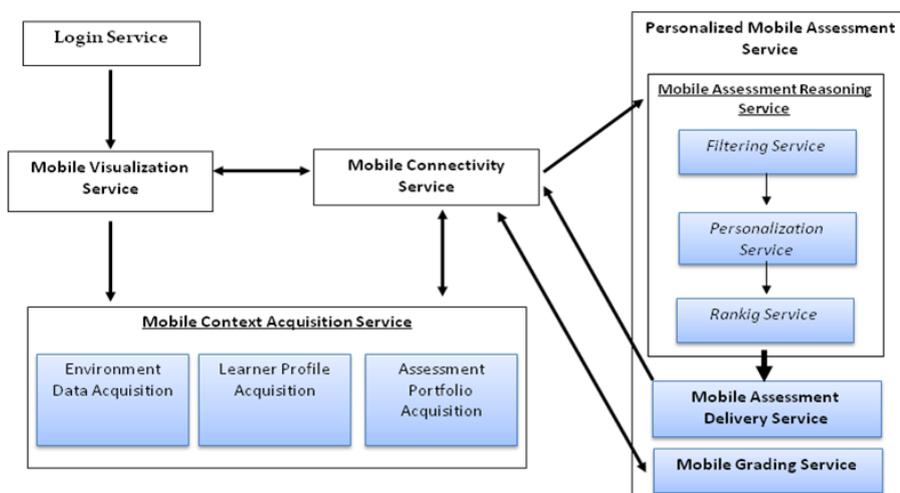
Vu sa flexibilité et son architecture pragmatique basée essentiellement sur l'utilisation des services Web et des technologies du Web sémantique, notre système peut être adapté afin qu'il soit applicable dans un environnement mobile. Ce nouveau système répond aux besoins de mobilité et permet d'assurer une activité de m-évaluation comme décrite dans notre scénario.

Nous proposons ainsi, le SEMP (Système d'Évaluation Mobile et Personnalisée) fondé sur les services Web et le Web sémantique. SEMP associe et met en œuvre une composition de Services Web en interactions et qui concourent pour répondre aux besoins du système. Cette architecture est une approche rigoureuse pour exploiter également la technologie du Web sémantique. Les services Web génèrent des ressources d'évaluation conformément à un ensemble d'ontologies, les exigences des apprenants et leurs interactions avec l'environnement mobile. Les différents documents échangés

sont des documents RDF. Ainsi, afin de permettre un support d'évaluation personnalisé, des métadonnées sur le domaine d'application (cours), les ressources d'évaluation (questions), les apprenants (prérequis et compétences), le contexte et l'historique d'évaluation sont nécessaires.

Le système utilise le standard DC, un ensemble d'ontologies et de spécifications afin de favoriser l'interopérabilité. Il est de même désigné à être conforme à la spécification IMS/QTI dans un but d'assurer l'échange des ressources d'évaluation. L'architecture du système est illustrée par la figure 3.

Figure 3 : Architecture du système de m-évaluation personnalisée



Concrètement, SEMP s'appuie sur cinq services :

1. **Login Service** : L'identification de l'apprenant dans son environnement mobile est assurée par le « *Login Service* ». Les paramètres récupérés par ce service seront par la suite communiqués au « *Mobile Visualization Service* ».
2. **Mobile Visualization Service** : Ce service est responsable de la récupération des requêtes apprenant. Il permet l'affichage et la visualisation d'une interface qui garantit l'interaction entre l'apprenant et le système. Il est de même responsable de l'affichage des ressources requises par l'apprenant. Ce service aura à afficher par la suite le résultat (test personnalisé dans un environnement mobile). Il permet de transférer ultérieurement les données saisies avec celles récupérées du service « *Mobile Context Acquisition Service* » au « *Mobile Connectivity Service* ».
3. **Mobile Connectivity Service** : c'est le service médiateur entre tous les autres services du système. L'objectif essentiel de ce service est de convertir les différents formats de métadonnées utilisées par le système afin de prévoir un affichage de questions en format compréhensible par le « *Mobile Visualization Service* ». Le « *Mobile Connectivity Service* » doit trouver les ressources d'évaluation (questions) et les convertir vers un format compréhensible par le système (fichiers RDF). Les ressources trouvées sont agrégées et transférées aux « *Personalized Mobile Assessment Service* ».
4. **Mobile Context Acquisition Service** : Ce service acquiert un ensemble d'informations qu'il va transférer par la suite au « *Mobile Connectivity Service* ». Dès son invocation, il procède à interroger un ensemble d'ontologies pour en récupérer certaines informations. Ce service est composé de trois sous services : « *Environment Data Acquisition* », « *Learner Profile Acquisition* » et « *Assessment Portfolio Acquisition* ». Cette acquisition se fait en passant : l'ontologie du contexte, l'ontologie apprenant et l'ontologie du portfolio.

5. **Personalized Mobile Assessment Service** : Ce service de personnalisation qui est un service composite qui s'appuie à son tour sur trois services composants : « *Mobile Assessment Reasoning Service* », « *Mobile Assessment Delivery Service* » et « *Mobile Ranking Service* ».

- a. **Reasoning Service** : est à son tour composé de trois sous services : « *Filtering Service* », « *Personalized Service* » et « *Ranking Service* ». Le « *Filtering Service* » a pour tâche de filtrer les ressources d'évaluation, sur la base d'un ensemble de critères et de les communiquer par la suite au « *Personalized Service* » qui assure la fonction de personnalisation de l'évaluation en fonction du profil apprenant. « *Ranking Service* » pourvoit l'affectation de poids tout en vérifiant certaines données (objectives, préférences, etc.).
- b. **Mobile Assessment Delivery Service** : permet de remettre une liste questions et la transférer au « *Compatibility Service* » afin qu'elle soit affichée à l'apprenant.
- c. **Mobile Grading Service** : reçoit la réponse de l'apprenant, l'évalue, lui affecte un score, change l'état de la question et transmet le résultat au « *Compatibility Service* ».

V. Discussion

Nous avons proposé un système d'évaluation personnalisé doté d'une architecture de services web. Ces services permettent de déployer des applications distribuées exploitant des composants distants et hétérogènes. Ces services sont décrits à l'aide du langage WSDL (*Web Service Description Language*). Ils peuvent être appelés séparément, et possèdent des règles de raisonnement selon la fonctionnalité de personnalisation offerte. L'interopérabilité entre les ressources d'évaluation a été traitée dans certains systèmes tels que *Questionmark Perception*³. Par ailleurs, l'intégration des services Web dans les outils d'évaluation a été introduite dans (Brusilovsky et al., 2004) et plus précisément dans le cadre du système *QuizGuide*. Cependant ce système présente un seul type de question, les questions paramétrées. Dans le cadre de notre système, nous proposons deux types de questions : les questions à choix multiples et les questions traitant le code de programmation orientée objet en C++ avec des instructions manquantes. Certains systèmes d'évaluation tels que SIETTE (Guzman et al., 2004) et AthenaQTI (Tzanavari et al., 2004), sont conformes aux normes IMS/QTI. Ces systèmes ont certains objectifs en commun avec notre système, mais ils s'intéressent surtout à la génération adaptative des contenus d'évaluation.

En ce qui concerne l'évaluation mobile, de nombreuses études portant sur l'utilisation des technologies mobiles pour l'évaluation dans des environnements mobiles ont été menées. Chen (2010) s'est basé sur les résultats des recherches relatives à l'auto-évaluation et à l'évaluation par pairs où il a développé un système d'évaluation et de participation mobile (*Mobile Assessment Participation System* : MAPS) exploité avec les PDA. En outre, l'étude propose un modèle de mise en œuvre du MAPS qui devrait faciliter et donner plus d'efficacité à l'auto-évaluation et à l'évaluation par pairs dans les salles de classe. D'autre part, dans (Coulby et al., 2011) les auteurs ont examiné l'impact de livrer une évaluation fondée sur les compétences via des PDA dans un groupe d'étudiants en année terminale en médecine. Le type d'évaluation reflète l'état d'une expérience positive d'utilisation des technologies mobiles pour l'évaluation. De même Coulombe et Phan développent le projet *MobileQuizz* (Claude et al., 2013) qui représente une application mobile multiplateforme réalisée en Ajax avec le Google Web Toolkit. Dans le même contexte, le travail détaillé dans (Zualkernan et al., 2007), détaille une architecture et une implémentation qui prennent un test d'évaluation QTIv2.1 selon un fichier au format XML et qui génèrent automatiquement un Flash Lite exécutable à être déposé et rendu exécutable sur un appareil mobile.

Nous constatons que le passage de l'e-évaluation vers la m-évaluation personnalisée nécessite la prise en considération du contexte et de ses composantes. En effet les notions du contexte et de la sensibilité au contexte se considèrent comme deux notions clés largement utilisées lors de

³ Question Mark Computing Ltd : <http://www.questionmark.com>. Accessed June 2007.

l'exploitation des environnements mobiles. Pour pouvoir produire une évaluation personnalisée mobile il est nécessaire alors de modéliser le contexte. Pour notre travail de recherche, nous avons choisi d'utiliser l'approche basée sur les ontologies permettant non seulement de modéliser le contexte, mais aussi de faire des raisonnements sur les données décrites. Cette approche est combinée avec l'approche basée sur la logique permettant de même de déduire un ensemble de faits et de nouvelles déductions. De même, nous avons défini une situation d'évaluation mobile, comme étant un ensemble d'informations du contexte d'évaluation définies pendant une période de temps bien spécifique et qui peuvent changer le comportement du système d'évaluation. En ce qui concerne les objets d'évaluation, il a été nécessaire de définir un objet mobile d'évaluation, qui prend en considération le déploiement de ces ressources dans les environnements mobiles.

Pour pouvoir expérimenter notre système d'évaluation personnalisée, nous l'avons intégré dans le système Personal Reader⁴, développé par l'Université de Hannover, et avons choisi de le tester sur un cours de Programmation Orientée Objet, enseigné en semi présentiel à l'Institut Supérieur d'Informatique et des Technologies de Communication de Hammam Sousse en collaboration avec l'Université Virtuelle de Tunis. Dans le cadre d'une première évaluation, nous avons choisi dix étudiants de niveaux d'études différents, et avons demandé qu'ils répondent à un questionnaire. Les résultats de cette première évaluation ont été présentés dans (Cheniti et al., 2006). Dans le cadre de cette première expérience, nous avons utilisé uniquement un seul type de question : les questions à choix multiples. Les apprenants ont apprécié les tests personnalisés générés par le système et ont émis le souhait d'avoir plusieurs ressources d'évaluation de types différents. La partie mobile sera expérimentée prochainement.

VI. Conclusion et perspectives

Nous avons présenté dans cet article un système d'évaluation personnalisée utilisant des services Web et permettant la sélection et la présentation de ressources d'apprentissage et d'évaluation adaptées au niveau de connaissance de l'apprenant. Dans ce papier, nous avons présenté une description formelle de l'e-évaluation et la m-évaluation et avons discuté les principales composantes à prendre en considération pour passer de la version web vers la version mobile. Cette description se base sur la logique du premier ordre. Nous avons, ainsi, détaillé les caractéristiques du *Framework* et nous avons donné quelques règles logiques qui se basent sur la logique du premier ordre. Toutes ces règles et autres seront utilisées ultérieurement afin de personnaliser l'évaluation dans un environnement d'apprentissage mobile et de l'adapter au contexte de l'activité d'évaluation. L'architecture du système a également été présentée.

Le système d'évaluation dans sa version web a déjà été testé pour un groupe d'apprenants. Dans une prochaine étape, il s'agit de finaliser le développement des composantes mobiles et de le tester auprès d'un groupe d'apprenants, ce qui permettra certainement d'améliorer les fonctionnalités de personnalisation offertes aux apprenants.

Références

- Ranganathan, A., Campbell, R. A. (2003). An infrastructure for context-awareness based on first order logic. *Journal Personal and Ubiquitous Computing archive*, 7(6), 353-364.
- Harchay, A., Cheniti-Belcadhi, L. & Braham, R. (2012). A Model Driven Infrastructure for Context-Awareness Mobile Assessment Personalization. *2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*, TrustCom 2012, June 2012.
- Chen, C. H. (2010). The implementation and evaluation of a mobile self-and peer-assessment system. *Computers & Education*, 55(1), 229-236.

⁴ Personal Reader Framework; <http://www.personal-reader.de>, 2006.

- Coulby, C., Hennessey, S., Davies, N. & al. (2011). The use of mobile technology for work-based assessment: the student experience. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 251-265.
- Claude, C., Nobry, P. O. (2011). MobileQUIZ : une application mobile multiplateforme réalisée en Ajax avec le Google Web Toolkit. *Journée MATI Montréal 2011 « Tour d'horizon des technologies d'apprentissage émergentes »*. Récupéré le 19 juillet 2013 du site : <http://www.matimtl.ca/journee2011/listeDesCommunications.jsp>
- Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific American*, mai 2001, 29-37.
- Cheniti-Belcadhi, L., Henze N. & Braham, R. (2006). Implementation of a Personalized Assessment Web Service. *Proc. of The 6th International Conference on Advanced Learning Technologies, (IEEE/ICALT2006)*.
- Henze, N. & Nejdil, W. (2003). Logically Characterizing Adaptive Educational Hypermedia Systems. *Proc. of Adaptive Hypermedia Workshop, Adaptive Hypermedia Conference*.
- Cheniti-Belcadhi, L., Henze, N. & Braham, R. (2005). Towards a Service Based Architecture for Assessment. *Proceedings of the Thirteenth International GI-Workshop on Adaptation and User Modeling in interactive Systems (ABIS 05)*, October 2005, Saarbrücken, Germany.
- Cheniti-Belcadhi, L., Henze N. & Braham, R. (2008). Assessment Personalization on the Semantic Web. *Special issue: Intelligent Systems and Knowledge Management, Journal of Computational*.
- Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., & Yudelson, M. (2004). Adaptive hypermedia Services for E-learning. *Proc. of the Workshop of AH Techniques to Service Oriented Environment, Adaptive Hypermedia Conference*.
- Guzman, E., & Conejo, R. (2004). A Brief Introduction to the New Architecture of SIETTE. *Proc. of the Adaptive Hypermedia Conference (AH2004)*, Netherlands.
- Tzanavari, A., Retalis, S. & Pastellis, P. (2004). Giving More Adaptation Flexibility to Authors of Adaptive Assessments. *Proc. of Adaptive Hypermedia Conference*.
- Zuolkernan, I. A., Ghanam, Y. A., Shoshaa, M. F., et al. (2007). An architecture for dynamic generation of QTI 2.1 assessments for mobile devices using Flash Lite. *Advanced Learning Technologies, 2007, ICALT 2007, Seventh IEEE International Conference on IEEE, 2007* (194-195).