

DECOUVERTE PERSONNALISEE DES WEB SERVICES E-LEARNING

Fatiha Boudali ^{1,2},

Chargée de cours en Informatique

f_boudali@esi.dz + 213 21 51 60 77

Amar Balla ¹,

Maître de conférences en Informatique

a_balla@esi.dz + 213 21 51 60 77

Hakim Amrouche ¹,

Chargé de cours en Informatique

h_amrouche@esi.dz +213 21 51 60 77

Adresse professionnelle

¹Ecole Supérieure d'Informatique ★ BP 68M ★ 16 309 Oued-Smar Alger Algérie

²Centre Universitaire CUKM, CP 44 225, ★ Khmiss Miliana, Ain Defla, Algérie

Résumé : Le choix d'un service web e-learning dépend, généralement, des contraintes pédagogiques, ergonomiques, financières et technologiques. Alors, nous proposons de munir les services d'une description ontologique de leurs contraintes. Cependant, vu la diversité des consommateurs de services, d'autres paramètres doivent être considérés lors de la découverte, tels que leurs préférences. A cette fin, le profil utilisateur est pris en compte pour augmenter le degré de pertinence des résultats de découverte.

Mots clés : e-learning, web services, découverte, ontologie, profil utilisateur.

Summary: The choice of the e-learning web services depend, generally, on the pedagogic, the ergonomic, the financial and the technological constraints. So, we propose to provide an ontological description of their constraints. However, due to the diversity of web services customers, other parameters must be considered during the discovery process, such as their preferences. For this purpose, the user profile is taken into count to increase the degree of relevance of discovery results.

Keywords: e-learning, web services, discovery, ontology, user profile.

Découverte personnalisée des web services e-learning

1 - INTRODUCTION

De nombreuses solutions logicielles ont été proposées pour la réalisation des environnements e-learning telles que les LMS (Learning Management System) et les LCMS (Learning Content Management System). Cependant, les acteurs (administrateurs, enseignants et apprenants) de ces systèmes ont présenté des besoins de plus en plus accrus en termes d'adaptation, de parcours selon les exigences et profils d'utilisateurs, de partage et de possibilités de réutilisation des contenus et des fonctionnalités. Ce qui a incité l'expansion de ces systèmes vers des environnements distribués en utilisant souvent les ontologies, le web sémantique et les web services pour satisfaire les exigences des acteurs, BenRomdhane et Skik (2007), Brusilovsky (2004), Dolog et al (2004).

Le nombre de plateformes e-learning, qui sont basées sur les web services, est de plus en plus croissant, Ivan (2005), Vossen et Westerkamp (2003), Xiaohong et Anumit (2005). Un web service peut être défini comme un programme autonome qui s'exécute sur le web. Un web service est décrit par une description WSDL (Web Services Description Language), qui est enregistrée dans des registres UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) afin de faciliter sa recherche (découverte) par la suite.

Une plateforme e-learning peut être vue comme un ensemble de web services qui coopèrent entre eux pour fournir certaines fonctionnalités aux acteurs de la plateforme, Ivan (2005), Vossen et Westerkamp (2003). Ainsi, il est possible d'utiliser / réutiliser des services externes qui appartiennent à d'autres plateformes e-learning. Mais avant d'utiliser / réutiliser ces services, il est nécessaire de les localiser. Cette localisation (découverte) est une opération importante qui doit être automatique et efficace (en termes de rapidité et de pertinence des résultats).

Le mécanisme de découverte doit dépasser certains nombre de limitations afin d'être efficace, par exemple la découverte de services selon leurs fonctionnalités et leurs coûts. Ceci

n'est pas possible avec les standards UDDI et WSDL, vu qu'ils offrent une description syntaxique des services. Pour pallier à ces limitations, une nouvelle génération de web services dite web services sémantiques a été proposée. Les web services sémantiques sont des web services dotés d'une description sémantique, cette dernière est réalisée grâce à plusieurs langages et formalismes, entre autres l'ontologie DAML-S, Verma (2003), Kellert et Toumani (2004), Shuping (2003), qui offre des informations sémantiques sur le fonctionnement des services. Ces informations peuvent être utilisées pour améliorer la qualité de la découverte.

Les critères de choix d'un service d'une plateforme e-learning dépendent, généralement, du modèle pédagogique adopté et des contraintes ergonomiques et technologiques. Toutefois, DAML-S n'offre pas la possibilité de décrire ces critères. Afin de soutenir la description de ces critères, nous avons proposé dans cet article une extension à DAML-S qui consiste en une ontologie dite ontologie de qualité d'apprentissage (QA). La pertinence des résultats de découverte dépend aussi des préférences des utilisateurs, de leurs intérêts, leurs besoins et leurs niveaux d'expertises, etc. A cette fin, l'élaboration d'une ontologie pour profil utilisateur est notre deuxième réflexion pour augmenter le degré de pertinence des résultats de découverte des web services e-learning.

Enfin, nous avons tenté d'exploiter les deux ontologies, ontologies des services et ontologie de profil utilisateur dans un système pour la découverte des web services.

Le reste de l'article est organisé comme suit : d'abord nous allons présenter les web services et les web services sémantiques. Ensuite nous allons donner une présentation de notre démarche, à savoir les ontologies conçues et l'architecture du système de découverte. Et nous terminons cet article par une conclusion et des perspectives.

2 - LES WEB SERVICES

La notion de «web service» désigne une application mise à la disposition des utilisateurs sur Internet par un fournisseur de service, et accessible depuis une autre application à travers le web, Hubert et Monfort (2003). Elle englobe trois éléments:

- **Le fournisseur de service:** c'est le propriétaire du service.
- **Le client :** c'est le demandeur de service. Il est constitué par l'application qui va rechercher et invoquer un service.
- **L'annuaire des services :** c'est un registre qui contient les descriptions de services.

Ces trois éléments de l'architecture interagissent entre eux selon trois types d'opérations : les opérations de publication, de recherche et de liens d'opérations. La figure 1 montre l'architecture de référence des web services.

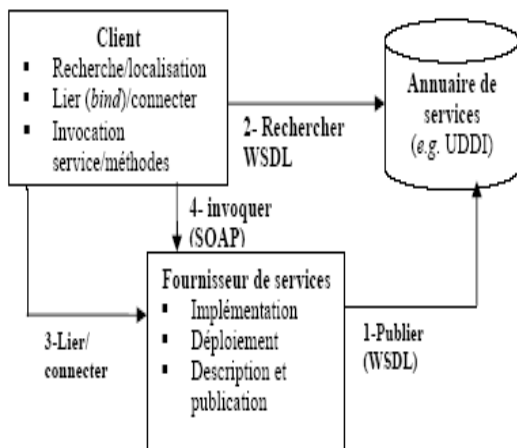


Figure 1. Architecture de références des web services. Kellert et Toumani (2004)

Le fournisseur de services définit la description WSDL (Web Service Description Language) de son service. WSDL est un langage qui décrit, au format XML, les méthodes pouvant être invoquées et le point d'accès (URL, port, etc..) du web service. Les descriptions WSDL sont publiées dans un annuaire de service UDDI (Universal Description Discovery and Integration) qui peut être public ou privé. Le standard UDDI vise à présenter une manière standard, de publier et d'interroger les web services. Le client utilise les facilités de recherche disponibles au niveau de l'annuaire

pour retrouver et sélectionner un service donné. Il récupère ensuite les informations nécessaires, sous format WSDL, lui permettant de se connecter au fournisseur du service et d'interagir avec le service considéré.

La communication entre le client et le fournisseur est assurée par le protocole SOAP (Simple Object Access Protocol), qui est un protocole d'échange inter applications indépendant de toute plate-forme, basé sur le langage XML.

Le mécanisme de découverte offert par l'UDDI est limité, on ne peut pas faire des recherches selon les fonctionnalités et les caractéristiques des services, cela est dû au manque d'informations sémantiques dans le fichier WSDL. Pour surmonter ce problème une nouvelle génération de service dite web services sémantiques a été proposée.

3 - LES WEB SERVICES SEMANTIQUE

Les web services sémantiques visent à faire une combinaison entre le web sémantique et la technologie des web services, en développant des descriptions sémantiques des web services, Chris (2005), Martin (2003). Dans cette optique, plusieurs solutions ont été proposées entre autres l'ontologie DAML-S. L'ontologie DAML-S, Gautier (2004), est constituée de quatre éléments principaux qui sont présentées dans la figure 2.

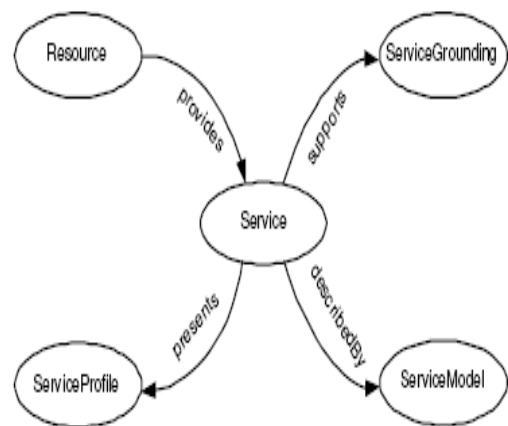


Figure 2. Classes de l'ontologie DAML-S , Gautier (2003)

La classe "ServiceProfile" : Qui décrit le service en fonction de ce qu'il fait, elle englobe: une description du service (nom,..) et de son fournisseur (nom, adresse physique,..), une description du comportement fonctionnel

du service (les entrées/sorties,.....) et une description des attributs fonctionnels du service.

La classe "ServiceModel" : Explique comment le service fonctionne.

La classe "ServiceGrounding" : Montre comment les entrées/sorties d'un service doivent être réalisées concrètement comme messages.

Les ressources : Les ressources nécessaires pour l'exécution d'un service sont définies dans une ontologie.

Les consommateurs (administrateurs, enseignants et apprenants) des web services des plateformes e-learning présentent des exigences sur leurs caractéristiques pédagogiques, financières et technologiques, à savoir: les fonctionnalités de gestion de ressources, d'évaluation et de collaboration, le temps de réponse, le niveau de fiabilité, le prix, etc.

La découverte des web services dans le domaine du e-learning est étroitement liée à ces éléments et elle doit les prendre en considération. Donc, la prise en compte de ces caractéristiques, par les fournisseurs de service, lors de la publication de leurs services est indispensable. Cependant, l'ontologie DAML-S n'offre pas cette possibilité : elle ne fournit pas une description parfaite des web services dans le domaine du e-learning. En effet, DAML-S est une ontologie générique dont l'objectif est de s'appliquer partout. C'est ainsi notre réflexion d'étendre (enrichir) DAML-S pour supporter la description des web services dans le domaine du e-learning. C'est l'objet de la section suivante.

4 - DÉCOUVERTRE DES WEB SERVICES E-LEARNING

L'objet de notre travail est la conception d'un système pour la découverte des web services dans le domaine du e-learning. Pour réaliser cette tâche nous avons estimé qu'il est nécessaire de :

- Doter les services d'une description sémantique, à base d'ontologies, des différents critères de choix des services.
- D'élaborer une description ontologique du profil utilisateur, qui

permet de filtrer les résultats de la recherche pour renvoyer uniquement les résultats les plus pertinents.

- D'exploiter ces ontologies dans un système pour la découverte des web services.

4.1 - Description ontologique des web services e-learning

Nous avons utilisé l'ontologie DAML-S pour la description de nos services du fait qu'elle permet la description générale d'un web service (la classe « ServiceProfile » décrit le fournisseur du service ainsi que les caractéristiques du service : nom, URL, catégorie...).

Les plateformes e-learning peuvent être distinguées selon les fonctionnalités pédagogiques assurées par chacune, en quelque sorte selon la qualité de la formation fournie par chacune des plateformes, Kouninef (2007), Duteille (2006). En conséquence la qualité de la formation est un élément très important lors du choix d'un outil e-learning. Les caractéristiques technologiques et financières en tant qu'éléments de la description des services e-learning constituent un facteur particulièrement important pour le choix de service. En effet, les services sont offerts par différents fournisseurs avec différents niveaux de qualités et de prix, en outre les consommateurs de services présentent des exigences sur les qualités et sur les prix.

Donc une description des plateformes e-learning selon les caractéristiques pédagogiques, technologiques et financières s'est avérée nécessaire afin de faciliter le choix d'un outil. Pour cela nous allons définir une ontologie ; que nous indiquons par « ontologie de qualité d'apprentissage (QA) » ; qui décrit un outil e-learning en termes de ces critères. Cette ontologie aura le schéma suivant :

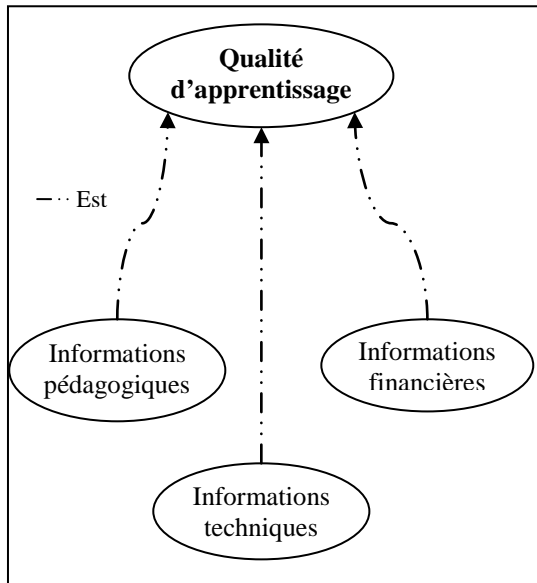


Figure 3. L'ontologie de qualité d'apprentissage.

La classe « Qualité d'apprentissage » : C'est la classe principale de l'ontologie, elle relie les différentes classes décrivant les qualités d'un service web.

La classe « Informations pédagogiques » : D'après l'étude que nous avons fait sur quelques plateformes e-learning existantes Moodle (2008), Claroline (2008), Durand (2007), Menasri (2005), nous avons constaté qu'une plateforme e-learning offre, généralement, les fonctionnalités principales suivantes : la gestion des ressources d'apprentissage, l'accès à distance à ces ressources, la gestion des acteurs (administrateurs, enseignants, apprenants), le suivi et l'évaluation des apprenants, la gestion des moyens de collaboration et de communication entre les différents acteurs et la possibilité d'adaptation des cours aux besoins des utilisateurs. Sur la base de ces principales fonctionnalités, nous mentionnons les principaux critères pédagogiques de sélection des plateformes e-learning :

- **Collaboration:** concerne les outils de collaboration et de communication entre les acteurs d'une plateforme.
- **Ressource:** englobe tous les aspects de gestion de ressources pédagogiques au niveau de la plateforme : Création, modification, importation, exportation....

- **Contenu:** les informations décrivant le contenu des ressources pédagogiques tels que : le titre, le sujet, l'auteur...
- **Test:** tout ce qui concerne le suivi et l'évaluation des apprenants.
- **Standard :** décrit les standards (SCORM, AICC,...) respectés par les ressources.
- **Type d'acteur:** décrit les différents types d'acteurs gérés par la plateforme.
- **Administration pédagogique :** recouvre toutes les fonctionnalités de gestion pédagogique de formation, tels que la gestion des plans de formation, la gestion des domaines de la formation, la gestion des inscriptions à une formation donnée et la gestion des niveaux d'apprentissage.

La classe « Informations techniques » : Comme son nom l'indique, elle englobe toutes les informations techniques sur le service web.

- **Adaptation :** L'adaptation est la possibilité de changement du système afin qu'il s'adapte aux exigences des utilisateurs.
- **Sécurité :** Concerne le niveau et le type de sécurité proposés au sein du web service (authentification, confidentialité, contrôle d'intégrité, contrôle d'accès, non répudiation).
- **Caractéristiques techniques :** les informations technologiques du web service tels que: la version, le débit de communication exigé pour utiliser le service, nombre maximal d'utilisateurs que pourra supporter la plateforme, etc.
- **Logiciel :** les outils soft (système d'exploitation, navigateur et autres logiciels) exigés pour faire fonctionner la plateforme.
- **Langue :** indique est ce que le web service est multilingue, chaque instance de cette classe indique une langue du service.
- **Administration technique :** Englobe les fonctionnalités de gestion de la plateforme qui sont offertes pour un administrateur technique. A savoir la gestion des comptes utilisateurs et

l'affectation des droits d'accès aux différentes fonctionnalités du système.

La classe « Informations financières » :

Cette classe comporte :

- **Coût** : recouvre les coûts affectés au financement des formations, de façon direct ou indirect, dans l'institution.
- **Licence** : le type et le coût de la licence de la plateforme.

Le schéma complet de l'ontologie décrivant les web services e-learning, que nous avons construit par l'intégration et l'assemblage de notre ontologie de QA avec l'ontologie DAML-S, est illustré ci-dessous :

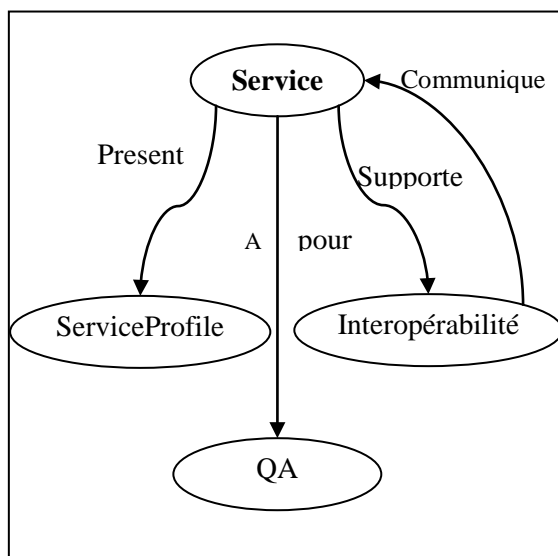


Figure 4. L'ontologie des web services.

L'ontologie comporte l'ontologie de Qualité d'Apprentissage (QA), une partie de DAML-S (la classe « Service » et la classe « ServiceProfile ») avec un autre élément que nous avons jugé nécessaire dans la description des services, cet élément est : l'interopérabilité du service avec d'autres services.

Pour DAML-S, nous avons exploité seulement une partie de cette ontologie : la classe « Service » que nous avons enrichi par d'autres propriétés et la classe « ServiceProfile », car les autres classes (serviceGrounding et serviceModel) visent à définir les services comme un ensemble de processus, rappelons que notre objectif est la description des caractéristiques et des qualités des plateformes, à base de web services, afin de les publier et de les retrouver par la suite et non pas de les modéliser sous forme de processus.

La classe « Interopérabilité » :

L'interopérabilité est la capacité d'utiliser, dans une plateforme, des composants d'enseignement développés dans une autre plateforme et la possibilité d'intégration avec des outils externes tel que LDAP (Lightweight Directory Access Protocol.). Cette classe décrit les services avec lesquels le service en question peut communiquer.

Après cette présentation de la description des web services e-learning à travers l'ontologie des services, nous proposons maintenant d'exploiter cette ontologie dans un système de découverte et d'invocation des services. Ce système est présenté dans la partie suivante.

4.2 - Système de découverte

Ce projet est né de la constatation que de nombreuses plateformes e-learning à base de web services ont été réalisées et les utilisateurs de ces plateformes avaient besoin d'aide, principalement, pour chercher les web services qui répondent à leurs besoins. Ces aides existent maintenant depuis de nombreuses années grâce à la généralisation des UDDI, de WSDL, puis le web sémantique aujourd'hui.

L'étude des besoins des utilisateurs de plateforme e-learning, nous a amené à concevoir une ontologie pour la description des web services du e-learning et à proposer un système pour la découverte de ces services dont l'architecture fonctionnelle est représentée ci après :

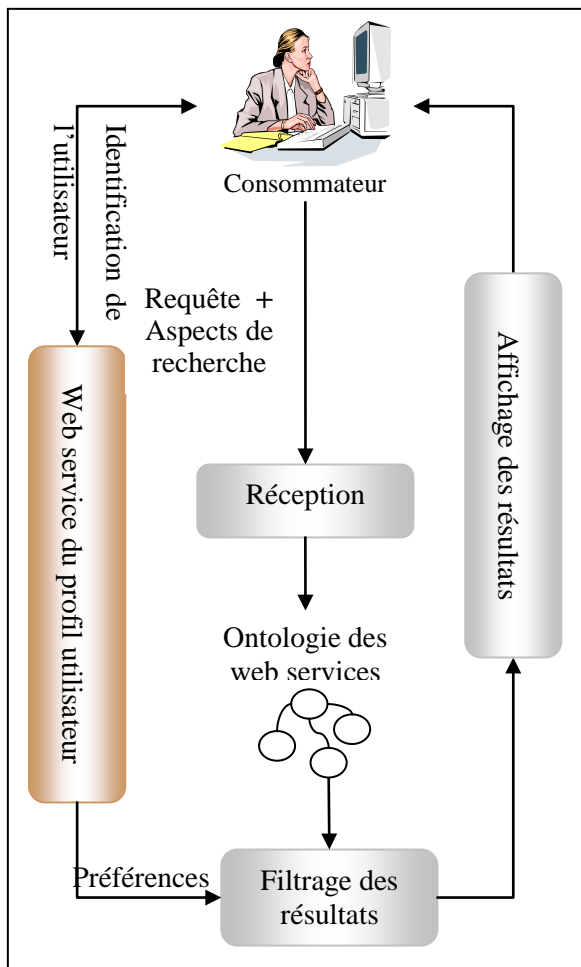


Figure 5. Système de découverte.

Ce système est dédié aux consommateurs de services, il assure la recherche des services qui répondent, le plus, à leurs besoins.

Une fois les services sont décrits et stockés dans l'ontologie et dans l'annuaire UDDI, il est possible de rechercher ces services en utilisant des requêtes posées par l'utilisateur. Deux niveaux de recherche sont possibles :

- Un niveau simple avec lequel la recherche se fait sur le nom et la description du service seulement,
- et un niveau avancé avec lequel l'utilisateur précise les aspects de recherche, en quelque sorte les classes de l'ontologie au niveau desquelles va être effectuée la recherche.

Le programme de découverte rend, généralement, plusieurs résultats par requête dont beaucoup sont susceptibles d'être non appropriés aux besoins de l'utilisateur. Donc, le processus de découverte doit faire un filtrage des résultats selon des informations qui

caractérisent les utilisateurs afin qu'il puisse les aider à chercher les services pertinents.

Les informations sur un utilisateur sont dites « profil utilisateur ». Le profil utilisateur peut être défini comme toute structure qui permet de modéliser et de stocker les informations caractérisant l'utilisateur. Ces données représentent les informations personnelles, les centres d'intérêts, les préférences et les besoins en informations de l'utilisateur ou un groupe d'utilisateurs. Dans le domaine du e-learning, plusieurs modèles du profil utilisateur ont été proposés (PAPI, IMS LIP, ePortfolio), LTSC de l'IEEE (2000), Smythe (2001), IMS (2005). D'après l'étude de ces modèles nous avons estimé qu'ils ne sont pas bien adaptés pour notre problème qui est la découverte des web services e-learning. En effet, Les trois standards de modélisation des apprenants (ou utilisateurs) modélisent l'apprenant du point de vue pédagogique (QCL, Activity,...). Ils visent à améliorer l'interopérabilité entre systèmes d'apprentissage en permettant le transfert des données d'un apprenant.

La construction d'une ontologie décrivant le profil utilisateur offre des facilités de recherche intéressantes au processus de découverte. A cette fin, nous avons défini une ontologie pour le profil utilisateur. Avec cette ontologie le profil utilisateur est décrit selon plusieurs grandeurs : les informations personnelles qui permettent de l'identifier, les préférences et les centres d'intérêts de l'utilisateur, les qualifications (diplômes et certificats) obtenues par l'utilisateur, ses compétences, le niveau de sécurité souhaité, ses préférences en termes de ressources pédagogiques, ainsi que les informations sur l'environnement de travail de l'utilisateur (logiciel et matériel).

Afin de gérer les profils d'utilisateurs (administrateur, enseignant ou apprenant), cette ontologie est exploitée par un système à base de web services dont l'architecture est la suivante :

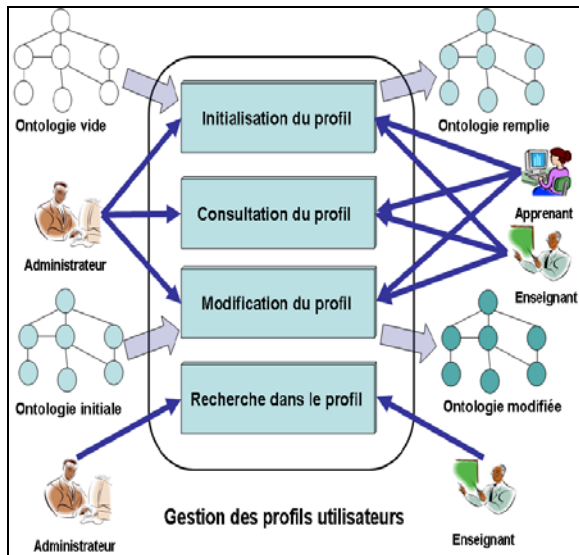


Figure 6. Système de gestion des profils utilisateurs.

Il est donc conçu de manière à ce qu'il puisse être invoqué par n'importe quel autre service web, et pour ce faire, nous avons essayé de recenser les méthodes et fonctionnalités qu'il peut intégrer. Ces fonctionnalités sont :

Initialisation du profil : permet le remplissage d'une partie du profil pour la première fois. Cette tâche s'effectue manuellement par l'utilisateur qui peut être enseignant ou apprenant. L'initialisation ne concerne pas tous les champs du profil. En effet, il y a des champs à remplir obligatoirement, il y a des champs optionnels et il y a des champs qui s'alimentent automatiquement au fur et à mesure de l'exploitation de la plate-forme tels que les champs concernant les évaluations.

Modification du profil : permet d'effectuer des mises à jour ou modifications du profil. Ces mises à jour sont autorisées selon des privilèges attribués par l'administrateur de la plate-forme.

Consultation du profil : Permet de consulter des informations sur le profil utilisateur.

Avec notre mécanisme de découverte, la requête de l'utilisateur passe par plusieurs phases de traitements avant d'être envoyée à l'ontologie. Afin d'illustrer ces différentes phases, on présente le diagramme ci – après :

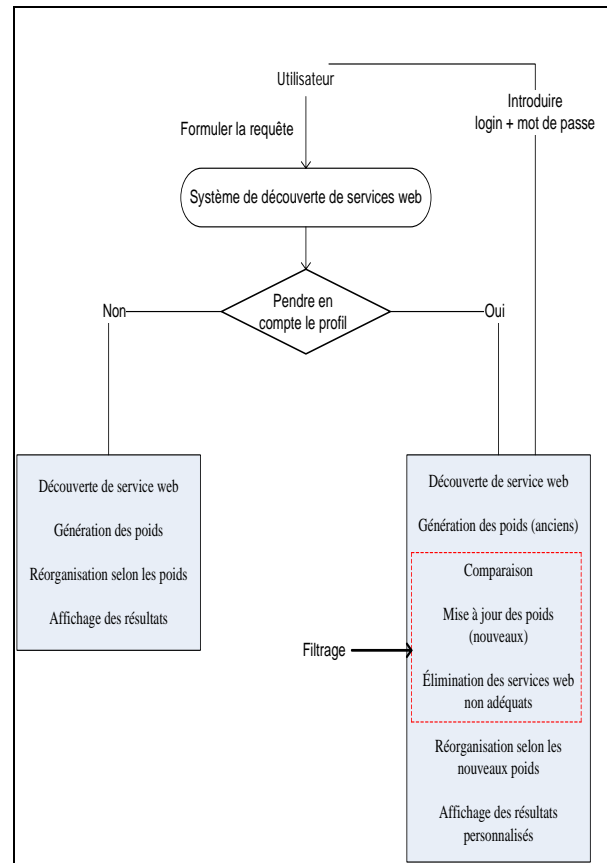


Figure 7. L'opération de découverte.

Lorsqu'un utilisateur accède à notre système afin d'effectuer une recherche de services web, il commence par formuler sa requête. Ensuite, il a le choix de prendre en considération son profil ou pas.

Scénario 1 :

Dans le cas où le profil n'est pas pris en compte, le processus de découverte se déroule comme suit :

- Découper la requête de l'utilisateur en un ensemble de critères en vue de les utiliser pendant la recherche.
- Ainsi, l'utilisateur indique les aspects de recherche à partir desquels l'algorithme définit les classes qui vont être utilisées pendant la recherche, sinon une seule classe va être utilisée, qui est la classe « ServiceProfil ».
- Par la suite, le système parcourt tous les services et vérifie s'ils répondent aux différents critères.

- En vue d'afficher les résultats selon l'ordre d'importance, un poids est associé à chaque service trouvé, ce poids est incrémenté de un à chaque fois que le service répond à un critère.
- Réorganisation des services par ordre décroissant des poids.
- Affichage des services trouvés en tenant compte de la réorganisation.

Scénario 2 :

Dans le cas où le profil est pris en compte, le processus de découverte se déroule comme suit :

- Recherche de services web (de la même manière que le Scénario 1).
- Pour faire le filtrage des résultats de découverte selon les besoins et préférences du demandeur de service, ce dernier s'authentifie auprès du web service de gestion de profil, qui se chargera de découvrir ses préférences et de les présenter au module de filtrage afin qu'il filtre les résultats trouvés.
- Le poids d'un service est incrémenté du nombre de préférences vérifiées.
- Un service est enlevé de l'ensemble des résultats s'il ne répond à aucune préférence.
- Réorganisation des services restants par ordre décroissant des nouveaux poids.
- Affichage de ces services en tenant compte de la réorganisation.

Une fois qu'une liste de services est découverte, elle est automatiquement envoyée au consommateur, par la suite ce dernier choisit le service à invoquer. Le service choisi va être invoqué par le programme en récupérant les informations nécessaires à partir de sa description WSDL et en se connectant à ce service, ensuite le consommateur interagit directement avec le serveur du service en invoquant ses opérations et ses méthodes.

5 - CONCLUSION

Dans cet article, nous avons procédé à la réalisation d'un système pour la découverte des web services e-learning. On a montré à travers ce système l'intérêt de l'utilisation des ontologies pour la description des services et leurs apports à la recherche de ces services, ainsi que l'intérêt de la prise en compte du profil utilisateur pendant le processus de découverte. On a montré que l'annuaire UDDI et notre ontologie se complètent pour décrire les services. En effet, notre ontologie préserve les informations sur les fonctionnalités offertes et sur les caractéristiques nécessaires pour la sélection d'un service, quant à l'annuaire, il préserve les informations WSDL nécessaires à l'invocation du service.

Nous avons, ainsi, proposé de gérer le profil utilisateur en concevant une ontologie pour le profil utilisateur et en développant un système pour la gérer. Vu l'importance et l'utilisation du profil par tous les types de système e-learning, nous l'avons réalisé sous forme d'un web service afin qu'il puisse être utilisé dans un système d'apprentissage complet.

Nous avons implémenté un algorithme de découverte, qui donne des résultats assez satisfaisants, et améliore nettement le degré de pertinence en filtrant les résultats de découverte selon le profil utilisateur demandeur de service.

Les web services sont des applications accessibles sur Internet réalisant chacune une tâche spécifique. Pour fournir une solution à une tâche complexe, on peut regrouper des web services pour n'en former qu'un seul ; on parle alors de composition de services web. Donc, nous envisageons à étendre la solution pour supporter la composition des web services e-learning.

BIBLIOGRAPHIE

- BenRomdhane E, Skik H. (2007). E-learning : élément de réflexion autour d'une expérience en « blended learning » développée dans le milieu universitaire. ESC Tunis Assistant – ESCE Tunis.
- Brusilovsky P.(2004). KnowledgeTree: A distributed architecture for adaptive e-learning. Proceedings of The Thirteenth International World Wide

- Web Conference, 2004 New York, NY, 17-22 May, ACM Press, pp. 104-113.
- Chris P. (2005). A Conceptual Model and Technical Architecture for Semantic Web Services. Article de HP Laboratories, Bristol, UK.
- Claroline. (2008). <http://www.claroline.net/>
- Dolog P., Henze N., Nejd W., Sintek M. (2004). Personalization in Distributed eLearning Environments. The Thirteen International World Wide Web Conference, New York, USA. ACM.
- Durand A, Leproust M, Vanderstichel H. (2007). Etude comparative de plateformes de formation à distance dans le cadre du Projet @2L.
- Duteille. (2006). Etude comparative de plateformes LMS.
- Gautier D. (2004). DAML-S: interactions, critique et évaluation. Institut d'informatique des FUNDP Namur, Belgique.
- Hubert K, Monfort V. (2003). Les Web services. Edition DUNOD.
- IMS. (2005). IMS ePortfolio Specification. <http://www.imsglobal.org/ep/>
- Ivan M. (2005). Des services web pour le e-Learning. e-TI - la revue électronique des technologies d'information, Premier Numéro.
- LTSC de l'IEEE. (2000). Draft Standard for Learning Technology - Public and Private Information (PAPI) for Learners (PAPI Learner). <http://edutool.com/papi>
- Martin D. (2003). OWL-S: Semantic Markup of Web Services, The OWL Services Coalition.
- Menasri S. (2005). Tableau comparatif de plateformes d'enseignement en ligne (e-learning) utilisées dans un contexte universitaire.
- Moodle. (2008). <http://moodle.org/>
- Kellert P, Toumani F. (2004). Les Web services sémantiques. Revue I3 (Information - Interaction - Intelligence).
- Kouninef B, Djelti M, Rerbal S.M. (2007). Conception et réalisation d'une plateforme e-learning avec migration au m-learning, Article de l'Institut des télécommunications d'Oran.
- Shuping R. (2003). A Model for Web Services Discovery With QoS. CSIRO Mathematical and Information Sciences GPO Box 664, Canberra, ACT 2601, Australia.
- Smythe C, Tansey F, Robson R. (2001). IMS Learner Information Package Information Model Specification.
- Verma K, Sivashanmugam K, Sheth A, Miller J. (2003). Adding Semantics to Web Services Standards. Large Scale Distributed Information Systems (LSDIS) Lab Department of Computer Science, University of Georgia Athens.
- Vossen G, Westerkamp P. (2003). E-Learning as a Web Service. Seventh International Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS'03).
- Xiaohong Q, Anumit J. (2005). Web Service Architecture for e-Learning.