

Dédicaces

*Au nom du dieu clément et miséricordieux
Je dédie ce travail à :*

*Mes chères parents qui n'ont jamais cessé de m'encourager tous
le long de mon parcours et qui ont toujours tout sacrifié pour faire
de moi ce que je suis à présent que dieu les protège.*

*Mon autre moitié, **Zahia**, celle qui n'oublie jamais mon nom
dans ses prières, qui m'a toujours soutenu dans mes projets et qui
n'arrête pas de m'entourer de prévenances.*

*Mes deux adorables enfants **Chamil** et **Malak** que dieu les protège*

Tous mes amis et mes amies.

Ceux qui me sont proches et chers de loin ou de près.

Nazim

Remerciements

Ce mémoire, ne pourrait exister sans l'aide et l'engagement d'un certain nombre de personnes qui ont décidé de nous accompagner résolument dans notre parcours.

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué par leurs conseils, leurs encouragements et leur assistance à l'aboutissement de ce travail, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Tout d'abord, nous tenons à remercier nos encadreurs : M. SMAHI Mohammed Ismail pour les efforts qu'il a fourni pour nous aider et nous orienter dans notre travail jusqu'à sa finalisation.

Nous remercions, Mr MERZOUGUE Mohammed, Mr BOUDEFLA Amine, Mr BELABED Amine d'avoir accepté de faire partie de ce jury, nous en sommes très honorés.

Merci à nos proches et amis de nous soutenir par leur présence dans les bons comme dans les mauvais moments.

Merci à nos enseignants pour la qualité et le dévouement à la cause éducative. Qu'ils trouvent ici l'expression de toute notre reconnaissance.

Table des matières

Table de matières	1
Introduction générale	5
Chapitre I E-Learning & EIAH	8
I.1. Précisions terminologiques : Apprentissage, Enseignement et Formation	8
I.2. L'enseignement assisté par les Technologies d'Information et de Communication	9
I.2.1. Définitions	10
I.2.1.1 Enseignement à distance (EAD)	10
I.2.1.2 Formation à distance (FAD)	10
I.2.1.3 Formation Ouverte et A Distance (FOAD)	10
I.2.2. E-Learning	11
I.3. De l'EAO à l'EIAH	12
I.3.1. Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO)	12
I.3.1.1 EIAO1 pour Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur .	13
I.3.1.2 EIAO2 pour Enseignement Interactif Assisté par Ordinateur	13
I.3.1.3 EIAO3 pour Environnement Interactif d'Apprentissage par Ordinateur	14
I.3.2. Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain	15
I.3.2.1 Définition	15
I.3.2.2 Modèles d'EIAH	15
I.3.2.3 Acteurs	16
I.3.2.4 Rôle de l'apprenant dans les dispositifs de formation en ligne	17
I.3.2.5 Quelques types d'EIAHs	19
I.3.3. Standards et normes pour les apprenants	19
Table des matières	
2	
I.3.3.1 Personnalisation de l'apprentissage	20
I.3.3.2 Modèle d'apprenant	20
I.3.3.3 Modèle ouvert de l'apprenant	21
I.3.3.4 Profil d'apprenant	21
I.3.4. Principaux standards pour les apprenants	21
I.3.4.1 Public and Private Information (PAPI)	22
I.3.4.2 Instruction Management System Learner Information Package (IMS LIP)	23
I.3.4.3 IMS ePortfolio	24
I.4. Conclusion	27
Chapitre II Les Services Web	28
II.1. L'apparition des Services Web	28
II.2. Services web	28
II.2.1. Définitions	28
II.2.2. Caractéristiques des services web	29
II.2.3. Architecture et utilisation des services web	30
II.2.3.1 SOAP (Simple Object Access Protocol)	31
II.2.3.1.1 XML	32

II.2.3.1.2 HTTP	32
II.2.3.1.3 Structure d'un message SOAP	35
II.2.3.2 WSDL (Web Services Description Language)	38
II.2.3.2.1 Principaux concepts	38
II.2.3.3 UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)	43
II.2.3.3.1 Les structures de données	43
II.2.3.3.2 L'accès à l'annuaire.	45
II.3. Conclusion	46
Chapitre III Conception du Système SAPA	47
III.1. Discussion	47
Table des matières	
3	
III.2. Modèle proposé	50
III.3. Conception	51
III.3.2. Etude préliminaire.....	52
III.3.2.1 Identification des acteurs	52
III.3.2.2 Identification des messages :	53
III.3.2.3 Capture des besoins fonctionnels :	53
III.3.2.4 Décrire les cas d'utilisation	54
III.3.2.5 Diagramme de classes	57
III.3.3. Analyse	57
III.3.3.1 Découpage en catégories	57
III.3.3.2 Diagramme de packages d'analyse	58
III.3.3.3 Développement du modèle statique	58
III.3.3.4 Développement du modèle dynamique	58
III.4. Conclusion	61
Chapitre 4.....	62
Mise en place et implémentation	62
IV.1. Technologies et outils de développement	62
IV.1.1. Le langage JAVA	62
IV.1.2. Le serveur Apache Tomcat	62
IV.1.3. JDOM	63
IV.1.4. JAX-WS	63
IV.2. Implémentation du système	65
IV.2.1. Architecture fonctionnelle du système	65
IV.2.2. Mise en place	67
Conclusion générale	74
Liste de figures	75
Liste des tableaux	76
Bibliographie	77
Table des matières	
4	
Webographie	80
Annexe : Fichiers XML	81
5	

Introduction générale

Contexte Général

L'acquisition et le partage du savoir dans le domaine éducatif est passé par plusieurs étapes, allant d'un simple apprentissage en présentiel, où la disponibilité de l'enseignant et de l'apprenant dans le même temps et sur les mêmes lieux sont obligatoires, jusqu'à l'implication des technologies d'information et de communication (TIC) dans ce domaine. L'avènement des grands réseaux informatiques ainsi que les Technologies d'Information et de Communication pour l'Enseignement (TICE) ont permis de promouvoir ce type d'apprentissage et ont fait accroître le nombre de plates formes destinées à cet effet. De ce fait, l'apprentissage s'est centrée, de plus en plus, sur les apprenants, où ils sont appelés à jouer un rôle plus actif dans l'acquisition et le partage du savoir, tandis que les enseignants se transforment en simples responsables des processus d'apprentissage (conception) ou en tuteurs (suivi). Plus exactement, ce travail se situe dans le domaine des Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain (EIAH). En effet, dans les dispositifs de formation en ligne (DFL), plusieurs informations qui constituent les profils des apprenants peuvent être utilisées pour des fins d'adaptation et de personnalisation. Ces profils peuvent différer pour le même apprenant, d'un dispositif à un autre, de part leur but pédagogique, leur contenu, leur organisation et leur présentation.

Problématique et Objectif

Vu que l'accès à des formations en ligne (via les DFLs) est devenue de plus en plus aisée (débit élevé, coût de connexion moins coûteux, ...). Un apprenant peut suivre plusieurs activités d'apprentissage dans des dispositifs de formation différents. De ce fait, et puisque chaque DFL définit localement les profils d'apprenants qui accèdent aux différentes formations, nous nous retrouvons dans la situation où un

6

apprenant peut avoir plusieurs profils dans plusieurs plateformes de formation différentes.

Pour plus d'efficacité, en termes de personnalisation et d'adaptation, il est important de ne pas se limiter au profil défini localement, mais plutôt recueillir puis interpréter toutes les autres informations qui constituent le profil du même apprenant dans les autres dispositifs de formation en ligne.

Dans ce contexte, l'objectif du présent travail est de mettre en place un système d'apprentissage des différents profils d'apprenants se trouvant dans plusieurs dispositifs de formation en ligne. Un tel système permet à plusieurs DFLs d'échanger des informations sur les apprenants. Nous devons alors, mettre en place un mécanisme pour avoir la possibilité d'envoyer des demandes à d'autres dispositifs ainsi que de répondre aux demandes de ceux-ci (nous entendons par demande, les informations relatives à l'apprenant). L'utilisation des Services Web s'avère très pratique à cette fin.

Dans cette vision, notre travail étudie les différentes représentations des profils d'apprenant, les plus utilisées, dans les DFLs. Après cette étape, nous proposons un modèle qui constitue une abstraction des principales méthodes utilisées pour organiser et structurer les informations sur l'apprenant.

L'étape suivante consiste à utiliser ce modèle en combinaison avec la technologie des Services Web pour développer notre prototype.

Organisation du mémoire

Ce rapport est divisé en quatre chapitres. Les deux premiers chapitres représentent la partie théorique correspondant à notre recherche bibliographique, et les deux derniers chapitres sont consacrés à la conception et la mise en oeuvre de notre système. Il est organisé comme suit :

7

Dans le premier chapitre nous nous intéressons au domaine cadre de notre travail. Nous présentons, brièvement, des généralités relatives à l'E-Learning et les Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain (EIAH). A la fin de ce chapitre, nous évoquerons les principaux standards, qui sont utilisés, pour représenter les profils des apprenants.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude de la technologie des Services Web, leur apparition, leur architecture, leur utilisation ainsi qu'une présentation des protocoles qui se coopèrent pour réaliser cette technologie.

Le chapitre qui suit, quant à lui, représente la partie conception du système. On y trouve une étude des différents standards présentés dans le premier chapitre, cette étude sera clôturée par l'élaboration d'un modèle commun entre ces standards. Après, vient la conception proprement dite, elle comporte la présentation de notre choix de processus de développement, à savoir le Processus Unifié (UP), et son application pour concevoir notre système.

Le chapitre quatre est consacré à l'implémentation du prototype. Tout d'abord on y trouve les choix des technologies utilisées et les critères qui nous ont poussés à adopter ces technologies. Ce chapitre comporte une présentation de quelques fonctionnalités du prototype.

Nous clôturons ce mémoire par une conclusion générale sur notre apport et les perspectives envisagées dans le cadre du travail présenté.

E-Learning & EIAH

8

Chapitre I

E-Learning & EIAH

De puis quelques années, la mise en oeuvre de programme de formation à distance via les TIC (ou le E-Learning) ciblant des organisations, instituts académiques et experts individuels présente une tâche très importante pour une éventuelle amélioration des connaissances et des compétences en répondant d'une manière adaptée à plusieurs types de besoins de formation. Ce premier chapitre a pour but essentiel de définir le cadre général de notre travail, ce qui nécessite d'introduire quelques définitions et de faire un tour d'horizon sur l'état de l'art dans le domaine. Signalons ici, qu'il n'a pas la vocation, ni l'intention d'être exhaustif ou détaillé, une chose qui sort de l'objectif de notre travail.

En effet, dans les sections suivantes nous nous intéressons à ce qui est E-Learning (eformation) et l'EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain).

I.1. Précisions terminologiques

Précisions terminologiques : Apprentissage, Enseignement et Formation

L'apprentissage consiste en un processus d'acquisition de connaissances, autrement dit,

l'apprenant construit ses connaissances grâce à un processus complexe qui transforme des informations en entrée en acquisitions à la sortie. Dans les systèmes d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) ceci est facilité par le biais des interactions de l'apprenant avec le système. Ce champ de recherche se caractérise par l'étude de l'état cognitif de l'apprenant et la représentation des connaissances durant l'apprentissage afin de mieux les exploiter. Cependant, il faut distinguer l'apprentissage de l'enseignement. L'enseignement est un cadre d'apprentissage. Il est organisé pour préparer, assister, suivre, contrôler et améliorer l'apprentissage. Dans sa forme magistrale, il satisfait un objectif de transmission de savoir (diffusion d'informations). Dans les systèmes d'EAO, les connaissances sont présentées à l'apprenant comme s'il était devant un enseignant humain. Un cours est présenté par un tuteur, des exercices sont données et une évaluation est faite, etc. [Hakim, 02]

E-Learning & EIAH

9

Un point de vue plus général permettant d'englober les deux processus, l'enseignement (point de vue enseignant) et l'apprentissage (point de vue apprenant), est celui de formation. A la relation transmissive de l'enseignement magistral (flux d'informations), se substitue en formation une relation triangulaire, où l'apprenant élabore ses connaissances à partir de son environnement, le formateur ou l'enseignant étant une des ressources humaines dans cet ensemble [Lameul, 00]. En effet, on peut distinguer deux flux en formation par rapport à l'information. L'information est un flux orienté. Un second flux est nécessaire pour traiter complètement la formation, le flux de retour [Claës, 01].

Figure I.1 Les flux de formation et d'information [Claës, 01]

Maintenant que nous avons défini les concepts clés dans ce domaine, nous allons nous pencher sur l'évolution du domaine et les systèmes associés.

I.2. L'enseignement assisté par les Technologies d'Information et de Communication

Avec l'avènement des ordinateurs est né l'enseignement assisté par ordinateur (EAO), il permettait d'aider l'apprenant dans différents apprentissages. Les bouleversements technologiques ont donné naissance à beaucoup de formes d'assistance à la formation. Aujourd'hui on parle de FAD (Formation A Distance), de FOAD (Formation Ouverte et A Distance), d'autoformation, d'E-Learning et de téléformation.

Nous présentons au cours de cette section des généralités sur la formation à distance ou l'enseignement à distance assisté par les technologies d'information et de communication (TIC).

E-Learning & EIAH

10

I.2.1. Définition Définitions

I.2.1.1 Enseignement à distance (EAD)

L'enseignement à distance (EAD) désigne une situation éducative dans laquelle la transmission des connaissances se situe en dehors de la relation directe entre l'enseignant et l'apprenant, c'est-à-dire en dehors d'une situation en face-à-face dite en « présentiel ». C'est d'abord et essentiellement la distance géographique qui est prise en compte, les nouveaux moyens de communication (messagerie, téléchargement de fichiers ...) se substituent au traditionnel envoi postal [Lameul, 00].

I.2.1.2 Formation à distance (FAD)

La formation à distance couvre l'ensemble des dispositifs techniques et des modèles d'organisation qui ont pour but de fournir un enseignement ou un apprentissage à des individus qui sont distants de l'organisme de formation prestataire du service [Web I.1]. La différence à faire entre enseignement et formation à distance est indépendante de la notion de distance. La différence essentielle est à chercher du côté de la philosophie et des

valeurs que sous-tendent chacun des concepts « enseigner » et « former » [Lameul, 00]. Les caractéristiques essentielles de l'EAD résident dans le fait que les apprenants sont physiquement éloignés des enseignants; la FAD recouvre à la fois l'enseignement à distance (traitement des contenus et organisation du soutien à l'apprenant par des tuteurs), et l'apprentissage à distance au cours duquel l'apprenant agit sans professeur en dehors du centre d'enseignement.

I.2.1.3 Formation Ouverte et A Distance (FOAD)

« La FOAD est un dispositif organisé, finalisé, reconnu comme tel par les acteurs ; qui prend en compte la singularité des personnes dans leurs dimensions individuelles et collectives et repose sur des situations d'apprentissage complémentaires et plurielles en termes de temps, lieux, de médiations pédagogiques humaines et technologiques, et de ressources.»

[Chasseneuil, 01]

E-Learning & EIAH

11

Donc, la formation ouverte se caractérise, elle, par une liberté d'accès aux ressources pédagogiques mises à la disposition de l'apprenant, « ouvert » signifiant alors sans « aucune restriction »: [Oubahssi, 05]

- Absence de conditions d'admission (seule la motivation compte).
- Itinéraire de formation librement choisi par l'apprenant selon sa disponibilité, selon son rythme et selon la méthode pédagogique qu'il retient.
- Participation de l'apprenant à l'évaluation de son apprentissage.

I.2.2. E-Learning

L'émergence des nouvelles Technologies d'Information et de Communication (TIC) a suscité les acteurs de l'éducation à penser d'intégrer ces technologies dans le processus de l'enseignement. Ces technologies regroupent un ensemble d'outils qui sont conçus et utilisés pour produire, traiter, échanger, classer et lire des documents numériques à des fins d'enseignement et d'apprentissage. Ces technologies sont connues sous le nom des Technologies d'Information et de Communication pour l'Education (TICE).

Cette nouvelle évolution a conduit à l'apparition des nouveaux champs de recherche connus aujourd'hui sous l'appellation « E-Learning » ou « E-Formation ».

Plusieurs définitions ont été proposées pour le terme E-Learning, la suivante est celle donnée par l'Union Européenne [Web I.2] : « le E-Learning est l'utilisation des nouvelles technologies multimédia de l'internet pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant d'une part l'accès à des ressources et à des services, d'autre part les échanges et la collaboration à distance » .

Nous pouvons aussi définir le E-Learning comme «une méthode d'apprentissage qui repose sur la mise à disposition de contenus pédagogiques via un support électronique (Cédérom, Internet, intranet, extranet, télévision interactive, etc.) »[Web I.3]

L'apprentissage en ligne, constituant une des facettes du E-Learning, se différencie par l'utilisation de la technologie Web, il offre des possibilités de collaboration et d'interactivité entre le système et les personnes (Etudiants, Enseignants, Tuteurs) impliquées.

E-Learning & EIAH

12

Pour récapituler, nous schématisons la définition du E-Learning par rapport à celle de la FOAD comme suit [SmahSmahi et Chikh, 08]

Comme nous l'avons vu dans la présentation ci-dessus, l'introduction des TICE au domaine éducatif a permis une réelle évolution dans ce domaine, au fil de cette évolution plusieurs systèmes ont été proposés. Nous intéressons à ces systèmes dans la section suivante.

I.3. De l'EAO à l'EIAH

L'utilisation de l'ordinateur à des fins éducatives a intéressé de nombreux chercheurs

depuis le milieu du 20^{ème} siècle. Dans les années 50 sont apparues les premières tentatives d'enseignement à l'aide de machines [George, 01] dont la construction et l'utilisation étaient très compliquées. C'était d'ailleurs l'idée jusqu'aux années 1970, en développant l'enseignement programmé par ordinateur où l'arrivée de l'ordinateur a donné naissance à l'EAO (Enseignement Assisté par Ordinateur) et introduit des possibilités nouvelles concernant l'individualisation de l'enseignement.

I.3.1. Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO)

Le terme EAO (Enseignement Assisté par Ordinateur) doit être pris dans son sens littéral, il s'agit d'un enseignement où l'ordinateur est utilisé en tant qu'outil pour l'enseignement [Bergia, 01].

Mais les systèmes développés à ce moment étaient très coûteux à produire (par rapports aux capacités des machines) et rigides à utiliser, car les éditeurs étaient moins sophistiqués à cette époque. D'autre part, tous les élèves devaient suivre un cheminement identique, sans que les connaissances initiales de l'élève ou son comportement ne soient pris en compte [Bergia, 01].

Pour mieux comprendre ce domaine et ses préoccupations actuelles, nous allons présenter un bref historique dont nous énumérons les principales étapes qui ont marqué l'histoire de l'informatique en éducation.

Afin de ne pas confondre les différentes significations du sigle EIAO, nous utiliserons les indices suivants:

E-Formation/E-Learning = FOAD + TICE

E-Learning & EIAH

13

- EIAO1 pour Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur.
- EIAO2 pour Enseignement Interactif Assisté par Ordinateur.
- EIAO3 pour Environnement Interactif d'Apprentissage par Ordinateur.

I.3.1.1 EIAO1 pour Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur

A partir du constat de certaines limites (par exemple cheminement identique pour tous les élèves) des systèmes d'EAO et des recherches menées en intelligence artificielle (IA) et en sciences de l'éducation, le modèle EAO a été remis en question.

Une des principales causes de ce changement, avec le développement des outils et méthodes informatiques, est que ces nouvelles recherches concernant les systèmes d'enseignement, se basaient sur le modèle cognitiviste issu des recherches en sciences cognitives.

Ce dernier ne se satisfait pas de l'observation externe du comportement des apprenants, il cherche à comprendre comment ces comportements sont produits, quelles sont les activités mentales mises en jeu en situation d'apprentissage. Les cognitivistes ont développé leur modèle en se basant sur la modélisation informatique et en considérant l'intelligence comme un système de traitement de l'information symbolique dans lequel la connaissance est une information qui est traitée, transformée et intégrée en mémoire à long terme.

Avec l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle dans les systèmes d'enseignement, on parle alors de l'enseignement intelligemment assisté par ordinateur EIAO.

I.3.1.2 EIAO2 pour Enseignement Interactif Assisté par Ordinateur

Les approches présentées jusqu'à présent ont généralement privilégié le processus d'enseignement, les systèmes informatiques cherchant principalement à jouer le rôle de l'enseignant (Tuteurs Intelligents, TI). Une deuxième approche s'est développée en parallèle, dans laquelle l'ordinateur est perçu comme un moyen de permettre un apprentissage par la découverte et l'exploration en donnant le contrôle à l'apprenant.

Ce courant s'appuie sur la théorie constructiviste de l'apprentissage [Piaget, 91], selon laquelle l'apprenant construit ses connaissances en interagissant avec un environnement, ce qui donne à l'apprenant et à son apprentissage le premier rôle, aux dépens de la vision « transfert de connaissances » de l'enseignant à l'enseigné. [Bousbia ,05]

Du point de vue informatique, la conception de ces systèmes est similaire à celle d'un langage de programmation de haut niveau. Il s'agit en effet de construire des objets de plus en plus complexes à partir de « schèmes élémentaires » appelés « primitives » et d'une grammaire permettant de créer ces assemblages. [Web I.4]

I.3.1.3 EIAO3 pour Environnement Interactif d'Apprentissage par Ordinateur

Dans les deux systèmes cités précédemment, nous remarquons que l'EIAO2 est plus dirigé vers l'apprentissage par la découverte (liberté de l'apprenant) tandis que l'approche des EIAO1 est plus dirigée vers l'apprentissage par résolution des problèmes (contrôle de l'activité de l'apprenant par le TI). Pour concilier ces deux approches, vers les débuts des années 90, on constate une évolution de l'appellation EIAO dont la déclinaison devient alors Environnement Interactif d'Apprentissage avec Ordinateur [Baron & al., 91].

Ce changement de sigle est plus qu'un effet de style et a une signification plus profonde.

En effet, l'arrivée du terme « interactif » signifie que pour de tels environnements d'apprentissage, l'interactivité a une forte signification, qui recouvre d'une part les activités qu'ils permettent à un apprenant et d'autre part leurs capacités d'intervention pertinente et d'adaptation à leur utilisateur [Baron & al., 91].

Nous remarquons aussi la disparition du terme « enseignement », remplacé par celui d'« apprentissage ». Ce changement révèle qu'on s'intéresse moins au transfert des connaissances et davantage à la construction des connaissances par l'apprenant.

Enfin, le terme « par ordinateur » devient « avec ordinateur » et souligne ainsi qu'on perçoit la machine comme accompagnant l'apprenant dans son cheminement [George, 01].

Nous assistons depuis quelques années à un glissement des EIAO vers des environnements permettant la communication et l'interaction entre des machines et des humains distribués dans l'espace.

Figure I.2 Evolution de l'EAO en fonction de l'informatique [Claës, 01].

Dans ce sens, un nouveau terme est apparu récemment pour qualifier les environnements d'apprentissage avec ordinateur Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) [Balacheff & al., 97[97].

Comme c'est le cadre de notre travail, ce terme et les concepts qui lui sont liés, vont être détaillés dans ce qui suit.

I.3.2. Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain

I.3.2.1 Définition

Les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) sont définis comme étant « les systèmes qui permettent aux hommes et aux machines de communiquer et d'interagir tout en étant distribués dans l'espace et le temps » [Bernardi, 02]

Cette définition est focalisée sur l'aspect communicationnel et interactionnel entre l'homme et la machine. D'autres définitions existent, parmi lesquelles la suivante « Les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) sont des environnements informatiques qui ont pour objectifs de favoriser ou susciter des apprentissages, de les accompagner et de les valider. » [Web I.5], qui présente les EIAHs d'un point de vue de leurs objectifs.

I.3.2.2 Modèles d'EIAH

Un système d'EIAH est découpé en quatre modèles [Ludovic, 09]

- Le modèle du domaine contient les connaissances nécessaires pour résoudre les problèmes proposés à l'apprenant.

E-Learning & EIAH

16

- Le modèle pédagogique contient les connaissances nécessaires à la remédiation et au dialogue tutorial.
- Le modèle de l'interaction contient les connaissances nécessaires pour mener à bien l'interaction entre l'apprenant et le système.
- Le modèle de l'élève contient les connaissances censées expliquer le comportement de l'apprenant.

I.3.2.3 ActeurActeurs

Dans un EIAH, plusieurs acteurs peuvent être identifiés, nous les classons ici, selon leur rôle, en trois catégories principales : les apprenants, les enseignants et les administrateurs.

a. Apprenant

C'est la personne qui utilise le dispositif de formation pour acquérir des connaissances, s'auto-évaluer, soumettre des rapports, des projets, participer aux forums de discussion, échanger des données. L'apprenant peut être un étudiant désireux de suivre un certain cours, un employé d'entreprise ayant besoin d'une formation dans un certain domaine, ou une personne désireuse de perfectionner ses connaissances dans une branche quelconque.

b. Enseignant

Le E-Learning nécessite plusieurs types d'enseignants, différenciés par leurs rôles. On peut distinguer quatre types d'enseignants, [Oubahssi, 05]

- Auteur (concepteur) de cours : celui qui développe un cours en utilisant les outils de la plateforme selon ses objectifs pédagogiques et qui apporte des changements en fonction des réactions des apprenants ou des tuteurs.
- Tuteur : son rôle est de superviser le déroulement du cours, d'évaluer les apprenants, de communiquer et d'interagir avec eux, d'animer le groupe ou la communauté d'apprenants et d'assurer le suivi pédagogique de la formation. Le tuteur joue un rôle moteur dans la formation. La qualité du suivi permet de garantir la motivation de l'apprenant et d'éviter qu'il abandonne sa formation en cours de route.

E-Learning & EIAH

17

- Orienteur : c'est l'enseignant qui a pour principales tâches, l'élaboration des cursus des apprenants ou des groupes d'apprenants, l'élaboration des plans de formation, et gestion du livret des apprenants.
- Evalueur : son rôle est de créer les tests, de suivre les apprenants et de gérer les tests d'évaluation.

c. AdministrateurAdministrateur

On peut distinguer deux types d'administrateurs :

- Administrateur technique : gère la plateforme (installation et maintenance).
- Administrateur institutionnel : gère les inscriptions et les comptes, affecte les droits d'accès pour les acteurs et gère les liens avec les systèmes d'information externes (scolarité, catalogues, ressources pédagogiques ...etc.).

Signalons ici qu'un acteur peut avoir plusieurs rôles (par exemple un enseignant peut être à la fois Auteur de cours et Evalueur).

Parmi ces personnes (acteurs) impliquées, l'apprenant a le rôle le plus important, sans négliger pour autant les autres, dans le système; car c'est à lui qu'il est destiné et pour le but de son apprentissage qu'il est conçu.

Donc, qu'est ce qui a changé, par rapport à l'apprentissage classique au niveau du rôle de l'apprenant?

I.3.2.4 Rôle de l'apprenant dans les dispositifs de formation en ligne

L'apprenant a un rôle primordial dans les dispositifs de formation en ligne, il doit être acteur. La formation à distance doit privilégier le rôle de l'apprenant en tant que sujet et acteur. Il doit être au centre du processus d'apprentissage. Son nouveau rôle favorise le développement de l'autonomie, la prise d'initiative, l'individualisation, la capacité à organiser son travail et la qualité communicationnelle. On peut résumer les différents rôles de l'apprenant dans un dispositif de formation en ligne dans le tableau suivant :

E-Learning & EIAH

18

Rôle de l'apprenant	Rôle l'apprenant	Exemple
---------------------	------------------	---------

L'apprenant acquiert des informations de la part du tuteur, par présentation et répétition. Il pose des questions au tuteur.		
--	--	--

Suite de cours de langue dans lesquels le tuteur présente systématiquement les termes et les règles de grammaire.		
---	--	--

L'apprenant acquiert des informations et demande des explications. Il effectue des exercices d'application et vérifie ses connaissances à l'aide de tests.		
--	--	--

Tutoriel informatisé (formateur électronique) permettant d'apprendre le fonctionnement d'un logiciel. L'apprenant y trouve des questionnaires à choix multiples de réponses.		
--	--	--

L'apprenant obtient la mise en relief d'un modèle ou d'une situation type semblable à celle qui est l'objet d'apprentissage.		
--	--	--

Logiciel multimédia sur l'Internet où diverses situations semblables sont simulées. On demande à l'apprenant de prédire le résultat de situations nouvelles.		
--	--	--

L'apprenant obtient du tuteur des exemples, des contre-exemples et des indices sur la solution d'un problème ou la réalisation d'une tâche.		
---	--	--

Dialogue socratique où l'apprenant résout un problème posé par le tuteur et où celui-ci le questionne pour l'aider à découvrir la solution.		
---	--	--

L'apprenant obtient de l'information sur un projet, une situation ou un problème dans le quel il doit réaliser une production, résoudre un problème, réussir un projet, essentiellement par lui-même ou en équipe.		
--	--	--

Ensemble des activités où les apprenants construisent un montage robotique devant remplir certaines fonctions.

Tableau I.1 Rôle de l'apprenant dans les dispositifs de formation en ligne
E-Learning & EIAH

19

I.3.2.5 Quelques types d'EIAH

Différents types de logiciels rentrent dans la catégorie d'EIAH, par exemple :

- Tuteur Intelligent : logiciels amenant un apprenant à réaliser une tâche et capable d'assurer un certain nombre d'actions et rétroactions pertinentes généralement inspirées de celles d'un enseignant humain.
- Micromonde : environnement permettant l'immersion de l'apprenant dans un monde virtuel présentant des propriétés conçues pour favoriser l'atteinte d'objectifs pédagogiques données.
- Hypermédia pour l'apprentissage, i.e, des environnements fondés sur la représentation de différents types d'informations (texte, images, vidéo, audio), leur organisation à l'aide de relations sémantiques (hiérarchiques, de conséquences,...) et l'exploitation de ces relations.
- Environnements d'apprentissage collaboratif, qui sont des environnements conçus pour favoriser l'émergence de certains types interactions (explications, justifications, résolution de conflit) entre apprenants.
- Outils de communication structurée, outils proposant un support et un système de contraintes conçus pour favoriser certaines propriétés identifiées comme favorables à l'atteinte des objectifs cibles.
- Plateforme de formation à distance : environnement proposant des fonctionnalités d'accès à des ressources formatives (supports de cours, exercices, ...) et des fonctionnalités (outils de communication, ...).

L'étude des EIAHs est un domaine pluridisciplinaire, il regroupe plusieurs domaines, comme l'IA (modélisation des connaissances et du raisonnement), IHM (ergonomie des interfaces) et les sciences de l'éducation (théories et méthodes pédagogiques).

I.3.3. Standards et normes pour les apprenants

Cette section s'intéresse aux différentes normes et standards proposés pour la modélisation des profils d'apprenants.

Nous commençons par voir ce qui est une norme et ce qui est un standard?

E-Learning & EIAH

20

Les normes sont « des accords documentés contenant des spécifications techniques ou autres critères précis destinés à être utilisés systématiquement en tant que règles, lignes directrices ou définition de caractéristiques pour assurer que des matériaux, produits, processus et services sont aptes à leur emploi. Les normes Internationales contribuent ainsi à nous spécifier la vie et à accroître la fiabilité et l'efficacité des biens et des services que nous utilisons.» [Web I.6]

Alors qu'un standard est « Un ensemble de recommandations développées et préconisées par un groupe représentatif d'utilisateurs.» [Smahi et Chikh, 08]

I.3.3.1 Personnalisation de l'apprentissage

La personnalisation de l'apprentissage, qui est l'adaptation de celui-ci aux caractéristiques de chaque apprenant, est un but ultime pour les dispositifs de formation en ligne. Pour tirer les caractéristiques d'un apprenant on a recourt à leur modélisation. La modélisation est définie comme un « processus de construction d'une représentation synthétique des connaissances de l'apprenant » [Giardina et Laurie, 99].

Nous détaillons dans la partie suivante les standards des profils et des modèles d'apprenants. Sachant que plusieurs définitions de ces deux derniers termes ont été proposées, nous présentons des définitions les plus généralisées possibles et non limitées par un contexte spécifique.

I.3.3.2 Modèle d'apprenant

Un modèle est « un ensemble d'informations propres à un apprenant. Ces informations portent le plus souvent sur les connaissances et savoir faire que le système attribue à l'élève au vu de son comportement » [Py, 98].

Nous pouvons dire qu'un modèle d'apprenant « sert à construire un diagnostic qui pourra servir au système pour prendre une décision de nature didactique (questionnement, explications, remédiation,...) » [Mendelsohn & al., 91]

E-Learning & EIAH

21

I.3.3.3 Modèle ouvert de l'apprenant

Selon [Bull & al., 07], un modèle ouvert de l'apprenant est « un modèle accessible à l'apprenant modélisé. Un tel modèle permet ainsi à l'apprenant de voir les informations fournies par l'EIAH concernant l'état de ses connaissances, informations qui ne lui sont habituellement pas communiquées dans la plupart des systèmes. »

I.3.3.4 Profil d'apprenant

Julita Vassileva définit le profil d'apprenant comme suit « A profile is a simple model, just a few independent variables, each with its own range, not interrelated. A model can be much more complex, including a reasoning engine (e.g. Bayesian Network) » [Eyssautierbavay, 08]

Le but des modèles de l'apprenant est de fournir au système d'apprentissage des informations pertinentes pour personnaliser et adapter l'apprentissage à des caractéristiques ou préférences de l'apprenant. Historiquement, les modèles de l'apprenant sont des modèles cognitifs, c'est-à-dire représentant les connaissances de l'apprenant sur un domaine particulier (celui sur lequel porte l'environnement d'apprentissage).

De plus en plus, apparaissent des modèles affectifs portant sur les émotions, les buts des apprenants.

[Hibou et Py, 2006] stipulent que les modèles de l'apprenant contiennent des informations de nature cognitive, comportementale ou psychologique. Ces informations peuvent être des connaissances, des savoir-faire, des intentions ou des émotions.

En se basant sur ces différentes visions, plusieurs organisations se sont intéressées à mettre des standards et des normes pour les apprenants, nous présentons les plus cités dans la littérature.

I.3.4. Principaux standards pour les apprenants

Dans ce paragraphe, nous allons voir trois des standards et normes pour les apprenants.

E-Learning & EIAH

22

I.3.4.1 Public and Private Information (PAPI)

Public and Private Information (PAPI) est un standard proposé par le groupe Learner Model Working Group de l'IEEE¹. Il spécifie la syntaxe et la sémantique d'un modèle de l'apprenant qui peuvent être utilisés pour caractériser un apprenant ou un enseignant.

Il identifie six types d'informations contenues dans le profil [Web I.7]

Elément Rôle

Name Informations personnelles sur l'apprenant. Utilisées principalement par l'administration (nom, prénom, adresse, ...)

Relations Informations concernant les relations entre l'apprenant et les autres utilisateurs du système (camarades de classe,

enseignants, etc.)

Security Informations de sécurité (mot de passe, clés privées et publiques, identifiant, etc.)

MyConfiguration Informations liées aux préférences de l'apprenant pour améliorer les interactions homme-machine (Input/Output utiles ou inutilisables, styles d'apprentissage, handicap, etc.). Ces informations peuvent être explicitées par l'apprenant ou être déduites de son comportement par le système.

Grades Informations sur les performances de l'apprenant, passées, présentes ou objectifs futurs (notes, bulletin scolaire, « log books », etc.)

Works Informations des capacités et des réussites de l'apprenant (productions, travaux, etc.)

Tableau I. 2 Standard PAPI

1 Institute of Electrical and Electronics Engineers

E-Learning & EIAH

23

Ce standard a été repris dans le standard IMS LIP.

I.3.4.2 Instruction Management System Learner Information Package (IMS LIP)

Le but de ce standard, proposé par le consortium IMS₂, est de faciliter l'échange des informations sur les apprenants entre systèmes éducatifs (carte d'identité scolaire de l'apprenant, ses diplômes, etc.), systèmes de ressources humaines, systèmes de gestion d'apprentissage, etc. Mais un profil basé sur ce standard pourrait aussi être utilisé comme une base pour fournir une personnalisation de l'apprentissage, mais ce n'est pas sa vocation première. [Eyssautierbavay, 08]

IMS-LIP se compose de onze éléments ou catégories [Web I.8]

Élément Rôle

Identification

Les informations permettant d'identifier un individu, comme son nom et son adresse.

Goal

Cette catégorie contient les données sur les objectifs des individus.

QCL(Qualifications

certifications and licenses)

Permet décrire les qualifications, certifications et les diplômes attribués à un individu.

Accessibility

Cet élément contient les informations sur les langues de l'apprenant, sur ses éventuels handicaps et sur ses préférences d'apprentissage qui incluent ses préférences d'ordre physique (par exemple impression en grand) et ses préférences technologiques (par exemple une préférence pour une plateforme particulière).

Activity Cet élément contient des informations sur les

2 Créé en 1997, il ressemble des universités et des entreprises majoritairement américaine.

E-Learning & EIAH

24

activités réalisées qu'elles soient finies ou non.

Competency

Les compétences et connaissances que l'élève a acquises. Elles peuvent être mises en relation aux autres informations contenues dans les éléments

Interest

Contient les informations concernant les loisirs de l'apprenant et ses intérêts.

Transcript

Cette catégorie permet de décrire les données sur les bulletins de notes de l'individu.

Affiliation

Cet élément contient des informations sur les institutions ou organisations professionnelles dont dépend l'apprenant.

Security Key

Les informations de l'élève comme ses mots de passe ou ses clés de sécurité.

Relationship

Cette catégorie contient les relations qui peuvent exister entre des informations de différentes catégories.

Tableau I. 3 Standard IMS-LIP

I.3.4.3 IMS ePortfolioIMS ePortfolio

Un portfolio de l'apprenant est une collection de travaux, sélectionnés par l'apprenant et/ou l'enseignant comme preuve de sa réussite ou de ses progrès, accompagnés de commentaires sur ses réalisations et son cheminement, de la part de l'apprenant ou d'autres acteurs de l'apprentissage (comme l'enseignant), et représentant l'évolution de son apprentissage dans le temps. [Eyssautierbavay, 08]

La spécification IMS ePortfolio a été créée pour rendre les ePortfolios interopérables entre les différents systèmes et institutions et permet d'importer ou d'exporter tout ou partie des portfolios électroniques.

E-Learning & EIAH

25

La spécification comporte de nombreux éléments, nous présentons ici les principales :

Elément Rôle

Owner

Propriétaire(s) du portfolio, il peut y avoir un ou plusieurs individus propriétaires ou une organisation

Affiliation

Peut-être représenté par le champ « Affiliation » d'IMS-LIP.

Identification

Elément Identification d'IMS-LIP. Identifie le propriétaire du portfolio.

Security Key Elément Securitykey d'IMS-LIP

Qualification Elément QCL d'IMS-LIP

Rubric

Une rubrique est un guide de notation qui définit les critères d'évaluation pour chaque cellule dans un tableau à deux dimensions qualité / niveau de maîtrise. Les niveaux de maîtrise peuvent être définis

comme un ensemble discret ou continu de critères d'évaluation.

RubricCell

Représente les intersections des dimensions de qualité d'une rubrique

Transcript Elément Transcript d'IMS-LIP

Accessibility Champ « Accessibility » d'IMS-LIP

Goal

Représente les buts et objectifs du sujet, qu'ils soient déjà atteints ou non, il est équivalent au champ Goal d'IMS LIP, il comporte trois éléments : Typename, qui spécifie le type du but à atteindre (personnel, professionnel, ...), Date qui contient la date à laquelle E-Learning & EIAH

26

le but devrait être atteint et Priority qui est un nombre représentant la priorité de l'objectif.

Status

Le statut de l'objectif, «actif», «completed», « inactif » ou « retired ».

Interest

Représente les centres d'intérêts du sujet, sports, loisirs, passe-temps, etc., cet élément contient les sous éléments Typename qui a pour valeurs « participant », « Observer », et « value » ; et Product qui représente les activités réalisées ou à réaliser dans le cadre de ces centres d'intérêts.

Competency

Elément défini par le champ « competency » d'IMSLIP et par une instance d'IMS-RDCEO si le précédent ne suffit pas.

Participation

Définit un groupe de personnes qui peut ne pas inclure le propriétaire du portfolio. Ce groupe est constitué des personnes ayant collaboré à la création d'une production ou qui ont participé à une activité.

Tableau I. 4 Standard IMS ePortfolio

E-Learning & EIAH

27

I.4. ConclusioConclusion

Comme nous avons vu, l'apparition des Technologies d'Information et de Communication a donné des nouvelles opportunités à l'EAO. Dans toute activité d'apprentissage, l'apprenant est acteur principal alors il est important de personnaliser l'apprentissage selon son profil.

Pour cette tâche de personnalisation plusieurs consortiums ont défini des standards pour bien organiser, structurer et présenter le profil de l'apprenant.

Dans la partie qui suit, nous détaillerons un autre domaine qui est les Services Web.

Quoique ce domaine et plus au moins technique, nous nous sommes intéressés par ce domaine car l'intégration/le couplage, de ce dernier, dans/avec les dispositifs de formation en ligne peut améliorer la qualité d'apprentissage pour les apprenants.

Services Web

28

Chapitre II

Les Services Web

III.1. L'apparition des Services Web

Pour observer les débuts des Services Web il faut remonter à la fin des années 90s, une période où de nombreuses technologies font leur apparition, tel que XML (eXtensible Markup Language). C'est aussi à cette période que l'on assiste à une véritable explosion du marché du web où les acteurs économiques annoncent que la majorité des consommateurs américains sera bientôt connectée à Internet.

A cette époque se naissent aussi des nouveaux consortiums dont l'objectif est de standardiser des outils de coopération commerciale sur Internet. C'est l'apparition des termes B2B (Business to Business) et B2C (Business to Customer) qui désignent respectivement des plateformes de gestion des échanges commerciaux entre entreprises ou d'une entreprise vers ses clients par l'intermédiaire de l'Internet.

Plusieurs acteurs majeurs de l'Informatique (Microsoft, IBM, HP, Oracle, ...) ont joint leurs efforts pour définir une certaine vision des Services Web. Cette approche aujourd'hui tient lieu de standard.

II.2. Services web

Un Service Web est identifié par une URL (Uniform Resource Locator), comme n'importe quel site Web. Il s'exécute sur un "Serveur d'Applications". Peu importe l'ordinateur, le système d'exploitation ou le langage utilisés par le Client. Une application peut ainsi utiliser plusieurs Services Web s'exécutant sur des serveurs distants.

II.2.1. Définitions

Dans cette section nous présentons les différents points de vue de Services Web.

Selon le W3C, un Service Web « est une application logicielle identifiée par un URI (Uniform Resource Identifier) dont les interfaces et les liaisons sont définies, décrites et Services Web

29

découvertes en XML et qui supporte une interaction directe avec les autres applications logicielles en utilisant des messages XML via un protocole Internet.» [Web II.1]

Nous trouvons une autre définition proposée par IBM [Web II.2] : « Web services is a technology that allows applications to communicate with each other in a platform and programming language-independent manner. A Web service is a software interface that describes a collection of operations that can be accessed over the network through standardized XML messaging. »

D'après cette définition, un Service Web :

- Permet à des applications de communiquer entre elles indépendamment de la plateforme et du langage de programmation.
- Est une interface logicielle qui décrit un ensemble de méthodes accessibles à travers le réseau en utilisant des messages XML standardisés.

En résumé, un Service Web est un ensemble de protocoles et de normes informatiques utilisés pour échanger les données entre les applications. Il peut être accessible depuis une autre application (un client, un serveur ou un autre Service Web) à travers le réseau en utilisant les protocoles de transports disponibles. Ce service peut être implémenté comme une application autonome ou comme un ensemble d'applications.

II.2.2. Caractéristiques des services web

La technologie des Services Web possède plusieurs avantages, on peut citer :

- Modularité : le modèle Service Web est modulaire, on peut facilement réutiliser et

combiner des Services Web déjà existant pour former un nouveau Service Web.

- Interopérabilité : Un Service Web est indépendant de la plateforme et du langage de programmation avec lesquels il est développé.

En plus de ces avantages, la technologie des services web est soutenu par des grands acteurs de l'industrie informatique tels que : IBM, HP, Microsoft et le consortium W3C.

Services Web
30

III.2.3. Architecture et utilisation des services web

L'architecture des Services Web repose sur un modèle à objets repartis. Ce modèle repose sur trois technologies :

- Un protocole de communication qui utilise le formalisme XML pour à la fois, définir les messages envoyés entre les applications et représenter les données échangées ; ce protocole appelé SOAP (Simple Object Access Protocole), spécifié au sein du W3C.
- Un langage de description qui permet de décrire des services échangés entre partenaires via l'utilisation de Services Web, ce langage de description appelé WSDL (Web Service Description Language) est fondé sur XML.
- Un moyen pour publier et rechercher des Services Web à partir de plusieurs critères, ce rôle est joué par le référentiel UDDI (Universal Description, Discovery and Integration).

Voyons maintenant comment les composants de l'architecture d'un Service Web contribuent à son utilisation.

L'utilisation d'un Service Web passe par plusieurs étapes (Figure II.1) :

Figure II. 1 Utilisation d'un Service Web

- Tout d'abord le service doit s'inscrire auprès d'un référentiel UDDI en indiquant sa description avec WSDL (1).
- Le client consulte un référentiel UDDI a fin de sélectionner le Service Web qu'il souhaite utiliser (2).

Services Web

31

- Le client consulte la description WSDL du service ce qui lui permet de connaître quel message SOAP est à envoyer et quel message SOAP sera reçu après traitement (3).
- Il faut à présent contacter le Service Web et donc établir la communication avec ce dernier (4). Il faut noter que cette connexion aura lieu lors de l'envoi du premier message SOAP.
- Le fournisseur traite alors le message du client (5), si aucune erreur ne se produit, une réponse est émise à l'application cliente (6).

La figure suivante représente les technologies de base des Services Web :

Figure II. 2 Le diagramme des technologies de Services Web.

Dans la partie suivante nous présentons les technologies de base des Services Web (SOAP, WSDL et UDDI).

II.2.3.1 SOAP (Simple Object Access Protocol)

SOAP est un format de messages qui permet de transmettre en XML les appels de procédures distantes RPC³. SOAP permet aussi d'envoyer en XML un document entier d'un ordinateur à un autre.

SOAP 1.0 a été défini par l'IETF⁴ en Décembre 99. Après qu'IBM ait rejoint le mouvement, SOAP 1.1 a été spécifié par le W3C en Mai 2000.

³ Remote Procedure Call : Appel de procédure distante.

⁴ IETF : Internet Engineering Task Force

Services Web

32

SOAP définit une enveloppe contenant un "en-tête" et un "corps". L'en-tête fournit les instructions indiquant comment traiter le message. Le corps contient l'appel de la procédure distante dans un sens et la réponse du serveur dans l'autre.

Les messages SOAP, écrits en XML, respectent un format standard défini par le W3C.

Ces messages sont véhiculés par le protocole HTTP.

La section suivante explique ces deux briques sur lesquels repose SOAP.

II.2.3.1.1 XML

XML (eXtensible Markup Language) est un langage "extensible" contenant des "balises"(on les appelle aussi élément, tags), comme HTML⁵. XML décrit la signification des données codées, indépendamment de la façon de les représenter. Contrairement à HTML dont les balises n'ont pour objet que de définir la présentation du document, XML permet d'inventer à volonté de nouvelles balises pour décrire, de façon arborescente, toutes les informations élémentaires expliquant la signification des données.

Son objectif initial est de faciliter l'échange automatisé de contenus entre systèmes d'informations hétérogènes.

XML contient aussi un aspect supplémentaire appelé "schéma", qui précise la structure des balises pour qu'un document soit valide. Il est ainsi possible de restreindre les données acceptées dans un document.

Un document XML peut contenir d'autres documents XML. Pour éviter toute confusion entre les balises utilisées, chaque document contient un "espace de noms", ce qui rend ainsi les balises uniques à l'intérieur d'un document.

Les spécifications de XML sont aussi maintenues à jour par le W3C.

II.2.3.1.2 HTTP

HTTP (HyperText Transfer Protocol) est un standard Internet proposé par l'IETF utilisé sur le Web depuis 1990.

⁵HyperText Markup Language : langage de description de pages Web.

Services Web

33

Le protocole HTTP utilise un jeu de requêtes/réponses entre un client, qui initie le dialogue, et un serveur. La communication peut être directe entre les deux acteurs mais elle peut également faire intervenir trois types d'intermédiaires, que voici :

- Un proxy, c'est-à-dire un agent qui transfère les messages vers le serveur après en avoir réécrit tout ou partie du contenu;
- Une passerelle, c'est-à-dire un agent qui agit comme une surcouche pour un serveur sous-jacent utilisant un autre protocole; cet agent se charge de traduire les messages pour permettre leur transfert vers ce serveur tiers;
- Un tunnel, c'est-à-dire un relais qui se charge de transmettre le message entre deux points de connexion sans modification du message (à travers un intermédiaire tel qu'un pare-feu).

La connexion établie par le protocole HTTP 1.0 est par défaut volatile, le client ouvre une connexion avec le serveur, envoie une requête et se met en attente de la réponse ; le serveur reçoit la requête, la traite, envoie la réponse et ferme la connexion. Pour garder la connexion ouverte au-delà du traitement de la requête/réponse courante, le client doit explicitement demander le maintien de la connexion (Keep-Alive).

Services Web

34

Figure II. 3 Echange http entre navigateur et serveur web

Signalons ici que le protocole HTTP possède une gestion d'erreurs qui peuvent survenir lors des échanges entre le client et le serveur.

Services Web

35

Il existe une autre version de ce protocole appelée HTTPS (S pour sécurisé), qui utilise TLS⁶ en combinaison avec le protocole HTTP.

II.2.3.1.3 Structure d'un message SOAP

Un message SOAP (que l'on nomme Enveloppe) est un document XML constitué de deux parties « En-tête » et « Corps du message ».

La déclaration de l'enveloppe comporte la définition d'un espace de noms dont l'URI précise la version supportée de SOAP. Les données échangées par SOAP doivent respecter un format précis défini dans un « modèle d'encodage ». Ce modèle permet de préciser le format des données et donc de lever l'ambiguïté sur l'interprétation des données échangées.

Figure II. 4 La structure des messages SOAP (Source : Sun Microsystems)

a. L'en-tête du message

C'est un champ optionnel destiné à transmettre des informations quelconque. Donc n'importe quel utilisateur du SOAP peut ajouter dans l'en-tête les données qu'il souhaite.

b. Le corps du message

⁶Transport Layer Security : RPC Sécurisé.

Services Web

36

Le corps du message est un ensemble d'éléments (balises) XML. Il n'existe pas de contraintes spécifiques sur ce contenu à part sur le format des données qui doivent respecter le modèle d'encodage précisé dans la déclaration de l'enveloppe.

L'exemple suivant définit une requête SOAP dans lequel une méthode « add » (fourni par un Service Web), possédant deux arguments i et j qui ont comme valeurs respectives 2 et 1 est invoquée.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<S:Envelope xmlns:S="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
<S:Header/> <!-- l'entête du message SOAP est vide-->
<S:Body>
<ns2:add xmlns:ns2="http://calculator.me.org/">
<i>2</i>
<j>1</j>
</ns2:add>
</S:Body>
</S:Envelope>
```

Le message HTTP complet envoyé est le suivant :

```
POST /CalculatorWSApplication/CalculatorWSService/add HTTP/1.0
Content-Type text/xml; charset=utf-8
User-Agent Firefox/3.6
Host 127.0.0.18080
```

```
SOAPAction http://calculator.me.org/CalculatorWSApplication/
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<S:Envelope xmlns:S="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
<S:Header/> <!-- l'entête du message SOAP est vide-->
<S:Body>
<ns2:add xmlns:ns2="http://calculator.me.org/">
<i>2</i>
<j>1</j>
```

Services Web

37

```
</ns2:add>
</S:Body>
</S:Envelope>
```

La réponse de la requête précédente est la suivante :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<S:Envelope xmlns:S="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
<S:Body>
<ns2:addResponse xmlns:ns2="http://calculator.me.org/">
<return>3</return>
```

```
</ns2:addResponse>  
</S:Body>  
</S:Envelope>
```

Ce message SOAP fourni le résultat de la méthode add précédente.

Nous pouvons remarquer ici que l'en-tête est omis.

Notons ici qu'un message SOAP peut contenir un attachement (pièce jointe), pour se faire on utilise un mécanisme standard d'inclusion appelé MIME⁷. On peut aussi définir un message d'erreur qui pourrait survenir lors du traitement de l'enveloppe.

Le protocole SOAP permet donc d'échanger des messages entre différents processus. Mais comment peut-on formaliser les messages que les processus peuvent s'échanger ? De quelle manière sont-ils décrits afin d'être compréhensibles par chacun des processus qui interviennent dans l'échange ? Comment sont-ils transférés via l'Internet ? Existe-t-il des logiciels pour gérer ces descriptions ?

Ce sont ces questions qui vont être étudiées dans le paragraphe suivant.

⁷ Multipurpose Internet Mail Extensions : Format d'extension du courrier électronique pour la prise en compte de données non textuelles (son, images, vidéo, ...).

Services Web

38

III.2.3.2 WSDL (Web Services Description Language)

WSDL (Web Services Description Language) est un langage de la famille XML permettant de décrire les types de données supportées et les fonctions offertes par un Service Web.

L'objectif est de fournir la description, en XML, des services indépendamment de la plateforme et du langage utilisés et sous une forme que des personnes ou des programmes peuvent interpréter.

Dans le langage WSDL, un service est vu comme une collection de messages pour les échanges et d'une collection de points d'entrée. Un point d'entrée consiste en la description abstraite d'une interface et de son implantation.

La description abstraite contient (i) la définition des messages qui sont consommés et générés par le service (les entrées et les sorties), et (ii) la signature des opérations offertes par le service. La mise en correspondance entre l'interface et son implantation est fournie. Elle contient essentiellement l'indication du protocole utilisé pour échanger des messages avec le service (par exemple SOAP au-dessus de HTTP) et les associations entre la description de l'interface abstraite du service et les types de messages supportés par le protocole de communication sous-jacent (par exemple SOAP).

Le langage WSDL s'appuie sur le format XML pour décrire des services réseau sous forme d'ensembles de noeuds de communication d'extrémités qui traitent des messages contenant de l'information sur les données échangées ou sur la procédure par laquelle cet échange est fait.

II.2.3.2.1 Principaux concepts

WSDL introduit quelques concepts essentiels pour sa mise en oeuvre. Parmi ceux-ci [Dumace et Fauvet, 08]

- Les messages (messages) : ils représentent une définition typée abstraite des données échangées entre les noeuds de communication ;
- Les types (types) : il s'agit de la définition des types de données qui structurent les messages, celle-ci repose sur un système de typage (tel que les schémas XML, par exemple) ;

Services Web

39

- Les opérations (operations) : elles définissent la description abstraite d'ensembles cohérents de messages (messages en entrée, messages en sortie) qui forment les unités d'interaction avec le Service Web ;

- Les types de ports (port types) : ils constituent des ensembles abstraits d'opérations prises en charge par un ou plusieurs noeuds de communication ;
- Les liaisons (bindings) : elles décrivent les protocoles concrets et les formats de message pour chaque type de port ;
- Les ports (ports) : ce sont les noeuds de communication particuliers, chacun étant défini comme une combinaison entre une liaison et une adresse réseau ;
- Les services (services) : il s'agit de l'ensemble des ports exposés pour permettre l'accès aux services correspondants.

Figure II. 5 Structure d'un document WSDL.

L'élément definitions constitue la racine du document et fournit les espaces de noms.

Services Web

40

```
<definitions
targetNamespace=http://calculator.me.org/name="CalculatorWSService">
<!-- types, messages, portTypes , ... -->
</definitions>
```

targetNamespace spécifie le vocabulaire XML du schéma lui-même, dans cet exemple ce vocabulaire est défini par l'URI <http://calculator.me.org/>

Les types de données, paramètres d'entrée et/ou de sortie sont éventuellement décrits ensuite en XMLSchema .

```
<types>
<xsd:schema>
<xsd import namespace="http://calculator.me.org/"
schemaLocation="http://localhost8080/CalculatorWSApplication/CalculatorWS
Service?xsd=1" />
</xsd :schema>
</types>
```

La définition précédente s'appuie sur le document XML Schéma qui se trouve à l'URI <http://localhost8080/CalculatorWSApplication/CalculatorWSService?xsd=1>

Dans ce document XML Schéma, l'opération « Add » est décrite comme étant un élément add qui est une suite de paramètres i et j ; et un élément addResponse qui comporte un élément return qui représente le resultat.

```
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://calculator.me.org/">
<xs:element name="add" type="tnsadd"/>
<xs:element name="addResponse" type="tnsaddResponse"/>
<xs:complexType name="add">
<xs:sequence>
<xs:element name="i" type="xs:int"/>
<xs:element name="j" type="xs:int"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
```

Services Web

41

```
<xscmplexType name="addResponse">
<xs:sequence>
<xs:element name="return" type="xs:int"/>
</xs:sequence>
</xs:cmplexType>
</xs:schema>
```

Vient ensuite la description de la liste des définitions des messages échangés

indépendamment de l'implantation du service et du protocole utilisé. Ici, le document décrit deux messages pour l'interaction le premier message est la requête (appel de la méthode add) reçue par le service, l'autre est le résultat renvoyé par le service.

```
<message name="add">
<part name="parameters" element="tns:add"/>
</message>
```

```
<message name="addResponse">
  <part name="parameters" element="tns:addResponse"/>
</message>
```

Les opérations offertes par le service sont exposées par le biais de points d'entrée. Un point d'entrée (élément portType) fournit la signature de chaque opération et doit par la suite être associé à une implantation particulière (c'est le rôle de la partie liaisons, binding). WSDL permet l'existence de plusieurs points d'entrée dans un même document.

```
<portType name="CalculatorWS">
  <operation name="add">
    <input wsamAction="http://calculator.me.org/CalculatorWS/addRequest"
      message="tns:add"/>
    <output wsamAction="http://calculator.me.org/CalculatorWS/addResponse"
      message="tns:addResponse"/>
  </operation>
</portType>
```

Services Web

42

La dernière partie du document fixe la mise en correspondance entre chaque point d'entrée (un ensemble d'opérations) et son implantation, et permet de définir quels services sont associés à quelle mise en correspondance. Dans le fragment donné ci-dessous, l'implantation des points d'entrée s'appuie sur SOAP.

```
<binding name="CalculatorWSPortBinding" type="tnsCalculatorWS">
  <soapbinding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
    style="document"/>
  <operation name="add">
    <wspPolicyReference URI="#CalculatorWSPortBinding_add_WSAT_Policy"/>
    <soapoperation soapAction=""/>
    <input>
      <wspPolicyReference URI="#CalculatorWSPortBinding_add_WSAT_Policy"/>
      <soapbody use="literal"/>
    </input>
    <output>
      <wspPolicyReference URI="#CalculatorWSPortBinding_add_WSAT_Policy"/>
      <soapbody use="literal"/>
    </output>
  </operation>
</binding>
<service name="CalculatorWSService">
  <port name="CalculatorWSPort" binding="tnsCalculatorWSPortBinding">
    <soapaddress
      location="http://localhost8080/CalculatorWSApplication/CalculatorWSService"
    />
  </port>
</service>
```

Le document final est obtenu par la concaténation des extraits fournis ci-dessus.

Services Web

43

III.2.3.3 UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)

Dans les sections précédentes on a montré comment échanger des services entre différents processus ; et la manière de les décrire et de les formaliser a été ensuite présentée. La présente section va introduire, d'une manière brève, comment publier ces services et les rendre accessibles à une communauté de « consommateurs ».

Avant l'apparition du langage UDDI, plusieurs architectures ont abordé cette question de publication. C'est le cas de l'architecture Jini de Sun Microsystems et e-Speak de HP. Ces architectures n'ont pas eu le succès escompté, pour des raisons différentes qu'on n'abordera pas ici.

En réponse à la montée en puissance du commerce électronique et plus spécialement de

l'activité business-to-business (B2B) sur Internet, un groupe de sociétés a lancé en 2000 le projet UDDI Universal, Description, Discovery and Integration.

La spécification UDDI définit une architecture de communication et d'interopérabilité de services qui s'appuie sur des couches techniques déjà normalisées ou en voie de normalisation (HTTP, TCP/IP, SOAP, ...).

II.2.3.3.1 Les structures de données

Dans la dernière version standardisée, l'UDDI 2.0, les données sont structurées en cinq types [Mesano et al.,03]

- le type entité métier (Business Entity) : adresses, contacts et identifiants connus de l'entreprise (entreprise commerciale, association, organisation à but non lucratif...);
- le type service métier (Business Service) : catégories industrielles fondées sur des taxonomies standards (produits, entreprises, géographiques);
- le type modèle de liaison (Binding Template) : références techniques sur les services offerts par l'entreprise;
- le type service type (tModel) : descriptions de spécifications de services ou de taxonomies référencées par les modèles de liaison;

Services Web

44

- le type assertion d'administrateur (Publisher Assertion) : descriptions de relations entre entités métier, affirmées par l'administrateur (« éditeur ») de l'une des entités métier concernées.

Figure II.6 Relations entre les principales structures de données UDDI [Mesano et al.,03]

Dans ce schéma, les entités métier et les services types constituent les deux racines du graphe d'objets représentés.

Les entités métier sont référencées dans l'annuaire. Elles sont susceptibles d'offrir des services métier qui leur sont propres. Cette offre est matérialisée par la relation de contenance n°1 dans la légende de la figure II.6.

Les services métier relativement « simples », sont entièrement décrits par leur propre structure de données. En revanche, des services métier plus élaborés peuvent constituer l'implémentation de services types définis et normalisés par des organismes de normalisation. Ces implémentations sont spécifiées par des modèles de liaison qui décrivent les modalités de l'implémentation réalisée. Ces spécifications sont représentées par la relation de contenance n°2.

Les services types implémentés par un service métier particulier sont référencés via les modèles de liaison. Ce lien apparaît à travers le lien de référence n°3 dans la légende de la figure II.6.

Services Web

45

Enfin, les entités métier peuvent être liées selon différentes relations. Ces relations sont représentées sous forme d'assertions exprimées par les administrateurs des entités liées. Ces assertions référencent les entités concernées et sont illustrées par le lien de référence n°4.

II.2.3.3.2 L'accès à l'annuaire.

L'annuaire UDDI est accessible de deux manières [Mesano et al.,03]:

- via un navigateur Web qui dialogue avec une application Web dédiée, interface spécifique à l'annuaire accédé ;
- ou bien par programme, en utilisant l'API (Application Programming Interface) définie par la spécification.

L'API comporte deux groupes de fonctions :

- les fonctions de recherche (Inquiry API) navigation, recherche et consultation des informations de l'annuaire;

- les fonctions de publication (Publishing API) publication, création, modification ou suppression des informations de l'annuaire.

Cette API de programmation est définie en WSDL et utilise le protocole SOAP pour interagir avec l'annuaire. En effet, elle est elle-même définie comme un Service Web. Tous les appels de l'API sont synchrones. Le résultat d'une opération effectuée sur l'annuaire est immédiatement retourné.

L'accès à l'annuaire destiné à rechercher des informations est entièrement anonyme.

Aucune identification n'est nécessaire pour ce type d'activité. En revanche, toute mise à jour des informations d'un annuaire requiert une phase d'identification et d'autorisation de la personne ou du processus qui se connecte. Toutes les fonctions de publication sont mises en oeuvre via l'utilisation du protocole HTTPS.

Services Web

46

III.3. Conclusion

Les Services Web sont la dernière technologie pour l'intégration et l'interopérabilité des systèmes répartis. Basés sur le standard XML, ils sont caractérisés par leurs indépendances aux plates formes et aux systèmes d'exploitation, ce qui a impliqué leur adoption par les différentes organisations commerciales et industrielles offrant leurs services à travers le Web, et par conséquent l'augmentation du nombre de services offerts. On peut regretter aux Services Web le temps qu'ils prennent pour s'exécuter.

47

Chapitre III

Conception du Système SAPA

Nous avons présenté dans le premier chapitre les trois standards les plus cités dans la littérature concernant la description des profils d'apprenants.

Chaque dispositif de formation en ligne s'appuie sur un standard décrivant les profils de ses apprenants. Et sachant qu'un apprenant a la possibilité de suivre plusieurs formations en parallèle, notre contribution s'insère dans l'élaboration d'un modèle commun entre ces différents standards, où nous allons discuter chacun d'eux.

Nous présentons par la suite, la démarche détaillée d'analyse et de conception de notre système.

IIII.1. Discussion

Les standards étudiés précédemment ont quelques points en commun, en effet :

- Le standard PAPI proposé par l'IEE, le premier à avoir mis en place un cadre pour représenter les données d'apprenants, mélange des données propres à l'apprentissage avec d'autres. En fait, une large place est réservée aux données administratives (type Name), relationnelles (Relations) ou encore relatives aux préférences (MyConfiguration). Seuls deux types d'informations sur les six portent sur des données liées à l'apprentissage proprement dit, Works (portfolio) et Grades (notes, bulletin scolaire, etc.). Dans ces six types aucune structure n'est définie, par exemple le type Works contient des informations illustrant les capacités de l'apprenant, mais aucune organisation de ces informations n'est mentionnée (sous forme de champs obligatoires ou optionnels par exemple).
- IMS-RDCEO permet de décrire précisément des compétences en les accompagnant éventuellement de définitions détaillées ainsi que de métadonnées. Ce standard ne permet pas à lui seul de représenter les connaissances ou compétences d'un apprenant particulier, puisqu'il ne contient pas de données personnelles qui doivent toujours

avoir leur place pour garder le lien entre l'apprenant et ses compétences (et son profil
Conception du système SAPA

48

en général). Donc, ce standard doit être utilisé en complément à d'autre standard en spécifiant juste la partie compétence. En plus, l'absence de référentiels de compétences documentés permettant aux utilisateurs d'avoir une compréhension commune à ces compétences, peut être reprochée à ce standard.

- IMS LIIMS LIP, quant à lui, permet de représenter les différentes compétences et connaissances acquises par un apprenant particulier. Celles-ci peuvent être mises en relation avec les diplômes et certifications. Le défaut de ce standard, comme son prédécesseur PAPI, est que la structuration des compétences entre elles (certaines compétences peuvent être vu comme le résultat ou la composition d'autres compétences plus élémentaires) ainsi que leur association à une ou plusieurs évaluations (une évaluation donnée informe sur une compétence précise) ne sont pas décrites dans le standard. Pour combler ces manques, les implémentations de ce standard utilisent XML pour introduire explicitement ces liens.

- EPortfolio, quant à lui, vise à définir un standard pour les ePortfolio, outil de plus en plus utilisé dans les contextes éducatifs. Cette spécification peut être considérée à première vue comme un sur-ensemble de la spécification LIP. Quand une activité pédagogique est réalisée par un apprenant, cette information peut être ajoutée de façon automatique à son ePortfolio. Il en est de même quand il réalise un travail, ce dernier sera stocké dans son ePortfolio.

En résumé, PAPI et IMS LIP forment une des premières bases de structuration des données participant (c'est-à-dire utilisateur, que ça soit apprenant ou autre) qui peuvent être échangées entre les différents systèmes de E-Learning. En effet, les six catégories du modèle PAPI forment l'une des premières spécifications d'échange des données participant, mais ses éléments ne sont pas suffisamment complets pour couvrir toutes les données apprenant qui peuvent être échangées entre les systèmes d'E-Learning. Les éléments de ce modèle restent une description générale de l'apprenant. Ces spécifications ont été développées ensuite par IMS pour donner une version améliorée sous le nom d'IMS LIP, dans ce modèle beaucoup d'améliorations ont été apportées au modèle PAPI, on retrouve les activités pédagogiques liées à l'apprenant. Par la suite, IMS étend son LIP pour donner l'IMS ePortfolio, qui peut

Conception du système SAPA

49

spécifier plus d'informations sur les apprenants et donne plus de flexibilité d'échange d'informations.

Les travaux de normalisation des données personnelles des apprenants n'ont pas pour seule ni pour principale raison la personnalisation de l'apprentissage. Ceci explique selon [Eyssautierbavay, 08[08] que les informations les plus pertinentes pour la personnalisation ne soient pas forcément présentes ou détaillées dans ces standards.

Nous présentons ici une classification thématique des différentes informations contenues dans ces standards, tirée de [Eyssautierbavay, 08].

Figure III. 1 Classification thématique des standards

Sachant que nous visons le travail dans un environnement hétérogène et multi plateforme où chaque plateforme travaille avec un standard qui n'est pas obligatoirement celui des autres, nous allons nous baser sur cette classification thématique pour mettre en place un modèle commun entre les différents profils que nous avons discuté ci-dessus.

Conception du système SAPA

50

IIII.2. Modèle proposé

Le modèle que nous développons ici se limite aux éléments communs entre les différents

standards étudiés. Pour chaque élément, il spécifie comment y accéder dans le cas où on utilise tel profil. Ainsi en interrogeant une plateforme sur un élément précis, il suffit de lui dire où le trouver dans le standard qu'elle utilise. Et en sachant que ces plateformes proposent des services web pour permettre cet échange, le travail demandé au Service Web va être diminué au minimum et comme ça on améliore la modularité du système. Nous présentons ci-dessus un exemple introduisant comment la date de début d'une certification, c'est-à-dire la date à partir de laquelle un apprenant à commencer à préparer cette certification, est représentée dans ce modèle commun.

```
<date_debut>
<papi>
<test_equivalence>no</test_equivalence>
<contenu_dans>
performance_info*certificate_list*certificate*certification_begin_date
</contenu_dans>
</papi>
<lip>
<test_equivalence>
<balise>
QCL*date*typename*tyvalue
</balise>
<contenu_balise>start</contenu_balise>
</test_equivalence>
<contenu_dans>QCL*date*datetime</contenu_dans>
</lip>
</date_debut>
```

Ceci veut dire, que pour avoir cette date dans un profil utilisant le standard PAPI, on récupère le contenu de la balise `contenu_dans`, ce qui veut dire que l'information recherchée se trouve dans cet emplacement du fichier XML où est enregistré le profil. Dans certains cas, Conception du système SAPA

51

c'est le cas ici si on utilise LIP, on doit savoir le contenu d'une autre balise pour décider si c'est le bon emplacement. Par exemple, pour LIP la date de début se trouve à `QCL*date*datetime` si `QCL*date*typename*tyvalue` contient la valeur `start`, si cette valeur contient `finish` elle indique alors la date de la fin.

III.3. Conception

Après que nous avons discuté les différents standards des profils des apprenants a fin d'aboutir à un modèle générale qui englobent les caractéristiques qui nous intéressent, nous entamons, maintenant, la partie conception du système.

Nous allons présenter notre méthode de travail et le processus logiciel qu'on a suivi, à savoir le Processus Unifié (UP).

Mais tous d'abord voyons c'est quoi un processus logiciel.

a. Processus de développement logiciel

Un processus définit une séquence d'étapes, en partie ordonnées, qui concourent à l'obtention d'un système logiciel ou à l'évolution d'un système existant.[Rocques et Vallées, 07]

En d'autres termes, c'est les différentes opérations réalisées afin d'élaborer le produit logiciel. Dans notre cas on a opté pour un processus unifié, ce choix est justifiés par les principes sur les quels se base ce processus.

b. Processus unifié (Unified Process)

Un processus unifié est un processus de développement logiciel construit sur UML ; il est itératif et incrémental, centré sur l'architecture, conduit par les cas d'utilisation et piloté par les risques. [Rocques et Vallées, 07]

itératif et incrémental, au sens que la réalisation du produit se fait en plusieurs itérations où chaque itération aboutit à livrer une partie du produit (un module) et l'ajoute

aux différentes parties déjà construit (incrémentation) en gardant un produit homogène. Centré sur l'architecture, car il impose le respect des décisions d'architecture à chaque étape de construction du modèle.

Conception du système SAPA

52

Piloté par les risques Piloté risques, dans le cadre, où les différentes sources d'échec du produit doivent

être écartées. Une source importante d'échec d'un produit logiciel est son inadéquation aux attentes de l'utilisateur.

Conduit par les cas d'utilisation, ce qui veut dire que la conception est réalisée conformément aux attentes des utilisateurs du produit.

Pour suivre un tel processus, différentes activités de développement (capture des besoins, analyse, tests, ...) doivent être réalisés.

III.3.2. Etude préliminaire

Cette partie va nous servir à poser les bases du système à réaliser. Nous commençons par identifier les acteurs et les messages qui s'interagissent dans le système, en suite nous développons notre modèle UML. Pour ce faire, nous définissons tous d'abord les fonctionnalités attendues du système.

Ces fonctionnalités peuvent être identifiées comme suit :

Besoin d'échange d'informations : Un dispositif peut, en cas de besoin, demander des informations sur l'apprenant (profil complet ou une partie) se trouvant dans d'autres dispositifs, ceci en consommant les services web que ces dispositifs fournissent.

Gestion des profils : Possibilités d'ajouter ou modifier un profil. Garder une trace d'historique est aussi important dans d'autres aspects comme le suivi d'avancement d'un apprenant par exemple.

III.3.2.1 Identification des acteurs

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateurs, dispositifs matériels ou autre systèmes) qui interagissent directement avec le système étudié [Rocques et Vallées, 07]. Pour distinguer ces rôles, on se réfère aux besoins fonctionnels du système.

Dans notre cas, nous avons identifié deux acteurs qui sont :

Le tuteur : Il est concerné par la création et la modification des profils (Gestion des profils).

Conception du système SAPA

53

L'AdmiL'Admin : Son rôle est de consommer les services proposés par les autres dispositifs, en même temps il fourni le sien afin d'être consommé par ceux-ci.

III.3.2.2 Identification des messages :

Un message représente la spécification d'une communication unidirectionnelle entre objets qui transporte de l'information avec l'intention de déclencher une activité chez le récepteur [Rocques et Vallées, 07]. Dans la plupart des cas, un message est associé à deux événements, un événement d'envoi et un événement de réception.

Le tableau suivant illustre les principaux messages échangés dans notre système.

Message Réponse

Ajouter un nouveau profil Confirmer l'ajout

Effectuer une modification du profil Confirmer la modification

Appeler un Service Web pour mettre à jour un profil

Recevoir les informations fournies par le Service Web.

III.3.2.3 Capture des besoins fonctionnels :

a. Identifier les cas d'utilisation

Un cas d'utilisation représente un ensemble de séquences d'actions réalisées par le système et produisant un résultat observable intéressant pour un acteur particulier [Rocques et Vallées, 07].

Le tableau suivant établit le lien entre les cas d'utilisation identifiés, les acteurs et les messages émis/reçus par les acteurs.

Cas d'utilisation Acteur Messages émis / reçus par les acteurs

Ajouter un profil Tuteur Emis : Ajouter un profil.

Reçus : Confirmer l'ajout.

Modifier un profil Tuteur Emis : Modifier un profil.

Reçus : Confirmer la modification.

Mettre à jour un profil Admin Emis : Appeler un Service Web.

Conception du système SAPA

54

Reçus : Tout ou une partie du profil.

Que nous avons maintenant établi la liste préliminaire des cas d'utilisation, nous modélisons ces cas à travers un diagramme des cas d'utilisation.

Diagramme des cas d'utilisation

III.3.2.4 Décrire les cas d'utilisation

Dans cette section nous détaillerons les cas d'utilisation, un à un, en utilisant des fiches de description. Chaque fiche correspond à une description textuelle du cas concerné. Elle explique les fonctionnalités aux quelles répond le cas d'utilisation décrit, via des successions d'opérations. Pour cela, on décrit les conditions qui doivent être remplies pour que ces enchaînements se déroulent. En suite vient le scénario expliquant les interactions entre l'acteur et le système, et éventuellement un traitement des exceptions qui se produisent dans le cas de violation d'une contrainte du système par exemple.

a. Cas Un : Création de nouveau profil

Sommaire d'identification

Titre : Ajouter un nouveau profil.

But : L'ajout du profil d'un nouvel apprenant.

Acteurs : Tuteur.

Description des enchaînements

Conception du système SAPA

55

Pré conditions

L'apprenant ne doit pas se trouver déjà dans le système.

Scénario nominal

Taper les informations de l'apprenant

Le tuteur saisit l'identifiant du nouvel apprenant.

Le système recherche si cet identifiant existe déjà.

« Exception (1) : Le profil existe »

Le tuteur saisit les informations (Identification, compétences, ...)

Afficher les résultats

Après terminer la saisie, le tuteur sauvegarde le profil de l'apprenant.

Publier le profil

L'acteur 2 a la possibilité de publier le nouveau profil.

Exceptions

Exception 1 : Si le profil existe déjà, le tuteur aura la possibilité de mettre à jour le profil de l'apprenant concerné.

b. Cas deux : Modifier un profil.

Le tuteur peut être amené à modifier le profil d'apprenant indépendamment des autres dispositifs du système.

Sommaire d'identification

Titre : Modifier un profil.

But : Apporter des modifications au profil.

Acteur : Tuteur.

Description des enchaînements

Pré conditions

Conception du système SAPA

56

L'existence du profil d'apprenant

Scénario nominal

Effectuer une recherche du profil à mettre à jour

Le tuteur recherche le profil de l'apprenant selon des mots clés (Identifiant, nom, ...).

Mettre à jour un profil

Le tuteur saisit les mises à jour du profil et le sauvegarde.

c. Cas trois : Mettre à jour un profil

Dans le cadre de plusieurs dispositifs qui collaborent entre eux, chaque dispositif a la possibilité d'enrichir les profils qu'il a, en recueillant des informations des autres. Dans ce sens il a un double rôle fournisseur / consommateur du Service Web.

Sommaire d'identification

Titre : Mettre à jour un profil

But : Appeler des services afin de recueillir des informations se trouvant dans d'autres dispositifs.

Acteur : Admin.

Description des enchaînements

Pré conditions

L'existence de profil d'apprenant dans le dispositif local.

Scénario nominal

Récupérer les standards utilisés par les autres dispositifs.

Dans le cas où le dispositif utilise le même standard on lui demande le profil complet.

Si le standard est différent, on se réfère au modèle commun pour déterminer les éléments à apporter.

Conception du système SAPA

57

IIII.3.2.5 Diagramme de classes

A partir des fiches descriptives on a établi le diagramme de classes, ce diagramme a été raffiné après plusieurs itérations.

Diagramme des classes

III.3.3. Analyse

Durant cette étape, nous découpons notre modèle en entités logiquement cohérentes.

Dans les projets de grande taille, cette étape sert pour le chef de projet à organiser le travail de développement sur plusieurs équipes ou personnes.

III.3.3.1 Découpage en catégories

Cette phase marque le démarrage de l'analyse objet du système à réaliser, Elle utilise la notion de package pour définir des catégories de classes d'analyse et découper le modèle UML en blocs logiques les plus indépendants possibles.

Une catégorie consiste en un regroupement logique de classes à forte cohérence interne et faible couplage externe.

Le découpage en catégories de notre projet a donné le résultat suivant

Conception du système SAPA

58

Découpage en catégories

III.3.3.2 Diagramme de packages d'analyse

Ce diagramme va représenter les différentes dépendances entre les packages d'analyse.

Packages d'analyse

III.3.3.3 Développement du modèle statique

Le développement du modèle statique succède le découpage en catégorie ; il complète, optimise et détaille le diagramme de classes déjà établi. Il s'agit d'une activité itérative, fortement couplée avec la modélisation dynamique, décrite dans la partie suivante. En pratique ces deux activités sont effectuées quasiment en parallèle.

III.3.3.4 Développement du modèle dynamique

Cette étape a pour objectif de décrire un ensemble d'échanges de messages entre objets.

Nous décrivons ces interactions d'un point de vue chronologique à l'aide des diagrammes de séquences.

Conception du système SAPA

59

Scénario « Ajouter un apprenant »

Conception du système SAPA

60

Scénario « Mettre à jour un apprenant »

Conception du système SAPA

61

Scénario « Modifier un apprenant »

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la modélisation de notre système. Nous avons établie un modèle de base caractérisant les apprenants. Il constitue une abstraction des différents modèles d'apprenant qui existent. Dans ce chapitre, nous avons aussi, effectué une étude détaillée pour la mise en oeuvre de notre système. La mise en place de ce dernier sera présentée dans le chapitre suivant.

62

Chapitre 4

Mise en place et implémentation

Après avoir présenté les différentes étapes de conception dans le chapitre précédent; nous donnons, dans ce chapitre, une idée de l'environnement de mise en place du prototype, une architecture fonctionnelle du système et présentons l'implémentation de chaque module du système.

IV.1. Technologies et outils de développement

Pour implémenter le prototype, nous avons dû faire un choix concernant les outils de développement. Nous citons dans cette section ces outils tout en mentionnant les raisons qui nous ont amenés à les utiliser.

IV.1.1. Le langage JAVA

Notre choix du langage de programmation s'est porté sur le langage JAVA et cela pour diverses raisons :

- C'est un langage orienté objet simple, ce qui réduit les risques d'incohérence.
- Il est portable et multi – plateforme.
- Il possède une riche bibliothèque de classes.

En plus nous sommes familiarisés avec ce langage.

Nous avons réalisé notre application java en utilisant l'IDE NetBeans 6.8.

IV.1.2. Le serveur Apache Tomcat

Apache Tomcat est un conteneur libre de Servlet Java EE, issu du projet Jakarta. Tomcat implémente les spécifications des Servlets et des JSP de Sun Microsystems. Il inclut des outils pour la configuration et la gestion, mais peut également être configuré en éditant des fichiers de configuration XML. Comme Tomcat inclut un serveur HTTP interne, il est aussi considéré comme un serveur HTTP (web).

Avantages de Tomcat :

Mise en place et implémentation

63

- Tomcat est simple, beaucoup plus que les serveurs d'application Open Source « complets », il est donc plus simple d'administrer une instance Tomcat qu'un serveur d'applications complet.
- Il n'occupe que 2 ports sur la machine (8080 et 8009), alors que les autres en prennent une dizaine :
 - ⌘ 8080 : port propre de Tomcat
 - ⌘ 8009 : port de communication entre Apache et Tomcat.
- Tomcat a été écrit en langage Java, il peut donc s'exécuter via la JVM sur n'importe quel système d'exploitation la supportant.
- Ramasse-miettes réduit, performances et extensibilité améliorées

IV.1.3. JDOM

JDOM est une API du langage Java développée indépendamment de Sun Microsystems. Elle permet de manipuler des données XML suivant le modèle DOM (Document Object Model).

Ce modèle fabrique une représentation en mémoire du document XML. Cette représentation est un arbre, qu'il est facile de le parcourir. Cet arbre représente l'organisation et le contenu du document XML. En contrepartie de sa facilité d'utilisation, DOM est plus gourmand en ressources et en temps.

IV.1.4. JAX-WS

La majorité des langages de programmation orientés web (Java, PHP, C#, ...) supportent le développement des services web. Pour le langage Java, on trouve différents frameworks de développement des services web. Parmi ceux-ci on trouve JAX-WS qui est à la fois un standard et une implémentation.

JAX-WS qui est l'acronyme de Java API for XML Web Services est basée sur un modèle de programmation qui offre plusieurs avantages, parmi les quels :

- Une meilleure indépendance des applications Java : Un client écrit en java peut facilement consommer un Service Web développé avec d'autres langages de

Mise en place et implémentation

64

programmation, et de même un service en java ne pose aucun problème pour les clients développés avec d'autres langages.

- Support des annotations : une annotation est une façon d'ajouter des métadonnées à un code source Java pour que la JVM ou d'autres programmes peuvent accéder à ces métadonnées pour déterminer comment interagir avec les composants du programme ou changer leur comportement. Avec ce support, il suffit d'ajouter des annotations à une classe Java pour indiquer que cette classe est un Service Web.

La version courante de JAX-WS est 2.0, elle supporte l'utilisation du protocole SOAP 1.2 et s'appuie sur l'API JAXB (Java Architecture for XML Binding) pour tous ce qui concerne la correspondance entre un document XML et objets Java, un graphe d'objets est constitué

suivant les éléments constituant le document XML.

Développement de services web avec JADéveloppement JAX-WS

Le développement de Service Web avec JAX-WS est relativement simple bien que plusieurs technologies soient mises en oeuvre ; il comporte quatre étapes :

- Développement du web service proprement dit : il s'agit tout simplement d'une classe qui sera déployée dans le serveur d'application. Pour implémenter un Service Web une classe annotée @webservice et déployée dans un serveur d'application suffit (un autre moyen est l'utilisation des Enterprise Java Beans).
- Générer les artefacts serveurs : une fois la classe développée, on génère les artefacts, c'est-à-dire, l'ensemble des documents nécessaires à un Service Web (comme le fichier WSDL, le Schéma XML qui lui est associé et les différentes classes qui formeront les messages d'échanges XML suivant le protocole SOAP). Pour cela, on utilise un outil nommé wsgen.
- Générer les artefacts client : le service est déployé dans le serveur, il est alors accessible via un URL de la forme, `http://address:port/nomService/classeSW`; qui spécifie la localisation du serveur et le nom du port (address : port), le nom du Service Web (nomService) et le nom de la classe représentant le Service Web (classeSW). Pour accéder au service, il faut générer les artefacts coté client; l'outil

Mise en place et implémentation
65

wsimport, qui prend en paramètre le fichier, WSDL est alors utilisé. Il ne reste qu'appeler le Service Web.

IIV.2. Implémentation du système

Cette partie décrit les détails d'implémentation de notre prototype. Nous commençons tout d'abord par la présentation de l'architecture fonctionnelle du système.

IV.2.1. Architecture fonctionnelle du système

L'architecture fonctionnelle est chargée de la définition des caractéristiques majeures du système : les différents modules, et leur organisation. Nous avons choisi, lors de la conception de notre système de séparer les différentes tâches qui le constituent, pour une raison évidente de flexibilité. Le schéma ci-après résume dans son global l'architecture fonctionnelle de notre système:

Mise en place et implémentation

66

Figure IV.1 Architecture fonctionnelle du système

Mise en place et implémentation

67

IIV.2.2. Mise en place

Pendant l'étape de la conception nous avons construit le modèle de notre système (modèles statiques et dynamiques). Dans cette partie nous essayons de mettre en place ce modèle.

Ci-dessus, nous présentons la structure de notre projet.

Structure du web service

Mise en place et implémentation

68

Structure client consommant le Service Web

Nous présentons maintenant la génération des artefacts côté serveur avec wsgen et côté client avec wsimport et le déploiement du Service Web dans Apache Tomcat.

Utilisation de l'outil wsgen pour générer les artefacts côté serveur

On voit ici l'exécution de l'utilitaire wsgen au moment du déploiement du Service Web (1) , la commande est exécutée avec l'argument classpath (2) qui spécifie où trouver les classes à partir des quelles on va générer les artefacts. Cette étape vient une fois le code

source compilé, et avant le déploiement du service dans le serveur.

A la fin de cette étape on peut voir que le Service Web est bien déployé.

Mise en place et implémentation

69

Déploiement du Service Web dans Tomcat

Utilisation de l'outil wsimport pour générer les artefacts côté client

Côté client comme illustré ci-dessus, et après que le fichier WSDL spécifié est trouvé (1), l'utilitaire wsimport entre alors en action (2) et génère le code correspondant(3).

1

2

3

Mise en place et implémentation

70

Que nous avons présenté les principales étapes suivies pour l'implémentation du prototype, nous expliquons quelques unes de ses fonctionnalités.

Au lancement de l'application la fenêtre d'accueil s'affiche. A partir de cette fenêtre on peut accéder aux différentes rubriques.

Fenêtre d'accueil

En effet, la fenêtre d'accueil est divisée en trois parties :

☞ En haut, un banner avec le logo du prototype.

☞ A gauche, le menu à partir du quel on accède aux différents modules.

☞ Et à droite l'espace d'affichage où les différents traitements peuvent être effectués.

Prenons, par exemple, le cas où on veut mettre à jour un profil.

Tout d'abord l'utilisateur entre le code de l'apprenant, le profil de l'apprenant sera chargé.

Mise en place et implémentation

71

Entrer le code de l'apprenant

Mise en place et implémentation

72

Le profil est chargé, On aura donc la possibilité de mettre à jour le profil en cliquant sur le bouton Demander. Ceci est fait en appelant les services web fournis par les autres plateformes.

Chargement et affichage du profil apprenant

A l'appel d'une plateforme, celle-ci fournit à travers son Service Web, les mises à jour demandées par la plateforme cliente.

Dans la capture d'écran suivante, l'appel a fourni deux nouvelles certifications (le test étant fait sur celles-ci). Elles sont ajoutées aux autres, avec une couleur rouge, pour permettre leur visualisation et décider si on veut les ajouter au profil local en utilisant le bouton Confirmer.

Mise en place et implémentation

73

Mise à jour effectué

Conclusion générale

74

Conclusion générale

Le but de toute activité d'apprentissage est de transmettre des informations à

l'apprenant pour qu'elles soient acquises par celui-ci. L'apprenant, cependant, peut avoir plusieurs activités en même temps, les dispositifs de formations en lignes doivent alors collaborer pour bien mener le processus d'apprentissage de l'apprenant en question.

Notre modélisation s'est portée sur un environnement hétérogène où chaque dispositif suit un standard bien défini. Pour une meilleure interopérabilité, nous avons élaboré un modèle englobant les informations communes entre les standards étudiés. Le prototype réalisé est destiné à apprendre les profils des apprenants issus de plusieurs dispositifs de formation en ligne. Pour cela, nous avons fait appel à la technologie des Services Web vu les avantages qu'elle possède (Indépendance de la plateforme, réutilisabilité, indépendance du langage de programmation, ...). Le prototype réalisé peut subir des améliorations plus ou moins profondes afin de donner des résultats plus concrets. Parmi celles-ci on peut citer l'interaction avec les différents modules d'un dispositif de formation en ligne et plus particulièrement le module de personnalisation des activités d'apprentissage. Comme deuxième perspective, nous devons étendre ce prototype pour la prise en charge des autres standards et normes, définis dans la littérature, pour caractériser l'apprenant. Et en fin, il est préférable d'étendre ce prototype, en construisant un « plugin » qui soit directement intégrable dans les dispositifs de formation en ligne.

75

Liste de figures

Figure I.1 Les flux de formation et d'information [Claës, 01]	9
Figure I.2 Evolution de l'EAO en fonction de l'informatique [Claës, 01].	15
Figure II. 1 Utilisation d'un Service Web	30
Figure II. 2 Le diagramme des technologies de services Web.	31
Figure II. 3 Echange http entre navigateur et serveur web	34
Figure II. 4 La structure des messages SOAP (Source : Sun Microsystems)	35
Figure II. 5 Structure d'un document WSDL.	39
Figure II.6 Relations entre les principales structures de données UDDI [Mesano e[et al.,03]	44
Figure III. 1 Classification thématique des standards	49
Diagramme des cas d'utilisation	54
Diagramme des classes	57
Découpage en catégories	58
Packages d'analyse	58
Scénario « Ajouter un apprenant »	59
Scénario « Mettre à jour un apprenant »	60
Scénario « Modifier un apprenant »	61
Figure IV.1 Architecture fonctionnelle du système	66

76

Liste des tableaux

Tableau I.1 Rôle de l'apprenant dans les dispositifs de formation en ligne	18
Tableau I. 2 Standard PAPI	22
Tableau I. 3 Standard IMS-LIP	24

Bibliographie

[Balacheff et al., 97] Balacheff N., Baron M., Desmoulin C., Grandbastien M., Vivet M., « Conception d'environnement informatique d'apprentissage avec ordinateur, tendances et perspectives », 1997.

[Baron et al. 1999] Baron M., Gras R., Nicaud J.F, Eds. « Actes des deuxièmes journées d'EIAO de Cachan », les éditions de l'école normale de Cachan, 1991.

[Bergia, 01] BERGIA L., « Conception et réalisation d'une plate-forme multiagents pour l'apprentissage et l'enseignement à distance », Mémoire présenté en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur C.N.A.M. en Informatique, 2001

[Bernardi, 02] Bernardi L., Hamon M., Nerot C., « Conception d'une Interface Homme Machine pour un logiciel d'e-learning », Rapport de projet IHM,ESSI, Mars 2002

[Bousbia ,05] Bousbia N., Contribution theorique et methodologique a l'elaboration d'un environnement de foad (formation ouverte et a distance), Mémoire de Magister, INI, 2005.

[Bull et al., 07]

Bull S., Dimitrova V., McCalla G., "Open Learner Models: Research Questions", Preface of Special Issue of the International Journal of Artificial Intelligence in Education, IJAIED, Vol. 17 (2), 2007

[Cerami, 02] Cerami E., « Web Services Essentials », Livre, édition O'Reilly, février 2002.

[Chasseneuil, 01]

Collectif de Chasseneuil, « Formation ouverte et à distance : l'accompagnement pédagogique et organisationnel », Paris, L'Harmattan, pp. 177, 2001.

[Claës , 01]

Claës G., « Outils et plates-formes d'enseignement - Quelques attentes face aux produits de la Formation Ouverte et A Distance », Février 2001

[Dumace et Fauvet, 08]

M. Dumas, M.-C. Fauvet (version du 12 juin 2008 - 17:18). Intergiciel et Construction d'Applications Réparties. Licence Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr/deed.fr>) 2006-2008.

78

[EYSSAUTIERBAVAY,

08]

Eyssautierbavay C., « Modèles, langage et outils pour la réutilisation de profils d'apprenants », Thèse de Doctorat, université Joseph Fourier Grenoble 1, 2008

[George, 01]

George S., « Apprentissage collectif à distance, SPLASH : un environnement informatique support d'une pédagogie de projet », thèse de doctorat, 2001, université du Maine.

[Giardina et Laurier, 99]

Giardina M. et Laurier M. « Modélisation de l'apprenant et interactivité », Revue des sciences de l'éducation, Vol. XXV, n° 1, 1999, p. 35 à 59

[Hakim, 02]

Hakim A., « L'EAO et les systèmes multi-agents », rapport miniprojet,

Poste graduation INI 2002.

[Hibou et Py, 2006]

Hibou M., et Py D., Représentation des connaissances de l'apprenant. In M. Grandbastien & J.M. Labat (Eds.), Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (pp. 97-116). Paris: Lavoisier, 2006.

[Lameul 00]

Lameul G. « Former et échanger par les réseaux, ingénierie de formation à distance », IUFM de Bretagne, Intervention au séminaire inter-iufm de Nantes 6 et 7/4/00 (adaptation pour RESAFAD).

[Ludovic, 09]

Ludovic A. « Analyse des diagrammes de l'apprenant dans un EIAH de la modélisation orientée objet », Thèse de Doctorat, l'Université du Maine, 2009.

[Mendelsohn et al. 91]

Mendelsohn P., Dillenbourg P., « Le développement de l'enseignement intelligemment assisté par ordinateur », In Conférence donnée à la réunion de l'Association de Psychologie Scientifique de Langue Française, Symposium Intelligence Naturelle et Intelligence Artificielle, Rome, Italie, 1991

[Mesano et al., 03]

Maesano L., Bernard C. et Galles X. « Services Web avec J2EE et .NET » ÉDITIONS EYROLLES, septembre 2003

[Oubahssi, 05]

Oubahssi L., « Thèse de M. L. OUBAHSSI » Conception de plateformes logicielles pour la formation à distance, présentant des propriétés d'adaptabilité à différentes catégories d'utilisateurs et

79

d'interopérabilité avec d'autres environnements logiciels, Thèse de doctorat dans le cadre d'A6/OMERIC, université Paris V, 2005.

[Piaget, 91] Jean Piaget, « Psychologie et pédagogie » (Folios essais, Paris, ed. 1991).

[Py, 98]

Py D., « Quelques méthodes d'intelligence artificielle pour la modélisation de l'élève », Sciences et techniques éducatives, Vol. 5, n° 2, 1998.

[Rocques et Vallées, 07] Rocques P. et Vallées F., « UML 2 en Action, de l'analyse des besoins à la conception », Eyrolles, 2007

[Smahi & Chikh, 08] Smahi M.I & Chikh A., « Adaptation des scénarios d'apprentissage au moment de leur instanciation, Approche basée sur les systèmes hypermédias adaptatifs », Mémoire de Magister, Université de Tlemcen, 2008.

80

Webographie

[Web I.1] <http://www.swissmedia.ch/qsPortal/Home.asp>

[Web I.2] http://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage_en_ligne.htm, dernière consultation 23/02/2010

[Web I.3] <http://www.demarque.qc.ca/demarque/francais/accueil/elearning.asp>

[Web I.4] <http://tecfa.unige.ch/tecfa/research/pnr33/french/pnrweb-15.html> « La recherche en Suisse sur les NTI appliquées à la formation ».

[Web I.5] <http://fr.wikipedia.org/wiki/EIAH.htm> dernière consultation 23/02/2010

[Web I.6] <http://www.iso.ch/iso/fr/ISOOnline.frontpage>, International Standardization

Organization

[Web I.7] <http://www.edutool.com/papi/>

[Web I.8] <http://www.imsglobal.org/profiles/lipinfo01.html> dernière consultation 01/03/2010

[Web II.1] Version originale en anglais : <http://www.w3.org/TR/ws-desc-reqs/> ;
traduction : <http://dept-info.labri.fr/~benois-p/XML/Cours2010/WebServices>

[Web II.2] <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/newto/websvc.html>