

ALEM: Un Modèle de Référence pour les Applications Web Adaptatif Educatif

Mohammed TADLAOUI¹, Azzedine CHIKH², Karim Bouamrane¹

¹ Université d'Oran, Algérie, ² Université de King Saud, Royaume d'Arabie Saoudite
mtadlaoui@hotmail.com, az_chikh@ksu.edu.sa, bouamrane.karim@univ-oran.dz

2010

Résumé

Les systèmes hypermédias adaptatifs (SHA) ou les applications Web adaptatifs sont un axe de recherche entre les hypermédias et la modélisation de l'utilisateur. Les SHA permettent de personnaliser l'hyperespace aux différents utilisateurs. Les modèles de référence existants sont génériques et ne sont pas dédiés aux systèmes éducatifs. Cet article présente un modèle de référence qui est spécifique aux systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs. Ce modèle est baptisé ALEM (Adaptive Learning Environment Model). Il est composé d'un modèle de domaine, d'un modèle d'apprenant, d'un modèle de structuration de cours et d'un modèle d'adaptation. L'apport principal de ce modèle est la modélisation du parcours personnalisé de l'apprenant.

1. Introduction

Les hypermédias adaptatifs sont un domaine de recherche qui essaye de fournir à l'utilisateur un contenu adapté à ses besoins. Les SHA sont utilisés dans plusieurs domaines d'application tel que les systèmes éducatifs, les systèmes d'information en ligne, les systèmes d'aide en ligne et les systèmes de recherche d'information.

Un SHA est un ensemble de nœuds et de liens qui permettent à un utilisateur de naviguer dans la structure de l'hyperespace et de personnaliser dynamiquement les différents aspects visuels de l'hypermédia aux besoins de l'utilisateur. Deux types d'adaptation existent [2] : l'adaptation de contenu et l'adaptation de liens. Le premier type est utilisé pour afficher et ajuster le contenu des pages par rapport aux caractéristiques et aux besoins de l'utilisateur. Le deuxième type permet de personnaliser et de limiter les possibilités de navigation dans l'hypermédia. Il existe plusieurs méthodes pour implémenter les deux types d'adaptation telle que les explications additionnelles ou les explications comparatives pour l'adaptation de contenu et l'annotation, le trie ou le masquage de liens pour l'adaptation de liens.

Trois modèles sont utilisés pour l'adaptation des hypermédias aux besoins de l'utilisateur. Ces modèles sont : (1) le modèle du domaine qui est une représentation du sujet de l'hypermédia par des concepts et des liens entre eux, (2) le modèle de l'utilisateur qui représente les caractéristiques de l'utilisateur et ses besoins et (3) le modèle d'adaptation qui contient les règles nécessaires à l'adaptation. Dans les SHA éducatifs, le modèle d'utilisateur et nommé modèle de l'apprenant.

Brusilovsky [1] distingue deux types de modèles d'utilisateur. Les modèles qui représentent les caractéristiques de l'utilisateur tel que la connaissance, les intérêts ou les buts et les modèles qui représentent le contexte de travail de l'utilisateur tel que le lieu ou la plateforme de l'utilisateur. Les premiers modèles sont importants à tous les systèmes adaptatifs Web tandis que les seconds sont surtout utilisés pour les systèmes adaptatifs mobiles.

Cet article est organisé comme suit : la section deux donne un aperçu sur les modèles de référence les plus connus qui décrivent les SHA. La section trois présente le modèle de référence, ALEM, que nous proposons pour modéliser les SHA pédagogiques. La section quatre illustre l'application du modèle ALEM à l'aide d'un exemple représentant un SHA pédagogique pour l'enseignement de l'UML (Unified Modeling Language) [10]. Cet article sera clôturé par une présentation des éventuelles extensions de ce modèle.

2. Modèles de référence des hypermédias adaptatifs

Les modèles de référence décrivant les systèmes hypermédias classiques (non adaptatifs) ont commencé à apparaître avant l'existence du Web, notamment le modèle HAM (Hypertext Abstract Machine) de Campbell et Goodman créé en 1988. Après l'apparition de ce modèle d'autres ont suivi et le plus connu d'entre eux est le modèle Dexter (Dexter Hypertext Reference Model) [4].

Le cadre théorique des SHA, expliqué dans la section précédente, a servi de base pour définir certains modèles de référence. Les objectifs de ces modèles est de proposer une plateforme pour décrire les systèmes existants et les comparer et de spécifier les systèmes futures. Ces modèles de référence ont aussi pour but de séparer les aspects contenu, structure et présentation des systèmes hypermédias adaptatifs. Parmi les modèles de référence des SHA les plus connus on retrouve le modèle AHAM (Adaptive Hypermedia Application Model) [5], le modèle Munich (Munich Reference Model) [9] et Social LAOS [3]. Les deux sections suivantes présentent respectivement les deux premiers modèles.

2.1. Le modèle AHAM :

AHAM est un modèle de référence qui entend le modèle de Dexter pour décrire les systèmes hypermédias adaptatifs. Il divise les SHA en trois couches qui sont la couche d'exécution, la couche de stockage et la couche de contenu de composants. Ces couches sont interconnectées entre elles à l'aide de deux interfaces : spécification de présentation et ancrage.

AHAM fournit une plateforme pour exprimer les fonctionnalités des SHA en partageant la couche de stockage en trois parties qui spécifient *qu'est ce qui sera adapté*, *selon quelles* caractéristiques il sera adapté, et *comment* il doit être adapté.

La couche de stockage du modèle AHAM est un ensemble de nœuds et de liens. Cette couche est organisée en trois composants qui sont le modèle de domaine, le modèle de l'apprenant et le modèle d'adaptation. Le modèle de domaine représente le domaine d'application de l'hypermédia tel qu'il est aperçu par les auteurs. Le modèle d'utilisateur contient les informations pertinentes sur l'utilisateur utilisées pour l'adaptation. Le modèle d'adaptation rassemble les règles qui sont utilisées pour l'adaptation de l'hypermédia en combinant les informations présentes sur le modèle du domaine et le modèle de l'utilisateur. La couche « contenu de composants » spécifie le contenu et la structure des nœuds. L'adaptation de l'hypermédia est réalisée par le moteur d'adaptation faisant partie de l'interface « spécification de présentation ».

AHAM est un modèle de référence générique utilisé pour décrire les systèmes hypermédias adaptatifs de tous types (pédagogique, aide en ligne, SI en ligne, etc.).

2.2. Le modèle Munich :

Le modèle de référence Munich est un modèle basé sur le modèle Dexter. Il a été développé indépendamment du modèle AHAM. Le principal apport de ce modèle est qu'il utilise un langage graphique pour la description des différents composants d'un SHA. L'architecture en couche a été remplacée par un diagramme de package UML et la description du modèle de l'utilisateur, de domaine et d'adaptation a été illustrée par des diagrammes de classes UML. Ces derniers diagrammes sont aussi utilisés pour décrire les différentes fonctions qui sont offertes par les trois modèles.

Autre que l'aspect graphique de la modélisation, le modèle Munich apporte les extensions suivantes par rapport à ses deux prédécesseurs :

- Les composants du modèle de domaine ne sont pas reliés seulement par des relations de navigation (liens), mais aussi par d'autres relations conceptuelles tel que « part de », « pré requis de » et « variante de » ;
- Le modèle de l'utilisateur inclut un gestionnaire d'utilisateur et un modèle pour chaque utilisateur du système composé d'attributs et de valeurs ;
- Deux types d'attributs d'utilisateur sont pris en compte : les attributs qui sont dépendant du domaine et ceux qui sont indépendants du domaine ;
- Les règles sont classées en règles de construction, règles d'acquisition et règles d'adaptation (adaptateur de contenu, adaptateur de lien, et adaptateur de présentation) ;
- Le modèle d'adaptation modélise aussi le comportement de l'utilisateur (la navigation, les entrées et l'inactivité de l'utilisateur).

Le modèle de référence Munich est aussi un modèle qui n'est pas utilisé seulement pour les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs mais aussi pour les autres types de SHA.

3. Notre contribution : le modèle ALEM

Le modèle ALEM (Adaptive Learning Environment Model) est une extension du modèle de référence Munich. Le modèle Munich et AHAM sont très similaires. Le premier modélise les SHA du point de vue de l'approche « orienté objet » tandis que le deuxième les modélise du point de vue de l'approche « base de données ». Le modèle Munich a été choisi comme modèle de base à cause de son approche de modélisation. L'apport essentiel de notre modèle est la modélisation du cours et du processus pédagogique. Les objectifs principaux qui ont guidé l'élaboration de notre modèle sont :

1. Décrire les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs existants ou futurs ;
2. Inclure la notion d'activité pédagogique et la notion de processus pédagogique ;
3. Prendre en compte tous les types de représentation du modèle de l'utilisateur (Modèle de recouvrement, modèle de perturbation, modèle stéréotypé, etc.) ;
4. Modéliser les buts de l'apprenant et les distinguer des buts des concepts du domaine.

Le modèle ALEM est décrit à l'aide de UML. Ce langage nous a permis de faire une description visuelle et riche de notre modèle. Il nous a été utile aussi pour bien montrer les concepts de notre modèle et les différentes relations entre eux. Les éléments rajoutés à notre modèle par rapport au modèle Munich sont marqués avec un astérisque (*).

Quoique l'architecture de notre modèle contient les mêmes trois couches existantes dans le modèle Munich, elle étend leurs fonctionnalités pour une meilleure modélisation des systèmes pédagogiques et elle comprend une couche supplémentaire qui est la couche pédagogique. Comme dans le modèle Munich, nous utilisons dans notre modèle de référence l'expression « méta modèle » pour nommer les différents modèles contenus dans ALEM.

Les différentes couches du modèle ALEM, représentées dans la figure 1, sont les suivantes :

1. **La couche contenu de composant** (Within Component Layer) contient le contenu et la structure des nœuds de l'hypermédia, et elle sert aussi à isoler les autres couches des détails spécifiques aux médias ;
2. **La couche de stockage** (Storage Layer) stocke les informations sur la structure de l'hypermédia. Cette couche est composée de trois méta modèles :
 - **Le méta modèle du domaine** décrivant le domaine d'application de l'hypermédia ;
 - **Le méta modèle de l'apprenant** décrivant les caractéristiques de l'apprenant utiles pour la personnalisation de l'hyperespace ;
 - **Le méta modèle de l'adaptation** décrivant les stratégies et les règles d'adaptation.
3. **La couche pédagogique** (Learning Layer) est une représentation abstraite du cours. Cette couche contient le modèle de structuration de cours ;
4. **La couche d'exécution** (Run Time Layer) est la description de la manière de présentation des nœuds. Cette couche est responsable de l'interaction avec l'apprenant, l'acquisition des données de l'apprenant et la gestion des sessions.

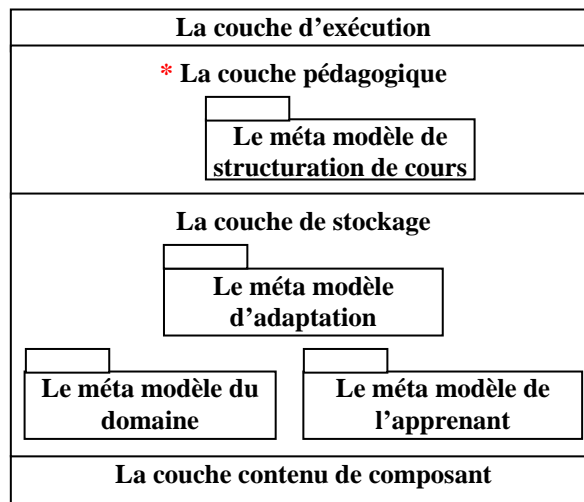


Figure 1 : Le Modèle ALEM

3.1. Le méta modèle du domaine

Le *méta modèle du domaine* décrit la structure de l'hypermédia comme un ensemble de composants. La figure 2 montre le méta modèle du domaine et sa répartition dans les couches *stockage* et *contenu de composant*.

Le domaine d'application de l'hypermédia est modélisé par la classe *Domaine*, il est décrit par des attributs qui vont permettre l'interopérabilité avec d'autres systèmes. Un domaine est constitué d'un ensemble fini de composants.

La classe *composant* permet de représenter abstraitement tous les composants du domaine d'application : les concepts, les pages, les fragments, et les relations entre composants. Un composant peut être décrit par plusieurs descripteurs à l'aide du formalisme LOM [6] qui est un standard qui fournit un ensemble d'attributs pour la description des ressources pédagogiques. La classe *but* sert à représenter les objectifs pour lesquels le composant est créé. Un but peut être réalisé lui-même par d'autres buts.

Le *méta modèle du domaine* permet aussi de décrire, par le biais de la classe *spécification de présentation*, la manière de présenter un composant ou une relation à l'utilisateur final.

Un *concept* est une représentation abstraite des informations du domaine d'application. Il est défini par une ou plusieurs pages.

Les composants *page* et *fragment* sont contenus dans la couche *contenu de composant*. Une page est constituée d'un ou plusieurs fragments. Un fragment appartient à un canal de média (Audio, Vidéo, Image, texte, etc.). Chaque canal est renseigné par des propriétés (Volume audio, style de texte, luminosité des images, etc.) qui sont utilisés pour la personnalisation de la présentation.

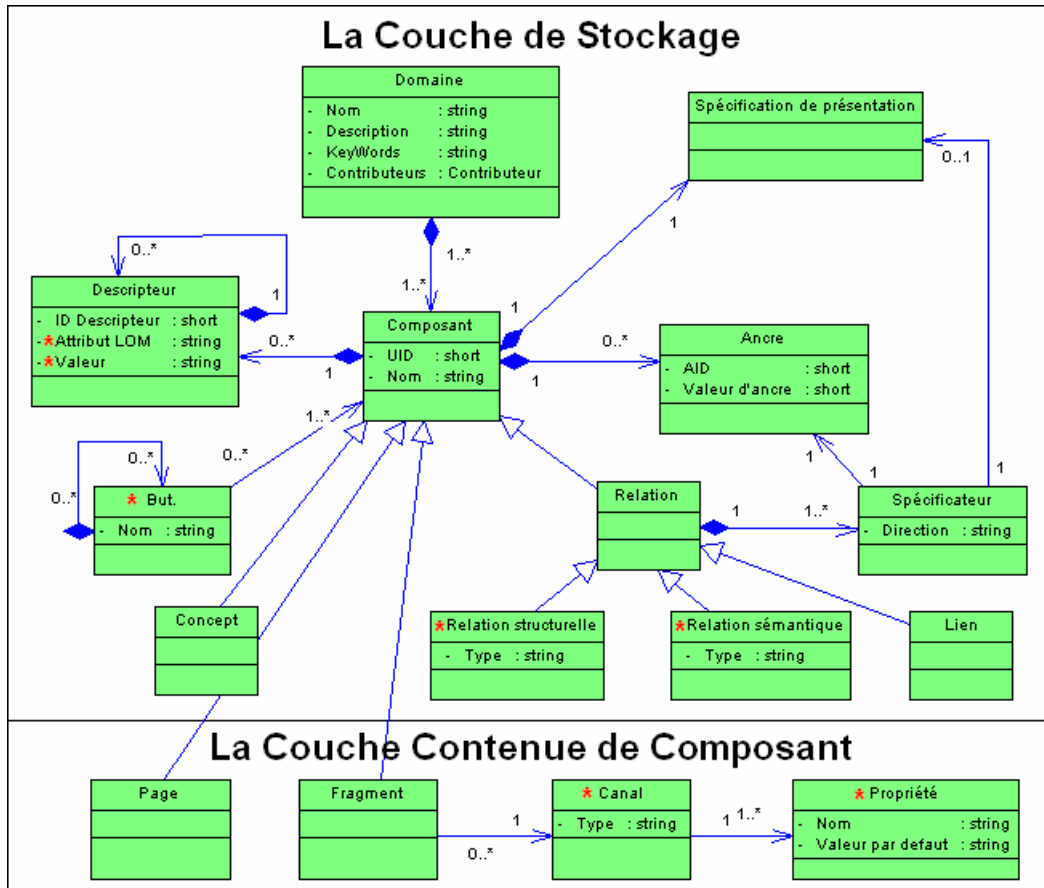


Figure 2 : Le méta modèle du domaine

Le composant *relation* représente un mécanisme de lien entre les différents composants du domaine. Comme le montre le méta modèle, une relation peut être soit :

- **Un lien de navigation** : c'est le lien qui permet à l'utilisateur de se diriger d'une page à une autre pour parcourir l'hypermédia. Ce lien relie les pages et les fragments ;
- **Une relation sémantique** : elle est utilisée pour exprimer n'importe quel type de liens sémantique (pré requis de, est similaire, est une version de, basé sur, et, ou, avant, après, est important dans, etc.) pour relier tout type de composants ;
- **Une relation structurelle** : elle est utilisée pour exprimer la relation de composition entre concepts, pages et fragments. Parmi les relations structurelles possibles on retrouve : est un, fait partie de et définit le concept.

Une relation peut contenir un ou plusieurs *spécificateurs* pour permettre la description des relations réflexives, binaires ou n-aires. Chaque spécificateur pointe vers une *ancree* d'un composant. Par exemple dans le cas où la relation est un lien hypertexte, la relation doit être composée de deux spécificateurs, l'un pointe vers l'ancree de la page source et l'autre vers celui de la page destination. Dans le spécificateur *source* la valeur de l'attribut direction est mise à 'From', et dans l'autre à 'To'. La valeur de l'ancree de la destination représente l'URL de la page destination. Par le biais de ce mécanisme d'ancrage, les relations les plus complexes peuvent être modélisées.

3.2. Le méta modèle de l'apprenant

Le *meta modèle de l'apprenant* décrit la structure interne d'un modèle de l'apprenant. Un apprenant est modélisé par un identificateur (LID) et un ensemble d'attributs. Avec ces attributs le système hypermédia adaptatif permet de représenter les *caractéristiques* qui sont pertinentes pour l'application. On peut distinguer différents types

d'informations contenus dans un modèle d'apprenant : nom, âge, connaissances, background, expérience, buts, etc., classifiées dans sept catégories. Les valeurs assignées aux attributs représentent les croyances du système au sujet de l'apprenant.

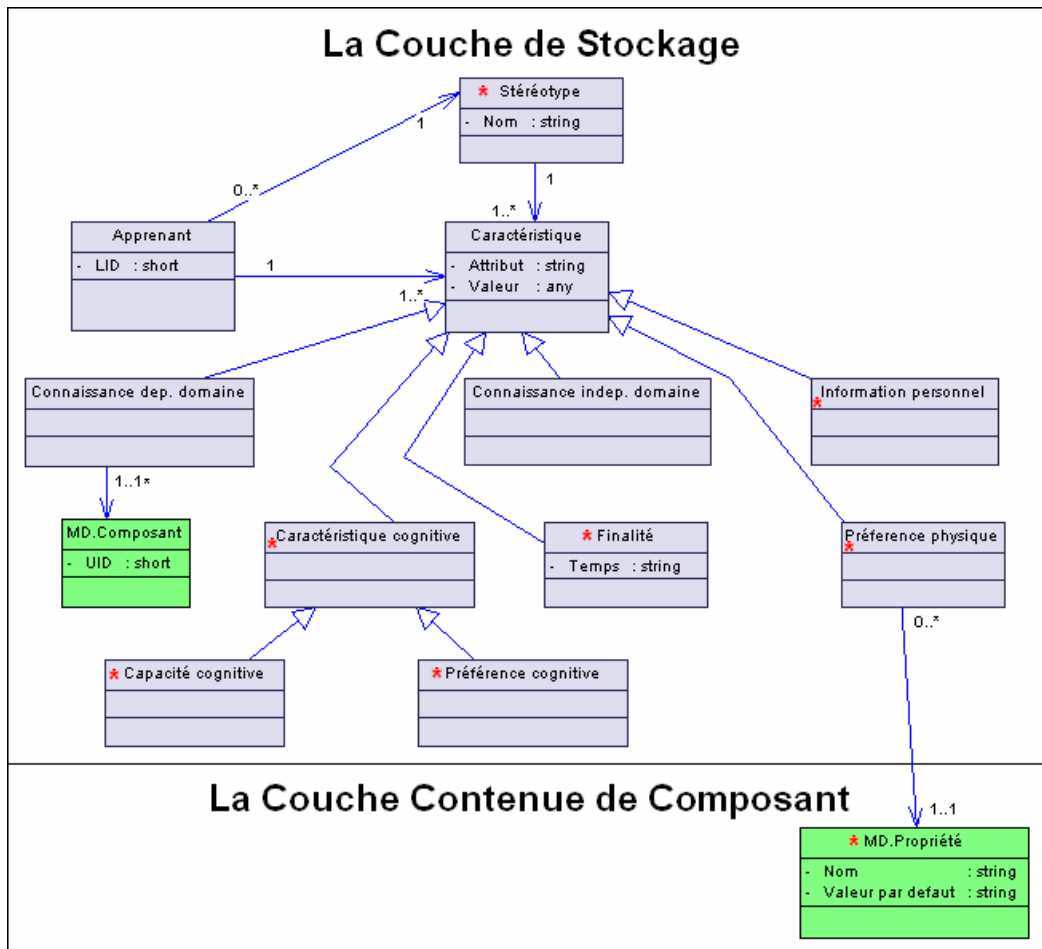


Figure 3 : Le méta modèle de l'apprenant.

Les caractéristiques de l'apprenant sont les suivantes :

- **Information personnelle** : cette caractéristique représente toutes les informations générales concernant l'apprenant, comme par exemple : nom, âge, langages, niveau scolaire, diplômes, certificats, etc. ;
- **Connaissance dépendante du domaine** : c'est la connaissance que l'utilisateur a acquit sur un concept du domaine d'application de l'hypermédia. Elle peut être une valeur exacte qu'un apprenant a sur un concept ou une probabilité qu'un apprenant connaît un concept spécifique ;
- **Connaissance indépendante de domaine** : C'est les connaissances, dans les domaines connexes au domaine de l'hypermédia, qui sont pertinentes pour l'adaptation ;
- **Finalité** : cette caractéristique représente le but que l'apprenant doit atteindre. La classe *finalité* contient un attribut temps, qui représente le temps nécessaire pour atteindre la finalité ;
- **Préférence physique** : c'est les préférences reliées au canal du média (volume audio, police de caractère, vitesse vidéo, etc.) ;
- **Caractéristique cognitive** :
 - o **Capacité cognitive** : comme par exemple la vitesse d'apprentissage ;
 - o **Préférence cognitive** : tel que le type d'interactivité avec le système (actif ou passif), la densité du contenu, le degré de difficulté, le type de ressource (formel, graphique, simulation, etc.).

Le modèle ALEM permet de prendre en compte la notion de stéréotype (classe *stéréotype*). Ces stéréotypes ont des caractéristiques avec des valeurs par défaut qui sont utilisées principalement dans l'initialisation des valeurs des caractéristiques de l'apprenant.

Le méta modèle de l'apprenant et sa relation entre les classes *composant* et *propriété* du modèle du domaine sont illustrés dans la figure 3.

3.3. Le méta modèle d'adaptation

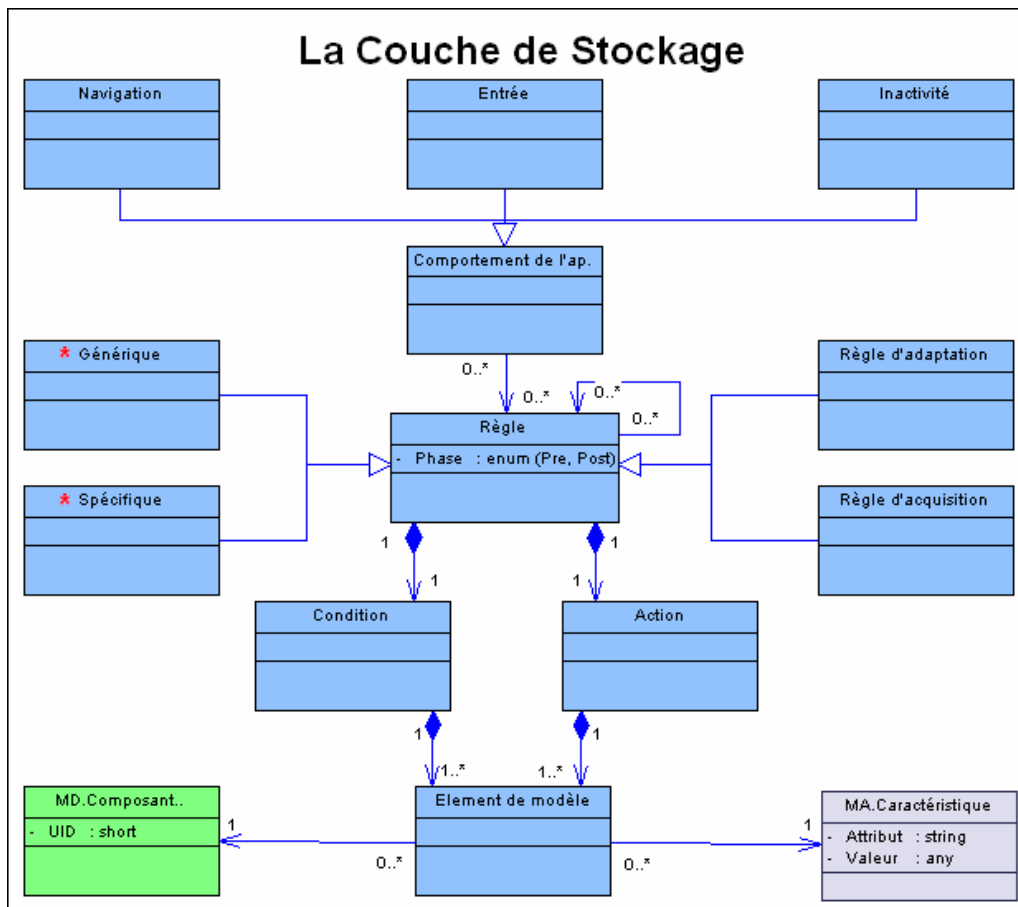


Figure 4 : Le méta modèle d'adaptation.

Le méta modèle d'adaptation de ALEM, montré dans la figure 4, décrit comment l'adaptation de lien et de contenu est effectuée et comment le modèle de l'apprenant est mis à jour. L'adaptation est faite en utilisant les informations du modèle de domaine, du modèle de l'apprenant, et l'interaction de l'apprenant. L'opération d'adaptation est réalisée par le moteur d'adaptation. L'élément de base utilisé pour modéliser l'adaptation est la règle (classe *règle*) qui détermine comment les pages sont construites et comment elles sont présentées à l'apprenant.

Une règle est constituée de deux parties :

- **Une condition** : c'est les conditions nécessaires pour l'application d'une règle ;
- **Une action** : c'est les résultats d'une règle (mise à jour du modèle d'apprenant ou adaptation du contenu ou de la présentation).

Les deux parties d'une règle contiennent des expressions qui sont constituées des éléments et des opérateurs logiques. Ces éléments sont principalement soit une caractéristique d'un apprenant ou un composant.

Une règle peut être appliquée après ou avant la génération de la page suivant l'attribut *phase* de la classe *règle* qui peut prendre comme valeur '*post*' ou '*pre*'.

Une règle peut appartenir à l'une des classes suivantes :

- **Règle d'adaptation** : utilisée pour adapter le contenu, les liens et la présentation de l'application ;
- **Règle d'acquisition** : utilisée pour mettre à jour le modèle de l'apprenant.

Un SHA peut avoir des règles d'adaptations prédéfinies (classe *règle générique*). Si ces règles ne suffisent pas, d'autres nouvelles règles (classe *règle spécifique*) peuvent être définies. La création d'une règle d'adaptation générique est faite par le concepteur du système, alors qu'une règle spécifique est créée par les auteurs du système hypermédia.

Le comportement de l'apprenant, incorporé dans le méta modèle d'adaptation, est classifié selon les actions de l'apprenant : *navigation*, *entrée* et *inactivité*. Une règle est déclenchée soit par le comportement de l'apprenant ou par une autre règle.

Notre modèle représente les règles d'une manière générale et il n'est pas un formalisme de représentation de règles. La syntaxe des règles permises dépend du système hypermédia.

3.4. Le méta modèle de structuration de cours

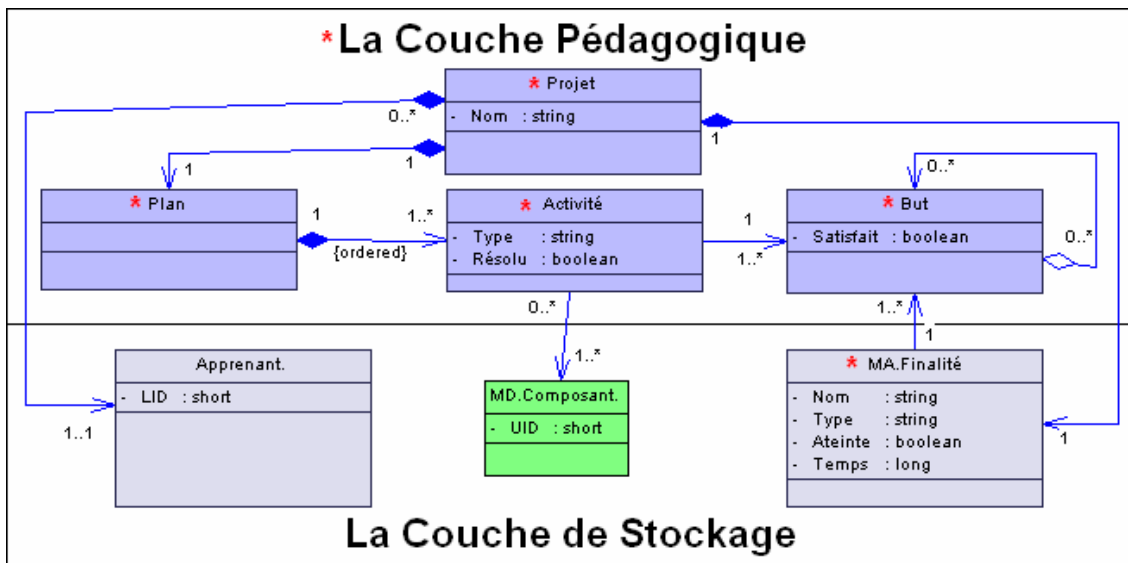


Figure 5 : Le méta modèle de structuration de cours.

Un cours est l'ensemble des activités pédagogiques choisies pour représenter une matière spécifique pour répondre à une finalité bien précise. Dans le modèle ALEM, la structure d'un cours est modélisée sous forme d'un arbre ET/OU.

Le modèle de structuration de cours est composé de quatre types de nœuds :

- **Finalité** : c'est l'objectif final qu'un apprenant doit atteindre en fin de cours. Par exemple : réviser UML en moins de 10 jours. Une finalité est décomposée en plusieurs buts ;
- **But** : c'est l'élément de l'arbre qui définit les buts intermédiaires entre la finalité et les activités. Un but peut être décomposé en d'autres buts et il est réalisé par une ou plusieurs activités ;
- **Activité** : c'est un but de plus bas niveau ou un but opérationnel. Elle définit une tâche que l'apprenant doit effectuer, comme par exemple acquérir un concept, résoudre un problème, écouter une séquence audio, etc. Elle doit être réalisée pour satisfaire un but. Une activité est reliée avec des composants définis dans le modèle du domaine ;
- **Composant** : c'est l'élément sur le quel une activité est exécutée. Il représente les ressources pédagogiques. Il peut être soit un concept, une page ou un fragment.

Le *méta modèle de structuration de cours* illustré dans la figure 5, permet de représenter le modèle de structuration de cours. A partir d'un arbre de cours, le système génère une séquence d'*activités*, que l'apprenant doit suivre pour atteindre la finalité. Cette séquence est appelée *plan* (parcours pédagogique).

Dans ce modèle, nous avons défini un *projet* pédagogique comme étant un package qui contient une *finalité* et un *plan* et qui est affecté à un *apprenant* précis. Un apprenant peut avoir plusieurs projets en cours.

3.5. Le processus de génération du parcours adapté (plan)

Après que l'apprenant, ait choisi une finalité, le système doit exécuter les étapes suivantes pour générer le parcours adapté :

- 1- Mettre à jour le modèle de l'apprenant avec la valeur de la finalité choisie ;
- 2- Sélectionner un sous réseau du modèle de domaine qui satisfait cette finalité ;
- 3- Eliminer du réseau résultant les composants qui sont déjà acquis par cet apprenant ;
- 4- Générer l'arbre du modèle de cours :
 - a. Positionner les composants (concepts, page et fragments) en bas de l'arbre (feuilles de l'arbre) ;
 - b. Positionner leurs buts strictement supérieurs dans le niveau n-1 de l'arbre et les nommer comme activités ;
 - c. Ajouter dans les niveaux les plus inférieurs de l'arbre (niveau < n-1) les buts de plus haut niveau ;
 - d. Ajouter dans le niveau un (racine de l'arbre) la finalité.
- 5- Choisir un cheminement parmi les différents chemins possibles pour atteindre la finalité en se basant sur les règles ;
- 6- Mettre à jour le modèle de l'apprenant par les valeurs du projet, les activités, les buts et le plan.

4. Cas d'application

Après avoir vu les caractéristiques du modèle ALEM, nous allons illustrer dans cette section son application sur un exemple. Il s'agit d'un système hypermédia adaptatif éducatif pour l'enseignement de l'UML. Nous avons nommé ce système 'UML Tutor'.

4.1. Le modèle du domaine

Nous avons vu que le modèle de domaine est la composante de système d'enseignement qui permet de représenter le domaine à enseigner. Le système *UML Tutor* est constitué de composants qui décrivent les différents concepts d'UML (classe, objet, acteur, etc.). Les composants de notre système peuvent être reliés par cinq types de relations (compose, pré requis, décrit, avant, lien de navigation).

La figure 6 représente un sous ensemble du modèle du domaine de *UML Tutor*, présentant un cours sur le diagramme de classe.

Pour des raisons de simplicité de représentation graphique, les spécificateurs des relations n'ont pas été représentés dans la figure 6. La figure 7 montre un exemple d'une représentation complète, à l'aide des spécificateurs et des ancres, d'une relation dans le système *UML Tutor*.

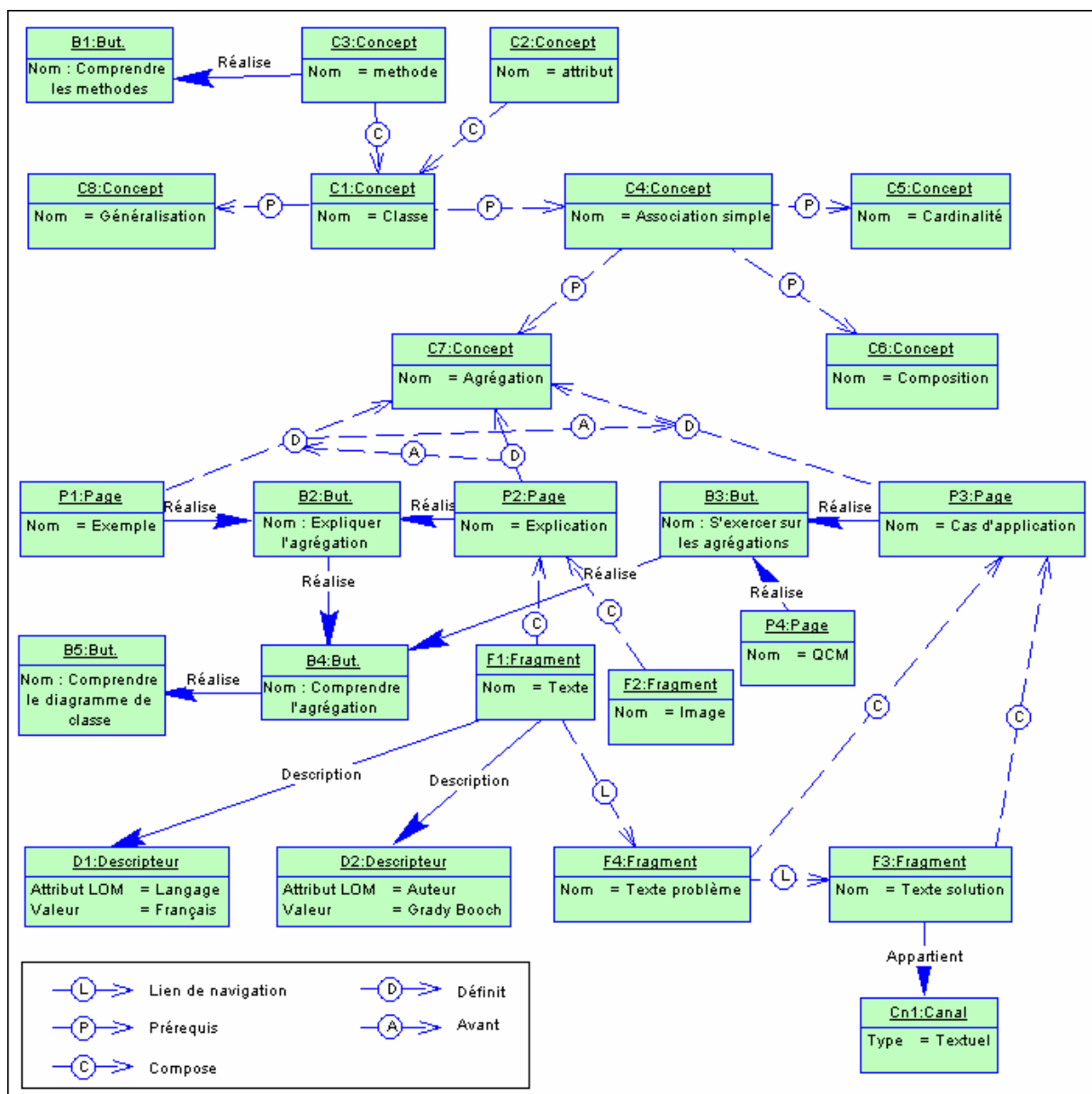


Figure 6 : Le modèle de domaine d'UML Tutor.

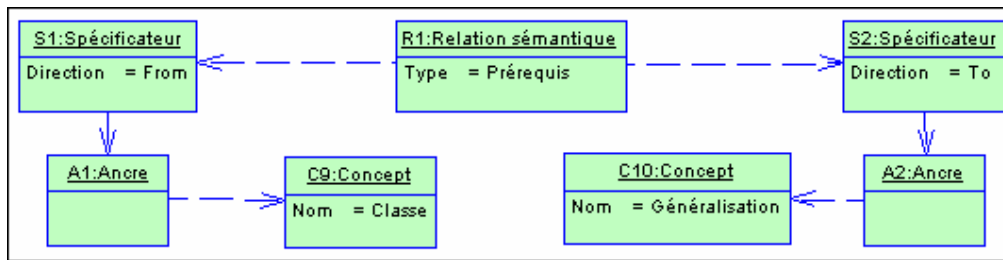


Figure 7 : Un exemple d'une relation dans UML Tutor.

4.2. Le modèle de l'apprenant

Nous avons vu que ce modèle définit l'ensemble des informations caractérisant l'apprenant. Dans notre exemple nous allons choisir le modèle de recouvrement pour représenter le modèle de l'apprenant. La figure 8 montre le modèle d'un apprenant décrit à l'aide de quelques caractéristiques.

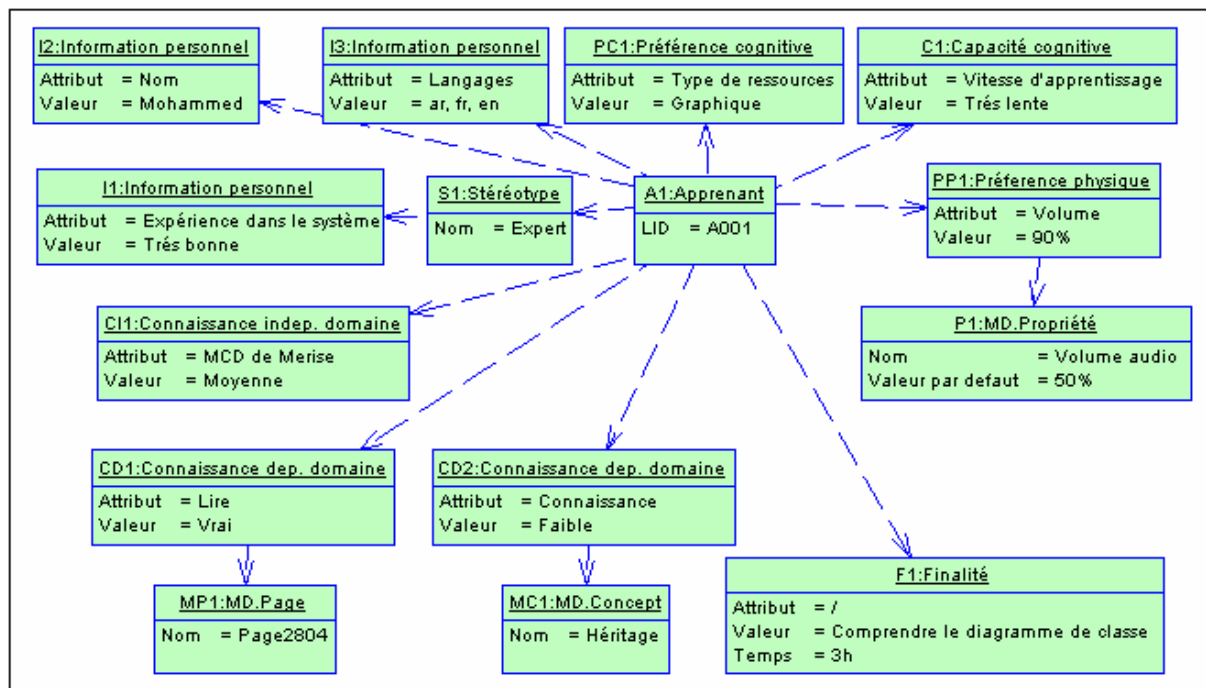


Figure 8 : Un modèle d'apprenant d'UML Tutor.

4.2. Le modèle d'adaptation

Nous avons vu que le modèle d'adaptation est la composante de système d'enseignement qui permet de définir les règles qui permettent la personnalisation de l'hyperespace à l'utilisateur. Ci-dessous quatre exemples de règles d'adaptation :

- Règle 1 : $\text{Access}(\text{Page}) \rightarrow \text{Page.Lire} := \text{Vrai}$;
- Règle 2 : $\text{R.Type} = \text{Prerequis} \text{ and } \text{R.Page_source.Lire} = \text{Vrai} \rightarrow \text{R.Page_destination.Pret_a_etre_lue} := \text{Vrai}$;
- Règle 3 : $\text{Access}(\text{Page}) \rightarrow \text{Page.Police_de_caractere} := \text{Apprenant}(\text{LID}).\text{Preference_physique.Police_de_caractere}$;
- Règle 4 : $\text{R.Type} = \text{Lien_de_navigation} \text{ and } \text{R.Destination.Page.Pret_a_etre_lue} = \text{Faux} \rightarrow \text{R.Presentation.Police.Couleur} := \text{rouge}$.

La règle 1 exprime que si un apprenant accède à une page alors le système considère que cette page est lue. La règle 2 illustre le fonctionnement de la relation de pré requis. Si la relation est de ce type et la page source de cette relation est déjà lue par l'apprenant alors la page destination est marquée comme prête à être lue. Les deux règles précédentes sont des règles d'acquisition. La règle 1 peut déclencher la règle 2.

La règle 3 montre que si un apprenant accède à une page le système modifie la police de caractère de la page suivant le choix de l'apprenant. La règle 4 dit que si la page destination d'un lien n'est pas encore prête à être lue alors ce lien est coloré en rouge. Ces deux dernières règles sont des règles de construction.

4.3. Le modèle de structuration de cours

La figure 9 représente le modèle de structuration de cours satisfaisant la finalité 'Comprendre le diagramme de classe' qui est généré pour un apprenant précis. A partir de cet arbre ET/OU, un plan (processus pédagogique) sera généré suivant le profil de l'apprenant.

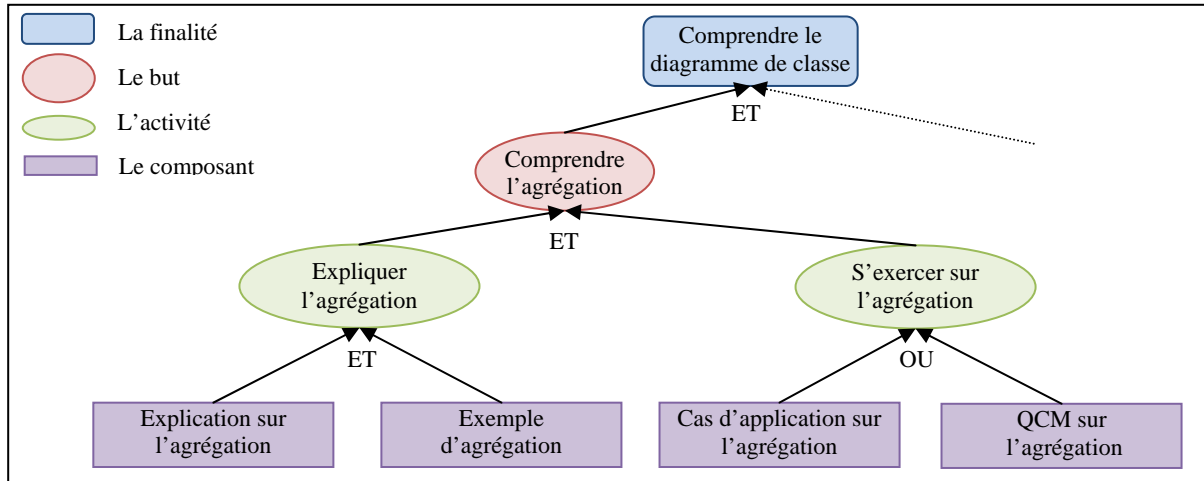


Figure 9 : Un modèle de structuration de cours dans UML Tutor.

5. Conclusion

Les hypermédias classiques fournissent les mêmes pages aux différents utilisateurs même si la population des utilisateurs est diverse (différentes connaissances, différents buts, etc.). Ces utilisateurs ont besoins des pages qui sont adaptées à leurs profils et à leurs exigences. Les SHA essayent de palier les problèmes des hypermédias classiques en utilisant la connaissance présente dans le modèle de l'utilisateur pour adapter le contenu et les liens qui sont présentés à un utilisateur donné.

Dans ce travail nous avons introduit un modèle de référence pour les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs, appelé ALEM. L'architecture de ce modèle est similaire à celles des modèles AHAM, Munich et Social LAOS. Le grand apport de notre modèle est la modélisation du parcours personnalisé de l'apprenant.

Les perspectives de ce travail consistent à coupler le modèle ALEM avec les spécifications du consortium IMS Global IMS-LD[8] et LIP[7] en vue d'une meilleure interopérabilité sémantique.

6. Références

- [1] Brusilovsky P., Millan E.. User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. The Adaptive Web Book. Springer Berlin / Heidelberg, 2007.
- [2] De Bra P., Adaptive Hypermedia, Handbook on information technologies for education and training 2nd ed, Springer, 2008.
- [3] Ghali F., Cristea A. I., Social Reference Model for Adaptive Web Learning, Springer Berlin / Heidelberg, 2009.
- [4] Halasz F., Schwartz M., The Dexter Hypertext Reference Model. Communications of the ACM 37(2), 1994.
- [5] Hongjing W., Thèse de doctorat : A reference architecture for adaptive hypermedia applications, Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2002.
- [6] IEEE Learning Technology Standard Committee, Learning Object Metadata (LOM), <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Consultée le 05/03/2010.
- [7] IMS Global Learning consortium, Learner Information Packaging (LIP), <http://www.imsglobal.org/profiles/lipinfo01.html>. Consultée le 05/03/2010.
- [8] IMS Global Learning consortium, Learning Design (LD), http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsld_info01p0.html. Consultée le 02/03/2010.
- [9] Koch N., Wirsing M., The Munich Reference Model for Adaptive Hypermedia Applications, The 2Nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, Springer Verlag, 2002.
- [10] Object management, group, UML : The Unified Modeling Language, <http://www.omg.org/uml>. Consultée le 14/03/2010.