

MODELISATION ONTOLOGIQUE POUR LA CREATION D'UN HYPERMEDIA ADAPTATIF

Amel Behaz,

Enseignant chercheur en Sciences de l'information

amelbehaz@hotmail.com

Mahieddine Djoudi,

Maître de conférences

mahieddine.djoudi@univ-poitiers.fr

Adresse professionnelle

Faculté des Sciences, Université de Batna (05000) Algérie

UFR Sciences SP2MI, Université de Poitiers Teleport 2, Boulevard Marie et pierre Curie BP
30179,86962 Futuroscope, Chasseneuil Cedex- France

Résumé : A l'heure actuelle les ontologies constituent une solution pour la représentation et le partage des connaissances. Une nouvelle vision de représentation formelle pour la conception des hypermédias adaptatifs. C'est dans ce contexte que se situe nos travaux de recherches, concernant la modélisation d'un système hypermédia adaptatif basé sur des ontologies dans le domaine du e-learning. Nous présentons une ontologie simple du domaine de connaissance couvert par les ressources. Une ontologie ressource décrite par deux ensembles de métadonnées. Une ontologie apprenant basé sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils apprenants. Un modèle d'adaptation qui permet de générer un contenu personnalisé en appliquant des règles de structuration et de présentation.

Summary : At the moment ontologies constitute a solution for the representation and sharing of knowledge. A new vision of formal representation for the design of adaptive hypermedia. In this context, is located our research work concerning the modeling of an adaptive hypermedia system based on ontologies in the field of e-learning. We present a simple ontology of the domain knowledge covered by the resources. Ontology resource described by two sets of metadata. Ontology learning based on the results of cognitive theories for the description of learner profiles. A model of adaptation that generates personalized content by applying the rules of structure and presentation.

Mots clés : Hypermédia adaptatif, Ingénierie des connaissances, web sémantique, ontologie, modélisation apprenant

Key words : Adaptative hypermédia, knowledge engineering, semantic web, ontology, learner modelling.

Modélisation ontologique pour la création d'un hypermédia adaptatif

1 - INTRODUCTION

Les ressources pédagogiques hypertexte et hypermédia sont de plus en plus nombreuses sur le Web. Il en découle une difficulté pour la mise en place de modèles généraux pour intégrer différents besoins de traitements de ces contenus. C'est donc un travail de modélisation qu'il faut effectuer pour représenter, structurer, indexer, filtrer, adapter et personnaliser la recherche. Les systèmes hypermédias adaptatifs dans le domaine de l'enseignement à distance (e-Learning) proposent des solutions à ces problèmes (David, 2001), (De Bra et al., 2004). L'objectif de ces systèmes est d'adapter la présentation de la connaissance et aider l'apprenant à naviguer à travers le graphe composé par l'ensemble des pages et des liens.

Il existe un certain nombre de standards de méta-données pour la description de ressources. Parmi eux, les plus connus sont le Dublin Core, le LOM (Learning Object Metadata), IMS et SCORM (Sharable Content Object Reference Model). Néanmoins, ces standards ne correspondent généralement pas aux besoins des applications, leurs manques de richesse descriptive vont fortement les limiter dans la prise en compte des fonctions importantes que sont la réutilisation et l'adaptation aux apprenants.

A l'heure actuelle les ontologies constituent une solution très prometteuse pour la représentation et le partage des connaissances (Dehors, 2005). Les travaux dans le Web sémantique (Corby et al., 2004), (Duitama et al., 2005), (Londo, 2006) tentent de rendre le contenu des ressources interprétable et réutilisable par les systèmes hypermédias adaptatifs.

C'est dans ce contexte que se situe le champ d'application de nos travaux afin d'intégrer une nouvelle vision de représentation formelle. Dans cet article, Nous allons passer en revue les différentes techniques de conception des hypermédias adaptatifs pour l'enseignement à distance. Nous présentons ensuite notre approche de modélisation fondée sur des ontologies. Une ontologie apprenant basée sur des résultats des travaux des théories

cognitives pour la description des profils apprenants plus précisément pour la représentation des préférences d'apprentissages. Ensuite, nous présentons une ontologie simple du domaine de connaissance couvert par les ressources. Cette ontologie est structurée en utilisant des concepts et des relations. Enfin, Le modèle d'adaptation sera élaboré en appliquant des règles de sélection adaptation et présentation. Nous terminons par la mise en œuvre d'un prototype afin de valider nos propositions et un bilan de nos travaux. Notamment à travers la description des apports essentiels de notre étude.

2 - APPROCHES DE MODELISATIONS DES HYPERMEDIAS ADAPTATIFS

Plusieurs approches de conception des hypermédias adaptatifs ont été développées. Au début Peter Brusilowsky a introduit plusieurs formes d'adaptations. Adaptation de contenu et de composition des documents, et adaptation de navigation entre les documents. Vers la fin des années 1990, les premières modélisations génériques des systèmes hypermédias adaptatifs sont apparues (Brusilowsky et al., 2005). La plupart des modèles ont un découpage du système selon trois parties : le modèle de l'utilisateur, le modèle du domaine et le modèle de l'adaptation.

Le but de la modélisation de l'apprenant est de donner une description aussi complète et fidèle que possible de tous les aspects relatifs aux comportements de cet utilisateur. Les modèles utilisateurs dans les hypermédias adaptatifs sont en général compatibles avec les standards IMS (Ims., 2007) et PAPI (Public And Private Information) (Papi, 2007). Il suffit de choisir d'utiliser leurs structures et leurs vocabulaires pour former des paires attribut-valeur nécessaires à la construction des modèles.

Le modèle du domaine permet de définir des représentations des connaissances en spécifiant leur type, contenu, indexation, mécanismes de filtrage, organisation, assemblage afin de suivre l'apprenant.

Le modèle d'adaptation permet de générer un contenu personnalisé à partir de l'espace d'informations du modèle apprenant et en appliquant des règles de structuration et de

présentation. Il existe de nombreuses approches pour modéliser l'adaptation à l'aide de la logique (Henze, 2003), (Woukeu et al., 2003), (Stash et al., 2005), qui reposent le plus souvent sur l'utilisation de règles.

3 - DESCRIPTION DES MODELES PROPOSES

3.1 - Ontologie apprenant

Plusieurs travaux ont proposé des solutions à base d'ontologies pour décrire des profils apprenants. (Razmerita, 2005) (Basque, 2008)

(Jacquiot, 2006) ont élaboré des modèles pour la représentation des connaissances des apprenants afin de pouvoir suivre et contrôler leurs activités.

Notre approche de modélisation est basée sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils d'apprenants plus précisément pour la représentation des styles (préférences d'apprentissages). Le modèle apprenant proposé est défini comme une ontologie, comprenant diverses caractéristiques d'un utilisateur, à base de concepts, sous concepts et relations entre les différents concepts. Nous proposons de décrire un apprenant sous 4 facettes (Figure 1). Ces facettes sont décrites comme des notions abstraites dans l'ontologie :

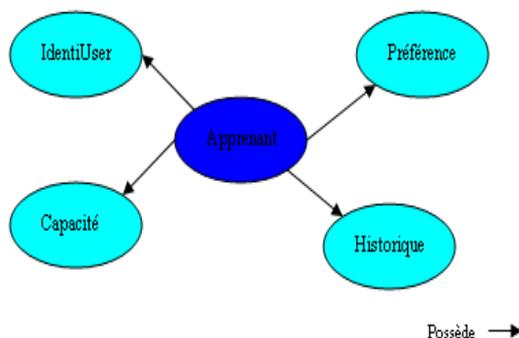


Figure 1. Ontologie apprenant élaboré.

- La première facette appelée *IdentiUser* est chargée de représenter les informations concernant un utilisateur particulier. Elle est composée d'attributs prédéfinis indispensables et communs à tous les utilisateurs : nom, prénom, identifiant, langue, type de média... se modélise sous forme d'un

ensemble de couples attribut-valeur. Exemple considérons A_1 un apprenant décrit ainsi : $\langle A_1, \langle \text{Nom, "xxx"} \rangle, \langle \text{langage, \{"français", "anglais"\}} \rangle, \langle \text{media, \{"texte", "vidéo"\}} \rangle \rangle$.

- La deuxième facette appelée *Préférences* chargée de représenter les préférences d'apprentissages chez les apprenants. Cette composante est basée sur la théorie des types psychologiques de MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) et inspiré directement de la théorie des types psychologiques de Carl Gustav Jung (Todd, 2004), aboutissant à la conception d'un indicateur MBTI. Le MBTI est un outil qui permet à un individu d'être conscient de ses propres préférences comportementales. Selon cette théorie, chacun possède une préférence naturelle. Dès leur jeune âge, les individus manifestent des différences entre les manières d'apprentissages :

Certains préfèrent recevoir des instructions complètes et précises avant de commencer une nouvelle tâche : (T);

Certains préfèrent passer immédiatement à l'action et apprendre sur le tas : (F);

Certains ont besoin de terminer le sujet en cours avant de passer au suivant : (J);

Certains ont besoin de souplesse, de possibilités d'exploration : (P);

Certains ont besoin de temps et d'espace pour : (L);

Enfin, certains sont très rapides dans l'assimilation des apprentissages : (R).

Cette composante se modélise sous forme d'un vecteur conceptuel $V_p = (T_p, F_p, J_p, P_p, L_p, R_p)$, ce vecteur permet de spécifier le style psychologique MBTI de l'apprenant et donc de renseigner sur ces préférences d'apprentissages. Il existe des questionnaires permettant de déterminer le type psychologique d'une personne. Par exemple les types psychologique

d'un apprenant A_1 est décrit comme suit:
 $\langle A_1, \langle Tu, "20\% \rangle, \langle Fu, "10\% \rangle, \langle Ju, "35\% \rangle, \langle Pu, "10\% \rangle, \langle Lu, "20\% \rangle, \langle Ru, "10\% \rangle \rangle$

- La troisième facette appelée **Capacité** (connaissance) chargée de représenter ou de donner un niveau de connaissance d'un apprenant pour un concept. Cette connaissance est modélisée par un stéréotype (classe d'individus) qui peut être obtenu à l'aide d'un test de niveau (QCM). Le modèle stéréotype permet la modélisation de la connaissance dans un groupe. L'apprenant est classé sous un stéréotype, hérite de ses propriétés et dispose des adaptations élaborées par le stéréotype en question. Les valeurs possibles sont: *très bas, bas, moyen, bon, excellent* cette échelle nous permet d'avoir plus de précision sans qu'elle soit trop profonde, nécessaire à l'adaptation. Exemple les niveaux de l'apprenant A_1 sont décrits comme suit: $\langle A_1, \langle "Réseau", "définition", "Moyen" \rangle, \langle "Réseau", "description", "bas" \rangle, \langle "Modèle OSI", "exemple", "Moyen" \rangle \rangle$

- La quatrième facette appelée **Historique** est chargée de garder trace de l'état des historiques d'un apprenant. Mémorisation de la navigation et des ressources lues dans les documents. Cette représentation permet de donner la date du parcours d'une ressource ou encore les chemins de parcours dans l'ordre de navigation. Exemple le parcours de l'apprenant A_1 est décrit ainsi: $\langle A_1, \langle "Réseau", "définition", "22/02/05" \rangle, \langle "Réseau", "description", "23/02/05" \rangle \rangle$. La troisième et la quatrième facette vont évoluer de manière automatique et dynamique au fur et à mesure que l'apprenant va acquérir de nouvelles connaissances.

3.2 - Ontologie du Domaine

Plusieurs ontologies sont proposées pour la description du domaine. Il y a une ontologie des concepts $O_{Concept}$ et une ontologie des ressources $O_{ressource}$. Un *concept* décrit une

notion particulière du domaine de connaissance représentée par un nom. Un concept peut être présenté dans diverses ressources. Chaque concept est une représentation abstraite d'un ensemble fini de ressources physiques. Ces concepts sont décrits par un graphe (Figure 2), peut être vu comme une ontologie simple $O_{Concept}$ du domaine de connaissance couvert par les ressources. Ce modèle va nous servir de référentiel pour "indexer" sémantiquement, tant les apprenants que les ressources.

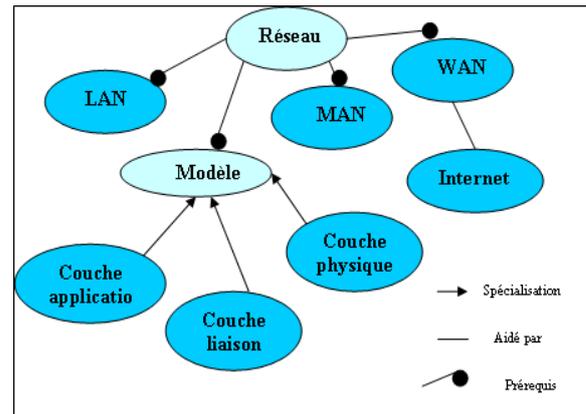


Figure 2. Une partie d'une ontologie des concepts " Réseaux Informatiques"

Les différents types de relations entre concepts sont :

- Pré requis : X est un Pré requis de Y, si l'apprentissage de Y nécessite la connaissance de X.
- Partie de : X partie de Y si X est un des concepts faisant partie de Y, cette relation est une relation de spécialisation.
- Peut être aidé par : X Peut être aidé par Y si l'apprentissage de X peut être aidé par l'assimilation de Y.

Les relations entre les concepts influencent l'adaptation de l'hypermédia, par exemple, certaines ressources ne peuvent pas être intégrées à une page parce que leurs concepts ont des Pré requis qui n'ont pas encore été acquis par l'apprenant. Le lien de spécialisation est aussi très utile pour l'adaptation. Nous pouvons, par exemple, décomposer un concept en concepts plus simples et présenter à l'apprenant des ressources pédagogiques moins complexes et plus adaptées.

Une *ressource* est l'unité pédagogique atomique représentant des entités physiques (texte, image, son...) pouvant appartenir à une catégorie (Définition, Exemple, Illustration, Exercice...) et correspondant à un seul et seul concept. Ces ressources sont représentées sous forme de fragments XML. Nous avons choisi de séparer les concepts des ressources pour prendre en compte le fait qu'un apprenant va acquérir un concept sans savoir à connaître les ressources associées à ce concept.

Il existe un certain nombre de standards de méta-données pour la description de ressources. Parmi eux, les plus connus sont le Dublin Core, le LOM (Learning Object Metadata), IMS et SCORM (Sharable Content Object Reference Model). Néanmoins, ces standards ne correspondent généralement pas aux besoins des applications, leurs manques de richesse descriptive vont fortement les limiter dans la prise en compte des fonctions importantes que sont la réutilisation et l'adaptation aux apprenants.

Notre ontologie ressources $O_{\text{ressource}} = \{O_{\text{métadonnées}}, O_{\text{sémantique}}\}$ est décrite par deux ensembles de métadonnées. Ces métadonnées peuvent être classifiées en deux grandes catégories. La première $O_{\text{métadonnées}}$ décrit les caractéristiques éducatives de la ressource (auteurs, titre, langue, média, durée, ...) et se modélise par un ensemble de couples "attribut – valeur". Cette partie est comparable aux métadonnées décrites dans les normes actuelles comme LOM. Exemple considérons R_1 une ressource décrite par les caractéristiques éducatives suivantes : $R_1 = \langle \text{langage}, \{ \text{"français"} \} \rangle, \langle \text{media}, \{ \text{"texte"}, \text{"vidéo"}, \text{"image"} \} \rangle, \langle \text{auteur}, \{ \text{"behaz"}, \text{"djoudi"} \} \rangle$

La deuxième catégorie $O_{\text{sémantique}}$ qui permet de décrire la sémantique de la ressource et de classer les ressources en différentes catégories en se basant sur leurs contenus, leurs usages et les finalités de ces usages. La sémantique de la ressource proposée est structurée en trois parties : Contenu, Usage, Finalité.

Le *contenu* d'une ressource est un ensemble de triplets <concept, catégorie, niveau>, exemple $CR_1 = \{ \langle \text{"Modèle OSI"}, \text{"définition"}, \text{"bas"} \rangle, \langle \text{"Modèle OSI"}, \text{"illustration"}, \text{"bas"} \rangle \}$ ceci suppose que les apprenants de la ressource R_1 doivent avoir des niveaux faibles (bas) à la fois dans la définition du concept "Modèle OSI" et dans l'illustration du concept "Modèle OSI".

Usage est décrit sous forme d'un vecteur conceptuel $Vu = (Tu, Fu, Ju, Pu, Lu, Ru)$, ce vecteur permet de spécifier que le contenu de la ressource est plutôt adapté pour un style d'apprentissage donné donc pour un style psychologique MBTI. Par exemple la ressource <"Modèle OSI ", "définition"> ayant le vecteur conceptuel $Vu = (Tu:25\%, Fu:5\%, Ju:30\%, Pu:4\%, Lu:30\%, Ru:6\%)$, indique que cette ressource est plus adaptée à un profil apprenant qui préfère terminer sa tâche avant de passer à la suivante (Tu:25%), qui privilégie l'aspect bien structuré (Ju:30%) et qu'il est long dans l'assimilation (Lu:30%) etc. L'affectation des paramètres d'une ressource est effectuée par le concepteur (ou un annotateur) connaissant le contenu, l'usage possible et la finalité de cette ressource. Cette affectation est réalisée via une interface ergonomique (formulaire, questionnaire, etc.) masquant les détails techniques lors de la déposition d'une ressource. Par la suite, la valeur d'un vecteur d'usage Vu d'une ressource peut être modifiée (ou ajustée) manuellement par le concepteur de la ressource ou d'une manière automatique par le système.

Finalité indique quels triplets <concept, catégorie, niveau> vont être ajoutés au modèle de l'apprenant si une condition de validation est vérifiée (par exemple le nombre de bonnes réponses à un QCM). Si la ressource R_1 est validée, le couple <"Modèle OSI ", "définition">, qui appartient à CR_1 , est ajouté au modèle de l'apprenant avec le niveau "moyen".

Les différents types de relations entre ressources sont :

- Pré requis : Si la lecture de la ressource A nécessite la lecture de la ressource B : un « Exercice » nécessite la connaissance d'une « Définition » d'abord.
- Réfère : A réfère B si A contient une référence ou lien vers B.
- format de : A est un format de B si la ressource A à le même contenu intellectuel que la ressource référencée B mais elle est présentée dans un autre format.

3.3 Modèle d'adaptation

La construction de l'hypermédia est réalisée au fur et à mesure que l'apprenant définit le

concept sur lequel il veut travailler, ou lorsqu'il clique sur un lien hypertexte qui l'amène vers un autre concept (figure 3). Le moteur de génération de l'hypermédia (GH) permet de composer des pages, relatives à un concept donné, à partir de différentes ressources.

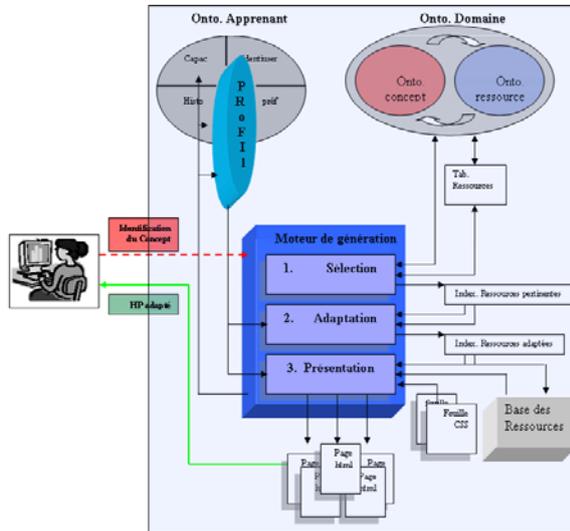


Figure 3. Processus de génération de l'hypermédia.

Toutes les étapes du processus de génération de l'hypermédia sont définies en partie sous forme de règles (formalisme de description la logique d'ordre 1). Les règles prennent alors la forme $\langle \text{rule} \rangle := C ! A$. $\langle \text{rule} \rangle$ est l'identifiant de la règle, C la condition de déclenchement de la règle et A son action. Les conditions de déclenchement des règles sont des événements perçus par le système : action de l'utilisateur, mise à jour des données, etc. Les actions consistent à mettre à jour les données de l'utilisateur et à sélectionner les ressources qui peuvent être présentés.

Le processus de construction de l'hypermédia se réalise comme suit : Sélection des ressources, adaptation à l'utilisateur, construction d'une page et mise à jour du profil de l'apprenant.

3.3.1 Sélection des ressources

Lorsque l'apprenant a défini le concept sur lequel il veut travailler, Il va y avoir un processus de sélection des ressources. L'annotation proposée des ressources dans Osémantique connecte systématiquement les ressources à leurs concepts. Le système construit une requête vers la base des ressources. Cette opération renvoie les

identificateurs de ressources correspondantes au concept. Un exemple de requête est la recherche de ressources R pour un concept C donné

$\langle \text{rule1} \rangle := \forall R(\exists C \text{Conc Ressou}(C, R) \Rightarrow \text{Ressource}(R))$
 $\text{ConcRessou}(C, R)$ est un prédicat qui renvoie la valeur vraie lorsque R est une ressource qui traite le concept C. $\text{Ressource}(R)$ est un prédicat qui renvoie la valeur vraie lorsque R est une ressource sélectionnée.

Lorsque le résultat de la requête donne un nombre insuffisant, voir nul de ressources pédagogiques, dans ce cas, nous profitons des relations de spécialisation modélisées au niveau de l'ontologie des concepts pour rechercher des ressources pédagogiques additionnelles. Cette opération consiste à remplacer les concepts impliqués dans une requête par leurs concepts fils dans la hiérarchie des connaissances.

3.3.2 Adaptation

Le résultat de l'étape précédente est une liste $L_{\text{ressource}} = \{ \langle \text{"Modèle OSI", "définition", "bas"} \rangle, \langle \text{"Modèle OSI", "illustration", "bas"} \rangle, \dots \}$ qui est soumise à un autre module qui compare l'usage sémantique de chaque ressource de la liste avec la description des préférences d'apprentissage de l'apprenant. Cette comparaison est réalisée en utilisant une distance D qui calcule la distance (au sens vectoriel) entre le vecteur V_p décrivant les préférences d'apprentissage de l'apprenant et le vecteur V_u usage de chaque ressource. Une autre liste $L'_{\text{ressource}}$ est alors proposée à l'apprenant.

3.3.3 Présentation : construction de la page de l'hypermédia

A la fin des deux étapes précédentes (sélection, adaptation) le système dispose d'un ensemble de ressources pédagogiques qui correspondent toutes sémantiquement et physiquement aux besoins de l'apprenant. Il faut alors les organiser dans la page de l'hypermédia de façon à respecter les relations de précédences (Pré requis) imposées par les relations prédéfinis entre les ressources de l'ontologie du domaine.

Une fois que le moteur de génération a construit le contenu d'une page, il faut que le système détermine les liens hypertextes permettant à l'apprenant d'accéder à d'autres concepts en rapport avec la page courante.

Nous prenons en considération Les relations définies dans l'ontologie des concepts. Le système masque les liens hypertextes dont les pages cibles sont en inadéquation avec le modèle de l'apprenant (trop compliqués ou trop simples). L'annotation des liens hypermédia est réalisée en utilisant différentes couleurs.

Les traitements de présentation concernant la mise en forme des pages XML sont réalisés par des feuilles de styles. A chaque document XML généré est associée une feuille de style XSL permettant la représentation du document en HTML sur le navigateur de l'apprenant.

3.3.4 Mise à jour du modèle apprenant

Le modèle apprenant est mit à jour lorsque l'apprenant effectue un test (QCM) validant son degré de connaissance du concept. Ce test est fourni à la fin de chaque lecture d'une ressource. La mise à jour du modèle consiste à modifier les valeurs représentant le niveau de connaissance de l'apprenant et ceci pour un certain nombre de ressources d'un concept donné. Historique va évoluer aussi de manière dynamique et automatique au fur et à mesure que l'apprenant va suivre de nouvelles connaissances. Ainsi des traitements ultérieurs sur les traces de parcours de l'apprenant peuvent être exploités pour affiner le profil de l'apprenant ou les descriptions des usages des ressources.

4. UN PROTOTYPE

Une version initiale du prototype MEDYNA a été développée avec XML et Java, destiné aux étudiants et enseignants de la communauté universitaire (Behaz *et Al.*, 2005). Dans cette version nous n'avons pas fait une distinction entre concepts et ressources. Ceci a pour effet de limiter les possibilités de raisonnement sur le domaine. Un nouveau prototype est encore à un stade expérimental au niveau de l'université de Batna en Algérie. Nous confirmons l'importance du nombre des ressources pédagogiques impliqués pour pouvoir prétendre avoir un système qui s'adapte réellement à l'apprenant. Or la production de ces ressources n'est pas des plus triviale, et coûte énormément cher en terme de temps et d'efforts. Mais un atout important est la finesse des descriptions.

Dans les figures (Figure 4) et (Figure 5) une génération dynamique d'un même concept "Réseau" présenté à des apprenants de profils différents un de niveau de connaissances moyen qui préfère terminer sa tâche avant de passer à la suivante, qui privilégie l'aspect bien structuré. Un autre apprenant de niveau excellent qui a besoin de souplesse, de possibilités d'exploration. Nous remarquons une adaptation tant au niveau de contenu que liens est effectivement réalisée. En effet, le contenu est généré différemment, plus de détails pour un apprenant moyen, moins de détails pour un apprenant excellent. Aussi, L'annotation des liens que nous proposons est réalisée en utilisant différentes couleurs pour souligner le degré de pertinence des ressources vers lesquelles pointent ces liens.

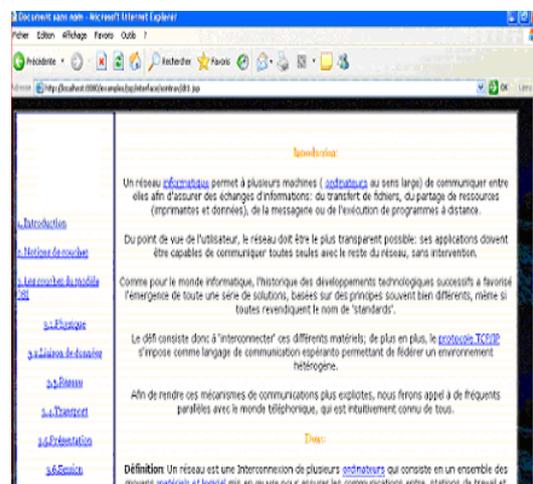


Figure 4. Page de l'hypermédia Pour un profil apprenant "moyen".

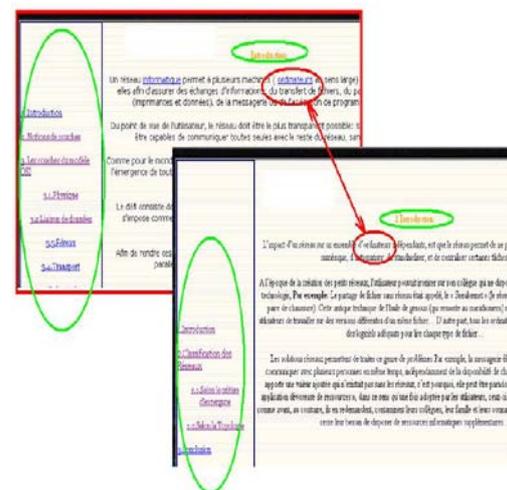


Figure 5. Pages de l'hypermédia Pour un profil apprenant "excellent".

4.2 Etude d'impact et éléments comparatifs

Le modèle du domaine que nous avons décrit est à la fois simple et suffisamment complet pour couvrir les besoins envisagés dans le domaine du e-learning. Nous avons défini deux notions de pré requis distinctes. Une des relations de pré requis concerne les concepts et l'autre concerne les ressources. La relation de pré requis entre les concepts est fondamentale : elle est l'élément le plus important dans le calcul des documents adaptés, puisqu'elle permet de savoir quels sont les concepts qui peuvent être abordés ou non par un apprenant.

La relation de Pré requis entre les ressources est moins centrale. Néanmoins, elle permet d'affiner l'adaptation. En effet, si un exercice nécessite l'acquisition d'une définition d'abord, la relation de pré-requis entre les ressources permet de le préciser, alors que la relation de pré-requis entre les concepts ne l'aurait pas permis. Les deux relations sont donc complémentaires. De cette façon, on peut, par exemple, prendre en compte le fait qu'un utilisateur connaît un concept, sans avoir à dire qu'il connaît les ressources associées à ce concept.

Aussi, nous avons simulé le travail d'un apprenant à distance en lui demandant d'accéder aux documents et d'effectuer des opérations prévues par le système ainsi nous résumons les commentaires de 25 apprenants de différentes disciplines comme suit :

- L'apprentissage de MEDYNA n'est pas assez facile. Mais une fois maîtrisé, le produit révèle des fonctionnalités assez intéressantes.
- Un atout important est la finesse des descriptions des ressources pédagogiques.
- L'interface est intuitive, bien qu'elle soit relativement lente à réagir. Ceci est dû à la lourdeur de la machine virtuelle Java.
- Le système est loin de fournir tous les outils, il faut y intégrer les messageries, de forums...
- Le nombre de fonctions pédagogiques est impressionnant.
- Il y'a effectivement des contenus adaptés aux profils des apprenants,

ainsi que des liens imposés sur la page personnelle.

- Les icônes traduisent bien leurs fonctions. Mais on met un peu de temps à comprendre à quoi servent certaines commandes.

5 - CONCLUSION

Nous avons présenté, une nouvelle approche de modélisation de système hypermédia adaptatif pour le domaine du e-learning, cette modélisation est basée sur des ontologies. Une ontologie apprenant basée sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils apprenants plus précisément pour la représentation des préférences d'apprentissages. Une ontologie simple du domaine de connaissance couvert par les ressources. Enfin, Le modèle d'adaptation est décrit en appliquant des règles de sélection, adaptation et présentation.

Nous présentons les ressources par des métas données RDF afin de les rechercher de manière adaptative. Nous utilisons une technique d'indexation des pages de l'hypermédia basée sur les ressources pédagogiques. Sur la base des modèles proposés, un prototype MEDYNA a été réalisé, Il a permis, de montrer le bien-fondé des idées avancées.

Ainsi, nous avons pu dégager les enjeux des hypermédiats adaptatifs : faciliter l'acquisition des connaissances par la présentation de documents adaptés aux connaissances des utilisateurs,

BIBLIOGRAPHIE

- Basque J., Paquette G., Pudelko B. *et al.*, "Collaborative Knowledge Modeling with a Graphical Knowledge Representation Tool: A Strategy to Support the Transfer of Expertise in Organizations.," *Knowledge Cartography. Mapping Techniques and Software Tools.*, A. Okada, S. B. Shum and T. Sherborne, eds., London: Springer-Verlag, 2008. Platform," 27 mars, 2008; <http://www.jessrules.com/jess/index.shtml>.
- Behaz A., Djoudi D., *Génération dynamique de documents hypermédiats adaptatifs dans un environnement numérique de*

- travail*, Revue Africaine de la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées (ARIMA), ISSN 1638-5713, Vol. 3, November 2005.
- Brusilovsky P. Nejd, « Adaptive hypermedia and Adaptive Web », In: M. P. Singh (ed.) Practical Handbook of Internet Computing. Baton Rouge: Chapman Hall & CRC Press, pp. 1.1-1.14, 2005
- Corby et Al « Querying the Semantic Web with the Corese conception & development search Engine,», *proceeding of European Conference on Artificial Intelligence ECAI*, 2004.
- De Bra P., Nejd W., « Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems », *Third International Conference, AH 2004*, Eindhoven, The Netherlands, August 23- 26, 2004.
- Dehors S. « QBLs : web sémantique de formation pour un apprentissage par questionnement », *EIAH Montpellier* 2005.
- DublinCore <http://dublincore.org/>. Dublin core metadata initiative. (Consulté nov 2007).
- Duitama F., Defude B., Bouzeghoub A., and Carpentier C., « *A framework for the generation of adaptive courses based on semantic metadata* », *Multimedia Tools and Applications*, 2005.
- IMS <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>. Ims learner information package specification. (Consulté octobre 2007).
- Jacquot C., *Modélisation logique et générique des systèmes d'hypermédiatifs*, Thèse de doctorat, Université Paris XI Faculté des sciences d'Orsay, 2006.
- Lando P. « *Conception et développement d'applications informatiques utilisant des ontologies : application aux EIAH* » *RJC-EIAH* 2006
- LOM <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Learning object metadata.
- Papi Papi learner, draft 8 specification. <http://edutool.com/papi/>. (Consulté nov 2007).
- Razmerita, L., User modeling and personalization of the Knowledge Management Systems, book chapter, in *Adaptable and Adaptive Hypermedia*, by Idea Group Publishing, 2005.
- Reyes, E., Saleh I., « hypermedia semantic pedagogical content »^{3rd}. International conference on Technology, Knowledge and society. Cambridge University. Cambridge, Angleterre janvier 2007.
- Scorm <http://www.adlnet.org/>.
- Stash N, Cristea A, and Paul De Bra. Explicit intelligence in adaptive hypermedia : Generic adaptation languages for learning preferences and styles. International Workshop on Combining Intelligent and Adaptive Hypermedia Methods/Techniques in Web-based Education Systems, 2005.
- Todd C.R. Myers-Briggs Type Indicator. The Skeptic's Dictionary. <http://skepdic.com/myersb.html>. (Consulté Octobre 2008).
- Woukeu A, Wills G, Grainne Conole, Leslie Carr, Simon Kampa, and Wendy Hall. Ontological hypermedia in education : A framework for building web-based educational portals. *Proceedings of ED-MEDIA 2003*.