

## Modélisation et adaptation des documents pédagogiques hypermédias en enseignement à distance

A. Behaz

M. Djoudi

Département d'Informatique,  
Université de Batna (05000),  
Algérie

Laboratoire IRCOM-SIC Université de  
Poitiers, Boulevard 3 Teleport 2, BP 179,  
86960 Futuroscope Cedex - France

[amelbehaz@hotmail.com](mailto:amelbehaz@hotmail.com)

[Mahieddine.Djoudi@univ-poitiers.fr](mailto:Mahieddine.Djoudi@univ-poitiers.fr)

.....  
**RÉSUMÉ.** Nous présentons dans cet article, une approche de modélisation et adaptation des documents pédagogiques hypermédias. Pour cela, nous avons élaboré, un nouveau modèle appelé MODAP (Modélisation des Documents et Activités Pédagogiques), décrivant l'ensemble des paramètres et fonctionnalités à intégrer au sein d'un contenu pédagogique et qui supporte différentes activités. Sur la base de ce modèle, nous avons conçu et réalisé un système auteur de type hypermédia adaptatif dynamique destiné à l'enseignant pour la rédaction de documents pédagogiques et la génération dynamique des contenus adaptés.

**ABSTRACT.** The principal objective of hypermedia systems in distance learning is to reinforce the learners interest through improving more and more the management of knowledge to transmit. This require the production, the edition and the diffusion of diverse type of pedagogical documents (courses, exercises...). In the frame our work we elaborated a conception methodology of hypermedia pedagogical document with possibilities of adaptation to profile learner. We elaborated a model (MODAP) describing the parameters and the integration of functionalities in pedagogical context, supporting different activities. Our approach is based on XML technologies and allows building pedagogical document adapted to the learner.

**MOTS-CLÉS :** Hypermédias adaptatifs, XML, Méta données, Modèle de l'apprenant, Unité d'Apprentissage Élémentaire (UPE).

**KEYWORDS:** hypermedia systems, XML, metadata, learner model,  
.....

---

## 1. Introduction

L'enseignement médiatisé assure de plus en plus un rapprochement adéquat de l'apprenant avec les différentes ressources pédagogiques, réduisant au mieux les contraintes de temps et de lieu qu'impose la formation classique. Cette démarche requiert cependant des efforts pour la production, le rassemblement, l'édition et la diffusion de différents types de documents (cours, illustrations, bibliographies, exercices, corrigés, etc.). La forme de ce type de documents et leur structure ne sont généralement pas adaptées à une exploitation pédagogique directement par l'apprenant. En effet, dans un objectif de formation, il convient entre autre, d'intégrer la gestion du niveau de l'apprenant, de vérifier l'acquisition des connaissances, de personnaliser avec des exemples la formation, etc. Il serait donc plus intéressant d'offrir selon les spécificités des apprenants, des contenus personnalisés et des parcours plus adaptés, afin de maîtriser effectivement la gestion des connaissances à transmettre. Notre démarche rejoint l'avis des experts du domaine recommandant de centrer davantage les efforts autour du contenu.

Dans cet article, nous commençons par donner une vue d'ensemble sur l'évolution des systèmes hypermédias adaptatifs. Nous présentons ensuite notre approche de modélisation d'un document pédagogique adapté ainsi que sa structure logique, sémantique, méta données, etc. Nous explicitons aussi le modèle de l'apprenant préconisé et un modèle d'environnement d'apprentissage.

---

## 2. Les hypermédias adaptatifs

Les connaissances doivent être représentées organisées, répertoriées et structurées sous forme d'objets d'apprentissage ou de ressources éducatives accessibles sur l'Internet et répondant à des normes et standards visant à relever les défis d'accessibilité, d'interopérabilité, de réutilisabilité et de durabilité. En fait, le véritable défi à surmonter dans ce contexte est de définir des modèles de gestion de ces ressources permettant de favoriser le processus d'acquisition. Les objets pédagogiques manipulés par ces systèmes sont très variables. L'IEEE, (Institute of Electrical and Electronics Engineers) définit un «objet pédagogique» comme une entité numérique ou non, qui peut être utilisée, réutilisée ou référencée dans toute activité liée à l'enseignement ou à l'apprentissage [1]. On entend ici par «activité», les systèmes d'enseignement assisté par ordinateur, les environnements interactifs d'apprentissage, les systèmes tuteurs intelligents, les systèmes hypermédias adaptatifs et les environnements d'apprentissage collaboratif. les systèmes hypermédias adaptatifs ont considérablement évolué et ont ouvert un nouvel axe de recherche dans le domaine de l'enseignement à distance. Parmi ces systèmes on retrouve les systèmes hypermédias adaptatifs et les systèmes hypermédias adaptatifs dynamiques :

## 2.1. Systèmes hypermédias adaptatifs

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 hypermédia. De ce fait, nous devons modifier aussi bien le contenu des pages que les liens entre ces dernières. De nombreuses techniques d'adaptation des liens sont explicitement résumées dans [2] et [3]. Les différents types de systèmes hypermédias adaptatifs se caractérisent par la relation qu'ils entretiennent avec l'apprenant pour lui présenter la connaissance. Parmi ces systèmes se distinguent trois types : ceux qui adaptent le texte, ceux qui choisissent le média le plus approprié et ceux qui adaptent le mode de présentation. Ces systèmes permettent aux apprenants d'être guidés dans leur apprentissage et aux enseignants de mieux structurer leurs documents pédagogiques. En dépit de l'évolution importante réalisée par ces systèmes, il subsiste encore plusieurs problèmes. En effet, bien que l'adaptation des liens semble facile, l'adaptation des contenus en revanche reste à ses débuts encore. Il est plus facile de cacher des liens ou de les annoter, mais plus difficile de remplacer une partie d'une page ou de modifier sa structure.

## 2.2. Systèmes hypermédias adaptatifs dynamiques

L'objectif principal des ces systèmes est d'améliorer la qualité d'adaptation. Ils sont particulièrement caractérisés par le fait d'offrir un hypermédia virtuel. Le système dans ce cas n'est pas constitué de pages et de liens prédéfinis. Ces derniers sont construits dynamiquement et doivent adapter leur offre de formation de manière dynamique, en fonction des règles pédagogiques et des réactions des apprenants. Ces systèmes donnent un moyen d'accès intuitif et non-linéaire à l'information et facilitent la navigation. Comme l'a remarqué N.Delestre [8]. En revanche ces systèmes souffrent d'une limite assez importante, en l'occurrence leur complexité. Cette complexité est due d'une part aux différents traitements de sélection et de combinaisons (assemblage) effectués sur les données, et d'autre part à la manière de caractériser les ressources pédagogiques impliquées.

Le système élaboré a pour objectif d'être un réel hypermédia adaptatif dynamique. L'objectif principal que nous voulons atteindre est de proposer une solution qui permettra d'améliorer la qualité et la gestion des contenus pédagogiques, ce but ne peut être atteint que si nous nous appuyons sur des standards internationaux tels que XML (Extended Markup Language).

---

### 3. Objectifs de la démarche

Notre travail de recherche repose sur l'identification des problèmes qui se posent dans la conception des documents pédagogiques. Nous partons donc d'une étude minutieuse des travaux essentiels réalisés dans le domaine pour tenter de répondre aux interrogations suivantes :

- Quelle information de nature sémantique faudrait-il ajouter à un contenu pédagogique pour obtenir une description fiable et précise de la matière associée ? Pour atteindre ce but, l'utilisation des méta données (Meta data) est donc indispensable et plus appropriée, il s'agit d'informations décrivant les données [13].

- De quelle manière faudrait-il structurer un contenu pédagogique afin de faciliter son traitement et sa diffusion ? Il est souhaitable de fragmenter le plus possible les contenus des documents en petites unités partageables et donc réutilisables. Moulin propose une granularité plus fine du contenu afin qu'il puisse constituer une source effective aux diverses activités proposées aux apprenants [10].

- Comment adapter un contenu pédagogique conformément aux spécificités caractérisant les apprenants ? D'un autre côté comment exploiter le contenu d'un document afin de proposer plusieurs formes d'activités ? Brusilovsky constate à cet égard que la création dynamique d'activités est extrêmement requise pour parvenir à une adaptabilité effective d'un cours à un étudiant [4]. Queinsec dans [12] adopte ce choix mais le complète par un mécanisme de filtrage.

---

### 4. Modélisation des documents pédagogiques

Nous avons fragmenté le contenu du document conformément aux activités et objectifs pédagogiques correspondants [6]. Pour cela il était nécessaire de spécifier les paramètres décrivant ces fragments et fournir ainsi des fonctionnalités facilitant la recherche, le filtrage et la construction (assemblage) du contenu. Ces fonctionnalités constituent les fondements requis pour le développement d'un mécanisme de support d'apprentissage personnalisé. Notre travail nous a amené à construire un modèle MODAP (MODélisation des Documents et Activités Pédagogiques) générique permettant la production de différents types de documents, ainsi chaque enseignant pourra conserver sa vision spécifique de rédaction. Le document peut être analysé à différents niveaux [5] : sémantique, logique et physique. Cette décomposition va nous permettre de traiter séparément chaque partie et prévoir pour chacune d'elles une structure adaptative.

Pour le **niveau logique**, Afin de respecter les méthodes de travail de chacun nous distinguons plusieurs types de documents qui correspondent aux différentes activités. Nous retenons celles qui sont les plus pertinentes, à savoir : le Cours, TD et TP. Nous associons ensuite à chacune de ces activités une structure :

Le **cours** est structuré en parties, chapitres et unités d'apprentissage dont la maîtrise passe par la réalisation d'un ou plusieurs objectifs. Nous avons jugé intéressant de décomposer aussi les unités d'apprentissage en plusieurs fragments de contenus appelées : Unités d'apprentissage Élémentaire (UPE) qui peuvent être : une Introduction, un Théorème, une Formule, une Illustration, une Définition, une Conclusion, un Exemple, une Explication, etc. Pour l'activité **TD** les UPEs peuvent être des QCM, des Exercices, une Simulation, etc. Pour le **TP** les UPEs peuvent être une Etude de Cas, un Projet, etc.

En ce qui concerne le **niveau sémantique**, il fallait définir un ensemble de méta-données pour décrire ces UPEs, cet ensemble doit être partageable et reconnaissable entre les créateurs et les utilisateurs d'où le choix d'une norme. LOM (Learning Object Metadata) est plus complet [11], il permet de décrire tout ce qui caractérise un objet pédagogique, neuf catégories de descripteurs sont prises en compte [9] à savoir une description du contenu que des objectifs visés, du public ou de la configuration matérielle nécessaire. Pour ces raisons nous avons repris la normalisation de LOM, mais aux besoins de notre application et pour faciliter l'analyse nous avons défini un sous-ensemble de vocabulaire. Après avoir typé les UPE (Introduction, Théorème, Définition, Conclusion, etc.) et décrit leur format (texte, image, vidéo, etc.), nous avons aussi intégré d'autres informations de nature sémantique pouvant faciliter la caractérisation de ces UPEs. A titre d'exemple, nous pouvons citer le niveau de difficulté, ou le temps d'apprentissage nécessaire. Tous ces éléments intégrés dans les UPEs vont servir à l'adaptation. En effet on peut sélectionner ces différentes UPEs selon leur niveau de difficulté, leur type ou format et prévoir en conséquence des contenus pédagogiques personnalisés.

---

## 5. Caractérisation de l'apprenant

Pour qu'un système d'apprentissage soit « intelligent », il faut qu'il soit capable de s'adapter à l'apprenant qui se trouve devant la machine. Nous avons donc décidé d'organiser les connaissances intrinsèques au modèle apprenant en trois catégories :

**Capacité:** l'état des connaissances (débutant, moyen, avancé) Lors de la phase d'initialisation, les apprenants ont tous le même niveau de connaissances (débutant). L'évolution du niveau de connaissance de l'apprenant durant une session d'apprentissage est induite par une méthode d'évaluation. La présentation d'une partie ou d'un chapitre d'un document est toujours suivie d'un test ou exercice. L'apprenant

n'est alors acheminé vers la partie ou le chapitre suivant que s'il réussit à ce test. Aussi, des évaluations de pré requis sont effectuées avant la présentation des UPEs.

**Objectifs:** tâches ou activités à réaliser. Cette catégorie définit les objectifs pédagogiques de l'état courant. Ces objectifs vont avoir une influence sur le comportement du système. Soit que l'apprenant est concerné par l'aspect information de la matière, dans ce cas une exploration libre du document sans aucun guidage est prévue par le système. Soit que l'apprenant est concerné par l'aspect formation, il a besoin d'être guidé et évalué dans son apprentissage, dans ce cas le système doit être capable de lui prodiguer cette aide.

**Préférences:** Vont permettre à l'apprenant de spécifier les types de média préférés. Ainsi il a possibilité de définir un classement sur les types physiques de média pour la présentation des contenus (texte, image, vidéo...), donc il serait intéressant de présenter un même contenu suivant différentes formes comme l'a recommandé Dufresne [7]. Aussi, l'apprenant spécifiera un canevas parmi ceux disponibles, ce dernier définira de façon séquentielle l'organisation des UPEs de chaque cours.

Tous les attributs peuvent évoluer pour enrichir plus le modèle apprenant selon son comportement ou interaction avec notre système.

## 6. Modélisation de l'apprentissage

### 6.1 Niveau de base (modèle du domaine)

Le niveau de base est composé de fichiers XML regroupant les contenus de connaissances bruts, nous avons construit des structures (DTD) différentes et les documents leur rattachant sont supports de plusieurs activités. Voici quelques DTD développées:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ELEMENT UPE (url, contenu, difficulté, format, temps, ...) />
<!DOCTYPE UPE [
  <!ELEMENT url (url) />
  <!ELEMENT contenu (contenu) />
  <!ELEMENT difficulté (difficulté) />
  <!ELEMENT format (format) />
  <!ELEMENT temps (temps) />
  <!ELEMENT ... (...) />
] />

```

Figure 1. DTD associée à l'UPE

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ELEMENT ... (url, contenu, difficulté, format, temps, ...) />
<!DOCTYPE ... [
  <!ELEMENT url (url) />
  <!ELEMENT contenu (contenu) />
  <!ELEMENT difficulté (difficulté) />
  <!ELEMENT format (format) />
  <!ELEMENT temps (temps) />
  <!ELEMENT ... (...) />
] />

```

Figure 2. DTD associée aux différentes activités pédagogiques

La figure 1 spécifie une structure particulière permettant la description précise des UPEs. A l'aide d'un outil d'édition les enseignants peuvent intégrer tous ces paramètres et attributs lors de la création de leurs documents pédagogiques. Ces attributs serviront de base à l'adaptation. La figure 2 décrit partiellement la DTD des activités pédagogiques proposées.

## 6.2 Niveau intermédiaire (générateur de contenus)

Il est question dans cette section de présenter le fonctionnement global de notre système. En effet, ce niveau intermédiaire décrit comment peut-on retrouver les contenus parmi le niveau de base (sélection) et comment les assembler pour les présenter à l'apprenant. Le générateur de contenus (GC) est en charge de construire dynamiquement une page de l'hypermédia. Une fois que l'apprenant précise le cours qu'il voudrait suivre selon un canevas préféré, le système récupère pour chaque élément de cette structure l'ensemble des UPEs, il les choisit en tenant compte des préférences de l'apprenant (le média le plus approprié) et en fonction de ses capacités (le niveau de difficulté des UPEs). Une fois le contenu d'une page est construit le système est capable d'adapter des liens de manières à cacher certains.

## 6.3 Niveau supérieur

L'application de la feuille de style XSL et selon un formatage désiré (CSS) sur le fichier XML choisi, produira un fichier HTML. Ces pages sont le support sur lequel l'apprenant va pratiquer ses activités d'apprentissage. Si l'apprenant active un lien hypertexte, alors il y'a mise à jour du générateur de cours et du modèle de l'apprenant.



**Figure 3.** Architecture logicielle du système

Le système est développé en Java (JDK 1.4.1) sur une plate-forme Windows XP. Nous avons construit un éditeur Java pour XML se basant sur l'utilisation de DOM (Document Object Model) et SAX (Simple Api for XML), où l'enseignant trouvera un

ensemble de fonctionnalités, pour l'édition de ses documents pédagogiques (Voir figure 4). En ce qui concerne l'adaptation du générateur de contenus (figure 5), nous avons opté pour la solution des pages dynamiques. Avec un modèle de données au niveau du serveur. Notre démarche nous a conduit à utiliser Tomcat, un générateur de servlets java, JSP (Java Server page)



Figure 5. Editeur de documents Pédagogiques



Figure 6. Exemple de cours au format HTML

---

## 7. Conclusion

Nous avons présenté dans cet article, une nouvelle approche de modélisation et d'adaptation des documents pédagogiques hypermédias. Sur la base du modèle proposé MODAP, nous avons élaboré une architecture logicielle d'un système auteur adaptatif dynamique permettant la réalisation de différentes activités pédagogiques, du moment que plusieurs profils d'apprenants sont détectés et intégrés dans le système, et plusieurs formes de présentations des contenus sont définies. Nous avons proposé une granulation assez fine du document afin qu'il puisse constituer une source effective aux diverses activités proposées aux apprenants. Par ailleurs, pour que l'adaptabilité soit gérée facilement, nous avons incorporé dans ces documents toutes les descriptions susceptibles de produire dynamiquement des documents de meilleure qualité et d'une plus grande utilité. En effet, notre système offre à l'apprenant différentes présentations d'une même information pédagogique renforçant son intérêt d'apprentissage.

---

### 13. Bibliographie

- [1] Bourda Y. Helier M. « Métadonnées et XML : Application aux objets pédagogiques » Conférence TICE 2000.
- [2] Brusilovsky P. "Adaptive hypermedia " in User Modeling and User-Adapted Interaction. 2001.
- [3] Brusilovsky P., "Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia". In User Modelling and User-adapted Interaction 6 : 87-129, Kluwer academic publishers, 1996.
- [4] Brusilovsky P., Eklund J. and Schwarz E. "Web-based Education for All: A Tool for Developing Adaptive Courseware" In proceedings of the 7th International World Wide Web Conference (WWW7), Computer Networked ISDN Systems, 1998
- [5] Christophides V. « Electronic Document Management Systems », 1998.
- [6] David J.P. « Modélisation d'activités pédagogiques avec XML » Conférence EIAO 2000.
- [7] Dufresne A., « Modèles et outils pour définir le soutien dans les environnements hypermédias. Explora Graph » revue Sciences et Techniques Educatives, Edition Hermès, Paris, 2001.
- [8] Delestre N. Pécuchet J.P Gréboval C. « L'architecture d'un hypermédia adaptatif dynamique pour l'enseignement », 1998.
- [9] Draft for Learning Object Metadata (LOM 6.1), LTSC-IEEE LOM Working Group, 2001 <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [10] Moulin C. « documents pédagogiques adaptatifs dans un environnement d'apprentissage distribué » TICE 2000.
- [11] Mc Murray E. « Des normes pour les technologies » in journal informatique de l'EPF de Lausanne, mai 2000
- [12] Queinsec C. Giroire H "pages dynamiques par filtrage: mise en oeuvre sur un cederom à but pédagogique . 2001.
- [13] Vassileva, A., Dynamic Courseware Generation on the WWW. Proceedings of the workshop: Adaptive Systems and User Modeling on the WWW, 1998.