



**HAL**  
open science

## Création dynamique de documents hypermédias adaptatifs

Amel Behaz, Mahieddine Djoudi

► **To cite this version:**

Amel Behaz, Mahieddine Djoudi. Création dynamique de documents hypermédias adaptatifs. 10ème Colloque International sur le Document Electronique, CIDE'10, Jul 2007, Nancy, France. hal-02316213

**HAL Id: hal-02316213**

**<https://hal.science/hal-02316213>**

Submitted on 15 Oct 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Création dynamique de documents hypermédias adaptatifs

Amel BEHAZ & Mahieddine DJOUDI

[amelbehaz@hotmail.com](mailto:amelbehaz@hotmail.com) [mahieddine.djoudi@univ-poitiers.fr](mailto:mahieddine.djoudi@univ-poitiers.fr)

(1) *Faculté des Sciences, Université de Batna (05000) Algérie*

(2) *Laboratoire SIC et Equipe IRMA*

*UFR Sciences SP2MI, Université de Poitiers*

*Teleport 2, boulevard Marie et pierre Curie,*

*BP 30179, 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex – France*

---

**Mots-clés :** hypermédia adaptatif dynamique, Ingénierie des connaissances, web sémantique, ontologie pédagogique, modèle apprenant.

**Keywords:** Dynamic Adaptive Hypermedia, Semantic web, Standardization, Adaptive Virtual Document, ontology.

**Résumé :** Les hypermédias adaptatifs dynamiques pour l'enseignement 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 formation en fonction des règles pédagogiques et des réactions des apprenants. Les travaux présentés dans notre article s'inscrivent dans ce contexte. Nous décrivons le document hypermédia pédagogique, ses caractéristiques et structures. Nous présentons notre approche de modélisation. Sur la base de ce modèle, nous présentons l'environnement numérique de travail MEDYNA de type hypermédia adaptatif dynamique conçu pour la rédaction et la génération dynamique des contenus adaptés.

**Abstract :** In the hypermedia systems the reinforcement of the learner interest requires the production, edition and diffusion of various type of teaching documents (courses, exercises, etc). The aim of our work is the elaboration of a model of documents and teaching activities. This model describes parameters and functionalities to integrate in pedagogical contexts which supports different activities. Based on this model, we conceived and carried out a dynamic adaptive hypermedia environment called MEDYNA, which helps us to draft documents for e-learning. The system takes into account parameters and elements of the proposed model. It allows the dynamic generation of adaptive context to the learner. We exploited the XML technology for the implementation of our system.

## 1 Introduction

L'ingénierie éducative est une réalité qui dépasse de loin le cadre de l'école et de l'université. Il existe dans le monde quantité d'universités virtuelles, de réseaux d'enseignement à distance, de professeurs impliqués dans la médiation pédagogique par les TIC. Ces nouvelles technologies constituent des ressources appréciables pour réaliser des applications à caractère pédagogique et permettent de mettre à la disposition des enseignants des outils efficaces pour répondre aux exigences des apprenants et à leurs attentes. La complexité grandissante de l'environnement technique, impose que l'enseignement soit intégré comme composant de base dans une quantité grandissante de produits et de services. De nos jours, beaucoup d'outils sont disponibles pour faciliter la construction des documents mais ne tirent pas assez partie des avancés des TIC.

A l'ère du web et du multimédia, la notion de document pédagogique devient difficile à identifier. En effet ces documents ne sont plus seulement textuels, plusieurs média (texte, image, son, vidéo ...) de base sont aujourd'hui utilisés. Nous savons très bien l'apport du multimédia, dans le cadre éducatif et ses bénéfices au transfert de la connaissance et du savoir. Plus on stimule les sens des apprenants, et on capte leur attention, plus l'information

est compréhensible. D'un autre côté, une information multimédia est souvent plus facile à mémoriser qu'une information mono média.

La qualité de l'enseignement peut être améliorée si la composante hypertexte est ajoutée dans la structuration de ces documents [16]. Nous savons aussi, que les hypertextes aident beaucoup l'apprenant à mieux représenter la connaissance [15] et favorisent l'initiative de l'apprenant, puisque ce dernier doit interagir avec le système et devient donc actif dans le processus d'apprentissage. Cependant, les documents multimédias sont non seulement caractérisés par des contenus de nature diverse mais aussi par l'organisation de ces contenus. Aussi, l'apprentissage en enseignement à distance ne peut être réalisé de façon linéaire et globale mais plutôt, par agencement cohérent de petites activités d'apprentissage, par rapport à des objectifs à atteindre. Ces petites activités doivent être précises et imbriquées les unes par rapport aux autres, sur lesquelles il est possible de construire sans cesse de nouvelles connaissances. Cette approche est souvent appelée la « granulation » des apprentissages. Elle vise à segmenter les apprentissages à acquérir en petites unités cohérentes (éléments textuels, graphiques, des images, des sons et des vidéos) qui, une fois réorganisées, formeront un tout cohérent plus structurant que l'ensemble des unités prises individuellement. La difficulté est comment peut-on définir le niveau adéquat de granularité de ces unités élémentaires ?

Par ailleurs, le document est non seulement défini par un contenu mais aussi par des traitements qu'il est possible d'y appliquer (rédaction, lecture, navigation, ajout d'annotation, etc.) et aussi par des acteurs qui peuvent agir sur le document. Il en découle une difficulté pour la mise en place de modèles généraux pour intégrer différents besoins de traitements des documents pédagogiques. C'est donc un travail de modélisation qu'il faut effectuer pour représenter, structurer, indexer, filtrer, adapter, personnaliser la recherche au sein de ces documents.

Deux directions se font jour à ce sujet : soit on offre à l'apprenant un ensemble d'outils pour qu'il construise lui-même son parcours d'apprentissage, soit on guide sa recherche en fonction d'une connaissance de l'apprenant obtenue directement à partir de questions qui lui sont posées ou indirectement par les essais et erreurs de son parcours (agents intelligents par exemple). Dans la première direction l'utilisateur reste maître de sa progression il peut construire un parcours au fur et à mesure de l'évolution de son besoin d'information. Dans la seconde, il reçoit des connaissances sans qu'il ait la maîtrise de l'évolutivité de son besoin d'information.

Il est question d'élaborer une méthodologie de conception de documents pédagogiques par un contenu orienté vers l'enseignement à distance. Nous visons particulièrement à structurer et adapter l'information diffusée conformément au profil de l'apprenant. L'idée de base est l'intégration de paramètres au sein même du contenu pédagogique produit et de rajouter des informations de nature sémantique. Nous espérons obtenir ainsi une description plus détaillée et précise qui soit susceptible d'afficher de manière personnalisée les documents à chaque apprenant.

A l'heure actuelle les ontologies constituent une solution très prometteuse pour la représentation et le partage des connaissances dans le domaine des environnements numériques pour l'apprentissage humain [7]: indexation de documents pédagogiques, classification, conception de scénarios, apprentissage par exploration. C'est dans ce contexte que va se poursuivre aussi notre recherche afin d'intégrer une nouvelle vision de représentation formelle qui va sans doute apporter des améliorations pour la conception des cours et indexation des objets pédagogiques, ceci permettra la consultation et la navigation au sein des contenus.

Dans cet article, nous donnons une vue d'ensemble sur l'évolution des systèmes hypermédias adaptatifs. Nous présentons ensuite notre approche de modélisation fondée sur des ontologies. Sur la base de ces modèles, nous décrivons l'environnement numérique de travail MEDYNA de type hyperMédia aDaptatif dYNAmique destiné à l'enseignement médiatisé permettant la génération dynamique des contenus adaptés.

## **2 Les hypermédias adaptatifs dynamiques**

De part la nature hypermédia du document pédagogique, nous nous sommes orientés sur les stratégies d'adaptation utilisées dans ce type de document.

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. Selon Brusilovsky [6] ils sont de deux sortes :

- Les systèmes qui adaptent le contenu présenté à l'apprenant
- Les systèmes qui adaptent les liens présentés à l'apprenant

De ce fait, nous devons modifier aussi bien le contenu des pages que les liens entre ces dernières. Différentes techniques d'adaptation des liens ont été développées au fil des années, entre autres, le guidage direct, l'ordonnancement des liens, le masquage des liens, l'annotation des liens ou encore les cartes adaptatives [5]. Les différents types de systèmes hypermédiés adaptatifs se caractérisent par la relation qu'ils entretiennent avec l'apprenant pour lui présenter la connaissance. 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. Parmi les systèmes qui adaptent le contenu présenté 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. Pour l'instant, très peu de systèmes effectuent une adaptation du contenu, et lorsqu'ils le font, l'adaptation n'a souvent lieu qu'au niveau des données textuelles.

Les hypermédiés adaptatifs dynamiques sont particulièrement caractérisés par le fait d'offrir un hypermédia virtuel [12]. Le système 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. Ceci permet la construction de cours adaptés à un apprenant conformément à ses caractéristiques et à ses exigences. Ces systèmes donnent un moyen d'accès intuitif et non linéaire à l'information et facilitent la navigation. 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.

## 2.1 Document virtuel personnalisable

Le document virtuel personnalisable est un concept qui a émergé avec le développement de ces systèmes, il est généré à partir d'une composition de fragments de contenu (texte, image ou son) en utilisant des programmes et en définissant des liens vers d'autres fragments ou documents. Le document virtuel est dit dynamique car il est généré dynamiquement de manière à répondre instantanément à un besoin particulier de l'apprenant.

Iksal [12] définit un document virtuel adaptatif personnalisable comme un document composé d'un ensemble de fragments d'informations, ainsi que d'un moteur de composition sémantique permettant la sélection des fragments pertinents, leur assemblage. Autrement dit, leur organisation en fonction d'une spécification de l'auteur et/ou de l'objectif du lecteur et finalement d'adapter certains aspects visibles du document fournis au lecteur.

De ce fait, la génération automatique de document personnalisable sur le Web repose sur deux éléments, un système de recherche d'information (sélection de fragments) et un système d'organisation de l'information (assemblage de ces fragments). Le processus de sélection des fragments et l'organisation de ceux-ci s'appuient généralement d'une part, sur la caractérisation de ces fragments et leur indexation, d'autre part sur les critères d'adaptation. Or le document virtuel personnalisable en tant que support pédagogique est un document où on a plusieurs types d'adaptabilités. Orientés vers les intérêts du lecteur (apprenant) ou de l'auteur (enseignant). Ces deux stratégies sont définies comme suit, soit par :

- L'auteur : Le système adapte le document dont la structure et le contenu sont définis par l'auteur, il est nécessaire de respecter les contraintes de ce dernier, ce qui assure la cohérence narrative du document pédagogique. Afin de pouvoir retrouver ces fragments, il faut lors de l'intégration des fragments leur associer des métas données. La structure narrative consiste en

un graphe composé d'un ensemble de fragments et de relations sémantiques. L'utilisation d'un modèle de domaine par exemple peut servir de guide de navigation au sein du document.

- Le lecteur : Le système compose automatiquement un document virtuel adaptable en fonction des contraintes liées aux objectifs de l'apprenant. Une sorte d'un modèle de tâches à réaliser. Dans ce cas, le système recherche les fragments d'information permettant d'atteindre ces objectifs, ces préférences ou son niveau de connaissance. Pour cela, il dispose de pré requis situés dans l'indexation des pages (méta données) et des règles pédagogiques [18]. Le but donc est de composer un document personnalisé à un instant donné en fonction des caractéristiques de l'apprenant.

### **3 Modélisation de l'approche**

#### **3.1 Représentation de connaissances**

Un document pédagogique dans notre cas est un module d'enseignement sur lequel un apprenant va effectuer différentes activités pédagogiques. Le module d'enseignement est rattaché le plus souvent à un champ d'enseignement appelé matière (domaine).

Nous avons fragmenté le contenu du document conformément aux activités et objectifs pédagogiques correspondants [8]. Ces activités vont aider La création de contenus pédagogiques de qualité, améliorant une forme d'adaptation automatique selon l'objectif d'apprentissage recherché, assimilation d'un cours, ou résolution d'une série de d'exercices. 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. Notre travail nous a amené à construire un modèle [2] générique permettant la production de différents types de documents, ainsi chaque enseignant pourra conserver sa vision spécifique de rédaction.

Nous avons proposé une granularité assez fine du cours, afin qu'il puisse constituer une source effective aux diverses activités proposées aux apprenants [3]. Nous affirmons toujours que si le contenu est fragmenté en petites unités, ces unités seront plus partageables entre les acteurs du système donc plus réutilisables ce qui va augmenter et favoriser énormément l'adaptation aux apprenants. Nous avons décomposé 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, QCM, Exercice etc., ces UPEs sont les objets pédagogiques.

Aussi, 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'ou le choix d'une norme. LOM (Learning Object Metadata) est plus complet [1], [4], [11] et [14], il permet de décrire tout ce qui caractérise un objet pédagogique, neuf catégories de descripteurs sont prises en compte 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 UPEs (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.

#### **3.2 Modèles et ontologies spécifiques**

L'ontologie désigne l'étude de ce qui existe, c'est-à-dire l'ensemble des connaissances que l'on a sur le monde. Avec l'émergence de l'ingénierie des connaissances que les ontologies sont apparues, comme réponse aux problématiques de représentation et de manipulation des connaissances au sein des systèmes informatique. [9]

Une ontologie est la partie fondamentale d'une représentation conceptuelle. La conceptualisation consiste en un ensemble d'objets, les concepts, et en un ensemble de relation entre les concepts. Une ontologie peut prendre la forme d'une hiérarchie de termes atomiques ou bien accompagnés de définitions, de schémas conceptuels spécifiant la structure de certaines connaissances, d'une théorie, d'un ensemble de règles logiques définissant un ensemble de termes et de contraintes sur leur utilisation. [13]

Afin de concevoir notre environnement numérique MEDYNA de type hypermédia adaptatif dynamique nous avons utilisé 3 modèles représentés sous formes d'ontologies : un modèle de document générique, un modèle de domaine et un modèle apprenant.

### 3.2.1 Modèle de document générique

Le modèle de document permet de modéliser la structure globale de document. Cette structure narrative est représentée par un modèle de document qui permet d'éditer différents types de documents pédagogiques. Nous avons donc créé une grammaire définissant une sémantique générique élaborée par une DTD. Cette DTD a été voulue volontairement simple et assez générale. Ceci constitue une solution satisfaisante pour simplifier le maintien en bon état et les mises à jour des documents pédagogiques qui va accroître leur utilité. (Fig. 1),(Fig. 2)

```
<! ELEMENT Document (profil, Résumé*, pré-requis*, Sommaire?, Introduction générale?, Activité*, Conclusion générale, Bibliographie, Annexe*) >
<! ATTLIST Module intitulé CDATA #REQUIRED >
<! ENTITY profil SYSTEM " profil.xml">
<! ELEMENT Résumé (#PCDATA)>
<! ELEMENT pré-requis ANY>
<! ATTLIST pré-requis url CDATA #REQUIRED >
<! ELEMENT Sommaire (#PCDATA)>
<! ELEMENT Introduction générale (#PCDATA)>.....
```

**Figure 1. DTD Générique du document**

```
<! ELEMENT UPE (url+, niveau-difficulté, Format*, time, Objectif...)
<! ATTLIST UPE
type (Titre | Introduction | Théorème | Définition | Explication | Exemple | Illustration | Exercice | QCM....)' titre'
intitulé CDATA #REQUIRED>
<ELEMENT url (#PCDATA)>
<ELEMENT niveau-difficulté (#PCDATA)>
<! ELEMENT Format " texte | image | vidéo |.....">
```

**Figure 2. DTD associée à l'unité pédagogique élémentaire**

La DTD a souvent besoin d'être modifiée pour lui rajouter de nouvelles extensions. Le rajout d'une sous DTD peut se faire de diverses façons, une solution consiste à utiliser les espaces de noms, s'il n'y a un risque de conflit entre les noms et des éléments.

Nous avons proposé un vocabulaire non exhaustif pour traiter et produire différents types de documents pédagogiques. Cette DTD est utilisée pour valider l'éditeur que nous avons construit. Nous affirmons que la facilité d'utilisation et la rapidité de construction sont les caractéristiques essentielles que nous voulons atteindre pour l'édition des documents pédagogiques par les enseignants.

### 3.2.2 Ontologie de domaine

Les termes employés ci-dessus nous ont permis de définir une ontologie comme suit.

Les ressources liées au domaine sont décrites par les concepts suivants : domaine (Informatique, physique, biologie, ...) module d'enseignement (Système d'exploitation, java, mécanique du point, ...) cours (Sémaphores, forces, vibration, ...) et concepts correspondant

aux objectifs pédagogiques des différents UPEs Introduction, Définition, QCM, Exercice, ... (Fig. 2).

Les relations entre ces concepts sont de 2 types :

EST-COMPOSE-DE : Un domaine EST-COMPOSE-DE modules d'enseignement

Un module d'enseignement EST-COMPOSE-DE plusieurs cours

Un cours EST-COMPOSE-DE plusieurs UPEs

EST-PRE-REQUIS-DU : CoursX EST-PRE-REQUIS-DU CoursY

UPE Introduction EST-PRE-REQUIS-DU UPE Définition

Des relations sémantiques relient les instances du cours aux différents UPEs, chaque UPE constitue une ressource pédagogique qui est annotée. Les annotations expriment les relations sémantiques avec les objets pédagogiques exemples Introduction.Sémaphores ou Définition.Sémaphores ou encore QCM.Sémaphores

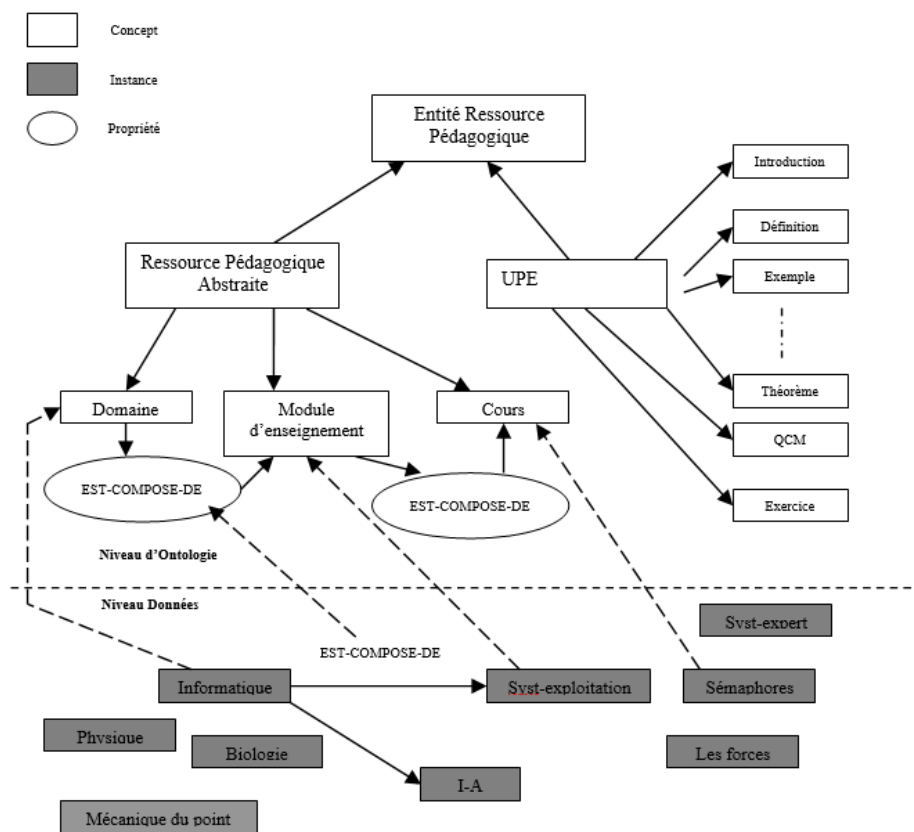


Figure 3. Ontologie du domaine et ses instances

### 3.2.3 Modèle 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. Ceci ne peut être atteint que par la connaissance du modèle de l'apprenant. L'ensemble des connaissances aidera à définir les caractéristiques des apprenants de façon à ce qu'il soit plus facile d'adapter les contenus en fonction de leur profil d'apprentissage, de surveiller leur progression, de fournir un encadrement administratif et cognitif adapté, etc.

Si on reprend la métaphore du choix d'un cours ou d'un ouvrage éducatif, ce choix est fonction :

- De la présentation du cours : son organisation (structure), les médias utilisés,
- Du contexte d'apprentissage de l'apprenant, si pour une compréhension ou pour la préparation d'un examen, l'expérience montre que les étudiants tentent de chercher les

ouvrages rédigés par un enseignant donné (dans ce cas la sélection se fera par rapport aux enseignants),

– Du sujet d'étude (sélection par rapport au domaine ou du module).

Nous avons donc décidé d'organiser les connaissances intrinsèques au modèle apprenant en quatre catégories en plus de son identité (nom, âge, ...) :

1) **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 suivi d'un test ou exercice. L'apprenant n'est alors acheminé vers la partie ou le chapitre suivant que s'il réussit ce test. Aussi, des évaluations de pré requis sont effectuées avant la présentation des UPEs.

2) **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.

3) **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, ...). Il serait donc intéressant de présenter un même contenu suivant différentes formes comme l'a recommandé Dufresne [10].

4) **Son passé** : garder trace de l'état de son historique. Mémorisation de la navigation et des éléments lus dans les documents, information sur la session courante de l'apprenant.

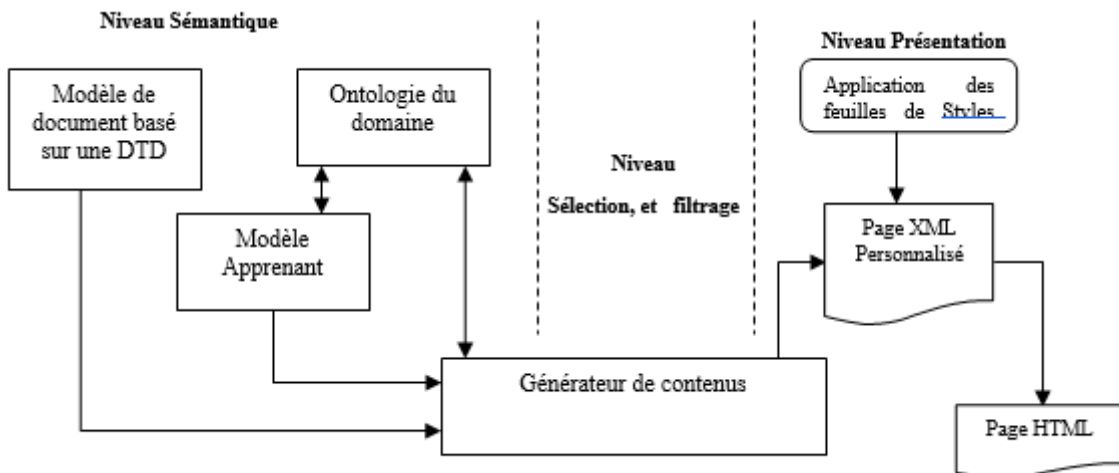
Tous ces attributs peuvent évoluer pour enrichir plus le modèle apprenant selon son comportement ou interaction avec notre système. Le modèle apprenant est un modèle individuel puisqu'il permet de gérer des informations individuelles. Un apprenant désirant suivre un module pédagogique à travers notre système d'apprentissage doit pouvoir le choisir conformément aux compétences qu'il souhaite acquérir. Une fois le cours choisi, des activités pédagogiques sont demandées à travers la visualisation de contenus personnalisés selon les préférences de l'apprenant.

## 4 Génération dynamique

La génération de contenus démarre lorsque l'apprenant décide d'activer un cours qu'il voudrait suivre, qui est propre à un enseignant, ou lorsqu'il clique sur un lien hypertexte qui l'amène vers un autre concept du même cours ou d'un autre cours. Le Générateur de contenus (GC) (Fig 3) récupère la liste des éléments de la structure de cet enseignant. Ensuite, pour chaque élément de cette structure le GC récupère l'ensemble des UPEs associées à cet élément. Pour chaque type cognitif de cet ensemble le GC récupère deux sous ensembles. Pour cela nous avons pensé à utiliser deux sortes de filtres le premier permet d'extraire un sous ensemble d'UPEs ayant le même niveau de difficulté et le deuxième filtre permet d'effectuer le même genre d'extraction mais pour un type physique donné. Une fois que le GC 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 par l'enseignant auteur du document. Lorsque l'apprenant clique sur un lien, il requiert le contenu d'une page décrite par une URL. En général, l'url spécifie une page dynamique dont le contenu est calculé et peut donc dépendre

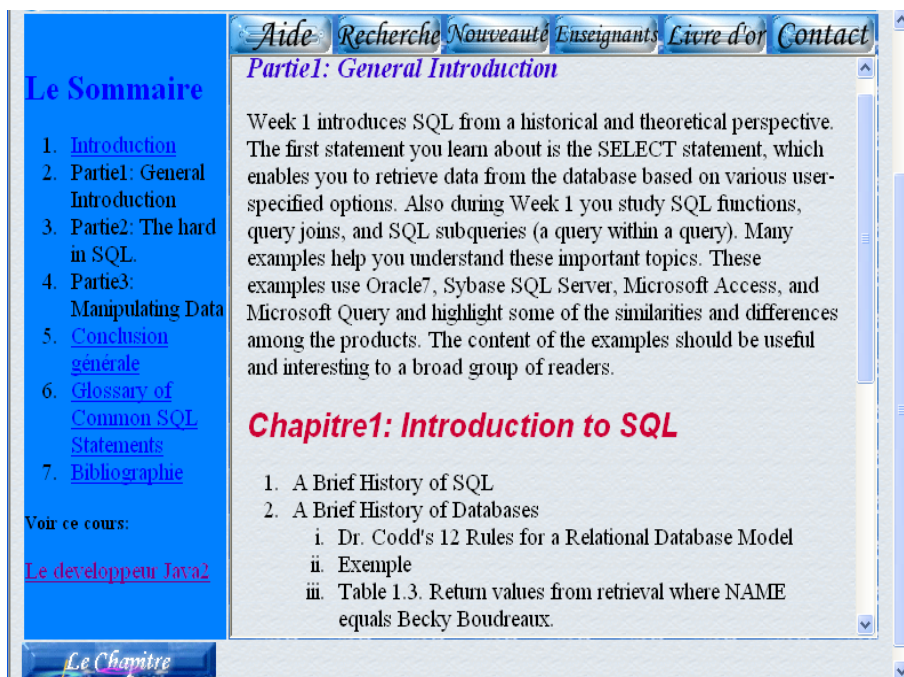


de nombreux facteurs. En effet, ceci permet de réaliser quelques effets de transformations appréciées pédagogiquement comme le masquage, insertion de liens ou ajout d'annotation. De ce fait, nous pouvons affirmer qu'une adaptation tant au niveau du contenu, qu'au niveau des liens est réalisée. Les traitements 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.

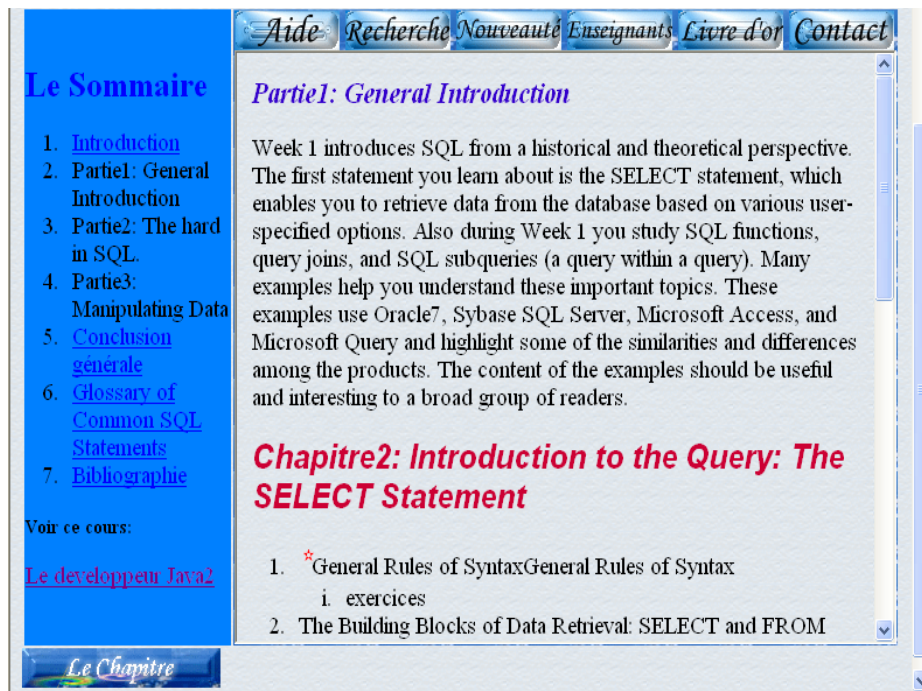


**Figure 4. Processus de génération dynamique des pages**

Nous remarquons dans les figures (Fig. 5) et (Fig. 6) une génération dynamique d'un même cours « SQL language » présenté à des apprenants de profils différents un de niveau de connaissances débutant et l'autre de niveau avancé.



**Figure 5. Cours niveau débutant**



**Figure 6. Même cours niveau Avancé**

Afin de vérifier la qualité des fonctions offertes par notre système MEDYNA, nous avons simulé le travail d'un apprenant en lui demandant d'accéder au cours et d'effectuer des opérations prévues par le système (consultation sans ou avec guidage, réponses à un questionnaire...) ainsi nous résumons les commentaires de 10 apprenants de différentes disciplines comme suit :

- Le système offre aux apprenants la possibilité d'être actifs dans la phase d'apprentissage, dialogue entre le système et l'apprenant pour que ce dernier puisse ramener la matière à son rythme, à sa compréhension et pour que le système puisse le guider et l'appuyer dans sa démarche.
- Le nombre de fonctions pédagogiques est impressionnant.
- Il y'a effectivement des contenus adaptés aux niveaux des connaissances 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.

Ce prototype est encore à un stade expérimental au niveau de notre département. Nous confirmons l'importance du nombre des UPEs impliqués dans les documents pour pouvoir prétendre avoir un système qui s'adapte réellement à l'apprenant. Or la production de ces UPEs n'est pas des plus triviale, et coûte énormément cher en termes de temps et d'efforts. Mais un atout important est la finesse des descriptions des unités d'apprentissage en UPEs. Nous affirmons encore que si le contenu est fragmenté en petites unités, elles seront plus partageables et réutilisables, ce qui va constituer une source effective favorisant beaucoup l'adaptation. 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.

## 5 Conclusion

Nous avons présenté dans cet article, une nouvelle approche de modélisation et d'adaptation des documents pédagogiques hypermédias. Sur la base des modèles proposés, nous avons élaboré un environnement adaptatif dynamique MEDYNA 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.

Nous sommes conscients que notre travail est loin d'être fini et qu'il est appelé à évoluer dans un futur proche. Pour l'enrichissement du modèle apprenant, nous pensons intégrer dans l'enchaînement des activités suivies par un apprenant des aspects de style d'apprentissage. Par exemple, un apprenant logique préfère un cours bien structuré théorie puis les exercices. Un apprenant intuitif préfère un cours flexible, il commence d'abord par une série d'exercices puis la théorie, donc une navigation rapide. Un apprenant introverti préfère un environnement tranquille, aime le travail personnel. Un apprenant extroverti préfère le travail en groupe et les échanges avec d'autres apprenants. Il serait donc plus intéressant de prévoir pour chacune de ces catégories des activités différentes et des contenus plus adaptatifs. Aussi, pour rompre l'isolement de l'apprenant et utiliser les facilités du Web, nous proposons une approche de collaboration qui consiste à utiliser les connaissances du système sur différents apprenants (stockées dans leurs modèles d'apprenant) pour former un groupe de travail. Par exemple les apprenants qui ont des objectifs d'enseignements similaires sont identifiés par le système, regroupés et proposés à celui qui sollicite de la collaboration [17].

## Bibliographie

- [1] ARIADNE, <http://ariadne-eu.org>.
- [2] Behaz A., Djoudi M., « Modélisation et adaptation des documents pédagogiques hypermédias en enseignement à distance » 7ème Colloque Africain sur la Recherche en Informatique (CARI'04), Hammamet, Tunisie, 22-27 novembre 2004.
- [3] Behaz A., Djoudi M., « Génération dynamique de documents hypermédias adaptatifs dans un environnement numérique de travail. » Journal africain de recherches en informatique et application mathématiques. ARIMA, pp 25-53 Novembre 2005.
- [4] Bourda Y. Helier M. « Métadonnées et XML : Application aux objets pédagogiques ». Conférence TICE 2000, Troyes, octobre 2000.
- [5] Brusilovsky P. « Adaptive hypermedia », in User Modelling and User-Adapted Interaction, pp 87-110, Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [6] Brusilovsky P. Nejdil, « 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.
- [7] Corby et al « Querying the Semantic Web with the Corese conception & development search Engine, », proceeding of European Conference on Artificial Intelligence ECAI2004.
- [8] David J.P. « Modélisation d'activités pédagogiques avec le langage XML », Journées EIAO 2001, Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur, Paris, 25-27 avril 2001.
- [9] Dehors S. « QBLS : web sémantique de formation pour un apprentissage par questionnement », EIAH Montpellier 2005.
- [10] Dufresne A., « Modèles et outils pour définir le soutien dans les environnements hypermédias. ExploraGraph », Revue Sciences et Techniques Educatives, Edition Hermès, Paris, 2001.
- [11] Draft for Learning Object Metadata , LTSC-IEEE LOM Working Group, 2001 <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

- [12] skal S., Garlatti S. « Spécification déclarative des documents virtuels personnalisables » In: Actes de DVP 2002, Brest (France), p. 127-140 10-11 Juillet 2002.
- [13] Lando P. « Conception et développement d'applications informatiques utilisant des ontologies : application aux EIAH» RJC-EIAH 2006
- [14] Mc Murray E. « Des normes pour les technologies de la formation », Publications du domaine IT de l'EPFL, Suisse, FI-4-00 du 9 mai 2000.
- [15] Queinnec C. Giroire H., « Pages dynamiques par filtrage : Mise en oeuvre sur un cédérom à but pédagogique », In Environnements Interactifs d'Apprentissage avec l'Ordinateur, EIAO2001, pp. 190-191, Hermès.
- [16] Réty J.-H., « Spécification de structures de liens hypertextuels adaptatives », in H2PTM'01, Hermès, 2001.
- [17] Talhi S., M. Djoudi and M. Batouche. « Authoring Groupware for Intelligent Tutoring Systems », Information Technology Journal (ITJ), 5: 860-867. 2006.
- [18] Tazi S., Altawki Y., « Création de documents virtuels, Cas des supports de cours », Workshop sur les Documents Virtuels Personnalisables, Journées IHM'99, Montpellier, 1999.