

UN MODELE DE SYSTEME PEDAGOGIQUE ADAPTATIF

Amar Balla,

Chargé de cours, Institut National d'Informatique

a_balla@ini.dz, + 213 21 51 61 04

Khaled-Walid Hidouci,

Chargé de cours, Institut National d'Informatique

hidouci@ini.dz, + 213 21 51 61 04

Noureddine Ihadadene,

Ingénieur, Institut National d'Informatique

ihadaden_noureddine@hotmail.com, + 213 21 51 61 04

Abdallah Hanouh,

Ingénieur, Institut National d'Informatique

ab_hanouh@hotmail.com, + 213 21 51 61 04

Adresse professionnelle

Institut National d'Informatique, BP 68 M, Oued-Smar, Alger, Algérie

Résumé : De nombreuses ressources pédagogiques sont produites ou utilisées dans le cadre d'une formation. Afin de faciliter la production et l'utilisation de ces ressources, nous proposons dans cet article un modèle de système d'enseignement adaptatif à base de langage XML. Nous présenterons l'architecture générale du modèle, nous décrivons les modules du modèle et nous terminerons par la présentation de quelques interfaces et scénarios réalisés en respectant le modèle.

Summary: Many teaching resources are produced or used within the framework of a formation. In order to facilitate the production and the use of these resources, we propose in this paper an XML Approach of an adaptive training model. We will present an architecture overview of the model, and then we describe the modules of the system including some interfaces and dump screen.

Mots clés : XML, hypermédia adaptatif, enseignement à distance, cours structurés.

Un modèle de système pédagogique adaptatif

Une plate-forme d'enseignement peut être vue comme un système d'apprentissage utilisée par trois types d'intervenants (ou acteurs): les Auteurs, les Apprenants, les tuteurs.

Les auteurs produisent des cours, utilisés par les tuteurs qui guident les apprenants à assimiler le contenu sémantique des cours. Souvent la fonction du tuteur peut être automatisée. D'un autre côté, et avec l'énorme développement d'Internet, la notion d'université virtuelle devient une nécessité croissante. Dans ce cas de figure, les trois acteurs cités plus hauts peuvent être géographiquement éloignés. Dans ce cadre on se propose de développer un système d'enseignement sur le Web permettant aux enseignants de produire des cours (les auteurs) et de les mettre à la disposition des apprenants à travers un serveur Web.

Notre Modèle a été conçu comme un outil pédagogique et pragmatique d'archivage et de mutualisation de ressources pédagogiques indépendantes des plates-formes tel que WebCT, Space, Lotus Learning, etc. En effet, il nous paraissait inacceptable de faire dépendre notre modèle d'une quelconque solution commerciale. Ainsi, notre modèle offre pour ses utilisateurs:

- Un dépôt simplifié et rapide de documents ;
- Archivage fiable, durable et sécurisé ;
- Une bonne visibilité des productions ;
- C'est un modèle qui respecte coté client les standards du Web ;
- Il simplifie la production des cours coté serveur.

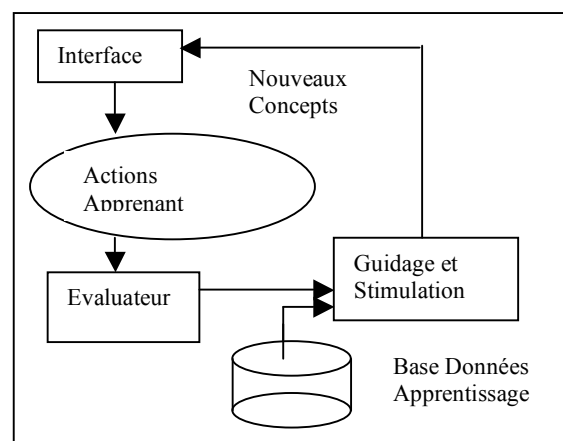
1 - NOTRE SUGGESTION

Pour valider notre modèle, nous avons développés une plate-forme d'enseignement sur le Web nommée 'WebSchool', permettant aux apprenants de s'inscrire et de bénéficier des enseignements disponibles suivant leur profil. Le tuteur de 'WebSchool' gère les profils de chaque apprenant et permet de suivre ainsi l'évolution de chacun afin de rendre l'enseignement adaptatif aux apprenants.

D'un autre coté, 'WebSchool' offre aux auteurs (enseignants) les outils nécessaires à produire les cours et les exercices, ainsi que la possibilité d'héberger ces ressources pédagogiques dans le serveur et de les modifier si nécessaire. La plate-forme permet aussi le contact direct entre les différents acteurs du système par voie de messagerie, conseils.

Un autre objectif de notre modèle est son aspect adaptatif. En effet, nous nous sommes intéressés aux moyens de présentation de l'information à l'apprenant et de son évaluation dans le cadre des systèmes éducatifs. L'objectif est de réaliser le prototype de la figure 1 permettant de mieux appréhender ce que l'apprenant a compris, dans le but d'adapter les contenus à ses connaissances. Ceci peut être obtenu par l'utilisation des hypermédias adaptatifs (Balla, 2003)(Delestre 2000)(Raad 2002), qui offrent principalement dans le cadre de la formation les avantages suivants:

- Pour l'apprenant: il est amené à avoir un comportement actif, responsable et motivé;
- Pour l'apprentissage: on a une non-linéarité de l'information (des vues et niveaux d'abstraction différents d'un même concept), et une acquisition des connaissances profondes du domaine de



formation.

Figure 1 : Prototype d'apprentissage adaptatif

Description:

Base de Données : On peut envisager une approche interactive permettant d'avoir un apprentissage adaptatif. Dans ce cas, la base de

données est représentée par un graphe. Chaque nœud du graphe représente un concept. Les arêtes du graphe représentant des sauts (évolutions, branchements) vers d'autres concepts suite à l'interaction de l'apprenant avec l'interface du système.

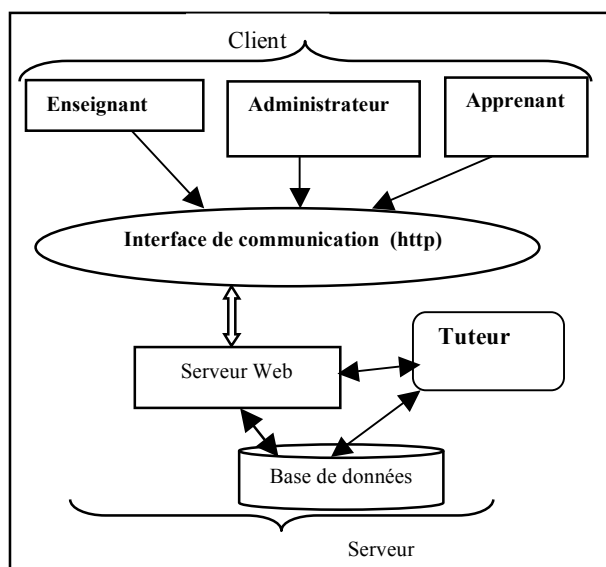
Évaluateur: c'est un module qui permet à partir des actions de l'apprenant (réponses, profil, etc.), d'évaluer ce dernier. Cette évaluation permettra de guider l'apprenant dans son apprentissage en interrogeant la base de données du support pédagogique.

Guidage et stimulation: c'est un module responsable de l'adaptation du contenu et la stimulation de l'apprenant en fonction du résultat de l'évaluation.

2 ARCHITECTURE DU MODELE

L'architecture choisie pour notre modèle est une architecture client/serveur sur laquelle repose la majorité des plates-formes d'enseignement actuelles permettant la séparation entre le poste client, le serveur d'application et le stockage de l'information.

Le rôle de l'application client est de permettre aux utilisateurs (Administrateur, Enseignant et Apprenant) d'interagir avec la plate-forme. En plus des fonctionnalités de base que nous avons développées, le système offre à ses clients un ensemble d'outils (forum, chat), permettant d'avoir un travail coopératif vu l'avantage



qu'offre ce concept.

Figure 2 : Architecture du Modèle

Nous présentons maintenant la description des composantes du modèle qui ont été conçues pour faciliter les activités de l'enseignant et de l'apprenant au sein d'un environnement éducatif d'apprentissage.

La Base de données :

Notre base de données permet d'atteindre les objectifs suivants :

- Contrôle d'accès au système d'apprentissage ;
- Modélisation des connaissances relatives aux cours dispensés ;
- Suivi et évaluation des apprenants ;
- Adaptation des cours en fonction des profils des apprenants.

Pour le premier objectif a) nous disposons de tables concernant les *auteurs*, les *cours*, les questions à choix multiples (*QCM*) ainsi que les *apprenants* inscrits dans le système. Les liens entre ces différentes entités sont dynamiquement mis en place (" tel " auteur a déposé " tel " cours qui fait référence à " telle " liste de QCM et suivi par " tel " apprenant, etc. : voir les tables : *Aut_cours*, *Inscription* et *QCM*).

Pour le deuxième point b), on utilise le concept de "graphe d'unités de connaissances" permettant de modéliser le contenu sémantique d'un cours par un graphe où chaque sommet représente une notion du cours (ou " unité de connaissance "). Ces notions sont reliées entre elles par des arcs formalisant deux types de liens : " hiérarchiques " et " de précedence ". Les liens hiérarchiques définissent un sous graphe de type arborescent où les sommets supérieurs représentent les notions thématiques d'un cours, alors que les sommets inférieurs de l'arborescence modélisent les connaissances atomiques. Les liens de précedence établissent un ordre de parcours des notions de même niveau par un apprenant donné. De plus, chaque unité de connaissance (ou sommet du graphe) possède une liste de notions prérequis formalisée par une expression disjonctive de sommets. Par exemple l'expression : $(N1 \wedge N2) \vee (N3 \wedge N4)$ indique que la notion courante ne doit être abordée par un apprenant que s'il a déjà maîtrisé les notions $N1$ et $N2$ ou alors les notions $N3$ et $N4$. La Figure 3 montre un exemple d'une partie d'un graphe de connaissances relatives à un cours sur un langage algorithmique :

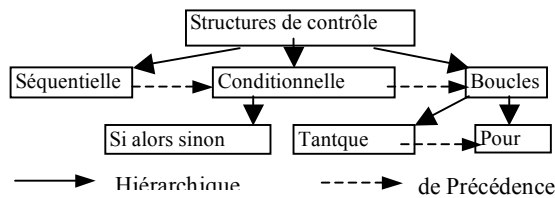


Figure 3 : Exemple de graphe de connaissances

Quand un auteur dépose un cours dans le serveur, il met en place le graphe de connaissances associé en indiquant pour chaque sommet, la partie du cours qui lui est liée. Le graphe des connaissances est matérialisé par une table *UC (Unité Connaissance)* où chaque "tuple" représente une unité de connaissance et la table *Liens* représentant les deux types de liens entre unités de connaissances (lien hiérarchique et lien de précédence).

Pour pouvoir suivre et évaluer un apprenant c) ainsi que pour adapter d) les cours en fonction du profil des apprenants, nous avons représenté l'état des connaissances d'un apprenant (ou modèle de l'apprenant) en utilisant la méthode dite de "l'overlay" (Nkambou, 1998). C'est-à-dire que le modèle de l'apprenant peut être vu comme étant un sous graphe du modèle du domaine (graphe des connaissances). Pour cela nous avons associé, dans une table *ConnaissancesApp*, le degré de maîtrise des unités de connaissances par chaque apprenant. Cette valeur (le degré de maîtrise) est calculée à partir des évaluations (par QCM) de l'apprenant. A chaque unité de connaissance (ou notion) peut être associée une liste de questions à choix multiples (QCM). L'adaptation d'un cours pour un apprenant donné est possible car certaines parties du cours sont dites mobiles, c'est-à-dire que leur présence lors de la visualisation (DisplayCourse) dépend des connaissances acquises par l'apprenant concernant les pré-requis associés à l'unité de connaissance en cours. La mobilité d'une partie du cours est implantée par l'attribut "Mobile" de la balise <Brique> dans le fichier XML contenant le cours. Le lien entre une unité de connaissance et une partie du cours est réalisée par le biais des attributs d'une table des unités de connaissances UC : *code_cours* et *balise* (qui permet de délimiter dans le fichier XML du cours, la partie en question).

Les QCM sont liés aux cours à travers les unités de connaissances (*code_uc* dans une table de *QCM*).

Le module StoreCours

Ce module situé côté serveur permet :

- d'une part de vérifier la structure du cours en fonction de la DTD choisie ;
- et d'autre part la mise à jour de la base de données afin de rendre le contenu accessible aux apprenants.

Le module ListCours

Comme les apprenants diffèrent les uns des autres par leurs profils, le système doit attribuer une liste de cours appropriée pour chaque profil d'apprenants. Par conséquent, nous avons conçu le module *ListCours* adaptable et dynamique qui a pour tâche de récupérer la liste des cours adéquate à un type d'apprenant donné. Ce module retourne la liste des cours selon le profil de l'apprenant, en suivant les étapes de la Figure 4.

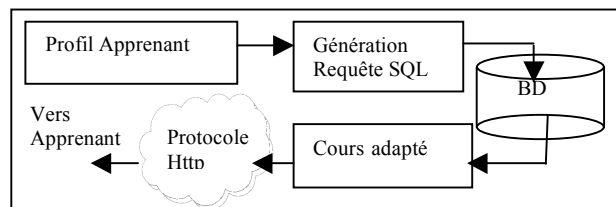


Figure 4 : Processus d'adaptation d'un cours

Le module DisplayCours (Côté Auteur)

Un cours donné sera, lors de sa création, balisé uniquement en fonction de son contenu intrinsèque indépendamment de sa restitution future (présentation). Le rôle principal du module *DisplayCours* est d'assurer la restitution des cours qui sont aux formats XML grâce à une feuille de style XSL. La Figure 5 montre les différentes phases d'affichage d'un cours donné (c'est une Prévisualisation).

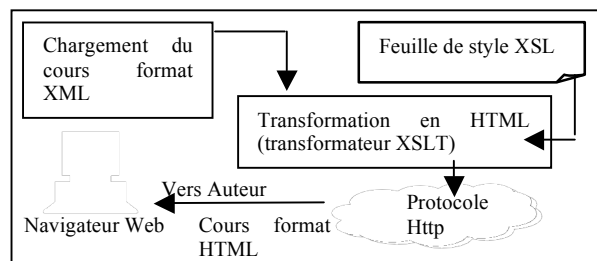


Figure 5: Prévisualisation d'un cours.

Le module Tuteur

Le tuteur est un module logiciel chargé d'exploiter le contenu des cours et exercices déposés par les enseignants au niveau de la base de données, de les adapter en fonction du

profil de l'apprenant, de présenter des questionnaires et exercices à l'apprenant et de faire l'évaluation de ses connaissances.

D'autres modules sont aussi disponibles sur la plateforme, il s'agit du module d'affichage d'un cours côté apprenant, du module de production et d'édition des cours côté enseignant, etc.

Structure d'un cours

Le cours généré est un document XML qui est décrit par une DTD "Document Type Definition". Cette DTD définit les noms des balises et la façon dont ces balises sont organisées. Le système de production de cours permet en effet de produire des cours qui respectent les règles définies dans la DTD; il génère des documents valides.

3 MISE EN ŒUVRE

Une implémentation du modèle a été réalisée par le développement d'une plateforme d'aide à la production de cours adaptatifs en fonction du profil de l'apprenant. La plate-forme *WebSchool* est une application Web réalisée grâce à la puissance du langage PHP, elle est basée sur le Protocole HTTP. Comme toutes les applications en ligne, l'accès à notre plate-forme nécessite un navigateur Web disposant d'une interface attractive qui nécessite l'utilisation des fonctionnalités avancées de la norme HTML, et les présentations XSL. Concernant le système d'exploitation l'utilisateur est libre de choisir son système préféré. Tout cela est assuré par Internet Explorer, Netscape, etc.

Fonctionnalités dédiées à l'apprenant

Lorsqu'un apprenant est connecté (niveau client), une interface graphique lui donne accès à son environnement de travail, qui contient différents outils et informations :

- a) La liste des différents modules de son profil (créés par l'administrateur)
- b) Un menu qui contient les options :
 - *Modifier mon profil* : permet à l'apprenant de modifier son profil (nom d'utilisateur, adresse électronique et de mot passe).
 - *Suggestion* : permet d'envoyer une suggestion à l'administrateur de la plate-forme.
 - *Messagerie interne* : permet d'échanger des messages entre les utilisateurs de la plate-forme.

- *Entrer dans le chat* : permet de communiquer en direct avec d'autres utilisateurs connectés.
- *Aide* : l'accès au système d'aide de la plate-forme.
- *Quitter* : permet de fermer la connexion en cours

Pour chaque module choisi par l'apprenant, le système lui donne accès à son "cartable électronique" (cf. Figure 7) qui contient :

- Les différents cours disponibles concernant le module choisi ;
- Les différents exercices disponibles pour les cours ;
- Un espace de stockage des travaux et fichiers personnels de l'apprenant ;
- Un espace d'annonces faites par l'administrateur ou l'enseignant responsable du module (ex : planning des examens, etc.) ;
- Un ensemble de liens Internet utiles déposés par l'enseignant responsable ;
- Un espace pour les forums de discussions, permet de déposer des questions, ou de répondre à des questions.
- Un agenda pour mémoriser les dates importantes,
- Un espace qui permet d'accéder aux fichiers multimédias mis à disposition par l'enseignant responsable ou l'administrateur

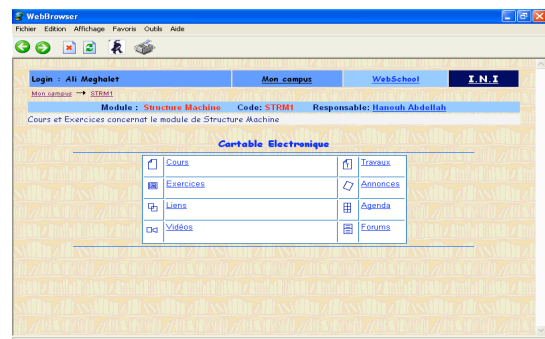


Figure 7: cartable électronique de l'apprenant

Fonctionnalités dédiées à l'enseignant

Un enseignant qui se connecte à la plate-forme WebSchool, dispose également d'une interface graphique qui va lui permettre d'accéder à son "casier électronique". Il renferme les cours qu'il a construits à l'aide de l'interface XMLedit (cf. Figure 6) et les exercices qu'il crée, modifie ou supprime, constituant ainsi une base de données. Ces cours et exercices seront utilisés à terme pour alimenter les cartables des apprenants. Comme pour les utilisateurs de type apprenant, les enseignants disposent aussi d'un menu qui leur permet

d'accéder aux différentes options de la plate-forme à savoir la modification de leur profil, la messagerie interne, le système d'aide et le chat.

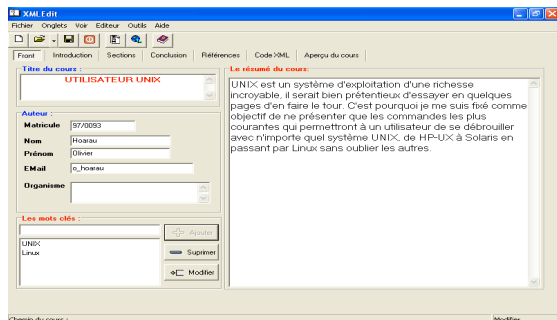


Figure 6: interface de XMLEdit

Pour alimenter les cartables des apprenants les enseignants disposent également d'une interface (Figure 7) qui leur permet d'héberger les cours qu'ils ont créés à l'aide de XMLEdit, et une interface pour créer des Exercice de type QCM.

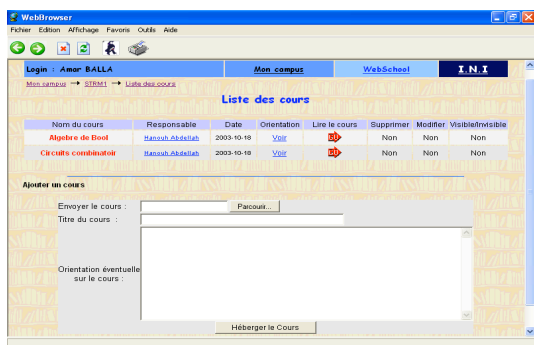


Figure 7: interface pour héberger un cours, QCM, etc.

Fonctionnalités dédiées à l'administrateur

L'administrateur de la plate-forme *WebSchool* a la responsabilité de la gestion des comptes des utilisateurs apprenants et enseignants. Quel que soit le type d'utilisateur, un compte se caractérise par un nom d'utilisateur et un mot de passe pour l'identification et l'autorisation d'accès au système. Pour ajouter un compte utilisateur de type apprenant, le niveau de celui-ci doit en plus être renseigné puis le cartable de l'apprenant est créé. Un casier électronique est créé lorsqu'un utilisateur de type enseignant est ajouté. L'administrateur a la charge de créer les différents modules à la demande des enseignants, pour chaque module créé l'administrateur doit donner le statut de ce module, à savoir le niveau.

Fonctionnalités dédiées au tuteur

Une application (au niveau du serveur de cours) jouant le rôle de "tuteur" du système

d'EIAO, permettant d'adapter un cours à un apprenant en fonction de son profil.

Pour la réalisation nous avons adopté la démarche suivante :

Coté Client : Sur ce côté, un enseignant dispose de deux interfaces, la première est un assistant de production des cours aux format XML que nous avons baptisé *XMLEdit*, son rôle se limite à l'édition des cours aux format XML, quand à la deuxième interface, elle permet de se connecter au serveur via une requête http afin de déposer les cours édités par *XMLEdit* et d'autres contenus pédagogiques. Concernant les apprenants, ces derniers dispose d'une seule interface qui leur permet de se connecter au serveur afin d'accéder aux différents cours et contenus pédagogiques mis a leurs disposition par les enseignants. L'administrateur dispose aussi d'une seule interface qui lui permet de se connecter au serveur afin d'administrer la plate-forme.

Coté Serveur : Sur ce côté, nous avons stockés les différentes tables qui constituent la base de données de notre système, et un ensemble de modules qui permettent d'interagir avec les clients afin de répondre à leurs besoins. Le tuteur permet d'exploiter le contenu des cours et exercices déposés par les enseignants au niveau de la base de données, de les adapter en fonction du profil de l'apprenant, de présenter des questionnaires et exercices à l'apprenant et de faire l'évaluation de ses connaissances.

4 - CONCLUSION

Notre démarche est très comparable aux travaux de (Belquasmi, 2001), de (Raad, 2002) et de (Habieb-Maamar, 2002, 2003). Il s'agit également d'utiliser les technologies de l'information et de la communication pour le traitement des activités pédagogiques. De plus, nous soulignons que de telles recherches doivent se préoccuper de la conception des documents avant leur présentation aux apprenants. Ainsi nous proposons une granulation assez fine du document afin qu'il puisse constituer une source effective aux diverses activités pédagogiques proposées aux apprenants. Par ailleurs, pour que l'adaptabilité soit gérée facilement, nous avons incorporé dans le document toutes les descriptions susceptibles de produire dynamiquement différentes présentations d'une même

information renforçant ainsi son intérêt d'apprentissage.

Ainsi, le but de ce travail est de concevoir un prototype de modèle d'enseignement sur le Web en utilisant la norme XML comme moyen de structuration des contenus pédagogiques destinés aux apprenants. Le prototype réalisé nous a permis de valider l'approche de conception retenue et le modèle défini en Figure 1.

L'approche de notre conception itérative et incrémentale fait que notre travail ne s'arrête pas là et que des perspectives d'évolution s'offrent à nous. Nous travaillons actuellement sur l'expérimentation en vraie situation de formation en cherchant plus profondément les impacts de l'utilisation de notre plateforme.

A moyen termes, nous envisageons d'enrichir et d'étendre la plateforme par d'autres fonctionnalités telles que la simplification des outils auteurs afin de faciliter leur utilisation par des enseignants non informaticiens. Nous pensons également ajouter certaines fonctionnalités aux apprenants leur proposant une vue sur leurs propres activités et également sur des activités collectives. Enfin, l'amélioration de l'enseignement peut se faire en utilisant une approche multi agents, à cet effet, nous travaillons actuellement sur la décomposition de la fonction du tuteur en agents autonomes et coopérants, en proposant des agents accompagnateurs, co-apprenants virtuels et perturbateurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Aimeur, E., Frasson, C., Duffort, H. (2000), "Co-operative learning strategies for ITS", *Applied Artificial Intelligence, an International Journal*, VOL. 14(5), pages 465-490.
- Balla, A., Laskri, M.T, Laoudi, L. (2003) "HYPERGAP: un hypermédia éducatif dynamique générant des activités pédagogiques", *Document Numérique*, Volume7-n°1-2, pages 39-57, Hermes.
- Belqasmi, Y., Bentaleb, Z., Benkiran, A., Ajhoun, R. (2001), "An author system for the production of adaptive system for the production of adaptive courses", *ITHET 2001 July 4-6*, pages 299-330, Kumamoto, Japan.
- Brusilovsky, P., Pesin, L. (1998), "Methods and techniques of Adaptive Hypermedia, Adaptive hypertext and hypermedia", pages 1-43, Kluwer Academic Publisher.
- Dufresne A., (2001), "Conception d'une interface adaptée aux activités de l'éducation à distance ExploraGraph", *S.T.E.8/2001*, pages 301-310, Hermes.
- Habieb-Maamar, H., Tarpin-Bernard, F., Prevot, P., (2003), "Adaptive Presentation of Multimedia Interface Case study: Brain Story Course". Springer Verlag. *Carnegie Mellon University*, Pittsburgh.
- Habieb-Maamar, H., Tarpin-Bernard, F., Prevot, P., (2002), "Modélisation XML des interfaces adaptatives intégrant le profil cognitif de l'utilisateur", *DVP'2002*.
- David, J.P. (2001), "Modélisations d'activités pédagogiques avec le langage XML", *EIAO'01*, Paris (France).
- Delestre, N. (2000), "METADYNE, un hypermédia adaptatif dynamique pour l'enseignement", thèse de l'université de Rouen, France.
- MBALA, A., Reffoy C., Chanier T., (2003), "SIGFAD: un système multi-agents pour soutenir les utilisateurs en formation à distance", *EIAH2003*, Starsbourg (France).
- Nkambou, R., Gauthier G., Frasson, C. (1998), "Un modèle de représentation des connaissances relatives au contenu dans un système tutoriel intelligent", *S.T.E.98, Volume4-n°3*, Hermes.
- Raad, H., Cause, B. (2002), "Modeling of an Adaptive Hypermedia System Based on Active Rules", *ITS2002*, Biarritz France, San Sebastian Spain.
- Wu&All., H., (1998), "AHAM: A reference Model to Support Adaptive Hypermedia Authoring", *Proc. Of the Zesde Interdisciplinaire Conferencie Informatiewetenchap*, pages 77-88, Antwerp.