



**HAL**  
open science

## Un modèle de ressources pédagogiques pour la FOAD : modélisation de ressources pédagogiques

Véronique Heiwy, Charles-François Ducateau

### ► To cite this version:

Véronique Heiwy, Charles-François Ducateau. Un modèle de ressources pédagogiques pour la FOAD : modélisation de ressources pédagogiques. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003, Apr 2003, Strasbourg, France. pp.235-246. edutice-00000140

**HAL Id: edutice-00000140**

**<https://edutice.hal.science/edutice-00000140v1>**

Submitted on 4 Nov 2003

**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.

---

# Un modèle de ressources pédagogiques pour la FOAD

## Modélisation de ressources pédagogiques

**Véronique Heiwy, Charles-François Ducateau**

*CRIP5*

*Université Paris 5 René Descartes*

*45, rue des Saints Pères*

*75270 Paris cedex 06*

*heiwy@iut.univ-paris5.fr, ducateau@iut.univ-paris5.fr*

---

*RÉSUMÉ. Parmi les nombreuses thématiques de recherche qu'offre la FOAD se trouve l'EML (Educational Modelling Language). Dans ce contexte, nous proposons un modèle de ressources pédagogiques formalisé en UML. Les ressources pédagogiques y sont définies par agrégations successives et liées par des liens de pré-requis. L'originalité de ce modèle réside dans l'utilisation de la logique temporelle pour représenter les parcours pédagogiques sous une forme très compacte. Notre modèle s'appuie sur des principes de séparation fond-forme et contenu-scénarisation. Il est illustré par différentes expérimentations dont le projet International e-mi@ge.*

*MOTS-CLÉS : modèle de ressources pédagogiques, scénarisation.*

---

## 1. Introduction

La FOAD présente de nombreux problèmes. Que ce soit pour la modélisation de l'apprenant, la conception de modèles pédagogiques et de ressources numériques, ou l'adaptation dynamique de l'environnement à l'apprenant. De nombreux travaux apportent des réponses plus ou moins complètes s'appuyant souvent sur des expérimentations réelles.

Dans cet article, nous nous inscrivons dans le cadre de l'EML (Educational Modelling Language) et nous intéressons à la représentation de contenus pédagogiques pour l'élaboration de formations à distance. Nous présentons un modèle de ressources pédagogiques de niveau logique formalisé en UML. Ce modèle est illustré par des exemples puis étendu pour représenter des parcours pédagogiques de façon compacte. Un ensemble de règles de transformation du modèle de ressources pédagogiques en un modèle documentaire (ou modèle physique) est enfin proposé.

Utiliser un modèle logique pour représenter des contenus pédagogiques ainsi que différents parcours pédagogiques présente plusieurs avantages. Outre l'indépendance par rapport aux formats d'édition (séparation du fond et de la forme), il propose un cadre générique pour représenter des ressources pédagogiques dans divers contextes, facilite l'interopérabilité et permet d'améliorer la pérennisation ainsi que la mise à jour et la diffusion des contenus.

Nos exemples d'illustration sont issus d'expérimentations menées dans le cadre de la mise en ligne de formations, à travers un module de mathématiques de niveau maîtrise, le projet International e-mi@ge, et à travers la réalisation d'un site d'apprentissage de la méthode MERISE.

Plusieurs approches ont été proposées pour la modélisation des contenus pédagogiques. Parmi celles-ci, citons :

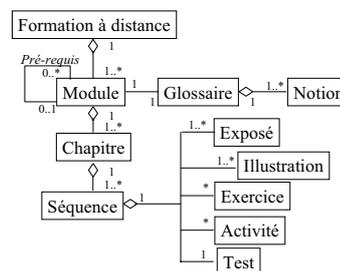
L'approche *EduML* [BOURDA 00], basée sur XML [XML 02], propose d'utiliser des meta-données pour caractériser les documents et permettre de les retrouver. Deux DTD (Data Type Definition) ont été définies. L'une représente la structuration d'un polycopié de cours alors que l'autre décrit la structuration de grain de cours, de théorèmes et d'exercices. Des modèles représentent les différents contenus ainsi que leur scénarisation. *PolyTex* [BACHIMONT 98], propose une approche méthodologique de structuration de l'information en grains autonomes pour une édition multi-support. Elle est basée sur des pratiques pédagogiques réelles. *SCORM* ([ADL 01]) définit une structure arborescente de représentation basée sur des blocs de base appelés SCO (Sharable Content Object). Gendoc [GENDOC 02] est un environnement de description (structure et aspect visuel) de documents en XML. Les documents sont structurés en sections et atomes. Des meta-données permettent de décrire en détail les documents. Enfin, le méta-modèle SP/UL/FC proposé dans [CROZAT 02] propose un triplet dans lequel l'UL (unité logique) permet la définition de contenus alors que le SP (schéma pédagogique) assure la scénarisation

des contenus. Enfin les FC (feuilles de comportement) permettent de gérer toutes les interactions entre la formation et les acteurs. Ce modèle de représentation de l'information permet l'application d'un modèle documentaire générique et l'intégration de modèles pédagogiques spécifiques.

Dans [CROZAT 02] la scénarisation est définie comme un parcours de l'information contenue dans le support pédagogique par l'apprenant. Parmi les approches de représentation de scénarii d'apprentissage existantes, en voici deux : *SMART-learning* (System for Multimedia Adaptive and Cooperative Tele-learning) [AJHOUN 00] propose des cours génériques contenant les contenus et l'expertise pédagogique permettant de générer des versions spécifiques du cours en fonction de l'apprenant. Les contenus sont présentés par une structure hiérarchique et sous forme de graphes pour les cours individuels. La scénarisation consiste à construire un graphe des parcours possibles des sous-séquences pédagogiques liées par les conditions de passage. *SDM* (Serveur de Didacticiels Multimedia) [GASNERAU 98], comporte un système auteur, un système de distribution et un système de scénarisation. Les contenus sont structurés en rubriques et modules caractérisés par le couplage (Notion/Niveau). Ils sont définis par des entités indépendantes scénarisées à travers un graphe dynamique proposant des parcours différents selon les résultats de l'apprenant.

Afin de pouvoir mutualiser les ressources, plusieurs approches cherchent à décrire les documents pédagogiques numériques par des meta-données standardisées. Nous présentons ici deux travaux portant sur la définition de ces meta-données : *DCMI* [DCMI 98] définit 15 meta-données standards et génériques à tout document. Il s'agit de : title, creator, subject, description, publisher, contributor, date, type, format, identifier, source, language, relation, coverage et rights. *LOM* (Learning Object Meta Data) [IEEE 01] propose de référencer les documents pédagogiques et numériques par 47 meta-données structurées en 9 catégories (General, Life cycle, Meta-Metadata, Technical, Educational, Rights, Relation, Annotation, Classification).

## 2. Présentation du modèle de ressources pédagogiques



**Figure 1.** le modèle de ressources pédagogiques du projet International e-mi@ge

Les modèles de ressources pédagogiques sont souvent développés dans un contexte particulier de FOAD. Prenons l'exemple du contenu proposé dans le cadre



choisie dans une liste de propositions (type QCM). Une évaluation est caractérisée par des *modalités d'appréciation* indiquant si elle est notée par le système, donc automatiquement ou par un tuteur humain. Une évaluation peut être *bloquante*. Si elle l'est, travailler sur l'UA suivante est impossible tant que le *niveau minimum* requis pour continuer n'est pas atteint. Des évaluations de même nature, illustrant le même cours, et ayant les mêmes pré-requis sont dites *équivalentes*. Le réseaux d'UA ainsi obtenu forme le contenu de la FOAD.

Parmi les avantages présentés par ce modèle nous pouvons citer la représentation du *type* d'unité d'apprentissage par un attribut qui donne une dimension générique au modèle, permet de représenter des UA de granularité variable et le rend applicable dans plusieurs contextes. Dans le projet International e-mi@ge par exemple, les contenus sont structurés en modules, chapitres et séquences alors que dans SCENARI [CROZAT 02], ils sont structurés en *SPModules*, *SPSessions* et *SPÉtapes*; et dans SDM en *rubriques* et *modules*. Notre modèle s'adapte à ces différentes terminologies. Définir les liens d'agrégation sur l'UA et non sur l'UA élémentaire permet d'agréger les contenus sur plusieurs niveaux. Les UA élémentaires constituent des briques de base dans la représentation des contenus d'un niveau de granularité assez fin, ce qui facilite la mise en place de scénarii de parcours. Enfin le rattachement des notions aux UA se ramène à la définition implicite de glossaires pour ces dernières. Dans ce modèle, nous nous appliquons à décrire le fond et non la forme. La forme est traitée par la transformation du modèle de contenus en un modèle documentaire indépendant. Cette séparation permet de conserver une indépendance par rapport à la représentation et facilite son évolution. *Flexibilité, adaptabilité, neutralité par rapport au média, réutilisation et cycle de vie* sont cinq des caractéristiques définies comme essentielles dans [EML 02] pour caractériser un bon modèle d'apprentissage.

L'instanciation de ce modèle aboutit à la définition de ressources pédagogiques sous formes d'UA organisées de manière hiérarchique et à des graphes de liens de pré-requis entre UA. Nous voyons dans la suite, des exemples d'utilisation de ce modèle puis comment nous proposons d'étendre ce modèle afin de représenter les graphes de parcours de contenus de manière compacte.

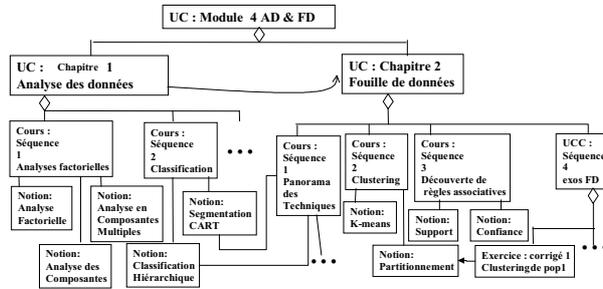
### 3. Exemples d'instanciation du modèle

Dans cette partie nous illustrons la manière dont le modèle peut être utilisé pour représenter les ressources pédagogiques tout d'abord dans le cadre d'un module de mathématiques, puis dans le projet International e-mi@ge et pour un site expérimental d'apprentissage en ligne de la méthode MERISE.

#### 3.1. Exemple du module de mathématiques

Ce premier exemple est tiré d'un programme de mathématiques de MIAGE. Le module intitulé "Analyse des données et Fouille de données" est composé de deux

chapitres articulés en séquences de cours et d'exercices référençant différentes notions présentées dans les cours.

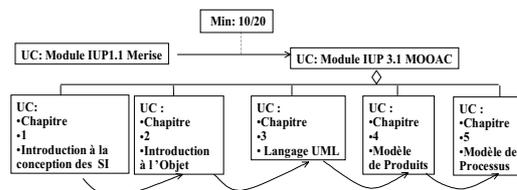


**Figure 3.** Instanciation du modèle sur un module de mathématiques

Dans la suite, nous nous focalisons sur des exemples liés à notre thématique d'enseignement principale.

### 3.2. L'exemple du projet International e-mi@ge

Le projet International e-mi@ge, initié par l'université de picardie dans le cadre du programme Campus Numérique en 2001 fédère 18 universités de France (dont l'université Paris 5) qui ont fixé un programme commun et offrent des modules de préparation du diplôme MIAGE en ligne. Un groupe de travail "infrastructures et fonctionnalités" propose un découpage « cadre » des contenus en modules, chapitres et séquences. Parmi les modules à réaliser, se trouve MOOAC, un module d'apprentissage de méthodes orientées objet pour l'analyse et de conception de systèmes d'information. Il est centré sur le langage UML.



**Figure 4.** Exemple d'instanciation des liens de composition et de pré-requis entre UA

Le module MOOAC (modélisation orientée objet d'analyse et de conception) est composé de cinq UA de type *chapitre*. Entre les chapitres, des liens de pré-requis représentent un parcours logique d'apprentissage. Les chapitres sont des instances d'UA composées, même s'ils sont feuilles du graphe puisqu'ici, leurs composants ne sont pas représentés par soucis de lisibilité.

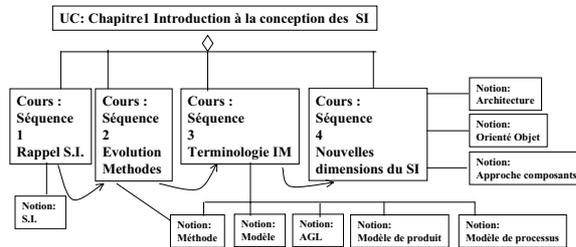


Figure 5. Exemple d'unités d'apprentissage consacrées à la présentation de notions

Le premier chapitre intitulé "Introduction à la conception des systèmes d'information" est composé de quatre séquences, chacune référençant une notion au moins. Les flèches entre séquences représentent les pré-requis. Ce chapitre a un objectif introductif il n'est donc composé d'aucun exercice d'application.

De la même manière le chapitre 3, portant sur le langage UML, est dérivé de notre modèle. Il illustre le cas d'unités d'apprentissage composées de cours et d'exercices. Dans la partie suivante, notre modèle est utilisé pour la construction d'un site de formation expérimental.

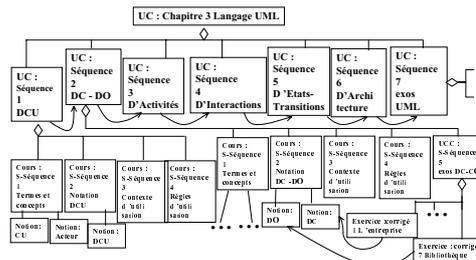


Figure 6 . Exemple d'unités d'apprentissage composées de cours et d'exercices

### 3.3. Site expérimental ACSI

L'objectif de ce site ACSI (Analyse et Conception de Systèmes d'Information) est de proposer une formation à distance sur la méthode MERISE ([MATHERON 90]). Ce site contient des cours, des exercices et des évaluations. Un sommaire donne accès aux unités d'apprentissage listées ci-dessous.

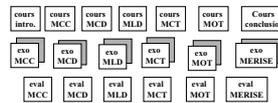
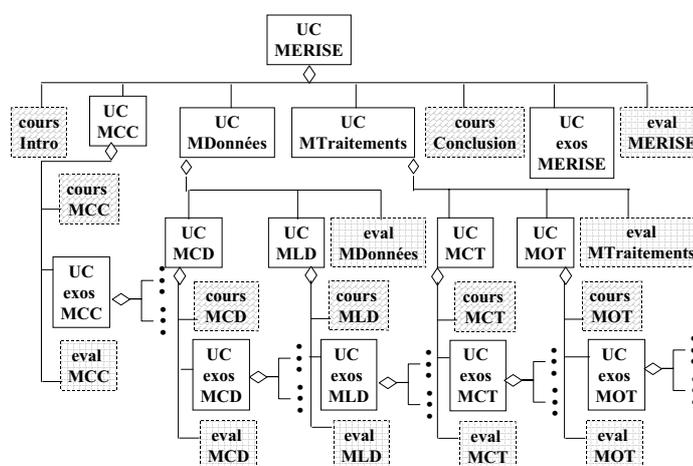


Figure 7. Les unités d'apprentissage élémentaires<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MCC: Modèle conceptuel de communication; MCD: Modèle conceptuel de données, MLD: Modèle logique des données, MCT: Modèle conceptuel des traitements; MOT: Modèle organisationnel des traitements.

Ici la structuration est minimale puisque les UA sont toutes élémentaires. Il y a sept UE de cours, six UE d'évaluation et de nombreuses UE d'exercices illustrant les cours présentés. Les UE "exo MERISE" correspondent au type d'exercices "cas de synthèse". Dans notre site, se trouvent deux cas de synthèse équivalents: "Wedding" et la "Gestion de conférences". Afin de mieux guider l'apprenant dans son apprentissage, il est possible d'agréger les UA élémentaires (figure 8).

A l'intérieur d'une UA élémentaire, le parcours du contenu est séquentiel. Pour parcourir ces UA, l'apprenant doit faire un choix entre différents parcours pédagogiques définis a priori.



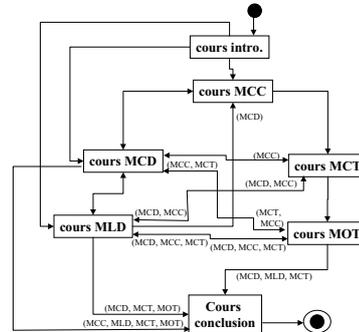
**Figure 8 :** Structuration des ressources pédagogiques MERISE

Proposer des parcours intelligents et un guidage à l'apprenant dans sa progression est une problématique complexe et connue sous le terme de *scénarisation pédagogique*. Intéressons nous maintenant à la scénarisation des contenus structurés selon notre modèle.

#### 4. Scénarisation

Par rapport au support analogique, le support numérique permet de représenter plusieurs parcours possibles. Ces scénarii pédagogiques peuvent être personnalisés *a priori* par l'enseignant, au fur et à mesure par l'apprenant lui-même ou automatiquement par la machine en fonction de l'activité de l'apprenant.

Classiquement, la scénarisation est représentée par des graphes orientés. Les nœuds représentent des éléments de contenu et les arcs orientés les chemins pour passer d'un nœud à l'autre. Si les variantes de parcours sont importantes, le graphe obtenu risque d'être surchargé. Dans notre site, en nous limitant à l'ordonnement des cours, nous aboutissons au graphe ci-dessous.



**Figure 9.** Graphe de scénarisation pour les modules MERISE du site ACSI

Dans le graphe de scénarisation, certains arcs orientés sont accompagnés d'une liste de modules correspondant à une condition nécessaire et suffisante pour pouvoir atteindre le nœud destination, i.e. une liste de pré-requis *a priori* pour poursuivre l'apprentissage. Ces conditions sont définies sur le même principe que les *critères de choix* des graphes de précedence de [PLIHON 96]. Ces *critères de choix* représentent des formules logiques basées sur des *arguments* s'appuyant principalement sur la connaissance des nœuds du graphe déjà parcourus. L'ajout de ces contraintes permet, dans un premier temps, de fournir une aide à l'apprenant et, ensuite d'envisager une automatisation partiellement du parcours. Les chemins alternatifs possibles n'apparaissent pas distinctement. Pour faciliter l'interprétation de ce graphe, nous proposons de résumer tous les ordonnancements possibles à l'aide d'opérateurs de logique temporelle [BEN-ARI 83].

Nous introduisons quatre opérateurs. Le point • symbolise la séquence. L'étoile \* symbolise la répétition. L'entrelacs □ combiné avec la virgule, symbolise le parallélisme. Le Phi φ, combiné avec l'entrelacs symbolise l'explosion.

Ainsi, les neuf parcours (longs de huit arcs) représentés dans la figure 10 peuvent être résumés par la formule de logique temporelle suivante:

*Entrée* • cours\_intro • □[□(cours\_MCD, cours\_MLD), (cours\_MCC • cours\_MCT • cours\_MOT)] • cours\_conclusion • *Sortie*

Ainsi, sur l'ensemble du site ACSI l'apprentissage de la méthode MERISE consiste à suivre un ensemble de cours sur les différents modèles proposés dans MERISE, à réaliser des exercices et à passer des évaluations. Prenons l'exemple d'un parcours séquentiel.

*Entrée* • cours\_intro • (cours\_MCC • exos\_MCC • eval\_MCC) • [(cours\_MCD • exos\_MCD • eval\_MCD) • (cours\_MLD • exos\_MLD • eval\_MLD) • eval\_Mdonnées] • [(cours\_MCT • exos\_MCT • eval\_MCT) • (cours\_MOT • exos\_MOT • eval\_MOT) • eval\_Mtraitements] • cours\_conclusion • exos\_Merise • eval\_Merise • *Sortie*

En faisant l'hypothèse que tous les composants des UC composées intervenant dans l'écriture du chemin sont parcourus séquentiellement, il est possible de simplifier l'écriture du chemin. Ce principe est appliqué récursivement si nécessaire.

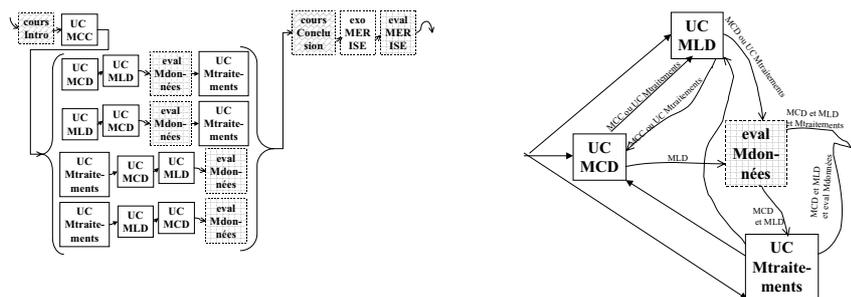
*Entrée* • cours\_intro • UC\_MCC • UC\_Mdonnées • UC\_Mtraitements • cours\_conclusion • exos\_Merise • evalMERISE • *Sortie*

En faisant l'hypothèse que l'apprentissage de MERISE commence toujours par le MCC, l'ensemble de tous les parcours est alors représenté par:

*Entrée* • UC\_cours\_intro • UC\_MCC • □ ([□(UC\_MCD, UC\_MLD) • eval\_Mdonnées], UC\_Mtraitements) • UE\_cours\_conclusion • exoMERISE • evalMERISE • *Sortie*

Dans ce chemin général, l'apprentissage de MERISE commence par l'apprentissage du cours d' introduction puis par celui du MCC (cours\_MCC puis exo\_MCC\* puis eval\_MCC). Ensuite, les modèles de données sont étudiés en premier puis les modèles de traitements après ou le contraire. Dans l'apprentissage des modèles de traitements, il est préconisé d'étudier d'abord le modèle conceptuel des traitements (cours\_MCT puis exo\_MCT\* puis eval\_MCT) puis le modèle organisationnel des traitements (cours\_MOT puis exo\_MOT\* puis eval\_MOT) avant de terminer par l'évaluation du modèle des traitements. Pour le modèle des données, nous proposons deux variantes : soit commencer par le modèle conceptuel des données et poursuivre par le modèle logique des données avant de terminer par l'évaluation du modèle de données; soit commencer par le modèle logique des données et poursuivre par le modèle conceptuel des données avant de terminer par l'évaluation du modèle de données. La longueur de la paraphrase de ce chemin général incite à l'utilisation des opérateurs de la logique temporelle pour une représentation plus synthétique.

La figure 10 présente les quatre parcours séquentiels que peut suivre l'apprenant, puis se focalise sur la représentation graphique du double entrelacs.



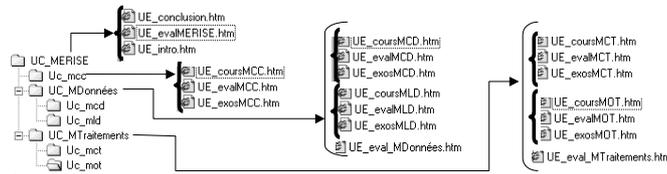
**Figure 10.** Les quatre parcours séquentiels - Représentation du double entrelacs

En cas d'échec à l'une des évaluations, il faut introduire dans l'expression des chemins des conditions sur le niveau. Par exemple, si l'évaluation « eval MERISE » est un échec, il faut passer une nouvelle évaluation équivalente (eval2 MERISE)

avant de terminer le module. Si c'est un nouvel échec, l'apprenant devra refaire l'ensemble du module.

## 5. De la structuration des contenus à la génération des pages hypertexte

Une fois la description logique achevée, vient l'édition des documents qui constitueront le contenu de la formation en ligne. Plusieurs formats (HTML, XML, pdf) sont couramment utilisés. Intéressons nous ici à la génération de pages HTML. Pour construire un site de formation en ligne statique, nous nous limiterons dans un premier temps, à la définition des pages (ou fichiers) HTML ainsi que des liens à définir entre ces pages. Ces fichiers sont regroupés dans des dossiers. La phase d'édition consiste donc à établir une correspondance entre le modèle de contenus et le modèle documentaire.



**Figure 11 :** Arborescence des dossiers du site ACSI

Les règles de transformation sont de trois types: (1) Les unités d'apprentissage composées sont transformées en dossiers ; (2) Les notions, les évaluations, les exercices ou les cours sont transformés en fichiers HTML ; (3) Les liens de pré-requis, de référence, d'équivalence ou d'illustration sont transformés en liens hypertexte. Ces règles ont été appliquées au site MERISE. Pour la transformation des UA, il en résulte l'arborescence ci-dessus.

## 6. Conclusion et travaux futurs

Dans cet article, un modèle de ressources pédagogiques est proposé afin de faciliter la réalisation de sites de formation à distance. Il propose un découpage en unités de d'apprentissage pouvant être composées, et articulées par des liens de pré-requis. Un tel modèle présente l'avantage d'être modulaire et utilisable dans plusieurs contextes de mise en place de formation à distance. Indépendant du modèle documentaire de publication, il est pérenne. L'utilisation d'opérateurs de logique temporelle pour représenter les scénarios pédagogiques (i.e. les parcours de l'apprenant) constitue une approche originale et efficace. Ce modèle est illustré à travers trois formations. Des règles de transformation sont enfin proposées pour la publication des documents à mettre en ligne.

Parmi nos perspectives de travaux futurs, nous réfléchissons à l'intégration de ce modèle de connaissances dans un cadre plus vaste permettant de représenter les acteurs et le processus d'apprentissage, d'assurer ainsi une réelle efficacité au

dispositif de FOAD et par là même, de répondre au critère de *complétude* défini dans [EML 02].

## 7. Bibliographie

- [ADL 01]: *Sharable Content Object Reference Model*, version 1.2, 2001.
- [AJHOUN 00]: Ajhoun R., Benkiran A., SMART-Learning: Adaptive telelearning system on the web, *colloque TICE'2000*, Troyes, France, pp:23-29, 2000.
- [BACHIMONT 98]: Bachimont B., Charlet J., PolyTex: un environnement pour l'édition structurée de photocopiés électroniques multi-supports, *EuroTex'98*, France, 1998.
- [BEN-ARI 83]: Ben-Ari M., Manna Z., Pnueli A., *The Temporal Logic of Branching Time*, Acta Informatica, 20(3), 1983.
- [BOURDA 00]: Bourda Y., Helier M., Metadonnées et XML: applications aux "objets pédagogiques", *colloque TICE'2000*, Troyes, France, pp:135-141, 2000.
- [CROZAT 02]: Crozat S., *Elements pour la conception industrialisée des supports pédagogiques numériques*, thèse de doctorat, 2002.
- [DCMI 98]: *Dublin Core Metadata Element Set*, version 1.0, 1998.
- [GASNERAU 98]: Gasnerau P., Serveur de Didacticiels Multimédia, *colloque NTICF'98*, Rouen, 1998.
- [IEEE 01]: *Learning Object Metadata*, Draft standard 6.1, 2001.
- [MATHERON 90]: Matheron J-P., *Comprendre MERISE*, Editions Eyrolles, 1990.
- [PLIHON 96]: Plihon V., *Un environnement pour l'ingénierie des méthodes*, thèse de doctorat, 1996.
- [RUMBAUGH 98]: Rumbaugh J., Jacobson I. et Booch G., *The unified Modeling Language Reference Manual*, Addison-Wesley, 1998.

## 8. Références sur le WEB.

- [EML 02]: [eml.ou.nl](http://eml.ou.nl); 2002.
- [GENDOC 02]: [gendiapo.sourceforge.net](http://gendiapo.sourceforge.net); 2002.
- [IEM 02]: [www.u-picardie.fr/~cochard/IEM](http://www.u-picardie.fr/~cochard/IEM); 2002.
- [XML 02]: [www.w3.org/XML](http://www.w3.org/XML); 2002.