

AER+09

Vers une construction représentationnelle de la pensée pédagogique des enseignants

Le cas du Macro Design des documents numériques pédagogiques

Abdelhak Aqqal^{*,**} — Najib Elkamoun^{*} — Christoph Rensing^{**}
Abdelghafour Berraissoul^{*} — Ralf Steinmetz^{**}

^{*} Laboratoire STIC, Faculté des Sciences, Université Chouaib Doukkali, Maroc
{aqqal, elkamoun, berraissoul}@ucd.ac.ma

^{**} Multimedia Communications Lab, Technische Universität Darmstadt, Allemagne
{Abdelhak.Aqqal, Christoph.Rensing, Ralf.Steinmetz}@kom.tu-darmstadt.de

RÉSUMÉ. Cet article élabore une démarche instrumentalisée qui vise particulièrement à abstraire la complexité de la production des documents numériques pédagogiques pour les enseignants relativement novices en matière d'informatique. Ainsi nous allons présenter une nouvelle contribution à la conception et à la production collaborative des documents pédagogiques en contexte d'apprentissage en ligne. Cette contribution consiste à exposer une méthodologie de conception des documents pédagogiques (appelée le Macro Design) basée sur des modélisations orientées ontologies et aussi à l'évaluer via la réalisation et l'expérimentation d'un environnement appelé Moulinette.

ABSTRACT. In this article we motivate and present a methodology based on a collaborative production as realistic way to meet teachers' skills for an efficient production of e-learning documents. The proposed methodology points out the "Macro Design" as an independent task to be supported during the first phase of the production. This paper presents an efficient method to support the Macro Design using the Rhetorical Structure Theory, the taxonomies we developed and a web based environment called Moulinette.

MOTS-CLÉS : conception des documents numériques pédagogiques, modélisation sémantique, ontologies, taxonomies, pensée pédagogique des enseignants, apprentissage en ligne.

KEYWORDS: design of e-learning documents, semantic modeling, ontologies, taxonomies, teacher thinking, web based training.

DOI:10.3166/DN.12.2.81-110 © 2009 Lavoisier, Paris

1. Introduction

Depuis l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement, l'éducation a subi un changement de paradigme. Un exemple de ce changement est la formation ouverte et à distance (FOAD) qui introduit de nouvelles possibilités concernant la souplesse, l'adaptation et l'individualisation de l'enseignement. Toutefois, ce nouveau mode d'enseignement impose de nouvelles exigences et contraintes. Il a fait de la création des documents numériques pédagogiques destinés à la FOAD une tâche à la fois complexe et exigeante pour les enseignants, car elle demande un temps considérable et un savoir-faire basé sur une multitude de compétences, en particulier les compétences techniques qui doivent être apprises et continuellement mises à jour (Lehmann *et al.*, 2006). En revanche, un enseignant (enseignant à l'école ou à l'université ainsi qu'un formateur dans une société industrielle) est avant tout un expert de son domaine (figure 1). Il n'a pas généralement toutes les habilités techniques requises pour la production des contenus en contexte d'apprentissage en ligne et est souvent désarmé face à ces nouvelles modalités d'apprentissage (Aqqal *et al.*, 2007).

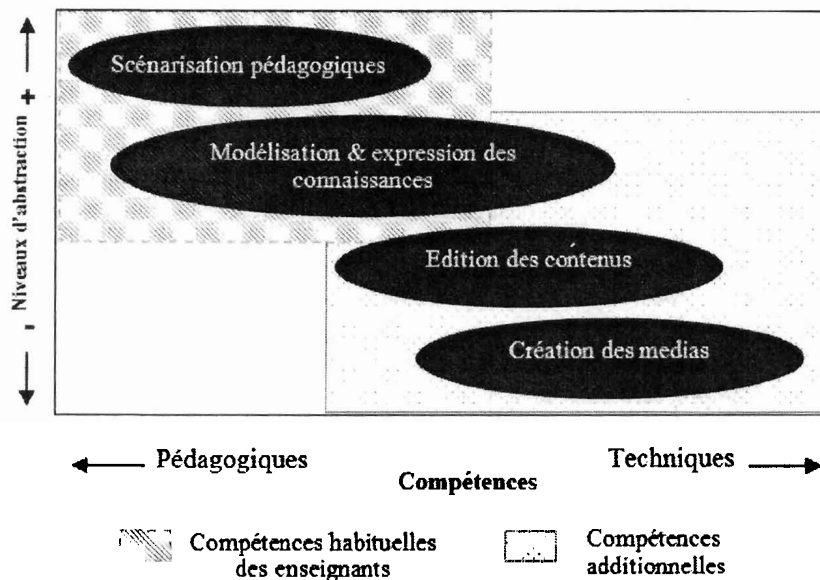


Figure 1. Schéma simplifiant les compétences requises pour la production des contenus en contexte d'apprentissage en ligne (Aqqal *et al.*, 2008)

Le résultat est que l'on peut identifier trois catégories d'enseignants : (1) une catégorie qui s'est sentie en difficulté et n'est pas allée jusqu'au bout de la démarche dans la création de ce type de contenus. (2) Une autre catégorie d'enseignants qui se sont lancés dans la création en ne se servant que de leurs compétences techniques

modestes. Les médiocres surtout et ses nouveautés difficile par rap qu'ils ont pris l nécessaire. Donc aurait pu être ces documents nume simplement sou: difficile, au rés annotation sémant d'échange et d Bachimont *et al* cette complexité enseignants et techniques requi: d'enseignement, la création des de

Toute appr pédagogiques d réduire les effc minimum qui l pédagogiques pl

L'objectif de production des adéquatement le partie de leurs c produits devront bien situés selon

Pour ce faire démarche doit é techniques ou p aucun modèle p l'enseignant doi production. Les attribuées une p concrète et qui supportant un tr:

Cet article v documents nur ontologies et : Moulinette. Le c

modestes. Les documents numériques pédagogiques produits étaient de qualité médiocre surtout si on considère la panoplie offerte par les TICs avec toute sa richesse et ses nouveautés. (3) Les enseignants de la troisième catégorie ont eu la même difficulté par rapport aux premiers et aux deuxièmes mais ils ont été tellement motivés qu'ils ont pris l'initiative d'aller s'autoformer afin d'acquérir l'expertise technique nécessaire. Donc, ils ont consacré un temps précieux au développement technique qui aurait pu être consacré plutôt à l'enseignement et à la conception. En effet, produire des documents numériques pédagogiques en contexte d'apprentissage en ligne (désigné simplement sous le terme de documents pédagogiques) constitue une tâche très difficile, au résultat très subjectif et artisanal : un document pédagogique sans annotation sémantique claire, sans spécification, sans format commun, sans possibilité d'échange et difficilement adaptable et réutilisable (Pernin et Lejeune, 2006 ; Bachimont *et al.*, 2004). Par conséquent, une méthode raisonnable pour faire face à cette complexité est l'adaptation de ce processus de production au profil des enseignants et non pas l'inverse. Autrement, le développement des compétences techniques requises tend à être une priorité pour les enseignants au détriment de l'acte d'enseignement conduisant ainsi à la marginalisation des aspects pédagogiques lors de la création des documents numériques pédagogiques.

Toute approche adéquate de la production des contenus numériques pédagogiques doit favoriser un support réel et une gestion équilibrée de sorte à réduire les efforts déployés par les enseignants dans la partie technique à un minimum qui leur permettra de se concentrer sur les aspects didactiques et pédagogiques plutôt que sur la technologie (Helic *et al.*, 2002).

L'objectif de notre recherche est de proposer une approche de conception et de production des documents numériques pédagogiques capable de réduire adéquatement les efforts de l'enseignant et faire déléguer les tâches qui ne font pas partie de leurs compétences à une équipe ayant ce type de prérequis. Les documents produits devront être d'une qualité d'indexation et de réutilisabilité améliorée mais bien situés selon les intentionnalités de l'enseignant.

Pour ce faire, l'approche proposée doit respecter les spécifications suivantes : la démarche doit être simple pour les enseignants et doit se faire sans complications techniques ou pédagogiques. Elle doit être neutre pédagogiquement et n'impose aucun modèle pédagogique à l'enseignant. Par ailleurs, en fonction de son expertise, l'enseignant doit avoir la liberté de choisir la où il veut s'arrêter dans le processus de production. Les tâches restantes pour finaliser le document pédagogique vont être attribuées une par une à une équipe de collaborateurs. L'approche doit être aussi concrète et guider l'instructeur étape par étape lors de la réalisation tout en supportant un travail collaboratif d'équipe.

Cet article vise à présenter une méthodologie de production collaborative des documents numériques pédagogiques basée sur des modélisations orientées ontologies et aussi à l'évaluer *via* la réalisation d'un environnement appelé Moulinette. Le « Macro Design » sera expliqué dans la section suivante. Nous allons

discuter le besoin du Macro Design pour construire une représentation sémantique de la pensée pédagogique des enseignants (d'un point de vue contenu) afin de faciliter la création collaborative des documents pédagogiques. La section de l'état de l'art survole les travaux existants et examine leurs insuffisances en ce qui concerne nos besoins et nos spécifications. La section 3 décrit brièvement l'utilisation des taxonomies et l'application de la théorie de la structure rhétorique, comme un mécanisme de modélisation lors de la conception de documents numériques pédagogiques. La 4^e section introduit l'environnement Moulinette qui a été implémenté sur les fondements exposés ci-avant. Enfin, nous allons présenter quelques-unes des expérimentations que nous avons menées pour la mise à l'épreuve expérimentale de notre approche, suivie d'une discussion.

2. Le besoin du Macro Design dans un contexte de production collaborative

2.1. Analyse du besoin

Les enseignants sont des praticiens réfléchis qui construisent au fil de leurs pratiques d'enseignement leurs propres pensées pédagogiques. La pensée pédagogique (appelée aussi *Teacher Thinking*) est la manière dont les enseignants pensent, connaissent, perçoivent, se représentent leur expertise et leur profession en l'exerçant sous forme d'actes pédagogiques (Tochon, 2000). Concevoir un contenu pédagogique destiné à l'enseignement en ligne est un acte singulier qui reste particulièrement dépendant de la pensée pédagogique de l'enseignant visant à le produire et à l'enseigner. La production (artisanale) des supports numériques par l'enseignant est souvent une œuvre unique fortement liée au contexte d'usage (Bachimont *et al.*, 2004). Partager avec les enseignants le travail d'une telle production commence d'une part, par identifier et comprendre leur pensée pédagogique au niveau de cette création (Tochon, 2000). D'autre part, il faut subdiviser les tâches de la production de façon adaptée selon leurs profils technico-pédagogiques et leurs contextes. Une subdivision des tâches suppose une séparation entre les niveaux de production et une identification des processus opérant sur ces niveaux pour pouvoir supporter une séparation entre les métiers (Bachimont *et al.*, 2004). Pour cela, et pour adapter cette production aux profils des enseignants, on doit commencer tout d'abord par comprendre et modéliser leurs pratiques lors de la création des contenus destinés à des formations en ligne. Contrairement aux méthodes courantes et en amont des phases de la modélisation des contenus, l'édition du contenu et la création de médias, nous postulons une phase de réflexion qui est souvent négligée ou n'est pas pleinement prise en compte (Aqqa *et al.*, 2007). Nous allons l'appeler par la suite la phase de la modélisation implicite (ou *Design thinking*). Cette phase débute lorsque l'enseignant commence à penser, à avoir des idées pédagogiques et à réfléchir au contenu à produire. Cette réflexion touche entre autres les questionnements suivants : pourquoi produire un contenu pédagogique et pour quel public cible ? Qu'est-ce que l'on va produire (en termes de connaissances par exemple) ? Sous quelle forme va être le produit, et pourquoi sous cette forme ?

L'enseignant p
des manuscrit
pédagogiques
contenu pédag
paradigme très
matières reflèt
pédagogique
exprimée par
représentation
thinking» du
d'informations
personne ou u
introduisons le
transfert de co
thinking) dep
production, no
tel transfert d
support de la
explicitier les
contenu et les
une extériorisa

2.2. Les spéci

Le Macro
et doit aller
ressources. Il
informations s
pédagogique),
domaine et d
contenu à pro
gestion du pro

La capture
soit facileme
certainement
le dérouleme
forme de mé
possibilité d'
(Cramps, 200
semi-automat
numériques p
de document

L'enseignant pourrait expliquer toutes ces idées et ces intentions verbalement ou *via* des manuscrits. Pourtant la majorité des outils de production des documents pédagogiques proposent leur aide et leur assistance depuis la phase de modélisation du contenu pédagogique. La plupart du temps, cette modélisation se fait en utilisant un paradigme très proche de la forme d'une table des matières. Une telle table des matières reflète seulement les principaux concepts utilisés dans le contenu. La pensée pédagogique qui concerne le contexte de production du contenu ne peut pas être exprimée par un modèle de contenu aussi simplifié, encodant seulement une représentation logique du contenu et non pas une conception au sens « Design thinking » du terme. La représentation logique du contenu laisse échapper tant d'informations qui concernent la modélisation implicite sans lesquelles une autre personne ou une équipe ne peut pas poursuivre la production convenablement. Nous introduisons le « Macro Design » comme un processus de modélisation qui vise un transfert de connaissance concernant la pensée pédagogique au niveau contenu (*Design thinking*) depuis l'enseignant vers l'équipe qui le soutient dans le projet de la production, notamment ceux qui opèrent au niveau technique (Aqqal *et al.*, 2007). Un tel transfert de connaissance n'existe que par son inscription intentionnelle sur un support de la part de l'enseignant (Bachimont *et al.*, 2004). Cette inscription doit expliciter les réflexions implicites et les intentions correspondant à la conception du contenu et les enregistrer sous forme de modèles représentatifs capables de supporter une extériorisation de la pensée pédagogique en question.

2.2. Les spécifications du Macro design

Le Macro Design doit capturer les réflexions faites implicitement par l'enseignant et doit aller au-delà d'une simple représentation structurale ou séquentielle des ressources. Il doit capturer au moins quatre types d'information, à savoir : des informations sur les intentions pédagogiques et contextuelles (par exemple le modèle pédagogique), des informations sur les connaissances (par exemple le modèle du domaine et des apprenants), des informations sur la forme et la représentation du contenu à produire (par exemple la charte graphique) et enfin des informations sur la gestion du processus (par exemple la gestion des versions) (figure 2).

La capture de ces intentions vise à décrire le processus de production pour qu'il soit facilement lisible par les autres membres de l'équipe. Cela permettra certainement d'améliorer leur compréhension du contexte de production et de guider le déroulement du reste des étapes. En outre, sauvegarder ces informations sous forme de métadonnées et sous forme de descriptions formelles augmentera la possibilité d'accès et de réutilisation des parties différentes du contenu produit (Cramps, 2002). Par exemple (Hoermann *et al.*, 2005) ont montré que la création semi-automatique des métadonnées (à base du XML) qualifiant les documents numériques pédagogiques améliore nettement l'efficacité de la recherche de ce type de document dans un cadre de mutualisation de ressources entre les enseignants.

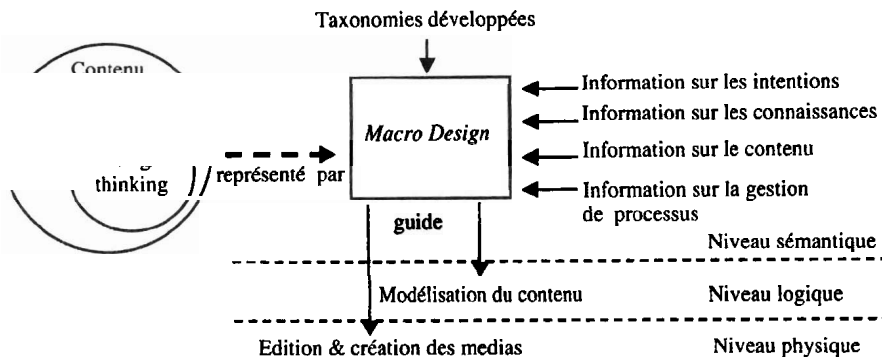


Figure 2. Le modèle conceptuel du Macro design

2.3. Le besoin des mécanismes conceptuels pour le Macro Design

Une construction représentationnelle de la pensée pédagogique liée au support pédagogique envisagé suppose en fait l'existence au préalable d'un modèle conceptuel implicite des documents pédagogiques correspondants. C'est à partir de ce modèle conceptuel que le Macro Design sera élaboré. Pour ce faire, nous avons besoin des mécanismes d'aide à la modélisation et à l'expression des spécifications. On doit proposer un cadre conceptuel dans lequel l'enseignant et l'équipe de soutien peuvent se mettre d'accord sur un état explicite et non ambigu de ce que l'enseignant voudrait produire. Ce cadre conceptuel peut se faire sur la base des spécifications (formelles ou informelles) faites par l'enseignant. Les spécifications formelles sont faites à travers des notations rigoureuses dont la syntaxe obéit à un modèle conceptuel bien défini. Les spécifications informelles sont les annotations les plus simples (Crampes, 2002). Elles utilisent des expressions libres basées sur un langage naturel par exemple. Si la pertinence de la formalisation des connaissances et des besoins a été démontrée par certains travaux (Larsen *et al.*, 1996 ; Moura *et al.*, 2007 ; Jullien *et al.*, 2007), d'autres travaux (tel que (Marquesuzaà, 1998)) favorisent plutôt un mélange entre le formel et le conventionnel pour une spécification claire et efficace dans le cadre d'une réalisation d'un projet collaboratif. La spécification formelle permet une clarification des idées de l'enseignant de manière à guider la gestion du projet de production (Marquesuzaà, 1998). Plusieurs méthodes et approches permettent d'aborder la formalisation des spécifications. Ceci dit, il est courant d'utiliser un vocabulaire prédéfini sous la forme de taxonomies (classifications d'éléments en termes de sémantiques), d'ontologies (conceptualisations représentatives d'un domaine) ou encore d'annotations algébriques pour éviter des problèmes de polysémie et de s'assurer de la cohérence des vues (Crampes, 2002). Utiliser un vocabulaire formalisant le dialogue va uniformiser les différentes perceptions de l'équipe sur un même objet. Cela dit, la syntaxe de la spécification formelle doit être maîtrisée par l'ensemble des acteurs. Sur ce point,

l'utilisation des s n'utilisent que des besoins, mais qui risque d'ambiguïté spécifications info conclusion, notre précision dans le c entre le formel et l représenter ses pen nous avons mention

3. Etat de l'art

3.1. Les outils d'ai

Au cours des d de soutenir la proc (Pernin et Lejeun production se fait ligne. L'utilisation production collabor parvient pas à sout précédentes. Par e Dreamweaver, Fro exemple, Microsof l'édition et la cré indique que le proc

Contrairement WebCT, TopClas exemple TeachM (Lehmann *et al.*, 2 à part, par soi mê d'apprentissage et Prof) sont des out contenu pédagogique SCENARI (Bachi WBTMaster (Heli catégorie (figure 3 pas pris en compt amène à conclure (figure 3 (4)).

L'utilisation des spécifications informelles ne pose aucun problème puisqu'elles n'utilisent que des expressions naturelles qui permettent une communication libre de besoins, mais qui risque parfois d'être ambiguë et désordonnée. Pour remédier à ce risque d'ambiguïté, certains travaux ont proposé un traitement de mise en forme des spécifications informelles pour les rendre formelles par la suite. En guise de conclusion, notre objectif ici est de trouver un bon compromis entre expressivité et précision dans le cas de la conception (Moura *et al.*, 2007). Il s'agit de savoir doser entre le formel et l'informel pour trouver le bon degré qui permettra à l'enseignant de représenter ses pensées et ses intentions et ce sans perdre de vue les spécifications que nous avons mentionnées pour notre approche.

3. Etat de l'art

3.1. Les outils d'aide à la production de documents pédagogiques

Au cours des dernières années, de nombreuses approches ont été proposées afin de soutenir la production des documents pédagogiques par des outils informatiques (Pernin et Lejeune, 2006). Cependant, peu de ces approches supposent que la production se fait de manière collaborative et dans un contexte d'apprentissage en ligne. L'utilisation de ces outils comme un support d'une méthodologie de production collaborative sera très floue, surtout que la majorité de ces outils ne parvient pas à soutenir le Macro Design comme nous l'avons décrit dans les sections précédentes. Par exemple, les éditeurs de pages web (par exemple, Macromedia Dreamweaver, FrontPage et Netscape Composer) et surtout les éditeurs de texte (par exemple, Microsoft Word, PowerPoint et Open Office) ne parviennent à soutenir que l'édition et la création des medias (*Authoring*) (figure 3 (1) : le rectangle haché indique que le processus en question n'est pas supporté).

Contrairement aux outils d'édition, les compositeurs de cours (par exemple, WebCT, TopClass ou Blackboard) et quelques langages de modélisations (par exemple TeachML, LMML) soutiennent plutôt la modélisation du contenu (Lehmann *et al.*, 2006). Le document en tant que contenu reste toujours à développer à part, par soi même (figure 3 (2)). Les outils dédiés à la composition des modules d'apprentissage en ligne (par exemple, Authorware, Toolbook, Mediator et Easy Prof) sont des outils professionnels du soutien de la modélisation et de l'édition du contenu pédagogique. Certaines approches issues des universités comme GenDoc, SCENARI (Bachimont *et al.*, 2004), ResourceCenter (Hoermann *et al.*, 2005) et WBTMaster (Helic *et al.*, 2002) pourraient être inscrites elles aussi dans la même catégorie (figure 3 (3)). Mais en général, tous les aspects du Macro Design ne sont pas pris en compte dans ces approches. Par conséquent, l'étude de ces outils nous amène à conclure à l'absence de support Macro Design comme il a été introduit (figure 3 (4)).

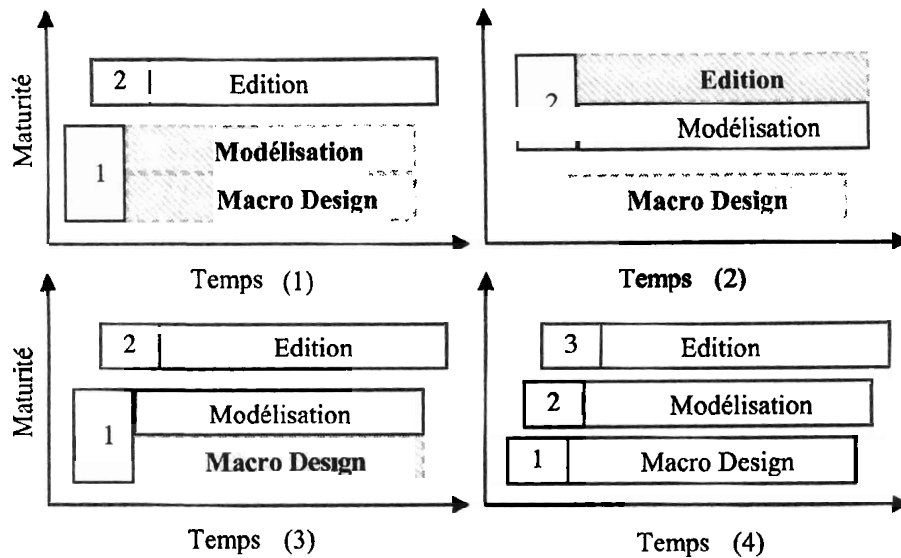


Figure 3. Le Macro design tel qu'il est supporté par les outils existants

3.2. Les taxonomies et les ontologies d'aide à la modélisation de documents pédagogiques

En ce qui concerne les approches de modélisation de contenu à base d'ontologies ou à base de taxonomies, la façon traditionnelle de modéliser un contenu pédagogique se concentre plutôt sur une structuration logique et modulaire pour répondre aux exigences des normes existantes (Verbert *et al.*, 2006). En effet, ces « normes » (par exemple, LOM, SCORM) ont été généralement limitées à la modélisation orientée objet pédagogique pour l'élaboration des mécanismes de gestion de la réutilisation des ressources situées dans des *pools* sous forme d'objets d'apprentissage. D'ailleurs ces objets ne sont pas nécessairement sémantiquement annotés. Les attributs sémantiques sont capturés dans une perspective d'indexation. Ils sont enregistrés soit sous forme de métadonnées génériques soit incorporés directement dans le contenu pédagogique. Ceci rend difficile l'accès au modèle du document et ce à différents niveaux d'abstraction. En outre, il existe un certain nombre de taxonomies et de modèles basés sur des ontologies qui conceptualisent les documents pédagogiques et leur structuration selon un domaine de connaissance donné. Par exemple, Verbert et Duval ont étudié six modèles de contenu et ont montré qu'ils pouvaient être mappés selon un seul modèle appelé ALOCoM Ontology (Zouaq *et al.*, 2006). Jusqu'à présent, ALOCoM se réfère uniquement à des présentations sous forme de diapositives (Bergsträßer *et al.*, 2006). De même, le modèle LRRCR et son ontologie (Bergsträßer *et al.*, 2006) ont été développés dans le cadre d'une conceptualisation basée sur l'adaptation des ressources éducatives dans

différents contextes de réutilisation des ressources. Zouaq et al. (2006) utilise un ensemble de modèles pour créer et annoter ce modèle. Ce modèle vise à servir de base à la conception didactique, l'ontologie pédagogique basée sur Bloom (Bloom 1956) est utilisée par les enseignants pour définir les objectifs pédagogiques, les connexions sémantiques, la modularité et le design (IMS-LI 2002). La modélisation de la conception des activités pédagogiques est l'utilisation des modèles de conception des documents dans son contexte pédagogique. Bien que les concepteurs, ils (Zouaq *et al.*, 2007). L'ensemble des modèles prescrits au pré-

4. Démarches pédagogiques

4.1. Introduction

Au regard de la production collaborative, certains flous conceptuels ont été mentionnés dans le même article (Ivanova *et al.*, 2006) dans laquelle chacun des participants a une organisationnelle. Les définitions peuvent être collaboratives du processus de négociation, la production selon un processus de création, toute la production (par exemple, l'ensemble des modèles prescrits au pré-

différents contextes. Malheureusement, les deux approches sont dédiées à la réutilisation des ressources et non pas à la production collaborative. Le modèle de Puzzle (Zouaq *et al.*, 2006) est une ontologie basée sur la modélisation de contenu. Il utilise un ensemble de taxonomies pour la décomposition d'un document afin de créer et annoter des objets de connaissances pour l'apprentissage (LKO). Toutefois, ce modèle vise essentiellement à chercher et à récupérer des LKO stockés pour servir de base de connaissances pour un système tutorat intelligent. Au niveau didactique, l'ontologie pédagogique de Meder est une ontologie des documents pédagogiques bien structurés. Cependant, elle est trop complexe pour qu'elle soit utilisée par les enseignants non familiarisés avec son vocabulaire. La taxonomie de Bloom (Bloom 1956 ; Zouaq *et al.*, 2006) est une taxonomie qui sert à exprimer les objectifs pédagogiques mais ne peut pas exprimer explicitement toutes les connexions sémantiques d'un document en termes d'intentions, de degré de modularité et de la façon dont le processus de production doit aboutir. IMS Learning Design (IMS-LD) peut être inscrit dans la même catégorie. Le LMS-LD décrit la modélisation de plusieurs situations d'apprentissage. Toutefois, ce n'est pas la modélisation des documents qui est directement abordée par l'IMS-LD mais plutôt celle des activités (Lehmann *et al.*, 2006 ; Pernin et Lejeune, 2006). Enfin, l'utilisation des patrons pédagogiques (PP) s'est étendue très récemment à la conception des dispositifs pédagogiques. L'enseignant fournit des informations sur son contexte pédagogique et sur son problème et par la suite on lui prescrit une solution. Bien que les PP faciliteront la transmission des connaissances des concepteurs, ils restent rigides et laissent une place limitée à l'adaptation (Moura *et al.*, 2007). L'enseignant devient passif parce qu'on lui impose des modèles figés et prescrits au préalable.

4. Démarches pour l'élaboration du Macro Design

4.1. Introduction

Au regard de la bibliographie, il est difficile de trouver une définition unique de la production collaborative. Les définitions sont très variées et souvent entourées d'un certain flou conceptuel. Parfois des chercheurs utilisent plus qu'une définition dans le même article (Lowry *et al.*, 2004). Ceci est dû particulièrement à la manière avec laquelle chacun modélise le travail collaboratif et intègre les dimensions humaines, organisationnelles et technologiques pour la réalisation de l'objectif visé. Toutes ces définitions peuvent être regroupées en une seule définition générique : la production collaborative du document pédagogique est un processus itératif et social basé sur la négociation, la coordination et la communication lors de la création d'un contenu en partage selon un objectif commun. La production collaborative englobe, en plus de la création, toute tâche qui doit s'établir au préalable ou à la fin de la création du contenu (par exemple, la planification ou la formation du groupe). L'objectif de cette partie consiste à modéliser les processus nécessaires pour supporter la production

collaborative des documents pédagogiques (particulièrement en ce qui concerne le Macro Design) et à proposer des outils conceptuels et techniques pour les instrumentaliser. La section suivante présente un survol illustré des différents modes de la production collaborative (ou coopérative) des documents pédagogiques en indiquant pour chacun les avantages et les inconvénients. Cela nous amène à proposer notre propre mode correspondant à la production collaborative désirée. Nous discutons par la suite les choix relatifs à la modélisation de connaissances, à la modélisation sémantique du document et les modèles qui en découlent.

4.2. Les stratégies de la production collaborative des documents

Une stratégie de la production collaborative d'un document désigne le mode de travail envisagé (appelé aussi mode de coordination) pour produire un document. Cette stratégie doit faire l'objet d'un accord établi au préalable entre les membres de l'équipe. (Lowry *et al.*, 2004) insistent sur la définition qui existe entre la stratégie de travail comme étant l'approche globale adoptée et le plan de travail qui désigne les informations spécifiques sur les étapes entreprises dans le cadre d'un projet déterminé. La stratégie doit être clairement énoncée à l'équipe sinon la coordination entre ses membres sera difficile. Selon la classification faite par (Lowry *et al.*, 2004), les types de stratégies de la production collaborative peuvent être regroupés de la façon suivante : le mode « un groupe-un seul auteur », le mode séquentielle, le mode parallèle, le mode mixte, le mode basé sur les compétences et le mode réactif.

4.2.1. Le mode « un groupe-un seul auteur »

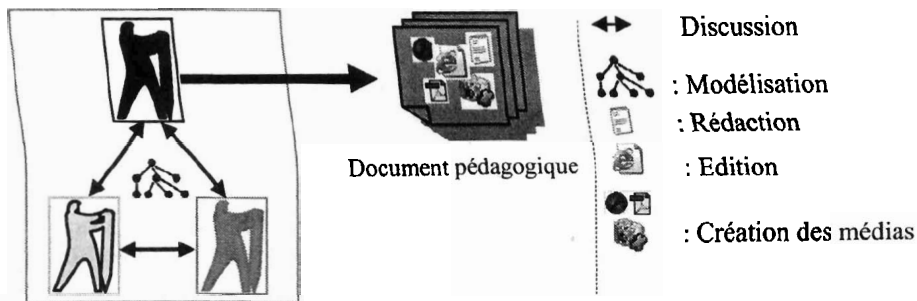


Figure 4. Le mode « un groupe-un seul auteur »

Le mode « un groupe-un seul auteur » (figure 4) est un mode de production où un groupe d'acteurs travaillent ensemble pour se mettre d'accord sur les objectifs et sur le cahier des charges. La production est confiée ensuite à un seul membre de l'équipe. Cette stratégie est couramment utilisée lorsque le consensus sur les résultats attendus est facile à trouver et que la production du document est simple.

4.2.2. Le mode séquentiel

Une version améliorée séquentielle (figure 5). successivement sur le jour une nouvelle version suite à son successeur travaillent pas simultanément fait en chaîne de main d'acteur n'a pas nécessairement

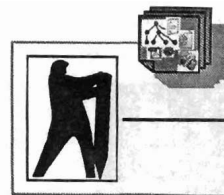


Figure 5. Le mode séquentiel

4.2.3. Le mode parallèle

En mode parallèle comme l'illustre la figure 6, les différentes parties du contenu pédagogique sont produites simultanément par différents auteurs.



Figure 6. Le mode parallèle

4.2.2. Le mode séquentiel

Une version améliorée du mode « un groupe-un seul auteur » est le mode séquentiel (figure 5). Dans le mode séquentiel les membres de l'équipe travaillent successivement sur le même contenu pédagogique. Chaque acteur affine et met à jour une nouvelle version du contenu produit jusqu'à cet instant-là et la passe par la suite à son successeur qui à son tour va la finaliser, et ainsi de suite. Les acteurs ne travaillent pas simultanément sur le contenu pédagogique, la gestion de processus se fait en chaîne de main en main. Dans chaque phase il y a un seul auteur et chaque acteur n'a pas nécessairement une tâche qui lui soit toujours attribuée.

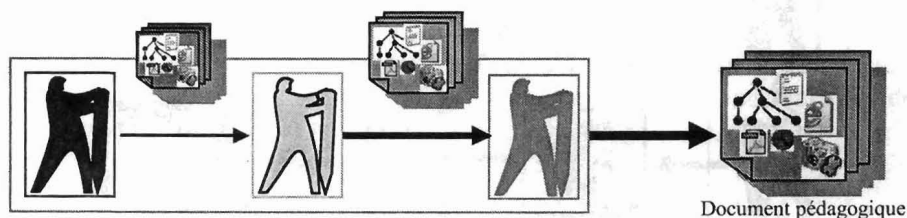


Figure 5. Le mode séquentiel

4.2.3. Le mode parallèle

En mode parallèle l'équipe subdivise le contenu pédagogique en sous-parties, comme l'illustre la figure 6. Les acteurs travaillent parallèlement sur les différentes parties du contenu pédagogique jusqu'à ce que le contenu soit finalisé.

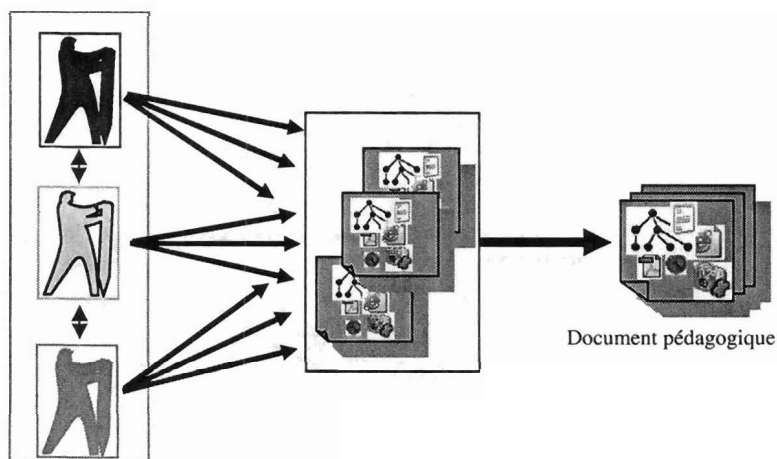


Figure 6. Le mode parallèle

4.2.4. *Le mode mixte*

Le mode mixte est une combinaison entre le mode parallèle et le mode séquentiel et qui se base sur une subdivision des tâches en horizontal et en vertical, comme l'illustre la figure 7. L'équipe subdivise le contenu en sous-parties et confie chaque partie à un acteur qui sera responsable de la finaliser. Les sous-parties une fois finalisées vont être attribuées séquentiellement à un ou à plusieurs acteurs de l'équipe pour une révision et un assemblage final du document pédagogique.

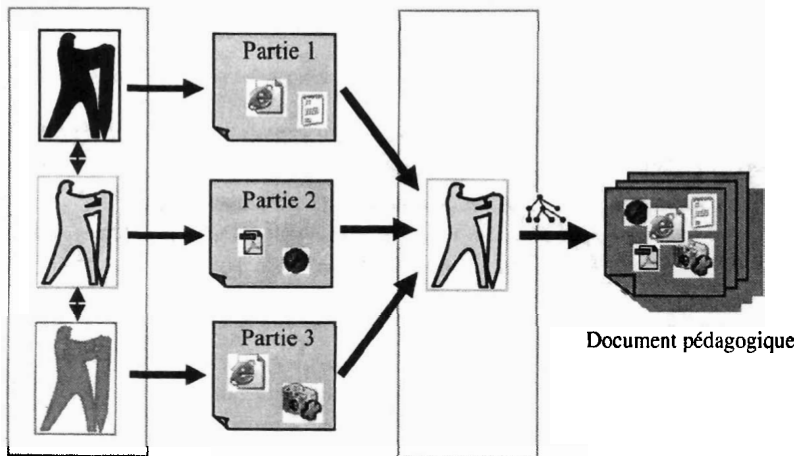


Figure 7. *Le mode mixte*

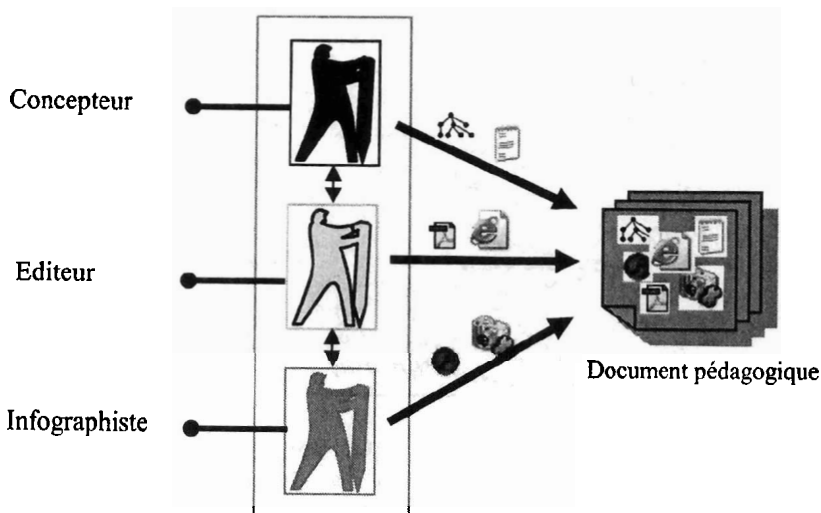


Figure 8. *Le mode basé sur les compétences*

4.2.5 Le mode ba

Le mode basé parallèle. Le par compétences de sous-parties. Ch compétences, par travaille sur l'é numérique et int

4.2.6. *Le mode ré*

En mode réac et travaillent en t section du conter passer à la créatic

Figure 9. *Le moa*

Le mode réa collaborative du d'une planificatic sous-parties du d actions réactives

4.3. *Proposition*

4.3.1. *Discussion*

Le mode «u consistance du puisqu'il n y a c

4.2.5 Le mode basé sur les compétences

Le mode basé sur les compétences (figure 8) est un mode personnalisé du mode parallèle. Le partage des tâches se fait en fonction des profils et en fonction des compétences de chaque acteur et non pas en fonction d'une division du contenu en sous-parties. Chaque acteur travaille sur les éléments qui concernent ses compétences, par exemple le concepteur sur la modélisation, le contenu, l'éditeur travaille sur l'édition des pages et l'infographiste sur la création des médias numériques et interactifs.

4.2.6. *Le mode réactif*

En mode réactif (figure 9), les acteurs distribués géographiquement se connectent et travaillent en temps réel sur un contenu à produire. Tandis qu'un acteur crée une section du contenu, un autre acteur vient juste de la valider (ou la corriger) avant de passer à la création de la section suivante et ainsi de suite.

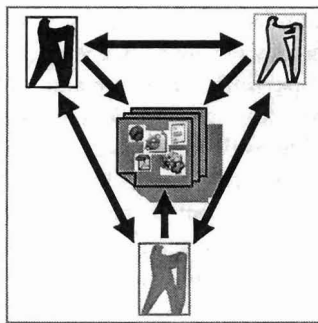


Figure 9. *Le mode réactif*

Le mode réactif est caractérisé par trois points importants : la production collaborative du document se fait en synchrone, le manque d'une coordination et d'une planification explicites établies au préalable, la création et la mise à jour des sous-parties du document sont faites spontanément et en temps réel en fonction des actions réactives des acteurs.

4.3. *Proposition d'un mode pour la production collaborative des contenus*

4.3.1. *Discussion*

Le mode « un groupe-un seul auteur » est un mode simple qui favorise la consistance du style (au niveau informationnel et représentatif) du document puisqu'il n'y a qu'un seul auteur qui se charge de la concrétisation du cahier des

charges. Cependant, le document produit risque de ne pas refléter le cahier des charges, les intentions et le consensus établi par l'équipe (Lowry *et al.*, 2004). Le mode séquentiel est un cas généralisé du mode « un groupe-un seul auteur ». Pour chaque phase de la production il n'y a qu'un seul auteur qui travaille sur le contenu. De ce fait, il présente les mêmes limites que le précédent. Les interactions sociales sont affaiblies et le sens du groupe est réduit. Également, les informations sur la gestion des versions et sur les droits d'auteur risquent d'être perdues à cause du travail linéaire et successif sur le même contenu par les différents auteurs. Parfois un auteur pourrait être une sorte de goulet d'étranglement et bloquerait le processus de travail par sa lenteur, son manque de compétence ou de motivation. Le mode parallèle est un mode très efficace et permet de surmonter plusieurs problèmes du mode séquentiel. Cependant, ce mode devient très problématique dans le cas d'une mauvaise communication, dans le cas d'un cahier des charges ambigu ou lorsque le travail n'est pas bien équilibré entre les membres de l'équipe. Le mode mixte, quant à lui, apporte une amélioration par rapport aux modes séquentiels. D'une part, la subdivision du contenu en sous-parties réduit les tâches des acteurs en sous-tâches moins compliquées. D'autre part, la capture des droits d'auteurs (à l'aide des métadonnées par exemple) devient aisée. Cependant, si la gestion du projet et le cahier des charges ne sont pas suffisamment clairs, des acteurs pourraient perdre la perception globale de ce que font les autres et cette simplicité se transformait en un désordre. Également, les critères de la subdivision du document en sous-parties sont souvent arbitraires. Sur ce point, le mode basé sur les compétences apporte une solution. En ce mode, les tâches sont partagées selon les compétences de chaque acteur, ce que favorise une meilleure gestion des talents et une qualité augmentée du document produit. Ce mode est le plus utilisé dans le cadre des chaînes d'éditions (approche éditoriale). Ceci dit, comme le mode mixte, le mode basé sur les compétences impose une planification et un cahier des charges bien établis et partagés pour éviter tout manque de coordination ou une surcharge d'information au niveau de la sortie. Enfin, le mode réactif est considéré comme créatif dans certains contextes surtout avec l'expansion des applications d'édition sociale sur le web 2.0 (cas du wikis par exemple), toutefois il reste un mode très compliqué : le contrôle des versions (et des droits d'auteurs) est difficile, l'efficacité décroît avec l'augmentation du nombre des acteurs, une excellente coordination est exigée.

4.3.2. Identification des besoins et proposition d'un nouveau mode

Au fil de la discussion précédente, nous avons pu faire les constats suivants : tout d'abord, l'établissement d'un cahier des charges et une planification claire des objectifs améliorent la coordination au sein du groupe. Ensuite, ce cahier des charges ainsi que le statut de la production doivent être disponibles et consultables au long du déroulement du projet. Cette disponibilité est indispensable surtout dans les modes intégrant le parallélisme afin d'assurer une perception pour tous les membres de l'équipe. Le troisième constat que nous avons pu tirer est que si la création du document est subdivisée en sous-tâches suivant des critères bien définis (suivant les compétences par exemple) la gestion des versions et la capture des droits d'auteurs deviendront plus

facile. La satisfaction ailleurs, nous cherchons à travailler en parallèle et chaque acteur (Par exemple, si les différents rôles d'auteur concepteur de la tâche « un seul auteur » de la création. Donc il s'agit de profils variés travaillant en synchronisation rent

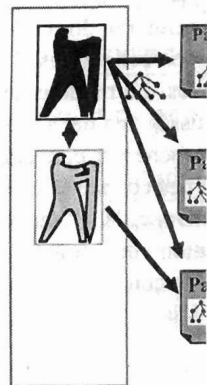


Figure 10. Exemple

Ainsi et partant de la Macro Design qui pourra se positionner en représentation de connaissances. Il faut faire de manière raisonnée la production de connaissances sémantiques entre les résultats doivent être mis à jour de la perception commune des sections suivantes méthodologiquement

facile. La satisfaction des trois constats améliora la qualité du contenu produit. Par ailleurs, nous cherchons un mode collaboratif vraiment flexible dans lequel les acteurs peuvent travailler en parallèle sur différentes parties du document pédagogique. Ce travail en parallèle se base sur les compétences requises, cela va sans supposer toutefois que chaque acteur (physique) joue un rôle unique dans le processus de la production. Par exemple, si le document est subdivisé en trois parties, l'enseignant peut jouer différents rôles d'autant qu'il lui convient. Par exemple, il peut être à la fois un concepteur de la troisième partie, un concepteur et un éditeur de la deuxième et « le seul auteur » de la première partie s'il dispose de toute l'expertise nécessaire pour la créer. Donc il s'agit d'une production collaborative multimodes intégrant des acteurs de profils variés travaillant sur des parties différentes (figure 10), ce qui impose une synchronisation renforcée entre les différents modes.

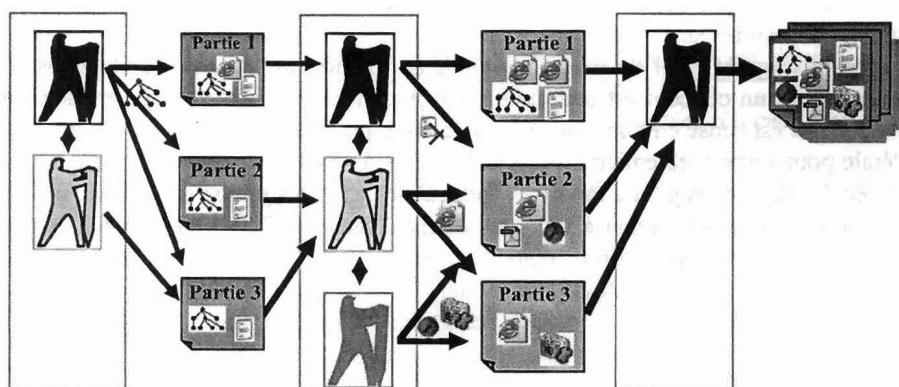


Figure 10. Exemple du multimode proposé pour supporter l'enseignant

Ainsi et partant de ces constats, nous avons avancé et mis en place l'idée du Macro Design qui est un processus additionnel selon lequel l'équipe de soutien pourra se positionner au mieux par rapport aux directives de l'enseignant et sa représentation de connaissances. Tout d'abord l'enseignant modélise les domaines de connaissances. Puis, il subdivise le contenu en sous-parties. La subdivision doit se faire de manière rationnelle (Lowry *et al.*, 2004). Ensuite il doit décrire le contexte de production de chaque partie ; après quoi il doit spécifier les différentes relations sémantiques entre ces parties. La spécification doit être facile et expressive et les résultats doivent être mutualisés pour toute l'équipe. En plus, ces résultats doivent être mis à jour durant l'exécution afin de faire converger les acteurs vers une perception commune sur le projet de la production du document pédagogique. Les sections suivantes font l'objet du comment élaborer le Macro Design méthodologiquement pour mettre en œuvre l'ensemble de nos spécifications.

4.4. Construction d'ontologie des domaines de connaissances

Dans un contexte classique, les enseignants enseignent en utilisant plusieurs supports, leurs connaissances sont ainsi très dispersées. Les TICs peuvent nous être un moyen d'instrumentation porteur de reformulations de ce discours dispersé de l'enseignant dans sa dimension documentaire (Rondeau, 2007). Donc, tout d'abord il faut commencer par savoir comment verbaliser ce discours. Nous pouvons considérer qu'enseigner consiste à transférer des connaissances à partir d'un domaine d'apprentissage donné à l'apprenant (modèle appelé expertise-partielle ou *overlay*). Ce modèle reste encore le plus utilisé par les enseignants (Crampes, 2002), bien qu'ayant évolué pour tenir compte des apports en matière de représentation des connaissances. Les modèles récents s'appuient sur une ontologie du domaine et le domaine de l'apprenant (Crampes, 2002). Pour simplifier cette opération, on l'exprime comme suit : les deux domaines de connaissances, celui du domaine d'apprentissage et celui du modèle cognitif de l'apprenant, sont des collections de concepts, où un concept est une unité élémentaire de connaissances. Le modèle de l'apprenant est censé être un sous-ensemble du domaine d'apprentissage au départ et s'étale pour l'atteindre entièrement à la fin de la formation. L'approche par concept s'avère pratique puisqu'elle favorise l'indexation et l'explicitation des connaissances de l'enseignant relativement à un cours donné (Rondeau, 2007). Donc, la 1^{re} tâche que le Macro Design doit supporter est la conceptualisation du domaine d'apprentissage et du modèle de l'apprenant. D'où la nécessité de la construction de l'ontologie du domaine de connaissances à l'aide d'un outil mis à la disposition de l'enseignant.

4.5. Développement d'une taxonomie pour les unités sémantiques

Pour obtenir un modèle de contenu capable de représenter les idées de l'enseignant, ce dernier doit s'appuyer sur des éléments concrets décrivant le document d'apprentissage (Moura *et al.*, 2007). De nombreuses approches relatives à la modélisation des contenus proposent des hypothèses concernant la segmentation d'un module d'apprentissage en ligne sous forme d'unités élémentaires. Ces hypothèses sont basées (1) soit sur des critères physiques concernant la mise en page (par exemple : taille, image ou page) (Lehmann, 2006), (2) soit sur des critères logiques (par exemple : paragraphe, section) (Bachimont *et al.*, 2004) ou parfois (3) sémantiques (Rondeau, 2007). En ce qui concerne notre contexte, *une façon de réduire la complexité de la tâche de conception est de contraindre l'espace problème, et pour arriver à cela, il fait souvent appel à la puissance de l'abstraction* (Moura *et al.*, 2007) et de la sémantisation des documents pédagogiques (Rondeau, 2007). Ainsi, nous avons jugé nécessaire de se baser sur des critères plutôt sémantiques et abstraits. Nous avons défini des unités sémantiques qui vont servir de « conteneurs abstraits » pour contenir une description explicite et sémantique du document pédagogique à produire. Une unité sémantique est une unité sémantiquement autonome et didactiquement bien définie par

rapport au sens (ou si une illustration critères logiques ou selon notre approche nous avons cherché les sites éducatifs développée, où nous de manière approche sémantique ou l'int cette unité sémantique semblent respecter

Unité sémantique
Unité principale
Unité alternative
Unité d'illustration
Unité d'activité
Unité d'évaluation
Unité de référence
Unité supplémentaire
Unité de connexion

Tableau 1. La taxonomie des unités sémantiques

4.6. Construction de l'ontologie

Selon (Moura *et al.*, 2007), les difficultés de la construction de l'ontologie se focalisent sur les unités sémantiques superflues et en attendant (Rondeau, 2007 ; J. Rondeau, 2007) les unités sémantiques lors de la construction des ontologies. L'ontologie pour construire

rapport au sens (ou la fonction didactique) qu'elle essaye de transmettre. Par exemple, si une illustration composée d'une image et sa description est considérée selon les critères logiques ou physiques comme étant deux éléments (image et section de texte), selon notre approche elles sont considérées comme étant une seule entité. Par la suite nous avons cherché à classifier ces unités sémantiques telles qu'elles apparaissent sur les sites éducatifs. Une taxonomie qui catégorise ces unités sémantiques a été développée, où nous distinguons 8 types d'unités et leurs instances et ce pour répondre de manière appropriée à nos besoins (tableau 1). Cette taxonomie décrit le rôle sémantique ou l'intention de chaque unité et assure un minimum d'associativité entre cette unité sémantique et sa mise en forme logique « typique », puisque ces unités semblent respecter une certaine probabilité d'agrégation.

Unité sémantique	Règle sémantique	Exemples d'instances
Unité principale	Présentation de concept	Définition (concept, théorie, etc.)
Unité alternative	Reformulation de concept/unités	Sommaire, résumé, aperçu
Unité d'illustration	Illustration de concept	Simulation, élaboration, exemple
Unité d'activité	Description de l'activité	Selon le scénario pédagogique
Unité d'évaluation	Mesure et évaluation des connaissances	Test, examen, quiz, évaluation
Unité de référence	Désigne des références de concepts/d'unités	Métadonnées, glossaire, références, bibliographie
Unité supplémentaire	Supplément sur un concept/unité	FAQ, aide, lire les détails, index
Unité de connexion	Joindre des unités lors des transitions sémantiques	Background, planning, motivation, table des matières

Tableau 1. La taxonomie développée des unités sémantiques

4.6. Construction de l'ontologie du modèle sémantique du contenu

Selon (Moura *et al.*, 2007), une voie scientifique et commune, pour abstraire les difficultés de la conception est d'utiliser un modèle qui nous permettra de nous focaliser sur les aspects pertinents de la conception en enlevant toutes les parties superflues et en augmentant le niveau d'abstraction. Pour ce faire, (Crampes, 2002) ; Rondeau, 2007 ; Meksoud, 2006) proposent de considérer surtout les dimensions sémantiques lors de la modélisation des documents pédagogiques en se basant sur des ontologies. Donc, pour préserver nos hypothèses, nous avons besoin d'une ontologie pour construire un modèle sémantique du contenu à produire et qui va être

un support représentationnel et de navigation entre les unités sémantiques pour décrire le quoi, le comment et le pourquoi de notre document pédagogique de façon suffisante pour pouvoir le produire (Meksoud, 2006). L'ontologie du modèle sémantique du contenu doit aller au-delà d'une structuration en arbre de sections. Elle doit transformer la conception implicite ou inconsciente résultant de la pensée pédagogique sous forme de spécifications explicites capables de guider le processus de production. Une étude des méthodes existantes, nous a inspiré pour adopter la théorie de la structure rhétorique (TSR) comme un mécanisme supplémentaire qui soutient le Macro Design. La TSR est utilisée dans notre contexte comme un support pour construire une ontologie du modèle sémantique du contenu pédagogique pour contextualiser et capturer les informations du Macro Design. La TSR est un cadre conceptuel utilisé par les linguistiques pour analyser la structure d'un texte de discours et identifier la cohérence de ce discours à travers les relations rhétoriques entre les expressions du texte. Ces relations sont définies en termes d'effet intentionnel et rhétorique sur le lecteur. La TSR a été retenue pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la TSR est un mécanisme neutre et générique qui spécifie un ensemble rigoureux d'annotations et de lignes directrices pour la modélisation sémantique sans imposer un modèle de conception donné. (Taboada, 2006) dresse une grande liste des applications témoignant de la richesse de la TSR comme étant un mécanisme formel d'analyse sémantique et de la représentation des intentions même en dehors des études linguistiques. A titre d'exemple, la TSR a été utilisée pour communiquer les intentions et la pensée des réalisateurs lors de la réalisation des animations cinématographique (Kennedy *et al.*, 2002). Deuxièmement, la TSR respecte parfaitement la taxonomie des unités sémantiques que nous avons développées. Elle suppose que le texte est divisé en unités autonomes sémantiquement selon les intentions de l'orateur. Ces unités sont liées par des relations rhétoriques et structurées en deux types (un noyau et un satellite) qui reflètent leur importance en fonction de l'intention de l'orateur. Nous supposons également que la segmentation (implicite ou explicite) du document et les relations entre les éléments segmentés reflètent les intentions de l'enseignant (figure 5). La notion du (noyau/satellite) peut être utilisée dans notre cas pour concevoir des parcours pédagogiques adaptatifs et individualisés (Aqqal *et al.*, 2008). Un exemple (unité d'illustration) peut être un noyau pour un apprenant débutant et un satellite pour l'apprenant avancé. Enfin, la production d'un discours au sens large et la production d'un contenu pédagogique sont deux processus analogues. Un document pédagogique peut être considéré comme un discours pédagogique (Bachimont *et al.*, 2004 ; Tochon, 2000) et peut être perçu depuis sa dimension rhétorique (Rondeau, 2005) et (Meksoud, 2006). La taxonomie des relations sémantiques déjà mise au point par la communauté de la TSR a été considérée pertinente pour notre scénario d'utilisation et c'est ainsi que nous l'avons adaptée à notre contexte.

5. Moulinette :

5.1. Introduction

Nous avons documents pédagogiques motivation (figure 11) d'ontologies et clairement séparées compétences in

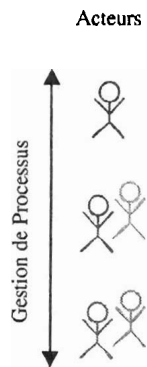


Figure 11. Architecture

La production logique et physique modélisation de outre, nous proposons processus perme cette méthodologie appelé Moulinette modélisation sé d'apprentissage deux synonymes méthodologie d décompose une

5. Moulinette : présentation et modèle d'utilisation

5.1. Introduction

Nous avons proposé une méthodologie pour la production collaborative des documents pédagogiques comme étant une stratégie réaliste qui répond à notre motivation (figure 11). Cette méthodologie est fondée sur une conception à base d'ontologies et sur une gestion de processus où les étapes de la production sont clairement séparées et modelées afin d'adapter la production à la variété des compétences impliquées.

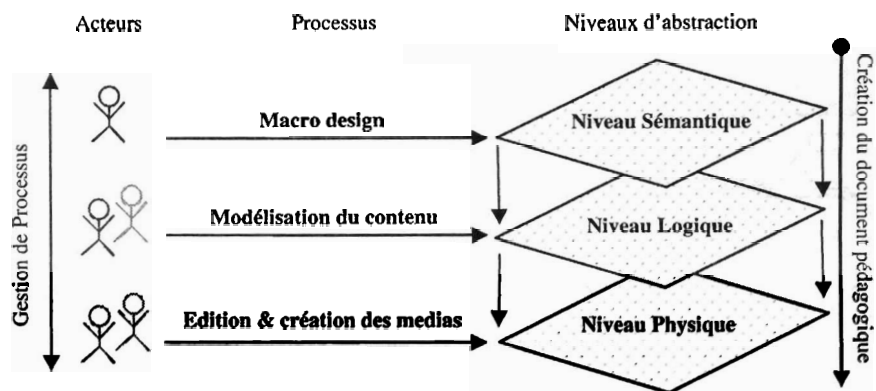


Figure 11. Architecture conceptuelle de Moulinette

La production se fait selon trois niveaux d'abstraction différents : sémantique, logique et physique supportés respectivement par trois processus : le Macro Design, la modélisation des contenus et l'édition et la création des médias pédagogiques. En outre, nous postulons au vertical de ces processus de production qu'une gestion de processus permet d'harmoniser la collaboration entre les acteurs. Pour instrumentaliser cette méthodologie nous avons développé et utilisé un environnement informatique, appelé Moulinette (ou Méthodologie et environnement informatique support de la modélisation sémantique et de la production collaborative des contenus en contexte d'apprentissage en ligne). Le nom Moulinette a été choisi parce qu'il laisse penser aux deux synonymes ayant un lien métaphorique avec notre méthodologie : (1) celui de la méthodologie d'escalade collaborative dédiée aux novices et (2) celui de l'outil qui décompose une chose composite en agrégat d'éléments.

5.2. Utilisation de Moulinette

Moulinette permet aux utilisateurs, au travers d'une interface web, de gérer le cycle de vie d'un document pédagogique (figure 12). L'enseignant commence la 1^{re} phase par la description de l'ontologie des concepts (section 6.3.2, figure 13). Cette description sera facile car nous avons adopté une manière simple de représentation des concepts du domaine d'apprentissage et de l'apprenant. La 2^e phase consiste à modéliser explicitement le modèle sémantique du document (figures 12 et 13).

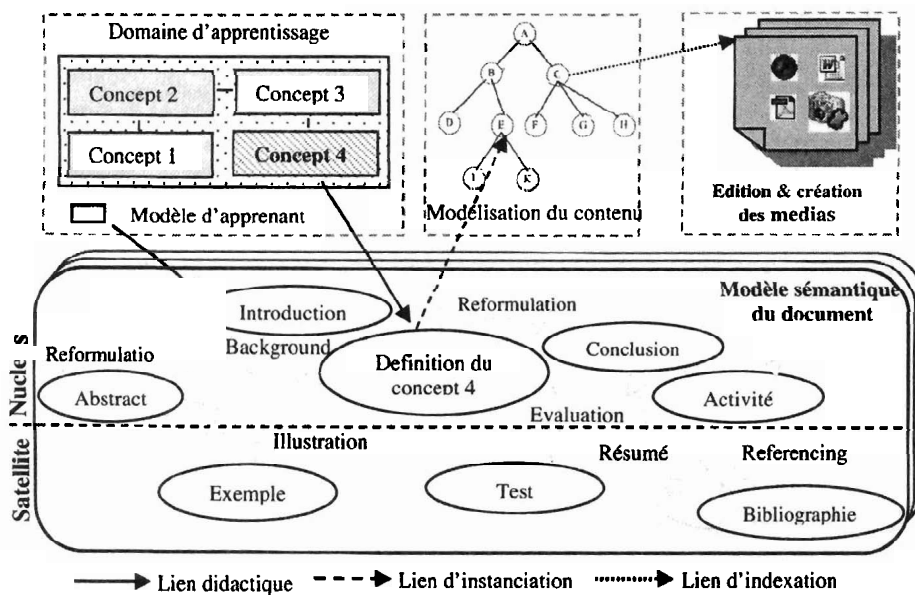


Figure 12. Schéma simplifié de l'utilisation de l'environnement Moulinette

On y trouve une liste des nœuds (unités sémantiques) et, pour chaque nœud l'enseignant spécifie, l'idée principale, les intentions pédagogiques, le contexte d'utilisation, les relations avec les autres nœuds et avec le domaine de connaissance, les caractéristiques de présentation, le statut de la finalisation. La structure sémantique sert à représenter une description générale du document pédagogique que l'on veut produire, puis par enrichissements successifs elle devient de plus en plus précise et permet aux membres de l'équipe de percevoir concrètement le modèle du domaine et du document pédagogique qui lui est associé d'une façon sémantique et explicite en se basant sur la TSR et sur les taxonomies. La 1^{re} et la 2^e phase entrent dans le cadre du Macro Design. Ce dernier va être instancié en modèle logique de contenu sous forme de séquences d'hypermédias qui vont être éditées une par une et regroupées méticuleusement en table des matières (processus appelé modélisation du contenu).

La mod
cahier de cl
de l'enseig
pédagogiqu
données de
schémas sé



Figure 13
pédagogique

6. Expérim

6.1. Modél

Nous n
apporter su
milieu réel
modes d'e
participatif
que colla
d'instrume
finalisé et
progressiv
mode d'ex
l'environn

La modélisation logique et l'édition du contenu doivent satisfaire les exigences du cahier de charge du Macro Design et devront être faites par itérations sous le contrôle de l'enseignant *via* la gestion de processus (Aqqal *et al.*, 2008). A la fin, le document pédagogique peut être exporté (en HTML ou SCORM) vers les apprenants. Les données descriptives de chaque niveau d'abstraction tel que les ontologies et les schémas sémantiques peuvent être également exportées séparément en format XML.

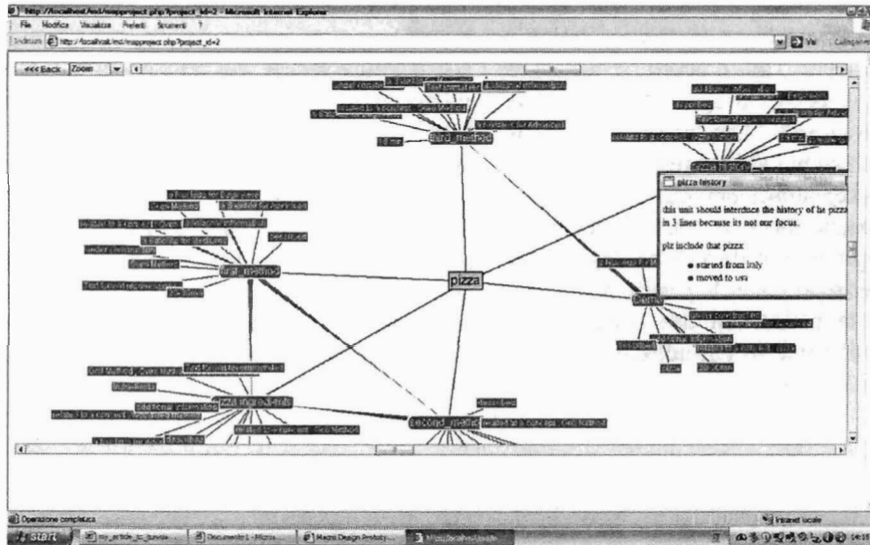


Figure 13. Aperçu d'une ontologie du modèle sémantique d'un document pédagogique construit par l'environnement Moulinette

6. Expérimentation et résultats

6.1. Modélisation de l'évaluation

Nous nous sommes interrogés sur une démarche expérimentale capable de nous apporter suffisamment de recul pour pouvoir valider nos hypothèses de recherche en milieu réel. Tout d'abord, nous voulions évaluer notre méthodologie à travers deux modes d'expérimentation qui se succèdent et se complètent. Le premier mode est participatif cherchant à faire impliquer activement les enseignants avancés (en tant que collaborateurs de conception) dans le processus de conception et d'instrumentalisation de notre méthodologie pour que l'environnement réalisé soit finalisé et utilisable. L'expérimentation participative que nous avons menée était progressive et mise à l'essai de façon informelle et en laboratoire. Le deuxième mode d'expérimentation s'est déroulé en situation réelle après l'implémentation de l'environnement Moulinette. Ce mode s'est basé sur les points suivants.

6.1.1. *Choix liés au modèle d'expérimentation*

Le modèle que nous avons adopté est un modèle qualitatif inspiré du modèle de Nielsen (1993). Ce modèle a été choisi parce qu'il présente l'avantage d'être parfaitement adapté à l'évaluation des prototypes basés sur le web et destinés à des applications de la FOAD. Ce modèle postule que l'acceptabilité d'un système renvoie à une combinaison entre l'acceptabilité sociale (technologie, coût, culture, etc.) et l'acceptabilité pratique. Dans notre cas, l'acceptabilité de l'environnement Moulinette instrumentalisant le *Macro Design* ne dépend pas d'un facteur unique, mais bien de plusieurs. Tout d'abord, le facteur de l'acceptabilité sociale qui renvoie au fait de se demander si l'usage de Moulinette respecte ou non les normes sociales intégrées par les enseignants. Les enseignants peuvent résister à l'utilisation d'un système très sophistiqué s'il ne respecte pas leur culture et leur manière de travailler. Par contre, l'acceptabilité pratique quant à elle renvoie à deux volets : (1) l'utilité qui reflète la capacité fonctionnelle et la légitimité scientifique de ses fondements théoriques. Ici, il s'agit surtout de valider l'hypothèse stipulant que le *Macro Design* par ses modèles peut représenter la pensée pédagogique des enseignants de façon à guider le processus de la production des documents pédagogiques et augmenter les chances de leur réutilisation. (2) L'utilisabilité qui mesure la satisfaction des utilisateurs, le degré de confort et la simplicité d'usage.

6.1.2. *Choix liés au modèle des utilisateurs*

L'évaluation du *Macro Design* n'est mesurable qu'à travers une modélisation bien réfléchie de l'enseignant utilisateur. Ainsi nous avons choisi de combiner plusieurs contextes d'usage pour couvrir la majorité des cas possibles d'utilisations, à savoir : (1) utilisation par discipline (technologie, science et littérature), (2) utilisation par niveau d'éducation des apprenants (études universitaires et secondaires), (3) utilisation par niveau de compétences des enseignants (niveau avancé, niveau intermédiaire et débutant) et enfin (4) utilisation par modèle d'usage (modèle pédagogique par exemple). Ces quatre métriques mises au point visent à valider les cas d'utilisation dans lesquels le *Macro Design* reste valide et intéressant comme approche d'aide à la conception des documents pédagogiques dans un contexte collaboratif. Il convient de signaler ici que les acteurs intervenant à côté de l'enseignant ne sont pas forcément physiques. Par exemple, une même personne peut jouer deux rôles dans le processus de la production. Ceci fait part de nos hypothèses et celles de quelques travaux similaires (Mekssoud, 2006). Egalement, le nombre d'utilisateurs ne constitue pas un facteur dominant mais c'est plutôt la diversité de leurs profils qui est considérée, étant donné le constat de Nielsen qui postule qu'une moyenne de 5 évaluateurs permet d'identifier 80 % des problèmes d'utilisabilité d'une interface.

6.1.3. *Choix liés à l'acquisition des résultats*

L'acquisition des résultats s'est basée notamment sur des entretiens directs avec les utilisateurs avant, pendant et après le déroulement des expérimentations. A l'inverse des questionnaires, les entretiens sont un moyen pour des discussions

ouvertes et spon
voix haute de la j
avec d'autres rés
telles que les fich

6.2. *Déroulemen*

6.2.1. *La premièr*

L'objectif de
d'apprentissage
à évaluer les cor
hétérogènes et
L'expérimentatic
filière (niveau a
intermédiaire)
L'expérimentatic
d'une ontologie
(2) la modélisati
créée et avec les

6.2.2. *La deuxièr*

La deuxième
électroniciens au
la création des d
(le style actif,
l'occurrence) po
créer se focalis
l'adressage, l'AI
pour passer d'un
l'enseignant. Me
documents péda
L'équipe a été c
ayant un nivea
1^{re} expérience.

6.2.3. *La troisièr*

A la différer
cadre de la 3^e e
cours sur l'histe
lumière à traver
l'optique et ses
est novice en r

ouvertes et spontanées donnant des réponses précises et un retour d'expérience à voix haute de la part des utilisateurs. Les résultats issus des entretiens ont été couplés avec d'autres résultats de nature quantitative en provenance des traces numériques telles que les fichiers XML des ontologies et les pages web produites.

6.2. Déroulement des expérimentations

6.2.1. La première expérimentation

L'objectif de la première expérimentation était de créer un module en contexte d'apprentissage en ligne appelé « module de positionnement ». Ce module consistait à évaluer les connaissances en réseaux informatiques de 60 étudiants de formations hétérogènes et candidats à un Master Télécoms et Réseaux (T&R). L'expérimentation s'est déroulée sous la direction de l'enseignant responsable de la filière (niveau avancé) en collaboration avec un autre enseignant expert (niveau intermédiaire) et deux informaticiens experts en édition de contenu. L'expérimentation s'est effectuée en deux parties : (1) la création collaborative d'une ontologie des réseaux informatiques incluant les concepts-clés du domaine et (2) la modélisation sémantique du module d'évaluation en relation avec l'ontologie créée et avec les conditions préliminaires liées à l'accès au Master T&R.

6.2.2. La deuxième expérimentation

La deuxième expérimentation avait pour but d'initier un public de 22 lycéens électroniciens au domaine des réseaux informatiques et d'observer de près comment la création des documents pédagogiques modélisés selon quatre styles d'apprentissage (le style actif, le style réfléchi, le style théoricien et le style pragmatique en l'occurrence) pouvaient favoriser un apprentissage dit adaptatif. Les hypermédias à créer se focalisent surtout sur quatre concepts à introduire au public cible : l'adressage, l'ARP, le routage et les services internet. Un test de validation est prévu pour passer d'un concept au concept qui le suit dans la logique de la scénarisation de l'enseignant. Moulinette a été utilisée pour la modélisation et la production des documents pédagogiques destinés à supporter les quatre styles d'apprentissage visés. L'équipe a été constituée de deux experts en édition des hypermédias, un enseignant ayant un niveau avancé en informatique et un membre de l'équipe de la 1^{re} expérience.

6.2.3. La troisième expérimentation

A la différence des deux premières expérimentations, le projet à réaliser dans le cadre de la 3^e expérimentation a une thématique à caractère littéraire. Il s'agit d'un cours sur l'histoire de l'optique. Le module d'apprentissage en ligne intitulé « La lumière à travers les siècles » est conçu pour qu'il soit une initiation à la science de l'optique et ses applications, destiné aux étudiants de niveau DEUG. L'enseignant est novice en matière de production des documents pédagogiques. Il n'avait qu'un

résumé de cours sous forme de prise de note. L'équipe de soutien est constituée d'un informaticien expert en FOAD et d'un enseignant stagiaire.

6.3. Résultats et premier bilan

Les trois expérimentations se sont déroulées successivement (entre octobre 2008 et mars 2009) et ont abouti à la création de modules d'apprentissage en ligne selon le contexte de chacune. Elles nous ont permis de tirer plusieurs conclusions que nous proposons de citer ici de manière résumée et synthétique selon le modèle d'évaluation que nous avons adopté.

6.3.1. L'acceptabilité sociale

Au niveau de l'acceptabilité sociale le bilan est globalement positif. Les utilisateurs ont bien accueilli l'approche qu'ils trouvent méthodologique. L'enseignant débutant avait besoin d'un temps additionnel pour s'intégrer dans la démarche expérimentale par rapport aux autres enseignants. Toutefois cette difficulté a été allégée par la présence d'un informaticien dans la même équipe. Un transfert bidirectionnel de connaissances s'est établi entre les deux utilisateurs. Nous avons bien confirmé que la production collaborative contribue à développer chez les collaborateurs des compétences informatives (Jullien *et al.*, 2007) et sociales (Rice & Huguley, 1994). L'utilisation du navigateur et des technologies web gratuites et accessibles a favorisé l'acceptabilité technologique de l'environnement MoulINETTE. Par contre son acceptabilité au niveau juridique peut être réduite si les documents pédagogiques à produire sont confidentiels. Par exemple dans le cas de la production d'un examen électronique, la réticence des enseignants ou les lois en vigueur peuvent interdire la mise en place de ce genre de documents en contexte partagé et explicite. Ceci n'a pas été le cas lors de nos expérimentations.

6.3.2. L'utilité

Le Macro Design tel que nous l'avons modélisé et instrumentalisé est original et présente des avantages certains par rapport à la manière classique avec laquelle se modélisent les documents pédagogiques en contexte d'apprentissage en ligne. Il nous a permis de capturer un ensemble d'informations très utile et qui a favorisé la production efficace des documents pédagogiques. Nous présentons ci-après un résumé de ces informations ainsi que leurs retombés scientifiques.

6.3.2.1. Information sur les intentions

Les intentions de l'enseignant peuvent être de différentes natures. Elles peuvent être d'ordre pédagogique. Dans ce cadre, la 2^e expérimentation représente une bonne illustration. Il s'agit d'une démarche de conception qui a conduit à définir sémantiquement quatre modules par concept. Chaque module est une combinaison de quatre unités sémantiques (exemple, théorie, activité et exercice). Chaque

combinaison o
intentionnels a
Macro Design
pédagogiquement
d'apprentissage
3^e expérimentation
l'application ou
avait pour obj
manière à déte
selon son de
l'enseignant a
indiquer son c
difficulté reliée
intentions peuv
celle des appre
voulait réécri
considérations,
la lumière et m
à certains sav
L'enseignant v
révolution. Pou
ce cadre, la TS
la narration e
compliquées si
comme habitu
inaperçues et s
numérique (ce

6.3.2.2. Inform

L'environne
domaines de cc
ontologies de l
visualiser (en n
et de les réuti
l^{re} expérimenta
modélisation d
sépare davanta
documentaires
construite est i
(QCMs lors c
d'apprentissage
exemple) et du

combinaison obéit à un style d'apprentissage et à ses propres liens sémantiques et intentionnels avec le domaine de connaissance et les unités sous-jacentes. Ici, le Macro Design avec les mécanismes que nous avons adoptés s'est montré neutre pédagogiquement. Il a été capable de modéliser des modules selon quatre styles d'apprentissage différents en plus du modèle cognitif utilisé lors de la 1^{re} et de la 3^e expérimentation. Les intentions peuvent être de nature didactique, liées à l'application ou au domaine. Par exemple, lors de la 1^{re} expérimentation l'enseignant avait pour objectif de créer un module d'évaluation méticuleusement conçu de manière à détecter les lacunes de chaque apprenant et à le positionner par la suite selon son degré de connaissance en réseaux informatiques. Pour ce faire, l'enseignant a attaché des propriétés qualitatives à chaque élément du QCM pour indiquer son degré de difficulté {Facile, Moyen, Difficile} en se basant sur la difficulté reliée au concept et sur la formulation de l'énoncé du QCM. Enfin les intentions peuvent être culturelles, en relation avec la culture de l'enseignant ou avec celle des apprenants en question. Par exemple, l'enseignant de la 3^e expérimentation voulait réécrire le cours dispensé en présentiel en tenant compte des deux considérations, à savoir : (1) mettre en avant la contribution arabe dans l'histoire de la lumière et montrer combien elle est fondamentale. (2) Enlever le prestige attribué à certains savants considérés par les apprenants comme étant des légendes. L'enseignant voulait dire que les inventions se faisaient en évolution mais pas en révolution. Pour lui, ceci peut encourager l'esprit créatif chez les apprenants. Dans ce cadre, la TSR s'est montrée être très favorable pour modéliser un cours basé sur la narration et sur l'argumentation. Pour conclure, toutes ces scénarisations compliquées si elles étaient modulées seulement selon une structuration logique comme habituellement, plusieurs informations seraient passées implicitement inaperçues et sans être partagées avec l'équipe ou être enregistrées sur un support numérique (ce qui aurait sans doute diminué la qualité du produit final).

6.3.2.2. Information sur les connaissances

L'environnement Moulinette a été utilisé pour construire les ontologies des domaines de connaissance (figure 14). Il a permis aux utilisateurs : (1) de créer des ontologies de façon collaborative (lors de la 1^{re} et 3^e expérimentation), (2) de les visualiser (en mode graphique et textuel), de les exporter sous-format XML et RDF et de les réutiliser (l'ontologie des réseaux informatiques construite lors de la 1^{re} expérimentation a été réutilisée au cours de la 2^e). Ainsi, au niveau de la modélisation des connaissances, le Macro Design se démarque par le fait qu'il sépare davantage tout ce qui est connaissances des autres aspects pédagogiques et documentaires sans nuire au déroulement du projet de la production. L'ontologie construite est indépendante : (1) de la mise en forme des documents pédagogiques (QCMs lors de la 1^{re} expérimentation et cours lors de la 3^e) (2) du style d'apprentissage adopté par l'enseignant (le cas de la 2^e expérimentation par exemple) et du profil des apprenants (les trois cas).

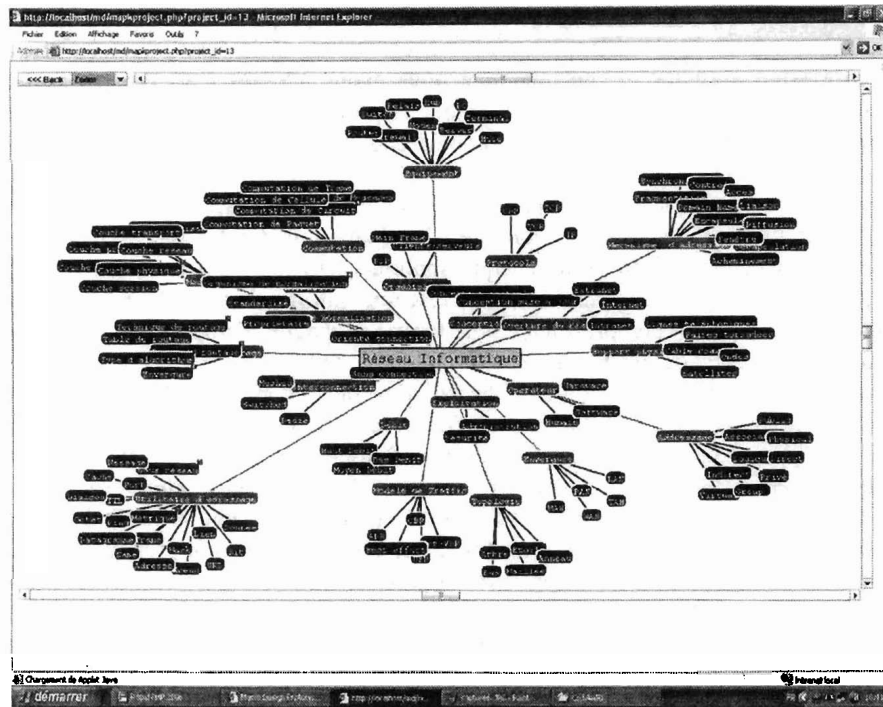


Figure 14. Aperçu d'une ontologie du domaine de connaissance construite par l'environnement Moulinette lors de la 1^{ère} expérimentation

Le grand intérêt de cette indépendance a été souligné aussi par (Meksoud, 2006) pour faciliter la création et la réutilisation des documents pédagogiques.

6.3.2.3. Information sur le contenu

L'utilisation de la taxonomie que nous avons développée pour la production des documents pédagogiques offre de nombreux avantages par rapport aux méthodes traditionnelles. Premièrement, la taxonomie développée favorise une production facile et concrète puisqu'elle est la base d'un formulaire de suggestion que les enseignants ont utilisé et complété (via des listes de sélection et des cases à cocher) au lieu des zones de texte dont la saisie risque d'être ambiguë et délicate. Cela a permis aussi d'avoir un vocabulaire uniforme de référence partagé entre tous les membres de l'équipe pour faire en sorte que cette production puisse être réalisée étape par étape et de manière déterministe. Deuxièmement, cette taxonomie assure une séparation augmentée entre les niveaux d'abstraction des documents pédagogiques puisqu'elle sépare ce qui est sémantique de ce qui est logique ou physique. De cette façon plusieurs experts peuvent collaborer et réaliser ensemble un projet de production.

Document pédagogique

Introduction

Le monde arabe

Antiquité

.....

Méca.Quantique

Révolution industrielle

Figure 15. Utili

Combiner l'...
 permis aux en...
 formelle, expli...
 intentions et la...
 de faire une...
 pédagogiques...
 de l'enseignant...
 3^e expérimenta...
 forme d'unités...
 utilisant la TS...
 l'environnemen...
 finaliser l'unité...
 autres unités d...
 monde arabe...
 parlant des sav...
 le fait qu'on p...
 mentionner la...
 zone en gris su...
 l'enseignant et...
 par l'enseigna...

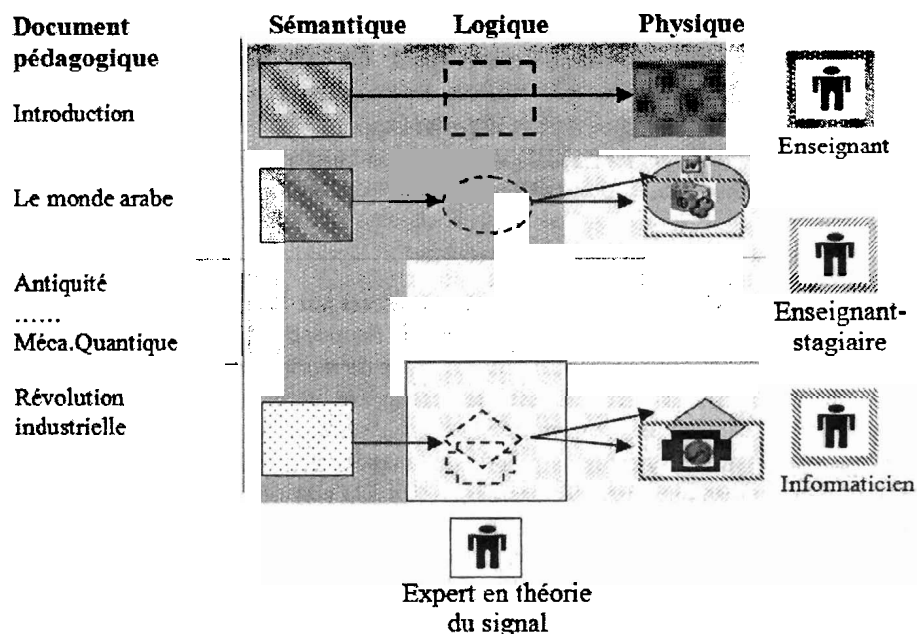


Figure 15. Utilisation de la taxonomie des unités sémantiques par Moulinette

Combiner la TSR, les ontologies et les taxonomies est une méthode solide qui a permis aux enseignants de modéliser leurs documents pédagogiques d'une manière formelle, explicite et argumentative. Outre les aspects concernant l'expression des intentions et la modélisation des connaissances, Moulinette a permis aux enseignants de faire une spécification des besoins liés à la composition des documents pédagogiques et leur mise en forme de façon souple et flexible en fonction du profil de l'enseignant. La figure 15 porte une illustration de ce fait. Par exemple, lors de la 3^e expérimentation l'enseignant a défini le document pédagogique à produire sous forme d'unités sémantiques. Par la suite il a construit le modèle sémantique en utilisant la TSR et un cahier des charges de chaque unité sémantique à l'aide de l'environnement Moulinette. Lors de cette expérimentation, l'enseignant a décidé de finaliser l'unité d'« Introduction » par lui-même. Puis il s'est contenté de décrire les autres unités d'une façon abstraite et sommaire à l'exception de l'unité intitulée « le monde arabe » qu'il a modélisée logiquement. Il l'a modélisée en quatre sections parlant des savants arabes qui ont contribué à l'histoire de la lumière. Il insistait sur le fait qu'on parle dans une section de *l'oublié Ibn Sahl (940-1000) le premier à mentionner la loi redécouverte plus tard sous le nom de loi de Snell-Descartes*. La zone en gris sur la figure 15 indique le minimum concernant le profil d'expertise de l'enseignant et ses contraintes professionnelles. Un survol des informations saisies par l'enseignant a permis à l'enseignant stagiaire de prendre le relais pour créer les

autres unités. Il a profité de la même souplesse pour collaborer verticalement et horizontalement avec les autres experts pour finaliser ce qui reste selon les spécifications faites par l'enseignant durant la phase du Macro Design. Par exemple, l'intervention de l'informaticien était nécessaire pour créer une simulation en flash de la propagation de l'onde magnétique (révolution industrielle) et pour le traitement d'une image incluse dans le traité d'Ibn Sahl.

6.3.2.4. Information sur la gestion du processus

En plus des consignes indiquées par l'enseignant sur l'état de la finalisation de chaque unité sémantique, Moulinette permet à ce dernier d'attribuer trois niveaux de privilèges aux collaborateurs concernant les droits de modifications et de mise à jour des unités. L'environnement Moulinette enregistre automatiquement toutes les actions faites par les utilisateurs durant leurs sessions de travail. Toutes ces informations favorisent une bonne gestion de la chaîne de production. Elles nous ont permis aussi de résoudre quelques problèmes liés à la gestion des droits d'auteurs en contexte collaboratif (Lehmann *et al.*, 2006). En général, Moulinette capture plusieurs des informations décrites précédemment pour les enregistrer sous forme de métadonnées. Les ontologies, le modèle sémantique et le modèle du contenu peuvent être exportés séparément en XML. L'intérêt de ces informations pour la réutilisation est évident (Hoermann *et al.*, 2005).

6.3.3. L'utilisabilité

De manière générale, les utilisateurs ont trouvé l'interface de Moulinette accessible et conviviale. Ils ont apprécié surtout l'utilisation des graphes conceptuels pour naviguer à travers les ontologies créées. Nous avons constaté que cette navigation devient difficile si le module contient un grand nombre de concepts ou d'unités sémantiques, un problème déjà mentionné par (Cramps, 2002). Nous avons cherché à résoudre ce problème en utilisant différentes couleurs et types de graphes. Les informations ont été aussi présentées alternativement sous forme textuelle. En outre, l'utilisation des formulaires semi-formels a été très appréciée. L'environnement Moulinette a permis aux enseignants de construire des descriptions sémantiques et formelles, sans pour autant perdre en précision sur des descriptions faites en langage naturel sur des zones de saisie. Enfin, les utilisateurs ont suggéré de créer un tutoriel d'utilisation de l'environnement Moulinette lorsqu'il sera disponible en open source au public.

7. Conclusion

A travers cet article, nous avons présenté une nouvelle contribution à la conception et à la production collaborative des documents numériques pédagogiques en contexte d'apprentissage en ligne pour répondre aux besoins des enseignants. La méthodologie proposée souligne ce que l'on appelle le « Macro Design ». Le Macro

Design est innovant
des documents péda-
gogiques ne sont pas souvent p
réussir une telle pr
comme un mécanis
supporter la constr
Cette méthodologi
appelé Moulinette.
expérimentations
satisfaisants.

8. Bibliographie

- Aqqal A., Rensing
Production: Ide
Global Scale, Et
- Aqqal A., Rensing
Support the Ma
of Universal Co
- Bachimont B., Croz
Learning for int
- Bergsträßer S., Faa
Supporting Re-I
- Bloom B. S., *Taxon*
Susan Fauer Co
- Buzza D., Bean I
Informed Mode
Conference, Na
- Cramps M., Auto
Machine sous
Montpellier II-S
- Helic D., Maurer H
Proceedings of
Business, Educa
- Hoermann S., Hil
Learning Objec
MEDIA Confer
- Jullien J.M., Quer
portfolio numé
compétences d
journées scient

Design est innovant. Tout d'abord parce qu'il étend le mode actuel de conception des documents pédagogiques par la capture d'information et des intentions qui ne sont pas souvent prises en compte alors qu'elles sont très riches et essentielles pour réussir une telle production. En addition, il démontre la possibilité d'utiliser la TSR comme un mécanisme capable, avec les taxonomies que nous avons développées, de supporter la construction des ontologies répondant aux exigences du Macro Design. Cette méthodologie a été instrumentalisée par la réalisation d'un environnement appelé Moulinette. Notre méthodologie ainsi que Moulinette ont été évalués par des expérimentations variées et ont donné des résultats scientifiques intéressants et satisfaisants.

8. Bibliographie

- Aqqal A., Rensing C., Steinmetz R., "The Macro Design as an Own Task in WBT Production: Ideas, Concepts and a Tool", *Creating New Learning Experiences on a Global Scale, EC-TEL 2007*, Springer-Verlag, September 2007, p. 420-425.
- Aqqal A., Rensing C., Steinmetz R., Elkamoun N., Berraissoul A., "Using Taxonomies to Support the Macro Design Process for the Production of Web Based Trainings", *Journal of Universal Computer Science*, vol. 14, n° 10, 2008, p. 1763-1774.
- Bachimont B., Crozat S., Mallard R., "Managing learning content and digital formats", *E-Learning for international markets: Development and use of eLearning in Europe*, 2004.
- Bergsträsser S., Faatz A., Rensing C., Steinmetz R., "A Semantic Content Representation Supporting Re-Purposing of Learning Resources", *I-Know conference*, September 2006.
- Bloom B. S., *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*, Susan Fauer Company, Inc, 1956, p. 201-207.
- Buzza D., Bean D., Harrigan K., Richards L., "The LearningMapR: A Pedagogically-Informed Model for Online Course Design", *The 5th Annual MERLOT International Conference*, Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee, July 2005.
- Crampes M., Auto-Composition Active et émergence du sens dans l'interaction Homme-Machine sous contrainte, Thèse d'habilitation à diriger des recherches à l'Université Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc, présentée le 30/05/02.
- Helic D., Maurer H., Scerbakov N., "Aspects of Collaborative Authoring in WBT Systems", *Proceedings of International Conference on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Education, Science, and Medicine on the Internet*, January 2002.
- Hoermann S., Hildebrandt T., Rensing C., Steinmetz R., "ResourceCenter - A Digital Learning Object Repository with an Integrated Authoring Tool Set", *Proceedings of ED-MEDIA Conference*, Montreal, 2005, p. 3453-3460.
- Jullien J.M., Quentin I., Vignollet L., Ferraris C., Martel C., « Scénario pédagogique et portfolio numérique, deux outils conceptuels complémentaires pour le développement des compétences des enseignants : scénarios, e-portfolio et développement de compétences », *journées scientifiques res@tice*, Rabbat 2007.

- Kennedy K., Mercer R-E., "Planning animation cinematography and shot structure to communicate theme and mood », *Proceedings of the 2nd international symposium on Smart graphics*, Hawthorne, New York, June, 2002.
- Larsen P.G., Fitzgerald J., and Brookes T., "Applying Formal Specification in Industry", *IEEE Software*, vol. 13, n° 3, May 1996.
- Lehmann L., Aqqal A., Rensing C., Chikova P., Ieyking K., Steinmetz R., "A Content Modeling Language as Basis for the Support of the Overall Content Creation Process", *ICALT 2006*, Kerkrade, Netherlands, juin, 2006.
- Lowry P.B., Curtis A., Lowry M.R., "Building a taxonomy and nomenclature of collaborative writing to improve interdisciplinary research and practice", *Journal of Business Communication*, vol. 41, n° 1, janvier 2004, p. 66-99.
- Marquesuzaà C., *OMAGE : Outils et Méthode pour la spécification des connaissances au sein d'un Atelier de Génie Educatif Pédagogie Médicale*, Thèse en Laboratoire Informatique de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, 1998.
- Meksoud N., « Une approche de rétro-ingénierie et d'ingénierie pour la création, le partage et la réutilisation de contenus pédagogiques », *3^e Rencontres Jeunes Chercheurs en Interaction Homme-Machine*, Novembre 2006.
- Moura F., Derycke A., « Concevoir des Scénarios Pédagogiques Exécutable avec des Patrons de Conception Pédagogiques », *Actes de l'EIAH'07*, Lausanne-Switzerland, 2007.
- Nielsen J., *Usability Engineering*, Academic Press, 1993.
- Pernin J.-P., Lejeune A., « Scénarisation pédagogique : modèles, langages et outils pour les machines, pour les ingénieurs pédagogiques ou pour les enseignants ? », *Actes du colloque TICE 2006*, Toulouse, octobre 2006.
- Rondeau I., « La sémantisation de documents dans un dispositif de formation universitaire : enjeux et perspectives », *Revue ISDM*, n° 29, 2007.
- Taboada M., "Applications of Rhetorical Structure Theory", *Discourse Studies*, vol. 8, n° 4, 2006, p. 567-588.
- Tochon F., « Recherche sur la pensée des enseignants un paradigme à maturité, Note de synthèse », *Revue Française de Pédagogie*, Paris, INRP, n° 133, 2000, p. 129-157.
- Verbert K., Jovanovic J., Duval E., Gasevic D., Meire M., "Ontology-Based Learning Content Repurposing: The ALOCoM Framework", *International Journal on ELearning*, vol. 5, 2006, p. 67-74.
- Zouaq A., Nkambou.R., Frasson C., "The Knowledge Puzzle: An Integrated Approach of Intelligent Tutoring Systems and Knowledge Management", *ICTAI'06*, 2006, p. 575-582.

La méth de com

Orientatio et applicat

Éric Brangier

Université Paul
InterPsy-ETIC I
des Interactions
UFR Sciences H
{Brangier, Dine.

RÉSUMÉ. Ce papier
basée sur une a
communauté d'util

ABSTRACT. The air
requirements analy
experts of a target
theories involved in
methods related to
present our metho
approach to the pro
following: (a) Defi
relevant to express
may be affected by
Identification of the
can speak for this
about their needs a
discuss controversi
study which consists
134 ideations on the
MOTS-CLÉS : métho
design socioconstru
KEYWORDS: particip
design, user requir