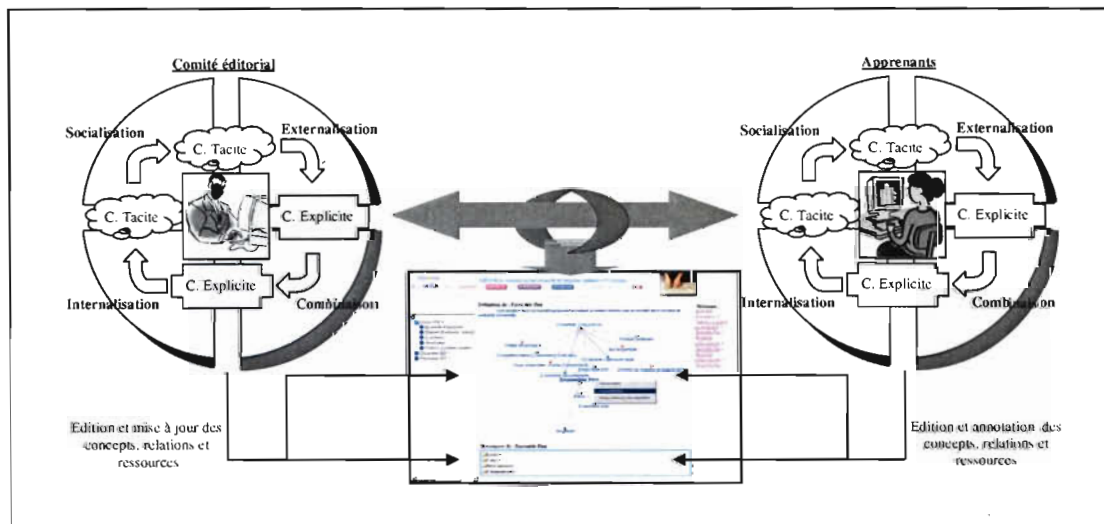


Par Ahcene BENAYACHE

CONSTRUCTION D'UNE MEMOIRE ORGANISATIONNELLE DE FORMATION ET EVALUATION DANS UN CONTEXTE E-LEARNING : LE PROJET MEMORAE

Thèse présentée
pour l'obtention du grade
de Docteur de l'UTC.



Soutenue le : 5 décembre 2005

Spécialité : Technologie de l'Information et des Systèmes

THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE
COMPIEGNE

Spécialité : Technologies de l'Information et des Systèmes (TIS)

CONSTRUCTION D'UNE MEMOIRE ORGANISATIONNELLE DE FORMATION ET EVALUATION DANS UN CONTEXTE E- LEARNING : LE PROJET MEMORAE *

Par Ahcene **BENAYACHE**

Soutenu le 05 12 2005

* Constuction and evaluation of a learning organizational memory: the MEMORAE project

DIRECTEUR DE THÈSE : ▪ M^{ME} MARIE-HELENE ABEL MAITRE DE CONFERENCES – UTC COMPIEGNE

RAPPORTEURS : ▪ M^{ME} DANIELE HERIN PROFESSEUR DES UNIVERSITES – UM2 MONTPELLIER
▪ M^R GILLES KASSEL PROFESSEUR DES UNIVERSITES – UPJV AMIENS

EXAMINATEURS : ▪ M^R MANUEL ZACKLAD PROFESSEUR DES UNIVERSITES – UTT TROYES (PRESIDENT)
▪ M^R CYRILLE DESMOULINS MAITRE DE CONFERENCES – UJF GRENOBLE
▪ M^R PHILIPPE TRIGANO PROFESSEUR DES UNIVERSITES – UTC COMPIEGNE

Table des matières

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	XIII
Liste des figures.....	xiii
Liste des tableaux.....	xv
INTRODUCTION	1
PARTIE – I : ETAT DE L’ART	5
1 SYSTEMES EDUCATIFS, NORMES ET STANDARDS	7
1.1 Développement et usage des systèmes de formation en ligne et plates-formes pédagogiques	8
1.1.1 Les systèmes de formation à distance [Gérin-Lajoie <i>et al.</i> , 1999].....	8
1.1.2 Les objets pédagogiques.....	9
1.1.2.1 Le curriculum	9
1.1.2.2 Le cours	10
1.1.3 Les plates-formes de formation en ligne	10
1.2 Normes et standards dans le domaine éducatif.....	12
1.2.1 Besoins en normalisation dans le domaine éducatif	12
1.2.2 Emergence d’une standardisation [EducNet, 2005]	13
1.3 Description des objets pédagogiques.....	16
1.3.1 Les méta-données : définition [Hillmann <i>et al.</i> , 2001].....	16
1.3.2 Quelques modèles de méta-données existants	17
1.3.2.1 Dublin Core (DC)	17
1.3.2.2 Learning Object Metadata (LOM).....	19

1.3.3	Les spécifications existantes.....	22
1.3.3.1	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE)....	23
1.3.3.2	Instructional Management Systems (IMS).....	25
1.3.3.3	Sharable Content Object Reference Model (SCORM)	27
1.4	Synthèse	30
2	E-LEARNING ET WEB SEMANTIQUE	31
2.1	Le e-learning et ses exigences.....	32
2.2	Objectifs du Web Sémantique.....	33
2.3	Les langages pour le Web Sémantique.....	34
2.3.1	XML [XML, 1998].....	35
2.3.1.1	Historique	35
2.3.1.2	Structure d'un document XML.....	36
2.3.1.3	Les limites de XML	37
2.3.2	Syntaxes de représentation des connaissances pour le Web Sémantique	37
2.3.2.1	RDF/RDFS [RDF, 1999] [RDFS, 2000].....	37
2.3.2.2	Topic Maps	38
2.3.2.3	Comparaison des Topic Maps et de RDF/S	41
2.3.2.4	OWL [W3C, 2004]	42
2.4	Web Sémantique pour le e-learning	43
2.5	Synthèse	45
3	GESTION ET ORGANISATION DES CONNAISSANCES	47
3.1	Système de connaissances.....	48
3.1.1	Connaissances et connaissances de l'organisation	48
3.1.1.1	Donnée, Information et Connaissances.....	48
3.1.1.2	Connaissances explicites, connaissances tacites	49
3.1.1.3	Connaissances individuelles, connaissances collectives	50
3.1.2	La gestion des connaissances ou Knowledge management	50
3.1.2.1	Définition et objectifs	50
3.1.2.2	Capitalisation des connaissances	51
3.2	Mémoire Organisationnelle.....	52
3.2.1	Définitions	52
3.2.2	Gestion d'une mémoire organisationnelle	53
3.2.3	Construction d'une mémoire organisationnelle	54
3.3	Synthèse	56
4	ONTOLOGIES ET E-LEARNING.....	57
4.1	La notion d'ontologie.....	58
4.1.1	Origine des ontologies : l'ontologie d'Aristote ou la science de l'être.....	58
4.1.2	Les ontologies en Ingénierie des Connaissances (IC).....	59
4.1.3	Composantes d'une ontologie.....	60

4.2	Typologies d'ontologies	61
4.2.1	Typologie selon l'objet de conceptualisation	61
4.2.2	Typologie selon le niveau de complétude	61
4.2.3	Typologie selon le niveau de détail	62
4.2.4	Typologie selon le formalisme utilisé	62
4.3	Utilité des ontologies en Ingénierie des Connaissances.....	63
4.4	Ingénierie ontologique.....	64
4.4.1	Processus	64
4.4.2	Principes	64
4.4.3	Cycle de vie d'une ontologie.....	65
4.4.4	Méthodologies de construction	66
4.4.5	Environnements et outils de modélisation.....	67
4.5	Rôles des ontologies pour les applications e-learning	69
4.5.1	Utilité des ontologies pour le e-learning ?.....	69
4.5.2	Exemples d'utilisation des ontologies	69
4.6	Synthèse.....	72
PARTIE – II : LE PROJET MEMORAE.....		73
5	CADRE DE RECHERCHE.....	75
5.1	Le cadre du projet	76
5.1.1	Conception du e-learning dans MEMORAE	77
5.1.2	Le concept de mémoire organisationnelle de formation.....	78
5.1.2.1	Contexte.....	78
5.1.2.2	Scénarios d'utilisation de la mémoire.....	79
5.1.2.3	Contenu pédagogique de la mémoire.....	80
5.1.2.4	Exploitation pédagogique de la mémoire	81
5.1.2.5	Vie de la mémoire.....	81
5.2	Positionnement [Benayache <i>et al.</i>, 2005a].....	83
5.2.1	ARIADNE.....	83
5.2.2	IMS.....	83
5.2.3	SCORM.....	84
5.3	Synthèse	85
6	REALISATION DE LA MEMOIRE.....	87
6.1	Modélisation de la mémoire.....	88
6.1.1	Les ontologies de la mémoire [Benayache <i>et al.</i> , 2004a]	88
6.1.1.1	Ontologie du domaine [Abel <i>et al.</i> , 2004c]	88
6.1.1.2	Ontologie d'application :	89
6.1.1.3	Intégration des ontologies [Abel <i>et al.</i> , 2004b].....	89
6.1.2	Indexation des ressources	90
6.2	Choix d'une méthode de construction d'ontologie.....	91
6.2.1	Problématique.....	91
6.2.2	La méthode de spécification OntoSpec [Kassel, 2002]	91

6.3	Choix du formalisme de représentation [Moulin <i>et al.</i>, 2003]	96
6.3.1	Problématique.....	96
6.3.2	Aspect ontologique.....	96
6.3.2.1	Langage ontologique.....	96
6.3.2.2	Exemple	97
6.3.3	Aspect indexation	98
6.3.3.1	Langage d'indexation.....	98
6.3.3.2	Exemple	98
6.3.4	Choix des Topic Maps.....	99
6.3.4.1	Représentation ontologique en Topic Maps.....	99
6.3.4.2	Editeurs des Topic Maps.....	100
6.4	Mise en pratique [Benayache <i>et al.</i>, 2005d]	102
6.4.1	Présentation des applications test	103
6.4.1.1	Présentation du module B31.1	103
6.4.1.2	Présentation du module NF01	103
6.4.2	Première étape : recueil de données.....	103
6.4.3	Deuxième étape : construction de l'ontologie	103
6.4.3.1	Ontologie B31.1 [Benayache <i>et al.</i> , 2004a] [Chaput <i>et al.</i> , 2004]	104
6.4.4	Troisième étape : exploitation de l'ontologie	109
6.4.4.1	Modélisation en Topic Maps [Benayache <i>et al.</i> , 2003] [Lenne <i>et al.</i> , 2003]	109
6.4.4.2	Passage en base de données	110
6.4.4.3	Exemple en XTM.....	110
6.5	Synthèse	112
PARTIE – III : L'ENVIRONNEMENT E-MEMORAE ET EVALUATION		113
7	DIFFUSION DE LA MEMOIRE	115
7.1	Préambule.....	116
7.2	Scénarios d'utilisation de E-MEMORAE [Benayache <i>et al.</i>, 2005b].....	117
7.2.1	L'environnement proposé à l'utilisateur	117
7.2.2	L'apprentissage par exploration	118
7.2.3	Mise en œuvre de l'apprentissage par exploration.....	119
7.2.4	Mise en œuvre de l'apprentissage par requête.....	121
7.3	Alimentation et mise à jour de la mémoire	122
7.3.1	L'Interface Contribuer.....	122
7.3.2	L'Interface Administrer.....	123
7.3.3	Exportation des données : fichier XML.....	123
7.4	Architecture de E-MEMORAE [Lenne <i>et al.</i>, 2005a].....	125
7.4.1	Niveau présentation : client léger	125
7.4.2	Niveau traitement : serveur Web	126
7.4.3	Niveau stockage : serveur de données	126
7.5	Synthèse	127
8	EVALUATION ET RETOUR D'EXPERIENCE	129
8.1	Préambule.....	130

8.2	Dispositif expérimental.....	131
8.2.1	Moyens matériels	131
8.2.2	Déroulement du test	132
8.2.3	Le questionnaire de post-évaluation.....	132
8.3	Résultats obtenus	134
8.3.1	Résultats obtenus avec B31.1	134
8.3.1.1	Résultats obtenus avec les monômes	134
8.3.1.2	Résultats obtenus avec les binômes	136
8.3.1.3	Historiques.....	137
8.3.1.4	Synthèse des résultats obtenus avec B31.1	138
8.3.2	Résultats obtenus avec NF01	138
8.3.2.1	Structuration par notion	138
8.3.2.2	Présentation et navigation arborescente.....	138
8.3.2.3	Les points d'entrée.....	139
8.3.2.4	QCM	139
8.3.2.5	Historiques.....	140
8.3.2.6	Synthèse des résultats obtenus avec NF01	140
8.4	Synthèse	141
PARTIE – IV : CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....		143
9	CONCLUSION.....	145
10	PERSPECTIVES	149
PARTIE – V : ANNEXES.....		151
11	ONTOLOGIES D'APPLICATIONS.....	153
11.1	Ontologie B31.1.....	153
11.1.1	Liste des concepts	153
11.1.2	Liste des relations	162
11.2	Ontologie NF01	164
12	ONTOLOGIE DE DOMAINE	171
12.1	Liste des concepts.....	171
12.2	Liste des relations	173
12.3	Intégration des ontologies	174
13	QUESTIONNAIRE DE POST-ÉVALUATION.....	175
13.1	Votre profil.....	175
13.1.1	Vous	175
13.1.2	Vos études.....	175
13.1.3	Votre profil d'étudiant :	175

13.1.4	Utilisation d'Internet	176
13.2	Prise en main de l'outil	176
13.3	Présentation de l'information	176
13.3.1	Manière d'effectuer les recherches	176
13.3.2	Approche par notion	177
13.3.3	Navigation arborescente	177
13.3.4	Points d'entrée	177
13.4	Avis général et suggestion	177
14	DIDACTICIEL E-MEMORAE	179
14.1	Connexion	180
14.1.1	Configuration technique	180
14.1.2	Site Web	180
14.1.3	Page d'accueil	180
14.1.4	Choix d'une formation	180
14.1.5	Identification	181
14.2	Composition du site	182
14.2.1	Partie supérieur	182
14.2.2	Consulter	182
14.2.2.1	Partie gauche : points d'entrée	182
14.2.2.2	Partie centrale : navigation verticale	183
14.2.2.3	Accès aux ressources	183
14.2.2.4	Partie droite : historique	184
14.2.2.5	Navigation horizontale	184
14.2.3	Contribuer	184
14.2.3.1	Demande à devenir contributeur	184
14.2.3.2	Ajouter une nouvelle ressource	185
14.2.3.3	Modifier une ressource	186
14.2.4	Administrer	186
14.2.4.1	Identification	186
14.2.4.2	Editer la liste des utilisateurs	187
14.2.4.3	Ajouter un nouveau utilisateur	188
14.2.5	Rechercher	188
14.2.5.1	Lancer la recherche	188
14.2.5.2	Consulter les éléments trouvés	188
14.2.5.3	Autres caractéristiques	189
15	REFERENCES	191
	LISTE DES ABREVIATIONS	203

CONSTRUCTION D'UNE MEMOIRE ORGANISATIONNELLE DE FORMATION ET EVALUATION DANS UN CONTEXTE E-LEARNING : LE PROJET MEMORAE

RESUME :

De nombreux documents ou plus généralement de nombreuses ressources peuvent être utilisés dans le cadre d'une formation e-learning (ou e-formation). Certaines de ces ressources sont produites 'en interne' par les différents acteurs impliqués dans la formation, d'autres sont disponibles sur le web : cours en ligne, supports de cours, transparents, bibliographies, foires aux questions, notes de lectures etc. Le nombre de ressources disponibles ne faisant que croître, le problème de leur accès et de leur gestion se trouve ainsi posé. Dans cette thèse, nous considérons une formation comme une organisation, dans laquelle différents acteurs sont impliqués, et proposons d'en gérer les informations, les documents et les connaissances au moyen d'une mémoire organisationnelle de formation basée sur des ontologies. Dans le projet MEMORAE, nous nous sommes focalisés sur deux scénarios d'application : l'apport de l'ingénierie des connaissances dans le domaine éducatif et l'apprentissage par exploration basé sur des ontologies. Trois aspects ont été principalement développés dans ce travail :

- l'apport d'une mémoire organisationnelle dans le contexte d'une formation e-learning ;
- le choix (a) des ontologies pour indexer et structurer le contenu d'un cours et (b) des Topic Maps pour exploiter ces ontologies ;
- la conception et l'implantation de l'environnement E-MEMORAE d'aide à l'apprentissage par exploration guidé par des ontologies et l'évaluation de cet environnement auprès des étudiants de B31.1 à l'UPJV et les étudiants de NF01 à l'UTC.

MOTS-CLES:

Mémoire Organisationnelle, e-learning, Ontologie, Méta-données, Web Sémantique, Topic Maps, Représentation des Connaissances, Gestion de Connaissances.

CONSTRUCTION AND EVALUATION OF A LEARNING ORGANIZATIONAL MEMORY: THE MEMORAE PROJECT

ABSTRACT:

Many documents and resources are now available in order to support e-learning. Some are internal and made by several actors implied in the e-learning. Others are available on the web: on-line courses, course supports, slides, bibliographies, frequently asked questions, lecture notes, etc. The increasing number of available resources is a real problem in content management systems. In This PhD, we consider a course like an organization, in which different actors are involved. We proposes to manage the informations, documents and knowledge of this organization by means of a learning organizational memory based on ontologies. It was carried out in the context of the MEMORAE project focusing on two application scenarios: the contribution of the knowledge engineering in the educational domain and the learning by exploration based on ontologies. Three aspects were essentially developed in this work:

- the contribution of an organizational memory in the e-learning context;
- the choices of (a) using ontologies to model metadata, and (b) to represent them with the Topic Maps formalism.
- the design and implementation of the E-MEMORAE, an environment assistance for e-learning, and the evaluation of this environment with students in the framework of: the B31.1 applied mathematics course at the University of Picardy in France, and the NF01 algorithms and programming course at the University of Technology of Compiègne.

KEYWORDS:

Organizational Memory, e-learning, Ontology, Metadata, Semantic Web, Topic Maps, Knowledge Management, Knowledge Representation.

Thèse de Doctorat Informatique - Ahcene BENAYACHE - Lundi 05 Décembre 2005 - Université de Technologie de Compiègne - UTC - Spécialité : Technologies de l'Information et des Systèmes (T.I.S.).