

Mémoire d'Habilitation à diriger des Recherches

par **Marie-Hélène Abel**

Apport des Mémoires Organisationnelles dans un contexte d'apprentissage

Habilitation soutenue le 13 décembre 2007 devant le jury composé de :

M. Bachimont B.	Enseignant Chercheur, Université de Technologie de Compiègne
Mme Grandbastien M.	Professeur, Université Henri Poincaré, Nancy1 - Rapporteur
Mme Hérin D.	Professeur, Université de Montpellier 2 - Rapporteur
M. Mille A.	Professeur, Université Claude Bernard, Lyon 1 - Rapporteur
M. Trigano P.	Professeur, Université de Technologie de Compiègne
M. Zacklad M.	Professeur, Université de Technologie de Troyes

Table des matières

Introduction

Première partie

Etat de l'art – Position de l'approche MEMORAE

Chapitre 1 : Etat de l'art

1	LE E-LEARNING	9
2	LE KNOWLEDGE MANAGEMENT ET LE E-LEARNING.....	13
3	LES COMMUNAUTES DE PRATIQUE.....	16
4	ORGANISATION APPRENANTE ET APPRENTISSAGE ORGANISATIONNEL	18
5	LES MEMOIRES ORGANISATIONNELLES.....	20
6	L'APPRENTISSAGE AUTO-REGULE	21
7	POSITION DE L'APPROCHE MEMORAE	22
7.1	LE PROJET MEMORAE	23
7.2	LE PROJET MEMORAE2.0	24
8	MEMOIRE ORGANISATIONNELLE ET MEMOIRE ORGANISATIONNELLE DE FORMATION	29
8.1	CONTEXTE	30
8.2	CONTENU PEDAGOGIQUE DE LA MEMOIRE	31
8.2.1	<i>Grains de connaissance versus notion à appréhender.....</i>	<i>31</i>
8.2.2	<i>Ressources pédagogiques.....</i>	<i>32</i>
8.3	EXPLOITATION PEDAGOGIQUE DE LA MEMOIRE	32
8.4	VIE DE LA MEMOIRE.....	33
9	MODELISATION DE LA MEMOIRE.....	33
9.1	ONTOLOGIES DE LA MEMOIRE DE FORMATION	33
9.1.1	<i>Construction d'une ontologie d'application : B31.1.....</i>	<i>35</i>
9.1.1.1	Mise en œuvre de la conceptualisation de B31.1	36
9.1.1.2	Utilisation de la méthode OntoSpec	36
9.1.1.3	Exploitation de l'ontologie d'application B31.1.....	38
9.1.2	<i>Éléments de l'ontologie de domaine.....</i>	<i>39</i>
9.1.3	<i>Intégration des ontologies.....</i>	<i>39</i>
9.2	FORMALISME DE REPRESENTATION.....	40
9.2.1	<i>Choix du formalisme</i>	<i>40</i>
9.2.2	<i>Mise en œuvre</i>	<i>42</i>
10	L'ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE E-MEMORAE	45
10.1	L'ENVIRONNEMENT PROPOSE A L'UTILISATEUR.....	45
10.2	SCENARIOS D'UTILISATION	46
11	RETOUR D'EXPERIENCE.....	48
11.1	LE TEST D'UTILISABILITE.....	49
11.2	PROTOCOLE DU TEST	49
11.3	RESULTATS	50
12	CONNAISSANCES ORGANISATIONNELLES.....	54
13	MODELISATION DE LA MEMOIRE ORGANISATIONNELLE.....	55
13.1	LES DIFFERENTES MEMOIRES DE LA MEMOIRE ORGANISATIONNELLE DE FORMATION	55

13.2	LES COMPETENCES	57
13.2.1	<i>Définition</i>	57
13.2.2	<i>Gestion des compétences dans MEMORAE2.0</i>	59
13.3	CONFIRMATION DU CHOIX DU FORMALISME DE REPRESENTATION	61
14	L'ENVIRONNEMENT E-MEMORAE2.0	64
14.1	L'ACCES AUX CONNAISSANCES.....	64
14.2	L'ECHANGE DES CONNAISSANCES.....	65
14.2.1	<i>Gestion d'une mémoire</i>	66
14.2.2	<i>Forum</i>	67
14.2.2.1	Principes.....	67
14.2.2.2	Scénarios d'utilisation	68
15	PREMIER RETOUR D'EXPERIENCE	70
16	CONCLUSION	75
17	PERSPECTIVES.....	76
17.1	LES PERSPECTIVES A COURT TERME.....	76
17.2	LES PERSPECTIVES A MOYEN TERME	78
17.3	LES PERSPECTIVES A PLUS LONG TERME	79
18	BILAN DE MON ACTIVITE D'ENSEIGNANT-CHERCHEUR.....	82
19	BIBLIOGRAPHIE SUR L'APPROCHE MEMORAE	87
19.1	CHAPITRES DE LIVRE	87
19.2	REVUES INTERNATIONALES AVEC COMITE DE LECTURE.....	87
19.3	REVUES NATIONALES AVEC COMITE DE LECTURE	88
19.4	CONGRES INTERNATIONAUX AVEC COMITE DE LECTURE	88
19.5	CONGRES NATIONAUX AVEC COMITE DE LECTURE.....	91
19.6	RAPPORT DE THESE.....	92
19.7	RAPPORT DE MASTER.....	92
19.8	SEMINAIRES	92
20	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	93
21	CURRICULUM VITAE	101

Introduction

Mes activités de recherche ont commencé en 1991 sous la direction de Gilles Kassel à l'Université de Technologie de Compiègne au sein du laboratoire Heudiasyc par un stage de DEA sur la "Modélisation d'un raisonnement explicatif : application au projet AIDE-SATIN". Ce travail a consisté à tester les capacités d'explications du générateur de systèmes experts de seconde génération AIDE (Architecture Intégrant Déduction et Explication) par l'établissement d'une première maquette d'un module d'explications. Celle-ci a permis de valider l'architecture du générateur AIDE pour l'explication à travers l'application SATIN (Système d'Aide au Traitement des Infections Néonatales).

Ce premier travail a été approfondi dans le cadre d'une thèse : "La production d'explication, vue comme une tâche de conception : contribution au projet AIDE." L'objectif était de doter les résolveurs de problèmes développés à l'aide du générateur AIDE de capacités d'explication leur permettant de dialoguer en langue naturelle avec les utilisateurs.

Dans le cadre de ce travail, je me suis intéressée à l'apport des modèles de haut niveau pour l'explication et à la représentation du contenu de l'explication. La représentation de celle-ci doit à la fois faciliter sa construction et son interrogation, c'est pourquoi j'ai modélisé et développé des méthodes de résolution de problèmes pour la construction d'une explication. Afin de valider cette approche, j'ai évalué les compétences de l'application médicale SATIN développée au moyen du générateur AIDE auprès des futurs utilisateurs.

Suite à l'obtention d'un poste de Maître de Conférences à l'Université de Picardie Jules Verne, mes travaux de recherche ont concerné essentiellement trois projets de recherche : un approfondissement de mon travail de thèse dans le cadre du projet AIDE-SATIN, le projet PERINET et le projet Relations Inter-firmes. Le projet régional PERINET a concerné la constitution et la diffusion sur le web d'une base de connaissances médicales d'ordre pratique et encyclopédique. Le projet Relations Inter-firmes a permis d'étudier l'apport de l'ingénierie des connaissances pour la constitution de mémoires d'entreprises. Ces deux derniers projets m'ont donné chacun l'occasion d'encadrer un stage de DEA (Saïlesh Kumar Heeramun et Omar Cissé).

Après avoir obtenu une mutation pour l'UTC, mes travaux de recherches ont intégré une dimension travail collaboratif et une dimension apprentissage. Concernant la dimension travail collaboratif, j'ai participé au projet régional AACC dont l'objet était de développer un système d'aide à la conception coopérative. J'ai également participé au projet interne de l'UTC traitant du développement d'une plate-forme, e-COOP, pour la capitalisation et la diffusion des connaissances dans le domaine du travail coopératif et de la formation utilisant les Technologies de l'Information et de la Communication. Ces différentes expériences de recherche m'ont permis de démarrer un travail original consacré à l'apport des Mémoires Organisationnelles dans un contexte d'apprentissage et de tester l'approche MEMORAe

(MEMoire Organisationnelle Appliquée à l'e-learning). Celle-ci m'a donné l'occasion d'encadrer une première thèse (Ahcène Benayache 2002-2005) ainsi que différents stages de thèse algérienne (Ouafia Gheboub et Hakim Amrouche) ou marocaine (Abderrahim Benbouna, Soufiane Baribi). Elle me permet d'encadrer actuellement les travaux de thèse d'Adeline Leblanc (2005-2008) et la fin de thèse d'Ouafia Ghebghoub (18 mois à partir de septembre 2007).

Plus récemment et en parallèle de ce travail de recherche, je participe à une réflexion sur le « self-regulated learning » avec des partenaires européens (projet TELEPEERS et initiative KALEIDOSCOPE).

Les travaux cités ont fait l'objet de publications régulières aux niveaux national et international.

Dans ce qui suit, je présente l'approche MEMORAe. Je commence par faire une synthèse de travaux de recherches concernés par la problématique de l'apprentissage et plus particulièrement le e-apprentissage avant de positionner l'approche MEMORAe (cf. Première Partie). Je présente alors l'approche elle-même (cf. Deuxième Partie) autour de deux projets. Un premier projet, du nom de l'approche, est présenté au chapitre 2. Un deuxième projet, MEMORAe2.0, est présenté au chapitre 3. Je conclus en présentant un bilan du travail effectué et les perspectives envisagées.

La liste des publications concernant l'approche MEMORAe est présentée dans la section 'Bibliographie sur l'approche MEMORAe' en fin de mémoire.

Première partie

-

Etat de l'art

Position de l'approche MEMORAe

Chapitre 1 : Etat de l'art

Ce chapitre présente une synthèse de travaux concernés par le e-apprentissage ou e-learning et positionne l'approche MEMORAe. Je commence par préciser le concept d'e-learning (cf. Section 1). Je poursuis en situant le e-learning dans un contexte de knowledge management (cf. Section 2). J'explicite alors le rôle que peuvent jouer les communautés de pratique dans ce même contexte (cf. Section 3). J'introduis les concepts d'organisation apprenante et d'apprentissage organisationnel (cf. Section 4) afin de mieux justifier l'intérêt des mémoires organisationnelles pour les servir (cf. Section 5). Je présente finalement ce qu'on entend par apprentissage auto-régulé et comment les différents travaux présentés dans ce chapitre peuvent être concernés par ce dernier (cf. Section 6). Je conclus en situant l'approche MEMORAe par rapport à ces travaux (cf. Section 7).

1 Le e-Learning

Le contexte d'apprentissage dit traditionnel ou standard peut se caractériser par :

- Une autorité centralisée : le contenu est sélectionné par l'enseignant ;
- Une forte livraison d'informations et de connaissances : les enseignants transmettent les informations et connaissances aux apprenants ;
- Un manque de personnalisation : le contenu pédagogique doit satisfaire les besoins de l'ensemble des apprenants ;
- Un processus d'apprentissage statique et linéaire : le contenu reste inchangé.

L'arrivée des Technologies de l'Information et de la Communication a révolutionné notre quotidien. Elles sont issues de la convergence des trois technologies que sont l'informatique, les télécommunications et l'audiovisuel. Elles ont influencé et influencent non seulement notre façon de vivre, de travailler, de communiquer mais aussi d'apprendre. Elles interviennent finalement dans beaucoup de nos activités sous le terme de « e » quelque chose. On parle ainsi de e-business, de e-gouvernement, de e-commerce, etc. et de e-formation ou e-learning.

Le e-learning est un contexte d'apprentissage qui repose sur la mise à disposition de contenus pédagogiques au moyen d'un support électronique (disquettes, Cédérom, Internet, intranet, extranet, télévision interactive, etc.). Il comprend aussi bien des outils et des applications pédagogiques que des contenus pédagogiques. Il concerne des publics différents comme des élèves ou étudiants ou encore des adultes. Les premiers utilisent ces supports électroniques à des fins d'apprentissage académique alors que les derniers veulent perfectionner leur formation ou mettre à jour leurs connaissances.

Même si le terme n'était pas encore d'actualité, les premiers systèmes destinés à une utilisation de type e-learning sont apparus au début des années 1960 avec les premiers

programmes dédiés à l'apprentissage, c'est dans les années 1980-1990 sous le vocable d'EAO (Enseignement Assisté par Ordinateur) ou CBT (Computer-Based Training) qu'il se développe. Il est alors caractérisé par l'utilisation de tutoriaux multimédia, de simulateurs de situation. Le concept d'apprentissage en ligne (online learning ou web based training) est apparu plus récemment avec l'expansion du Web. Il constitue ainsi une des facettes du e-learning et se distingue par l'utilisation de la technologie Web. Les applications et les contenus pédagogiques sont dispensés par le biais d'un accès à un réseau informatique (intranet, extranet ou Internet). L'apprentissage en ligne offre des possibilités de collaboration et d'interactivité ; il constitue une avancée au regard de l'utilisation de supports non connectés (offline).

L'apprentissage en ligne est donc une forme récente du e-learning. L'intérêt de cette forme récente d'apprentissage concerne l'éducation et prône plus particulièrement une éducation sans barrières de temps, de distance et personnalisée selon les besoins de l'utilisateur et du monde des affaires.

“eLearning is just-in-time education integrated with high velocity value chains. It is the delivery of individualized, comprehensive, dynamic learning content in real time, aiding the development of communities of knowledge, linking learners and practitioners with experts”(Drucker, 2000).

On peut caractériser l'évolution de l'apprentissage (de la forme traditionnelle vers les formes plus récentes) selon le tableau ci-dessous (cf. Figure 1).

Traditional	New
Ego-focused, self assertive	More socially integrating
Rational/logical	More intuitive
Expanding in nature « Cowboy economy »	Conserving nature “Earth is a space-ship”-economy
Competitive “Performer attitude”	More collaborative “Learner attitude”
Defined/limited “Atomic”/fragmented	Holistic
Quantity	More focus on quality
Linear, predictive	More non-linear, towards super complexity
Hierarchical	More network oriented
Decisions by leaders	More consensus oriented

Figure 1 : Changement de paradigme en éducation, tiré de (Bjork et al 2003).

Dans la forme récente du e-learning, les enseignants ne contrôlent plus entièrement la livraison du matériel aux apprenants. Ces derniers sélectionnent, combinent le matériel

d'apprentissage selon leur propre besoin. Le contenu d'apprentissage doit donc exister en tant que tel (on parle d'objet pédagogique, OP) et pouvoir être recherché et indexé facilement. Dans ce contexte, la structuration de l'information pédagogique devient cruciale et les métadonnées s'avèrent nécessaires. Ces dernières remplissent différentes fonctions (Haynes, 2004) :

- décrire et identifier les OPs,
- permettre de retrouver et d'évaluer les OPs,
- gérer les OPs,
- gérer les droits d'accès et d'utilisation des OPs,
- permettre l'interopérabilité entre les plates-formes pédagogiques.

L'utilisation d'un ensemble de métadonnées partagées est cependant nécessaire afin de permettre une bonne exploitation des objets pédagogiques. Différents standards sont disponibles.

Le Learning Technology Standards Committee (LTSC) de l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) dans son groupe de travail Learning Object Metadata (LOM) définit un objet pédagogique comme « toute entité numérique ou non, utilisée dans un processus d'enseignement, de formation ou d'apprentissage ».

Il a publié de 1998 à 2002 un standard de métadonnées composé de quatre parties (IEEE LTSC W12) :

- IEEE 1484.12.1 'Modèle conceptuel de métadonnées',
- IEEE 1484.12.2 'Implémentation de la norme ISO/IEC 11404 au modèle de métadonnées LOM' ;
- IEEE 1484.12.3 'Définition et application du schéma XML pour le LOM' ;
- IEEE 1484.12.4 'Définition du cadre d'application RDF (Resource Description Framework) pour le LOM'.

Cependant, le LOM ne convient pas forcément directement à tous les contextes d'utilisation. Il est alors possible de définir des profils d'application du LOM, un profil d'application étant une « personnalisation d'une norme pour répondre à des communautés particulières de réalisateurs ayant des exigences communes en matière d'applications » (Lynch, 1997). Pour les auteurs de (Crepuq, 2003), « un profil d'application et ses directives insistent sur l'amélioration et l'explication plutôt que sur la personnalisation ou la modification d'une norme et cherchent à répondre aux besoins d'une communauté ». Par exemple, dans le cadre d'une convention liant le ministère de l'éducation nationale à l'AFNOR (Association Française de NORmalisation), un profil d'application français du LOM (LOM.fr) a vu le jour et a été publié à titre expérimental en août 2005.

Le modèle du *Dublin Core* (DCMI 2006) a été proposé pour faciliter la recherche de ressources peu complexes. Il ne prétend pas répondre aux besoins et à la complexité de tous les métiers. Dans la plupart des besoins professionnels, il doit être complété par d'autres

schémas de métadonnées. L'objectif visé est que des groupes d'utilisateurs se servent du modèle *Dublin Core* comme d'un noyau et qu'ils mettent au point leurs propres extensions en fonction des besoins de leur discipline ou de leur établissement. Divers groupes de travail sur la norme *Dublin Core* (éducation, architecture, administration, description des collections, etc.) travaillent à l'élaboration d'ensembles d'éléments propres à une discipline afin de compléter les éléments du noyau. Le groupe de travail sur l'éducation a fait approuver un ensemble d'éléments propres à l'éducation. Ainsi le Dublin Core Education est composé de métadonnées génériques et reprend des métadonnées de la partie « Educational » du LOM : type d'utilisateur, niveau et type d'interactivité, durée, type de médiateur, conformité à un standard éducatif, réflexion sur type de ressources, qualité, niveau, type de pédagogie.

L'utilisation de standards pour la description de contenu pédagogique permet de développer des solutions durables d'objets pédagogiques. Se pose néanmoins le problème de leur stockage et de leur accessibilité. Un auteur doit pouvoir réutiliser, mettre à jour, archiver, accéder facilement tout objet pédagogique. Ces objets doivent également pouvoir être « retrouvés » par des moteurs de recherche. Les viviers de connaissances ou LOR (*Learning Object Repository*) ont été créés à cette fin. Ils constituent des lieux standardisés de stockage et d'indexations d'objets pédagogiques. Les plates-formes e-learning peuvent être interconnectées avec ces viviers.

L'arrivée des travaux sur le web sémantique offre de nouvelles perspectives pour l'implémentation de la forme moderne du e-learning. Introduit par Tim Berners-Lee en 1998, le concept de web sémantique est défini comme une extension du web actuel dans lequel à l'information est donné un sens bien défini, avec une possibilité accrue pour les machines et les humains de travailler en coopération (Berners-Lee et al, 2001). Le web sémantique doit donc disposer d'une information organisée, normalisée de telle façon que sa signification soit exploitable par les hommes comme par les machines. Une telle organisation/normalisation de l'information devrait permettre :

- une plus grande efficacité et précision dans la recherche et la compréhension des informations par les utilisateurs, humains ou machines ;
- la possibilité de réaliser des traitements logiques automatiques de l'information ;
- le transfert au système de tâches simples de recherche, sélection, mise à jour, transaction, etc.

Elle est basée essentiellement sur une compréhension partagée définie au moyen d'ontologies.

Le problème de compréhension commune dans un contexte e-learning peut survenir à plusieurs niveaux :

- lors de la création du contenu pédagogique : la probabilité que deux auteurs de contenus expriment différemment le même concept est très élevée ;
- lors de l'accès et la recherche du contenu pédagogique par un utilisateur : quels mots-clés utilisés ?

Plus récemment le concept de web sémantique éducationnel (educational semantic web) a été introduit. Il permet de définir des applications du web sémantique dans le domaine de

l'éducation. Selon les auteurs (Anderson et Whitelock, 2004), ce concept se définit principalement autour de trois aspects fondamentaux du web sémantique :

- sa capacité de stockage d'information,
- l'usage d'agents autonomes comme aide aux êtres humains pour leurs tâches d'apprentissage, de recherche et de traitement de l'information,
- son support internet qui permet d'augmenter et d'élargir les possibilités de communication sans limite de temps et d'espace.

Dans ce qui suit, par abus de langage, nous utiliserons le terme e-learning pour signifier la forme récente du e-learning (apprentissage en ligne).

2 Le Knowledge Management et le e-Learning

Nous pouvons qualifier notre société de société de l'information ou encore de société cognitive. Ceci est principalement dû à la mobilité qui se développe et qui devient, de fait, un facteur essentiel dans les nouvelles formes de travail (FFFOD, 2002). Elle se traduit par une mobilité géographique, qu'elle soit temporaire (déplacements pendulaires, travail nomade) ou déplacements de main d'œuvre des pays. Elle se traduit également par une mobilité professionnelle : changements d'entreprise plus fréquents, de profession ou de secteur au cours de la vie professionnelle. Ces nouvelles formes de travail sont les conséquences d'une évolution de la production vers le « produit service » incorporant une part de plus en plus grande « d'immatériel ». L'information devient une matière première de la plupart des opérations de production, de transformation ou d'échange. On assiste ainsi, d'une part, à une généralisation des systèmes de traitement de l'information et de la communication, et d'autre part à une demande non plus essentiellement de compétences professionnelles mais également de compétences de traitement de l'information et de formes plus complexes de coopérations (Zarifian, 1996).

Dans un tel contexte, l'apprentissage est devenu un mécanisme d'assistance critique non seulement du point de vue de la formation mais également du point de vue de la nouvelle économie dont les trois mots clés sont : rapidité, juste à temps et pertinence (Drucker, 2000). La volatilité des marchés est telle qu'elle nécessite des méthodes juste à temps pour assister le besoin de savoir des employés, des partenaires. Les nouvelles formes d'apprentissage font donc partie intégrante des défis industriels.

La résolution de problèmes en collaboration devient l'activité centrale productrice de valeur dans les entreprises. Les nouvelles formes de travail génèrent de plus en plus de situations d'apprentissage informelles (Carré et Charbonnier, 2003). Les discussions autour de problèmes et/ou projets, réunions diverses, etc. constituent des situations dans lesquelles les acteurs apprennent et développent des connaissances et certaines compétences. Les entreprises essaient donc de tenir compte dans leur politique de développement de la formation 'formelle' sous forme de projets e-learning mais également de la formation 'informelle' à travers la reconnaissance de réseaux d'échanges de savoirs, la formalisation de procédures de capitalisation des connaissances issues de la théorie du Knowledge Management (KM) ou gestion des connaissances.

La gestion des connaissances est l'ensemble des méthodes et des techniques permettant de percevoir, d'identifier, d'analyser, d'organiser, de mémoriser, et de partager des connaissances entre les membres des organisations, en particulier les savoirs créés par l'entreprise elle-même (ex : marketing, recherche et développement) ou acquis de l'extérieur (ex : intelligence économique)¹.

Ainsi, les systèmes de KM ou d'e-learning servent les mêmes objectifs : faciliter le développement des compétences et de l'apprentissage dans les organisations (Schmidt 2005). Ils sont d'ailleurs complémentaires. Les systèmes e-learning servent de support aux apprenants afin qu'ils puissent développer leurs connaissances. Ils leur offrent un contenu pédagogique structuré et des facilités d'intercommunication sur des sujets spécifiques. Les systèmes de KM offrent des possibilités d'accès aux connaissances par le biais de systèmes de gestion de contenu. La gestion de contenu (en anglais Enterprise Content Management, ECM) vise à gérer l'ensemble des contenus d'une entreprise. Elle concerne à la fois les informations électroniques non structurées (documents électroniques) et les informations structurées (bases de données).

Cette complémentarité entre e-learning et KM est renforcée par l'usage d'outils et de plateformes spécifiques intégrant la gestion des ressources humaines, la gestion de la formation et le partage de l'information.

Malgré ce contexte, plusieurs études ont montré que les connexions entre e-learning et KM ne sont pas opérationnalisées (Efimova et Swaak, 2002). Selon (Ras et al, 2005), ceci est dû à différentes barrières que ce soit au niveau conceptuel ou technique. Nous pouvons citer :

- Problèmes d'ordre conceptuel : par exemple (Ley et al, 2005) proposent un environnement de travail composé de trois espaces : un espace de travail, un espace de connaissance et un espace d'apprentissage. Le problème survient au niveau des connexions entre ceux-ci. Chaque espace a sa propre structure qui reflète le modèle mental de ses utilisateurs.
- Problèmes d'ordre technique : les espaces de travail, de partage de connaissances ou d'apprentissage sont implémentés sous des systèmes différents. Chaque système possède sa propre structure de contenu.
- Problèmes de négligence des processus d'apprentissage : les systèmes de KM visent un apprentissage informel en proposant des facilités de partage, d'accès, de recherche

¹ http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_des_connaissances

d'informations et de connaissances. Aucun processus d'apprentissage n'est explicitement considéré, processus cependant essentiel pour permettre un apprentissage effectif et le développement de compétences (Ras et al, 2005). Un apprentissage ne se réduit pas à un transfert de connaissances (Schmidt, 2005).

- Problèmes du niveau d'accompagnement ou du guidage de l'apprentissage : les systèmes de KM n'offrent pas ou très peu d'accompagnement de l'apprentissage. A l'inverse, les systèmes e-learning ne laissent pas suffisamment de liberté à l'apprenant dans ses choix de parcours et/ou de contenu. Selon l'approche constructiviste, la connaissance ne peut être transmise aux apprenants mais doit être individuellement construite et socialement co-construite (Jonassen, 1999). Les systèmes d'apprentissage doivent donc offrir des services afin de permettre et faciliter la construction de connaissances. Le niveau d'accompagnement devrait donc être adapté au besoin de l'apprenant et tenir compte du contexte.
- Problèmes de négligence du contexte : que ce soient les systèmes e-learning ou les systèmes de KM, la prise en compte du contexte est négligeable. D'une part, dans les systèmes e-learning, il n'est pas tenu compte de ce que l'apprentissage en entreprise a lieu dans un contexte organisationnel et que les objectifs d'apprentissage sont basés sur des besoins du monde réel. Ainsi, les auteurs de ressources font souvent partie de ce contexte ce qui produit une situation de partage de connaissances entre pairs (Schmidt, 2005). D'autre part, dans les systèmes de KM, le contexte ne doit pas être limité à la sélection de contenus mais doit tenir compte des caractéristiques de l'apprenant (ses préférences, etc.).
- Problèmes de structuration et d'annotation du contenu : les systèmes e-learning, en contraste avec les systèmes de KM, s'attachent à produire des livrables personnalisés et à exploiter les liens qu'entretiennent les matériels d'apprentissage. Cela requiert de définir ces matériels en petits composants afin de les combiner et offrir à l'apprenant des ressources consistantes. Cela nécessite, entre autre, un travail d'annotation, de présentation, de structuration. Dans le contexte d'un scénario pédagogique, les composants sont produits à l'avance et stockés dans des viviers de connaissances. Dans le contexte d'un scénario de KM, les ressources sont créées dynamiquement par les acteurs de l'organisation ce qui rend fastidieux le travail de structuration et d'annotation.
- Problèmes du manque d'interactivité : les tâches et les activités d'apprentissage tiennent une place importante dans le processus d'apprentissage. Les systèmes de KM ne tiennent généralement pas compte de cela. Les ressources mises à disposition ne sont pas conçues pour l'apprentissage. Afin d'être exploitées à cette fin, elles nécessiteraient d'être introduites dans des activités d'apprentissage interactives.
- Problèmes d'adaptation dynamique : les systèmes adaptatifs s'efforcent de guider les apprenants et sélectionnent les différentes étapes d'apprentissage. (Brusilovsky et Vassileva, 2003) distinguent deux générations de systèmes, la première génération, que l'on peut qualifier de statique, et la génération dynamique. La première permet de créer un cours adapté à l'apprenant en tenant compte d'un modèle statique de celui-ci. Les systèmes de la génération dynamique permettent de créer et d'ajuster un cours en tenant

compte de la progression de l'apprenant. L'approche dynamique pourrait aider les systèmes de KM à réutiliser des ressources capitalisées à des fins d'apprentissage. Les systèmes e-learning ne sont cependant pas encore matures dans ce domaine.

- Problèmes de présentation cognitive du contenu : les apprenants devraient être à même de reconnaître des situations et d'identifier les corrélations avec leur travail journalier ou avec les sujets sur lesquels ils travaillent. La plupart des systèmes e-learning ne favorisent pas la reconnaissance de situation ou de corrélation entre sujets. Ils gagneraient en réussite s'ils en tenaient compte (Jantke et al 2005).

Différentes approches et méthodes traitent du rapprochement entre e-learning et knowledge management. Certaines étendent des systèmes e-learning avec des méthodes de KM (Richter et al, 2005), d'autres cherchent à faciliter et améliorer l'apprentissage dans des systèmes de KM (Ley et al, 2005)(Yacci, 2005). Nous trouvons également des approches qui tiennent compte, dès la modélisation et la conception, des deux aspects (Schmidt 2005).

3 Les communautés de pratique

Les individus apprennent et transmettent leurs connaissances à d'autres, notamment par le biais de divers collectifs (Kim, 1993). Le questionnement sur le bon niveau d'apprentissage dans les organisations et l'introduction de la notion de pratique, pour comprendre comment le travail s'effectue, contribuent à l'engouement actuel porté sur les communautés de pratique (Vaast, 2002). Pour Wenger (Wenger, 1998), lorsqu'on parle de pratique, il est toujours question d'une pratique sociale. Ainsi, selon le même auteur, les communautés de pratique se rencontrent en différents endroits : à l'école, au travail, dans nos activités de loisirs, etc. Les membres d'une communauté sont informellement liés par ce qu'ils font ensemble et ce qu'ils ont appris les uns des autres au travers des échanges qu'ils ont à propos de ce qu'ils font. Wenger définit une communauté de pratique selon trois dimensions :

- son objet : le sujet d'intérêt réunissant les membres,
- son fonctionnement : les membres sont engagés dans une entité sociale,
- sa capacité à produire : un ensemble de ressources partagées (vocabulaire, documents, sensibilité, etc.)

Une communauté de pratique est constituée de volontaires qui sont concernés par un champ lié à un travail ou à un intérêt (Brown et Duguid, 1991). Ainsi, elle est différente d'une équipe ; les deux concepts peuvent se distinguer comme suit (Storck et Hill, 2000) :

- Les membres d'une équipe sont assignés par l'équipe dirigeante d'une organisation. Les membres d'une communauté de pratique ont librement adhéré à la communauté.
- Les relations des membres d'une équipe sont dépendantes du rôle assigné à chaque membre (chef d'équipe, responsable de, etc.). Celles des membres d'une communauté

émergent naturellement au travers des échanges à propos d'un sujet d'intérêt. Il n'y a pas de hiérarchie.

- Les équipes ont des buts prédéterminés par l'équipe dirigeante de l'organisation. Les communautés sont uniquement concernées par les échanges entre membres à propos d'un sujet d'intérêt.
- Les équipes sont tenues de suivre des processus de travail définis organisationnellement. Les communautés développent leur propre processus d'échanges.

Les communautés de pratique existent dans toute organisation bien qu'elles ne soient pas liées à une affiliation organisationnelle. Elles participent au bon fonctionnement de l'organisation et deviennent cruciales pour les organisations qui reconnaissent les connaissances comme un atout clé. Elles remplissent diverses fonctions liées à la création, l'accumulation, la diffusion des connaissances dans une organisation (Wenger, 1998) :

- Elles permettent l'échange et l'interprétation d'information. Leurs membres partagent une compréhension et un vocabulaire, ce qui facilite la communication et la présentation d'information pertinente.
- Elles peuvent naturellement capitaliser les connaissances. Elles préservent les connaissances tacites qu'un système formel ne pourrait capturer. Les membres discutent entre eux ce qui présente des conditions idéales pour introduire de nouveaux venus.
- Elles peuvent régir les compétences afin de garder l'organisation à la pointe de l'innovation. Les membres discutent de nouvelles idées, travaillent ensemble sur des problèmes. Ce travail collaboratif est important car il permet aux membres d'investir leur identité professionnelle en participant à une communauté dynamique.
- Elles offrent un espace permettant de reconnaître les compétences individuelles et les identités des membres. La notion d'identité est importante car elle permet de savoir qui sont les personnes, leur domaine d'intérêts et leurs compétences. Si les organisations veulent promouvoir la créativité de leurs employés, elles doivent considérer les communautés comme un moyen pour les aider à développer leur identité.

Dans certaines organisations, les communautés sont reconnues comme un atout. Elles servent à la fois chaque membre de l'organisation et l'organisation elle-même. Selon une étude effectuée par Lesser et Storck (Lesser et Storck, 2001), quatre aspects de la performance organisationnelle sont influencés par les communautés de pratique :

- la baisse du temps d'intégration des nouveaux venus ;
- une réponse plus rapide aux besoins et demandes d'information ;
- la prévention de la « réinvention de la roue » ;
- l'émergence de nouvelles idées et ainsi l'incitation à l'innovation.

Agir comme une communauté de pratique devrait permettre à une organisation d'offrir de meilleures conditions de partage d'expériences, de connaissances et de compétences et donc de réduire par la même la perte de celles-ci.

Lorsque l'objet d'une communauté est l'apprentissage, on parle de communauté d'apprenants. Appartenir à une communauté d'apprenants procure un contexte social permettant aux apprenants de se sentir moins isolés. Au travers d'authentiques partages entre apprenants et enseignants, les étudiants ont l'opportunité d'interagir non seulement sur le contenu et les compétences à acquérir (projets collaboratifs, activités d'équipes, discussions, questionnements, etc.), mais aussi sur des thèmes tels que :

- les différentes stratégies et approches d'apprentissage et de gestion ;
- les ressources et références utiles ;
- les opportunités, objectifs professionnels, de carrières ;
- les intérêts personnels.

Ce type d'interaction peut permettre le développement de compétences telles que l'auto-régulation ou l'auto-gestion. Ceci est dû au climat psychologique positif basé sur des relations humaines de confiance (Knowles, 1990).

L'arrivée des TIC a permis le développement de communautés en ligne. Ces communautés se distinguent par l'utilisation du réseau comme moyen de communication. L'usage du réseau facilite la création de communautés, elles peuvent cependant avoir été initialement établies en présentiel. Les communautés d'apprenants en ligne peuvent se définir comme des groupes de personnes « connected via technology-mediated communication, who actively engage one another in collaborative learner-centered activities to intentionally foster the creation of knowledge, while sharing a number of values and practices » (Ludwig-Hardman, 2003, p. 4, cité dans Brent et al, 2004).

Pour finir, il est intéressant d'essayer de comprendre comment se crée une communauté. Est-ce la pratique qui fait la communauté ou bien la communauté qui crée sa pratique ? Selon (Vaast, 2002), la pratique peut être à l'origine de la constitution de la communauté. D'un autre point de vue, la communauté peut elle-même développer sa pratique et ses apprentissages spécifiques. Ainsi, une équipe, bien qu'institutionnellement créée, pourrait très bien se comporter comme une communauté.

4 Organisation apprenante et apprentissage organisationnel

Dans l'environnement économique actuel, apprendre est devenu le meilleur moyen, pour une entreprise, de rester compétitive en s'enrichissant des savoirs et expériences de chaque collaborateur et de chaque équipe. Pour devenir apprenantes, les entreprises doivent pouvoir capitaliser et transférer les expériences et compétences individuelles et collectives créées en leur sein et, d'autre part, permettre à leurs collaborateurs de développer leurs compétences individuelles. Ceci amène les entreprises à repenser le partage de leurs savoirs et savoir-faire, à anticiper des compétences et la formation de leurs collaborateurs, tout en gérant les changements induits par ces nouvelles pratiques.

Une organisation apprenante est finalement une organisation dans laquelle le travail est ancré dans une culture organisationnelle qui permet et encourage l'apprentissage à différents niveaux : individu, groupe et organisation (Sunasse et Haumant, 2004). Elle doit également

permettre les transferts de connaissances entre ces différents niveaux. Ainsi, une organisation apprenante doit être apte à créer, acquérir, transférer les connaissances, et à modifier sa conduite pour refléter de nouvelles connaissances et perspicacités (Garvin, 1994).

Dans ses réflexions sur les questions relatives à la conception d'organisations apprenantes, Wenger considère l'organisation comme une constellation de communautés de pratiques interconnectées les unes aux autres (Wenger, 1998, p127). Il précise cependant les conditions de formation de ces constellations. Les communautés membres doivent :

- partager des racines historiques ;
- avoir des projets inter-reliés ;
- appartenir à une même institution ;
- avoir des membres en commun ;
- partager des artefacts ;
- avoir des proximités d'interaction ;
- être en concurrence pour les mêmes ressources.

Selon Dogson (Dogson, 1993), une organisation apprenante est une entreprise qui construit des structures et des stratégies afin d'accroître et de maximiser l'apprentissage organisationnel.

L'apprentissage organisationnel se distingue de l'apprentissage individuel bien qu'il y soit lié. Il est une propriété émergente de l'interaction des membres de l'organisation. Ainsi les organisations constituent un espace de synergies permettant la création d'un savoir supérieur à celui de leurs membres. Il est question d'intelligence collective. Celle-ci peut se définir en termes de circulation des idées, de diffusion des pratiques (Koenig, 1994). Il s'agit donc de s'intéresser sur la façon dont les membres de l'organisation développent des capacités d'acquisition, de stockage, de traitement et d'utilisation de l'information. Ainsi, l'apprentissage organisationnel ne concerne pas les connaissances privées des individus mais les connaissances collectivisées qu'ils mobilisent dans l'organisation. Ce type de connaissances se situe à l'interface d'un savoir privé et d'un savoir public (Midler, 1994).

Un apprentissage organisationnel est un phénomène collectif d'acquisition et d'élaboration de connaissances qui, plus ou moins profondément et durablement, modifie la gestion des situations et les situations elles-mêmes (Koenig, 1994). Un apprentissage est organisationnel dès lors que l'acquisition d'un savoir, même individuel, modifie le comportement de l'entité (Huber, 1991). Nous parlerons d'entité organisationnelle ou organisation.

Une organisation ne peut donc apprendre sans l'apprentissage continu de ses membres. Un apprentissage individuel nécessite une conversion pour devenir un apprentissage organisationnel. Cette conversion se traduit par l'institutionnalisation des découvertes individuelles sous forme de règles publiques qui les rendent accessibles à tous les membres de l'organisation (Favereau, 1994). Ces représentations collectives devraient, à leur tour, permettre le développement de l'action collective et la production de nouvelles connaissances (Ingham, 1994).

L'apprentissage organisationnel se produit finalement rarement sans accès aux connaissances organisationnelles. Contrairement aux connaissances individuelles, les connaissances organisationnelles doivent être communicables, consensuelles et intégrées (Duncan et Weiss, 1979). Selon (Chen et al, 2003), être communicable signifie qu'une connaissance doit être explicitement représentée dans une forme facilement distribuable et compréhensible. La nécessité de consensus stipule qu'une connaissance organisationnelle est valide et utile pour l'ensemble des membres de l'organisation. Enfin, le fait qu'elle soit intégrée implique l'exploitation d'une mémoire organisationnelle consistante, accessible et bien maintenue.

5 Les mémoires organisationnelles

La mémoire occupe une place centrale dans tout processus d'apprentissage. Pour (Daraut et Kechidi, 2007), à l'échelle collective, une base de connaissances partagée est nécessaire afin de garantir, d'une part, la cohérence des divers processus d'apprentissage et, d'autre part, une régulation efficace des compétences individuelles.

Les mémoires organisationnelles peuvent jouer le rôle d'une telle base. Elles sont en général présentées comme l'ensemble des connaissances stockées dans les mémoires des individus, les documents, les archives, les banques de données informatiques, la culture, la structure, etc. (Levitt et March, 1998)(Walsh et Ungson, 1991). Elles peuvent être vues comme la représentation explicite et persistante des connaissances d'une organisation (Van Heijst et al, 1996). Selon (Stein et Zwass, 1995), elles constituent les moyens par lesquels la connaissance du passé est appliquée aux activités courantes et peut agir à différents niveaux sur l'efficacité de l'organisation. La construction de telles mémoires repose donc sur la volonté de préserver, afin de les réutiliser, les raisonnements, les comportements, les connaissances, même en leurs contradictions et dans toute leur variété (Pomian, 1996). Ce processus de capitalisation permet de réutiliser, de façon pertinente, les connaissances d'un domaine donné, précédemment stockées et modélisées, afin d'accomplir de nouvelles tâches (Simon, 1997). L'objectif est de localiser et rendre visible les connaissances de l'organisation, être capable de les conserver, les accéder et les actualiser, savoir comment les diffuser et mieux les utiliser, les mettre en synergie et les valoriser (Grundstein, 1995).

Finalement, on peut retenir qu'une mémoire organisationnelle est une représentation explicite, désincarnée et persistante des connaissances et des informations dans une organisation permettant de faciliter leur accès et leur réutilisation par les membres adéquats de l'organisation pour leur tâche (Dieng et al, 1998).

Girod distingue trois niveaux de mémoire organisationnelle (Girod, 1995) :

- Un niveau individuel de la mémoire organisationnelle : la mémoire individuelle désigne ici les connaissances détenues dans le cerveau de l'individu et les connaissances visibles sous forme de documents détenus physiquement par l'individu (dossiers dans son bureau, documents divers, etc.).
- Un niveau collectif non centralisé de la mémoire organisationnelle : ces mémoires collectives sont la conséquence des interactions entre des mémoires individuelles et

émergent d'échanges, de communication entre deux ou plusieurs personnes, pouvant déboucher sur une interprétation commune permettant la prise de décisions.

- Un niveau centralisé : dès lors que la mémoire collective atteint tous les acteurs de l'organisation, elle devient coordonnée et centralisée, ce qui est le cas lors de l'existence d'une banque de données ou d'un document consultable par tous.

Distinguer les mémoires individuelles des mémoires collectives peut faciliter la conversion de l'apprentissage individuel en apprentissage organisationnel. Le résultat d'un apprentissage individuel est capturé dans une mémoire individuelle ; l'apprentissage individuel devient apprentissage organisationnel au moment où la mémoire individuelle le concernant devient une partie de la mémoire organisationnelle (Chen et al, 2003).

6 L'apprentissage auto-régulé

Ces dernières années, l'apprentissage auto-régulé (Self-Regulated Learning ou SRL, en anglais) est devenu un thème important des recherches en éducation et en psychologie. Le SRL concerne la mise en pratique de modèles généraux de régulation et d'auto-régulation (self-regulation) d'apprentissage, et plus particulièrement d'apprentissage dans un contexte universitaire.

« Self-regulating learning is an active constructive process whereby learners set goals for their learning and monitor, regulate, and control their cognition, motivation, and behaviour, guided and constrained by their goals and the contextual features of the environment » (Pintrich et Zusho 2002, p 64)

Cet engouement pour le SRL est la conséquence de différentes observations. D'une part, les apprenants capables de SRL améliorent grandement leurs résultats. Selon (Paris et Byrnes, 1989), un apprenant pratiquant le SRL cherche des challenges ou obstacles à surmonter. Il détermine des objectifs réalistes et exploite un ensemble de ressources afin de les atteindre. D'autre part, la société économique actuelle met l'accent sur un apprentissage tout au long de la vie et plus particulièrement tout au long de la vie professionnelle. Il est prévisible que les environnements d'apprentissage non académiques soient amenés à se développer. Contrairement aux environnements académiques qui sont essentiellement orientés enseignant, ces nouveaux environnements seront principalement orientés apprenant. Ils nécessiteront que les apprenants aient des compétences en SRL (Hofer et al, 1998). Enfin l'arrivée des TIC a permis de développer des environnements informatiques sophistiqués d'apprentissage (Technology-Enhanced Learning Environments, TELEs). Certains de ces développements tiennent compte de l'approche cognitive et ainsi encouragent, au moins implicitement, un apprentissage auto-régulé. D'autres ne sont pas développés dans cet objectif mais peuvent tout de même servir cette fonction (Steffens, 2006).

Par exemple, l'apprentissage en ligne est un travail essentiellement solitaire qui demande un apprentissage auto-dirigé et auto-régulé afin de maintenir la motivation. La constitution de communautés d'apprentissage pourrait aider et améliorer l'apprentissage auto-régulé (Dell et Hobbs, 2006).

Ce type de communauté fonctionne très bien auprès d'un public d'apprenants adultes. Ces derniers tendent à pratiquer un apprentissage auto-régulé et à appliquer immédiatement leurs nouvelles connaissances dans des circonstances du monde réel ; ils cherchent à partager leurs connaissances qui constituent des sources d'apprentissage pour les autres membres de la communauté ; ils collaborent également avec les membres de la classe ou de l'université à laquelle ils sont rattachés (Ausburn, 2004). C'est par cette pratique que les apprenants en ligne améliorent leurs stratégies d'auto-régulation et d'auto-efficacité (Dell, 2006).

La conférence de Lisbonne sur le Self-Regulated Learning in TELEs (Carneiro et al, 2005) a montré que le SRL n'est pas uniquement un sujet d'intérêt pour les universités. Il intéresse également les industriels et les membres des communautés de pratique qui s'accordent sur le fait que les modèles de SRL devraient également trouver leur place en dehors du contexte universitaire. Ainsi, l'apprentissage tout au long de la vie pourrait, non seulement, tirer bénéfice mais également nécessiter des TELEs afin de faciliter l'acquisition et le perfectionnement des stratégies de SRL.

7 Position de l'approche MEMORAe

Les actes d'enseigner, d'apprendre et de travailler ne sont jamais socialement isolés. Selon (Benoit, 2000), « Ils sont la résultante culturelle, articulée et développée à travers une pratique définie regroupant dans un espace, réel ou virtuel, un nombre indéterminé d'acteurs se questionnant et s'interrogeant sur les connaissances, les habiletés et les attitudes requises à l'acquisition et à la maîtrise des compétences propres à un domaine donné, qu'il soit d'ordre académique ou professionnel. »

Notre volonté, avec l'approche MEMORAe, est d'opérationnaliser les connexions entre e-learning et knowledge management. Pour ce faire, notre objectif est de modéliser et concevoir un environnement d'apprentissage tenant compte à la fois de ces deux aspects.

Côté e-learning, ces dernières années, la modélisation des environnements d'apprentissage a été étudiée en ingénierie éducative selon deux principales approches :

- l'approche par les ressources, basée sur le paradigme des objets pédagogiques ;
- l'approche par les activités, basée sur les notions d'unités d'apprentissage, d'activité et de scénario pédagogique.

Côté knowledge management, « L'ingénierie des connaissances propose des concepts, méthodes et techniques permettant de modéliser, de formaliser, d'acquérir des connaissances dans les organisations dans un but d'opérationnalisation, de structuration ou de gestion au sens large. » (Charlet, 2001). Le même auteur précise que ces méthodes et outils sont destinés à favoriser la dynamique des connaissances dans l'organisation.

Dans le cadre de l'approche MEMORAe, nous proposons d'associer ingénierie des connaissances et ingénierie éducative afin de modéliser et concevoir un environnement d'apprentissage selon l'approche par les ressources. Nous avons fait le choix de tester et d'évaluer l'apport des mémoires organisationnelles à base d'ontologies dans un contexte d'apprentissage au sein d'une organisation apprenante. Rappelons que, d'une part, une telle organisation doit encourager l'apprentissage à différents niveaux (individu, groupe et

organisation) et maximiser l'apprentissage organisationnel ; d'autre part, elle constitue une constellation de communautés de pratique.

7.1 Le projet MEMORAe

Un premier projet du nom de l'approche a été financé par le pôle STEF de la région Picardie (2002-2005), il a donné lieu au travail de thèse d'Ahcène Benayache qui a permis de développer et de tester l'environnement E-MEMORAe auprès de deux organisations universitaires : B31.1, un cours de statistique dispensé en L3 à la MIAE de l'Université de Picardie Jules Verne ; NF01, un cours d'algorithmique dispensé aux étudiants de tronc commun de l'Université de Technologie de Compiègne.

Ce choix d'applications se justifie par deux observations :

- Une formation est constituée d'acteurs (tels que apprenants, enseignants, secrétaires, etc.), de différentes ressources (telles que définitions, exercices, études de cas, etc.) rédigées sous différentes formes (telles que livres, rapports, sites web, etc.) et sur différents supports (tels que papier, vidéo, audio, etc.) ainsi que de connaissances et de compétences qu'elle doit apporter. En ce sens, une formation est une organisation.
- Les apprenants participant à un enseignement professionnalisant doivent se préparer à leur vie professionnelle et donc à un apprentissage organisationnel.

Avec le projet MEMORAe, nous nous sommes intéressés à la capitalisation des connaissances dans le contexte d'une organisation et plus précisément à la capitalisation des ressources liées à ces connaissances au moyen d'une mémoire organisationnelle de formation. Nous avons fait le choix de gérer ce capital au moyen d'une mémoire organisationnelle sémantique. Nous nous sommes focalisés sur son utilisation à des fins d'apprentissage pour en déterminer la modélisation. Dans le modèle que nous avons défini, les ressources pédagogiques sont indexées aux moyens de connaissances définies au sein d'ontologies : domaine et application. L'ontologie du domaine définit les concepts partagés par toute organisation. L'ontologie d'application définit les concepts propres à une organisation particulière. Utilisant ces ontologies, les acteurs de l'organisation peuvent acquérir les connaissances en réalisant différentes tâches et donc accéder à différentes ressources (résoudre des problèmes ou exercices ; lire des rapports, des exemples ou des définitions ; poser des questions, etc.).

Le formalisme de représentation de la mémoire est déterminant dans la mesure où il doit dépasser l'aspect hybride de la modélisation (ontologie et indexation) et permettre l'interopérabilité entre les différentes applications qui doivent traiter la mémoire (édition, mise à jour, consultation, navigation, etc.). Nous avons fait le choix du formalisme de représentation des Topic Maps (Topic Maps, 2000).

La construction des ontologies a nécessité de travailler, d'une part, avec les responsables des organisations de nos applications privilégiées : enseignement de statistique et enseignement d'algorithmique, et d'autre part, de s'intéresser aux normes et standards concernant la description de ressources et notamment de ressources pédagogiques. Pour ce faire, nous avons

suivi la méthode de construction d'ontologies OntoSpec (Kassel 2002) et étudié le modèle de métadonnées Dublin Core (DCMI) ainsi que la spécification IEEE LOM (LOM).

L'usage d'ontologies nous a finalement permis non seulement de définir un vocabulaire commun et partagé mais également d'exploiter leur structure pour naviguer au sein des concepts comme dans une carte routière. Concernant les organisations universitaires, les cours ne sont donc plus présentés de façon linéaire chapitre par chapitre mais structurés autour des notions à aborder. En navigant dans la mémoire, l'apprenant doit atteindre les ressources appropriées.

Un premier prototype, E-MEMORAe, a été développé et une première évaluation a permis de valider notre approche auprès des étudiants de l'UTC et de l'UPJV.

Les choix de modélisation de notre mémoire et de développement du prototype sont présentés au chapitre 2.

7.2 Le projet MEMORAe2.0

Les communautés de pratique sont un atout clé pour faciliter l'apprentissage organisationnel et l'innovation. Une des principales raisons pour lesquelles elles sont considérées comme un important véhicule pour l'innovation est leur potentiel à créer un environnement où les membres se sentent bien pour le partage d'idées. Cependant, ce n'est pas parce qu'elles se forment naturellement que les organisations ne doivent rien faire pour influencer leur développement (Wenger 1998).

Mettre à disposition des acteurs de l'organisation des espaces d'échanges, de partages d'idées et de ressources organisés autour d'un vocabulaire commun est un moyen permettant de favoriser la constitution de telles communautés.

« Provided with an ontology meeting needs of a particular community of practice, knowledge management tools can arrange knowledge assets into the predefined conceptual classes of the ontology, allowing more natural and intuitive access to knowledge. » (Davies et al 2004, section 1.1).

L'objet de nos recherches dans le cadre du projet MEMORAe2.0 est de modéliser et concevoir un environnement informatique de gestion des connaissances favorisant l'émergence et la vie de communautés de pratique. Un tel environnement doit tenir compte des interconnexions possibles et probables entre les différentes communautés (espaces d'échanges associés) afin de maximiser l'apprentissage organisationnel. Il doit aussi tenir compte des différents niveaux d'apprentissage en procurant à chaque membre de l'organisation un espace privé. Pour ce faire, nous proposons de modéliser ces différents espaces par autant de mémoires organisationnelles partageant toutes les notions clés de l'organisation définies au sein d'une ontologie.

Le projet MEMORAe2.0 est une extension du projet MEMORAe, il fait l'objet du travail de thèse d'Adeline Leblanc, thèse financée par une bourse ministère (2005-2008).

Avec ce deuxième projet, nous souhaitons utiliser l'approche MEMORAe dans un contexte d'apprentissage organisationnel. Nous avons donc tenu compte de différents niveaux de

mémoires et différents moyens pour faciliter les échanges entre les acteurs de l'organisation. Reprenant la typologie de Girod (cf. paragraphe 5), nous proposons que dans un contexte d'apprentissage organisationnel les trois niveaux de mémoires partagent une ontologie définissant les notions à appréhender :

- Mémoire privée ou individuelle : elle constitue un espace de travail dans lequel l'apprenant peut stocker ses propres ressources.
- Mémoire de groupe : elle constitue un espace de travail dans lequel les membres d'un groupe (binôme, équipe projet, etc.) peuvent stocker les ressources liées à l'intérêt du groupe.
- Mémoire de l'organisation : elle regroupe les connaissances de la formation elle-même, c'est-à-dire les connaissances académiques à transmettre.

Distinguer ces différents niveaux permet de faciliter les échanges entre les acteurs d'une formation organisés en communautés d'apprenants.

Afin de tenir compte de ces différents types de mémoire et des aspects collaboratifs, nous avons étendu l'ontologie de domaine du projet MEMORAe et développé un nouvel environnement : E-MEMORAe2.0. Ce dernier doit faciliter l'apprentissage organisationnel. Il est le prolongement de l'environnement E-MEMORAe et vise à aider les utilisateurs de la mémoire à appréhender les notions d'une formation donnée en facilitant les échanges, le transfert des connaissances au sein d'une communauté d'apprenants (échanges mis en œuvre au moyen de technologies Web2.0). Il reprend le principe général développé et validé avec l'environnement E-MEMORAe avec une dimension supplémentaire : distinction de différentes mémoires et échanges d'information dans et entre ces mémoires.

Avec une telle approche, l'apprentissage peut avoir lieu de différentes manières : en posant une question à un expert ou à toutes les personnes concernées par un sujet ; en accédant à une ressource pertinente : rapport, livre, cours etc. ; en réalisant un exercice, problème ou QCM adapté. Nous pensons qu'une telle organisation des connaissances et des ressources devrait également favoriser le SRL.

Les choix de modélisation des différentes mémoires et de développement de E-MEMORAe2.0 sont présentés au chapitre 3.

Deuxième partie

-

L'approche MEMORAe : **MEM**oire **OR**ganisationnelle **A**ppiquée au **e**-learning

Chapitre 2 : Le projet MEMORAe

Ce chapitre présente le travail réalisé dans le cadre du projet MEMORAe, projet qui a fait l'objet du travail de thèse d'Ahcene Benayache.

Une formation s'organise autour d'acteurs (intervenants, apprenants, secrétaires, etc.), de connaissances (celles des acteurs) ainsi que d'informations de différents types (définitions, exercices avec ou sans corrigé, études de cas, etc.) sous différentes formes (rapports, livres, sites web, etc.) et différents supports (papier, vidéo, etc.). En ce sens une formation est une organisation.

Une solution souvent adoptée pour gérer les connaissances et les ressources d'une organisation est de réaliser une mémoire organisationnelle. Pour partager des informations au sein d'une organisation, particulièrement lorsque les acteurs sont géographiquement distants, il est nécessaire d'utiliser un vocabulaire commun dont les termes ont une signification commune. C'est une des raisons pour lesquelles la construction et la gestion d'une mémoire organisationnelle s'effectuent souvent à l'aide d'une ontologie.

La conception d'une mémoire organisationnelle dépend du contexte dans lequel elle est destinée à être utilisée. Dans notre cas, il s'agit d'une formation et plus particulièrement d'une formation de type e-learning. Nous précisons d'abord ce qui différencie une mémoire organisationnelle de formation d'une mémoire organisationnelle d'une organisation plus classique comme une entreprise. Nous explicitons ensuite le contexte d'utilisation d'une mémoire organisationnelle de formation en envisageant quelques scénarios d'utilisation. Nous définissons alors le contenu pédagogique d'une telle mémoire puis explicitons son exploitation pédagogique. Enfin, nous abordons la manière de faire vivre cette mémoire et présentons sa modélisation, l'environnement informatique développé et les retours d'expérience obtenus.

8 Mémoire organisationnelle et mémoire organisationnelle de formation

Une mémoire organisationnelle de formation se distingue d'une mémoire organisationnelle plus classique par sa finalité : mettre à disposition des utilisateurs un contenu et le présenter pédagogiquement. Ce contenu pédagogique est constitué de notions à appréhender, des liens qu'elles entretiennent entre elles et des ressources qu'elles indexent.

Les notions ne sont pas choisies uniquement parce qu'elles traitent de l'objet de la formation dont il est question mais sont le résultat d'un travail sur la formation elle-même : de quoi veut-on parler dans cette formation ? Afin de présenter ces notions, un travail de nature didactique sur les relations qu'elles entretiennent entre elles doit être effectué. Par exemple,

pour NF01, pourquoi et comment décider de mettre un lien entre la notion de « tableau » et la notion de « boucle » ?

Les ressources doivent être sélectionnées en fonction d'objectifs pédagogiques et le choix de leur indexation dépend également de ces objectifs. Il ne s'agit pas d'une indexation automatique, le responsable de la formation (pouvant être aidé d'un comité éditorial) se porte garant de la pertinence de ce lien. Ce n'est pas parce qu'un document traite d'une notion à appréhender qu'il indexera obligatoirement cette notion. Il faut que ce choix ait été fait, c'est-à-dire que le document ait été jugé suffisamment intéressant pour l'apprentissage de cette notion.

Ces décisions font partie de l'orientation pédagogique que le responsable de la formation veut prendre. Dans une mémoire organisationnelle traditionnelle il n'est pas tenu compte d'orientation pédagogique, la finalité de celle-ci n'étant pas de former.

Enfin, une mémoire organisationnelle permet de capitaliser non seulement les ressources pédagogiques liées au contenu de la formation, mais aussi les informations concernant les acteurs eux-mêmes (leurs spécificités, leurs parcours, leurs profils, etc.). Elle permet en outre la gestion administrative (inscription, notes, etc.) de la formation. Ainsi une mémoire organisationnelle de formation se distingue d'un vivier de connaissances dans la mesure où elle va au-delà du stockage et de l'indexation d'objets pédagogiques.

8.1 Contexte

Les formations auxquelles nous nous intéressons principalement sont des formations de type e-learning. Le terme de e-learning est actuellement très utilisé au travers des nombreuses définitions rencontrées, l'utilisation du réseau pour dispenser une formation, l'utilisation des TICE ainsi que l'accent mis sur l'apprentissage sont récurrents. On s'accorde généralement à dire que le e-learning ne doit pas se réduire à l'utilisation de technologies récentes pour des types d'apprentissage anciens, mais qu'il doit induire de nouvelles formes d'apprentissage. Ceci a un certain nombre de conséquences. Par exemple, le e-learning nécessite au moins :

- une réflexion sur le contenu : objectifs, concepts étudiés, compétences acquises, etc.
- une réflexion sur l'organisation du contenu : relations entre les concepts étudiés ;
- une construction de nouvelles ressources en regard des possibilités offertes par l'utilisation du réseau et des TICE : l'utilisation de la traduction électronique d'anciennes ressources n'étant pas suffisante ;
- la redéfinition des rôles des acteurs : apprenant, enseignant.

Dans le cadre du projet MEMORAE, nous mettons l'accent sur la définition du contenu pédagogique sous forme granulaire modélisé par une ontologie de concepts accessibles a priori de façon quelconque par l'apprenant. Une manière linéaire de les aborder n'est pas imposée. Nous considérons en effet que l'apprenant doit avoir un rôle actif dans sa formation. Les supports mis à sa disposition ne sont pas la mise en ligne pure et simple de supports de cours dispensé en présentiel. Il s'agit au contraire d'un ensemble de ressources, facilement accessibles, puisque indexées sur une ontologie du domaine de la formation.

Dans cette conception du e-learning, la structuration de l'information et des connaissances est donc centrale à la fois pour les apprenants et pour les enseignants. La mémoire organisationnelle que nous proposons vise à faciliter cette structuration, à permettre la gestion des connaissances relatives à une formation donnée et à expliciter les compétences qu'elle permet d'obtenir. Elle s'appuie sur une modélisation de l'organisation de cette formation qui prend en compte le point de vue de ses différents acteurs. Ainsi, la mémoire peut aisément s'enrichir : introduction de nouvelles ressources, de nouveaux concepts à aborder dans la formation, etc. Elle permet finalement de s'adapter aux évolutions généralement rencontrées dans le cadre de la gestion d'une formation.

8.2 Contenu pédagogique de la mémoire

Le contenu pédagogique d'une mémoire organisationnelle de formation est composé principalement des notions à appréhender, des documents indexés par ces notions et des liens qu'entretiennent les notions les unes par rapport aux autres (structure de la mémoire). Le responsable de la mémoire d'une formation est responsable de son contenu c'est-à-dire des choix des notions à appréhender et des documents indexés par ces notions. En ce sens, il n'y a pas de création proprement dite d'un contenu de cours (classiquement effectué lors d'un cours linéaire) mais plus précisément sélection d'un contenu pédagogique initial de mémoire organisationnelle de formation.

8.2.1 Grains de connaissance versus notion à appréhender

La création d'une formation diffusée sur le réseau est centrée sur l'apprenant, afin de le mettre en situation d'agir, d'apprendre à rechercher et à utiliser des ressources mises à disposition et de pouvoir les comprendre. Articuler un cours autour de grains de connaissance offre davantage de possibilités d'individualisation d'une formation. Pour (Boullier, 2001), il s'agit d'un découpage du « monde des savoirs », acte préalable à tout enseignement. Il propose de matérialiser ce découpage par les supports. Les grains de connaissance sont alors le résultat d'une délimitation et d'un balisage sémantique du texte.

Dans le cadre de l'approche MEMORAE, nous proposons de matérialiser le découpage du « monde des savoirs » autour de notions à appréhender. Ainsi, les auteurs de ressources restent libres quant à la réalisation de leurs supports et n'ont pas à respecter une quelconque charte de rédaction, qu'elle soit graphique, structurelle ou relative au contenu. Les notions à appréhender serviront d'index pour accéder aux documents qui traitent de ces dernières. Choisir de représenter le découpage du monde des savoirs par des notions permet d'indexer les documents les concernant en laissant une grande souplesse de rédaction à leurs auteurs et donne la possibilité de réutiliser des documents existants.

Une même notion peut faire référence à plusieurs documents donnant ainsi plusieurs façons de l'évoquer. Un même document peut être référencé par plusieurs notions permettant différentes manières de l'appréhender.

Notons qu'un document électronique peut être initialement « découpé » logiquement et ainsi être référencé par partie. Il n'en restera pas moins une entité à part entière pour laquelle l'auteur n'a pas eu à suivre de directive de rédaction. Un découpage logique pourra d'ailleurs

être effectué a posteriori par l'auteur lui-même ou bien par le comité éditorial pédagogique de la formation.

8.2.2 Ressources pédagogiques

Les ressources pédagogiques peuvent être de différents types : cours, supports de cours, transparents, livres électroniques, rapports, présentations de livres, liens vers des sites web, etc. Il peut s'agir d'annotations, de rapports non finalisés, de documents téléchargés non encore étudiés. A une même ressource peuvent être associées plusieurs annotations produites par des auteurs différents ou correspondants à des notions différentes. Parmi les ressources considérées, certaines (documents électroniques) sont directement stockées dans la mémoire, alors que d'autres ne figurent que sous la forme de références.

Les ressources peuvent également avoir des statuts différents. Il peut s'agir par exemple de documents terminés et validés, ou au contraire, de documents de travail produits par un ou plusieurs utilisateurs (ils en sont les auteurs) et donc partagés par ces auteurs le temps de la réalisation.

Notons que toute ressource documentaire est indexée par les notions à appréhender concernées et présentes dans la mémoire et que l'indexation est réalisée sous le contrôle du comité éditorial de la mémoire. Ce dernier peut avoir consulté différents viviers de connaissances (LOR) afin d'effectuer sa sélection de ressources documentaires. Il peut ainsi avoir décidé de réutiliser tout ou partie d'un ou plusieurs LOR. Il reste néanmoins garant de l'indexation effectuée dans la mémoire.

8.3 Exploitation pédagogique de la mémoire

Le scénario d'exploitation pédagogique de la mémoire n'est pas fixé a priori. Il est généralement déterminé par le responsable de la formation mais peut aussi être négocié entre les différents acteurs. Le contenu de la mémoire (documents, connaissances, informations) dépend également du responsable de la formation et est dans une certaine mesure lié à la pédagogie qu'il veut mettre en œuvre. Par exemple, pour un public différent et pour un même cours, les documents retenus pour expliciter une même notion ne seront pas les mêmes.

La façon de structurer la mémoire ne sera pas la même selon le scénario retenu. Ainsi, les notions à appréhender peuvent rester les mêmes d'une formation à l'autre mais être liées différemment. Enfin, le choix des notions à appréhender dépend lui aussi de la pédagogie choisie. Ainsi, dans le cadre d'une initiation à l'algorithmique et à la programmation destinée à des non informaticiens, la notion de pointeur ne sera pas forcément retenue.

La liaison tuteur/apprenant reste la meilleure garantie d'application d'un scénario pédagogique suivi en accord avec les responsables de la formation. Étant donné le découpage du contenu pédagogique, il est toujours possible de revoir l'ordre du programme en fonction de l'état d'avancement des apprenants.

8.4 Vie de la mémoire

Afin d'éviter les travers du web où l'on trouve de grandes quantités de ressources difficiles à exploiter car souvent mal indexées (indexation plein texte, lien invalide), un comité éditorial est responsable du contenu pédagogique de la mémoire, c'est-à-dire des notions à appréhender et des documents pédagogiques qu'elles indexent. Bien qu'il ne soit pas responsable du contenu de ces documents, il est garant de leur pertinence (et de leur indexation) relativement à la formation concernée par la mémoire.

Le comité éditorial est responsable également de la persistance des documents. Un document retenu ne l'est pas définitivement. Pour qu'il reste dans la mémoire, il faut qu'il soit consulté par un certain nombre d'apprenants. S'il ne l'est pas, cela peut provenir de plusieurs raisons : il peut ne pas être correctement indexé, ou être jugé peu intéressant par les apprenants (éventuellement au travers d'annotations). Le comité doit alors revoir l'utilité ou l'indexation de ce document et décider de son maintien au sein de la mémoire.

Les utilisateurs peuvent eux-mêmes être à l'origine de documents et les soumettre au comité pour validation. Il peut s'agir d'annotations sur des documents de la mémoire ou sur d'autres ouvrages et qui en préconisent la lecture.

9 Modélisation de la mémoire

Selon (Guarino et Schneider, 2002), « The implementation of large-scale information systems, as well as their semantic interoperability, seem to be only tractable on the basis of ontologies as abstract domain models ». L'implantation et la diffusion d'une mémoire organisationnelle entrent dans ce cadre. Elles nécessitent un vocabulaire conceptuel commun aux différentes catégories d'utilisateurs et justifient de surcroît la prise en compte d'une ontologie.

Selon (Bachimont, 2004), « La modélisation d'un domaine repose sur le choix de primitives non logiques et la détermination de leur sémantique. Elle se poursuit dans l'expression des connaissances du domaine à partir de ces primitives. Ces deux étapes correspondent respectivement à la modélisation d'une ontologie (choix des primitives et de leur sémantique) et la construction d'une base de connaissances. »

La modélisation d'une mémoire de formation a pour objet de rendre possibles les scénarios d'utilisation pédagogique. Dans le cadre de notre approche, nous nous appuyons sur la construction de deux niveaux ontologiques (Breuker et Muntjewerff, 1999), l'un générique, l'autre spécifique à une formation particulière. Ces deux niveaux sont utilisés conjointement pour indexer les ressources et pour faciliter la navigation entre les concepts qui leur sont associés. Ceci est comparable aux notions d'ontologies générique et régionale utilisées dans (Desmoulins et Grandbastien, 2002).

9.1 Ontologies de la mémoire de formation

Nous distinguons deux parties dans la mémoire pour définir les ontologies (Breuker et al 1999) : le domaine de la formation en général qui a ses propres caractéristiques, et son application à une formation particulière. Parmi les différents types d'ontologie définis par

Van Heijst (VanHeijst, 1997), nous utilisons donc seulement les deux premières catégories : domaine et application.

La première ontologie (ontologie de domaine) décrit les concepts du domaine « formation ». Ces concepts peuvent être de plusieurs types : rôles (étudiant, tuteur, secrétaire, etc.), documents (livres, supports de présentation, page web, etc.), médias (texte, image, audio, vidéo, etc.). Il peut s'agir également de caractéristiques pédagogiques (e.g. type d'activité) ou de moyens d'exprimer un point de vue (e.g. annotation). Ainsi, dans le cadre de notre approche basée sur les ressources, nous n'avons pas fait le choix de considérer les tâches liées au domaine (Ikeda et al, 1997).

On peut penser pour cette première ontologie à réutiliser partiellement ou en totalité des ontologies existantes. La réutilisation se heurte toutefois au fait qu'une ontologie n'est jamais développée de manière indépendante des objectifs et de l'application visés. Nous avons ainsi considéré des ontologies telle que celle présentée dans (Chabert-Ranwez, 2000) qui décrit en détail différents types de tests d'évaluation ou celle de (Desmoulins et Mille, 2002) qui décrit différents types d'activité. Nous nous sommes également intéressés aux ontologies de haut niveau telles que SYC² ou Suggested Upper Merged Ontology (SUMO)³. Si l'examen de ces ontologies nous a été utile, le taux de réutilisation reste cependant assez faible. Nous avons par ailleurs choisi de ne pas respecter le standard LOM dans sa partie Educational Category, parce que des activités telles que exercice ou simulation sont associées à des représentations de données telles que diagramme, figure ou graphe, dans le même ensemble.

La seconde ontologie (ontologie d'application) spécifie l'organisation des notions à appréhender dans le cadre d'une formation particulière. Ainsi, pour une formation de base à l'algorithme et à la programmation, des notions telles que *structure de données* ou *structure itérative* seront décrites. Il est possible mais non obligatoire de considérer *arbre* ou *tableau* comme des sous-concepts de *structure de données* et de définir la relation *utilise* entre les concepts *structure de données* et *structure itérative*.

Ces ontologies ne sont pas indépendantes, la seconde est nécessairement reliée à la première. Par exemple, pour exprimer qu'un document est une introduction aux structures de données, il faut relier les deux concepts *introduction* et *structure de données* qui n'appartiennent pas à la même ontologie. Par ailleurs, certaines relations de nature pédagogique telles que *est un pré-requis de* ou *utilise* sont définies dans l'ontologie de domaine, alors que d'autres plus

² <http://www.opencyc.org/>

³ <http://www.ontologyportal.org/>

spécifiques appartiennent à l'ontologie d'application (par exemple la relation *a pour cardinal* dans l'ontologie d'application B31.1).

Nous décrivons, dans la suite, tout d'abord la construction d'une des deux ontologies d'application conçues dans le cadre de notre projet. Nous présentons alors l'ontologie de domaine avant de montrer comment nous avons effectué l'intégration de ces deux types d'ontologies.

9.1.1 Construction d'une ontologie d'application : B31.1

Le module B31.1 "Mathématiques appliquées" est un module de 40 h d'enseignement (20 h de cours, 20 h de TD) dispensé en présentiel en Licence à l'IUP MIAGE de l'UPJV d'Amiens.

Il nécessite des connaissances en statistique descriptive et en dénombrement. Pour combler d'éventuelles lacunes dans ces domaines détectées par un test en début de semestre, 14 heures de remise à niveau sont proposées en début de module aux étudiants, trois chapitres y sont abordés : théorie des ensembles, dénombrement et statistique descriptive à un caractère. Le module lui-même a pour objectif d'apporter des connaissances appliquées en statistique inférentielle. Il se développe en cinq chapitres : probabilités élémentaires, variables aléatoires, échantillonnage, estimation et tests.

Notre objectif n'est pas ici de construire une ontologie des Mathématiques appliquées mais de construire une ontologie du module B31.1, c'est-à-dire une ontologie définissant les notions abordées dans le cadre de ce dernier.

Afin de construire la taxinomie, la détermination des concepts d'un domaine peut s'appuyer sur une analyse terminologique (Aussenac et al, 2000) et/ou sur l'interview d'experts du domaine (Fernandez et al, 1997). Pour l'application de B31.1, nous avons construit l'ontologie conceptuelle en collaboration avec un expert. Afin de faciliter l'accès aux ressources de notre mémoire, il doit être possible de représenter les notions à appréhender selon des points de vue multiples. Nous avons donc choisi de suivre la méthode de spécification OntoSpec développée par l'équipe IC du LaRIA⁴. Dans ce qui suit, nous présentons la mise en œuvre de la conceptualisation de B31.1 avant de préciser comment nous avons utilisé la méthode OntoSpec.

⁴ http://www.laria.u-picardie.fr/equipe_ingenierie_connaissances.html

9.1.1.1 Mise en œuvre de la conceptualisation de B31.1

Avec l'ontologie B31.1, notre objectif est d'étudier et de présenter toutes les notions nécessaires à cet enseignement. Ces notions peuvent être représentées sous forme de concepts ou de relations. Elles servent à structurer la mémoire du cours ainsi qu'à indexer les ressources de la mémoire.

Il se peut, lors de la définition des notions à appréhender, que l'on ait besoin de définir des notions non directement présentes dans B31.1. Il s'agit de notions permettant d'affiner les définitions premières. Les réflexions induites par la construction de l'ontologie permettent d'approfondir au fil du travail l'analyse de son cours par l'enseignant.

Dans le cadre d'une ontologie d'application, les notions à appréhender sont définies indépendamment de la structuration du cours et donc de découpage en chapitres. Afin de ne pas perdre cette information, nous la représentons dans notre ontologie sous forme de commentaire. Toute autre information du même ordre sera capitalisée de la même manière. Nous envisageons d'utiliser de tels commentaires sous forme d'annotations destinées à un public ciblé.

La construction de l'ontologie B31.1 s'effectue chapitre par chapitre. Le premier chapitre concerne la Théorie des ensembles⁵. L'ordre de l'étude des chapitres est important car il permet de considérer au fur et à mesure les liens de pré-requis avec des notions déjà définies.

Dans ce qui suit, nous présentons le résultat d'une partie de la construction de l'ontologie B31.1 au travers de l'utilisation de la méthode OntoSpec.

9.1.1.2 Utilisation de la méthode OntoSpec

La méthode OntoSpec (Kassel, 2002) est basée sur une organisation des concepts en une taxinomie, suivant une relation de subsumption (spécialisation) : le fils hérite de toutes les propriétés de son père. Par exemple, le concept d'ensemble fini hérite de toutes les propriétés du concept d'ensemble. Les relations permettent de lier différents concepts entre eux.

Pour rendre compte d'une entité conceptuelle, il faut décrire les propriétés des objets dénotés par cette entité, certaines Propriétés sont Essentielles (PE) à la définition de l'entité

⁵ Ce chapitre est composé de six notions génériques : Ensemble/élément, Cardinal, Sous-ensemble, Réunion/intersection/complémentaire, Disjonction, Produit cartésien.

conceptuelle, dans le sens où la suppression de cette propriété entraîne la disparition de l'entité en tant que telle. D'autres propriétés peuvent n'être vérifiées que par une partie des objets dénotés par l'entité. OntoSpec admet dans l'ontologie des Propriétés Incidentes (PI), c'est-à-dire vraies seulement dans le cadre applicatif. Ces propriétés servent à compléter la définition de l'entité. OntoSpec définit aussi des primitives de modélisation permettant la classification des propriétés des entités en :

- Conditions Nécessaires (CN),
- Conditions Suffisantes (CS),
- Conditions Nécessaires et Suffisantes (CNS).

Si l'entité est définie par des CNS, alors sa définition est complète, elle suffit pour caractériser l'entité. Tel est le cas, par exemple, de la définition du concept d'ensemble fini : un ensemble fini est un ensemble qui possède un cardinal.

Dans la définition d'un concept, le genus est le père dont le concept fils hérite toutes les propriétés. Le differentia est constitué de tout ce qui différencie le fils de son père. Par exemple, une définition du concept ensemble infini : un ensemble infini est un ensemble qui ne possède pas de cardinal. Le genus ici est ensemble : un ensemble infini est une sorte d'ensemble. Par contre, le concept d'ensemble infini ne rassemble que les ensembles qui ne possèdent pas de cardinal : c'est le differentia.

Les concepts frères qui présentent des similitudes dans leur differentia sont organisés en axes sémantiques (AS). Par exemple, sous le concept d'ensemble, les concepts ensemble fini, ensemble infini, ensemble dénombrable, ensemble indénombrable, sous-ensemble, sur-ensemble sont définis suivant différents axes sémantiques (cf. Figure 2).

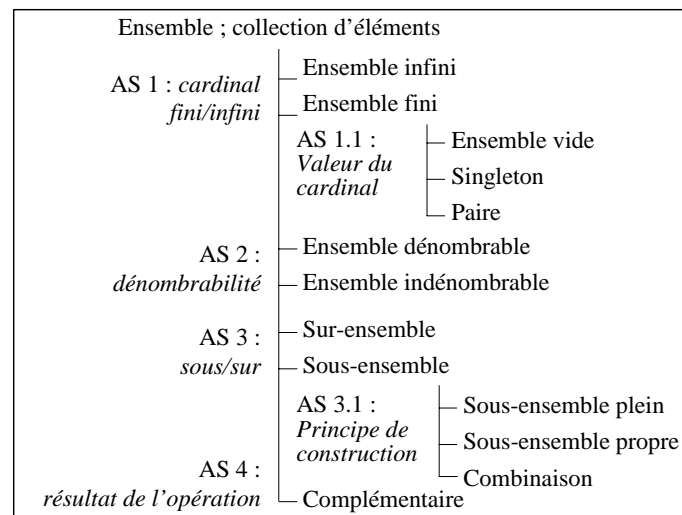


Figure 2 : Présentation graphique de la sous-ontologie d'ensemble.

La méthode de spécification OntoSpec est semi-informelle, c'est-à-dire qu'elle propose une définition des entités conceptuelles en langue naturelle fortement structurée. La Figure 3 présente des exemples de cette définition. Les étiquettes entre crochets correspondent aux distinctions effectuées entre les propriétés. Les mots soulignés représentent les relations entre concepts. Les synonymes sont séparés par des points virgules. Le terme principal est indiqué en premier. Il est fait référence à des commentaires (COM) pour des exemples [COM/EX], des contre-exemples [COM/CEX], des axes sémantiques [COM/AS] et aussi des éléments d'information d'ordre générique [COM/*]. Ces commentaires apparaissent en italique.

<p>Concepts :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensemble ; collection d'éléments : [COM/AS] <i>Le concept ENSEMBLE se spécialise en ENSEMBLE FINI et ENSEMBLE INFINI suivant la relation : POSSÈDE CARDINAL. [COM/AS] Le concept ENSEMBLE se spécialise en ENSEMBLE DÉNOMBRABLE et ENSEMBLE INDÉNOMBRABLE suivant la relation : EST DÉNOMBRABLE. [COM/AS] Le concept ENSEMBLE se spécialise en SOUS-ENSEMBLE et SUR-ENSEMBLE suivant la relation : EST INCLUS DANS. [COM/AS] Le concept ENSEMBLE se spécialise en COMPLÉMENTAIRE suivant la relation : A POUR RÉSULTAT. [COM/*] Deux ensembles sont égaux si et seulement s'ils ont les mêmes éléments.</i> • Ensemble infini : [PE/CNS] <i>Un ENSEMBLE INFINI <u>est un</u> ENSEMBLE qui <u>ne possède pas</u> de CARDINAL. [COM/AS] Le concept ENSEMBLE FINI se spécialise en PAIRE, ENSEMBLE VIDE et SINGLETON suivant la relation : VALEUR DU CARDINAL. [COM/EX] IN est un ensemble infini.</i>

Figure 3 : Exemples de définitions de concepts spécifiées en OntoSpec.

9.1.1.3 Exploitation de l'ontologie d'application B31.1

Dans un premier temps, au fur et à mesure de la construction de l'ontologie conceptuelle, nous avons listé les documents traitant les notions à appréhender [COM/DOC]. Cela nous a permis de définir une base documentaire (définitions, exercices, études de cas, etc.) rédigées sous différentes formes (livres, rapports, sites Web, etc.) et sur différents supports (papier, vidéo, audio, etc.).

Dans un deuxième temps, nous avons exploité ces informations afin d'alimenter la mémoire en ressources et d'indexer ces dernières au moyen de l'ontologie. Ainsi, l'accès à un document se fait via l'exploration de l'ontologie où la sélection d'une notion permet d'afficher l'ensemble des ressources auxquelles elle est associée. Le choix de ces ressources s'est fait selon un point de vue pédagogique, dans le contexte de la formation (responsable, public et objectif visés etc.).

Il est cependant possible de mettre à jour (ajout, modification, suppression) la base documentaire, et de modifier l'indexation des ressources selon d'autres besoins pédagogiques.

Afin de permettre aux utilisateurs d'aborder la mémoire, nous avons défini le concept de point d'entrée qui représente l'accès direct à la définition d'une notion de la mémoire. Ainsi, par exemple, le responsable du cours B31.1 désigne plusieurs notions pour lesquelles il désire mettre un éclairage particulier. Ces notions seront définies comme point d'entrée et permettront alors aux utilisateurs d'accéder directement à leur définition (liens avec d'autres notions, ressources indexées, etc.).

9.1.2 Éléments de l'ontologie de domaine

L'ontologie de domaine est générique. Elle regroupe les éléments qui ne sont pas spécifiques à une formation donnée. Elle est constituée de différentes sous ontologies telles que celle des documents ou celle des personnes. Pour construire l'ontologie des documents, nous avons repris des éléments de Dublin Core ainsi que du LOM. Ces éléments peuvent se retrouver sous forme de concept, d'attribut ou bien de relation. Ainsi pour représenter l'auteur d'un document, nous avons créé la relation *auteur* entre les concepts *document* et *personne*. Le titre d'un document est représenté sous forme d'attribut du concept document. L'élément *type* du DC devient l'axe de spécialisation de la sous ontologie document. L'élément *sujet et mots clefs* ne fait pas, dans notre mémoire, partie de l'ontologie de domaine mais représente la racine de l'ontologie de l'application du domaine (il s'agit de l'ontologie des notions à appréhender). Ainsi, pour la formation B31.1, nous retrouvons les concepts d'*ensemble*, *ensemble fini*, etc.

La Figure 4 présente un extrait de l'ontologie du domaine. Les acteurs d'une formation sont des instances du concept *Personne*, au sein duquel nous considérons quatre catégories listées dans la figure. Une personne peut jouer un rôle dans une relation : auteur, responsable, ou tuteur par exemple. Les documents sont répartis en fonction de leur forme plus ou moins structurée. Chaque document est également associé à un support (*Support d'accès*), qui peut être numérique ou non.

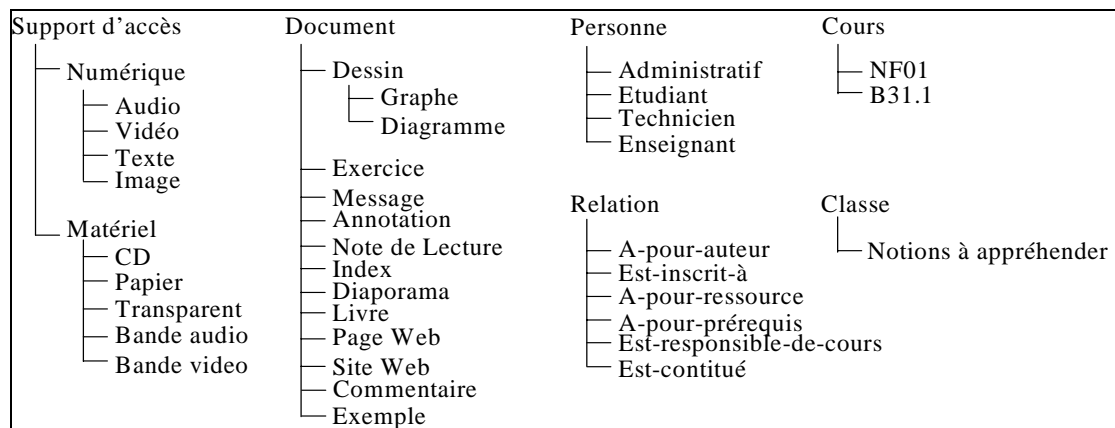


Figure 4 : Éléments de l'ontologie de domaine.

9.1.3 Intégration des ontologies

La Figure 5 montre comment les deux ontologies (domaine et application) sont intégrées. La racine de l'ontologie du projet est *Concept de MEMORAE*. Ce concept doit tout d'abord contenir tous les objets provenant des ontologies d'application. Nous utilisons pour cela la classe *Concept d'application*. La racine de chaque ontologie d'application hérite de ce concept. Le concept *Concept de MEMORAE* doit aussi contenir tous les objets de l'ontologie du domaine de la formation. Nous appelons *Concept de formation* la racine de cette ontologie. Nous définissons également une classe particulière appelée *Notions à appréhender* qui

contient tous les concepts appartenant à une ontologie d'application. Il s'agit des notions que les apprenants doivent étudier dans le cadre d'une formation donnée. Cette classe hérite de *Classe* qui contient tous les concepts génériques de l'ontologie de domaine (*Document*, *Personne*, *Support d'accès*, etc.).

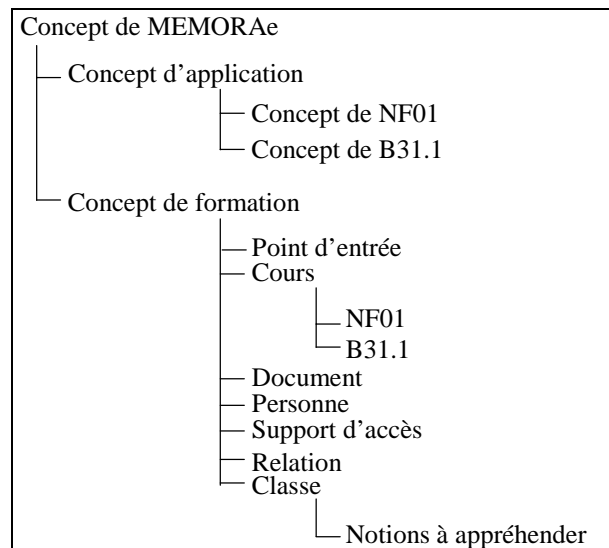


Figure 5 : Intégration des ontologies.

L'écriture d'une ontologie d'application compatible avec l'ontologie de domaine fait apparaître assez peu de contraintes :

- La classe à la racine de l'ontologie doit hériter de la classe *Concept d'application*. C'est le cas de *Concept de NF01* et *Concept de B31.1* (Figure 5).
- Chaque concept générique doit être une instance de *Notion à appréhender*.
- Les relations définies dans l'ontologie de domaine peuvent être utilisées.
- Des relations entre concepts peuvent être créées dans chacune des deux ontologies.

9.2 Formalisme de représentation

9.2.1 Choix du formalisme

La modélisation d'une mémoire de formation telle que nous l'avons défini comporte trois entités : les deux parties ontologiques et l'indexation des documents qui leur est rattachée.

La modélisation doit donc permettre au moins trois opérations :

- la réunion de deux ontologies : l'ontologie de domaine et celle d'une application du domaine ;
- la substitution de l'ontologie d'une application du domaine par celle d'une autre application ;

- l'attachement de l'indexation des documents sur la réunion des deux ontologies.

Elle doit satisfaire la problématique principale qui est de répondre à des requêtes sur la mémoire telles que :

- quels sont les documents (livres, présentations, pages web) qui traitent, introduisent, développent une notion abordée dans la formation ;
- quelles sont les notions associées (pré requises à l'étude, étudiées conjointement, etc.) à une notion donnée.

Comme nous l'avons dit, le formalisme de représentation de la mémoire est déterminant dans la mesure où il doit dépasser l'aspect hybride de la modélisation (ontologie et indexation) et permettre l'interopérabilité entre les différentes applications qui doivent traiter la mémoire (édition, mise à jour, consultation, navigation, etc.).

Deux voies s'ouvrent a priori : soit choisir les langages les mieux adaptés à la nature spécifique de chaque élément de la modélisation, soit choisir un unique langage. Le premier choix nécessite de pouvoir ensuite intégrer aisément les données des deux formalismes utilisés. Le second choix a l'avantage d'unifier la description des données, mais sa validité est liée à la possibilité de décrire dans le formalisme retenu les caractéristiques pour lesquelles il n'a pas été conçu.

Le second choix recouvre en fait deux possibilités : choisir un formalisme orienté ontologie ou choisir un formalisme orienté indexation. C'est bien sûr l'aspect central de la mémoire qui doit influencer principalement le choix du formalisme. Il ne faut cependant pas négliger l'intérêt de disposer d'outils ou d'applications puissants.

Aucun formalisme ne convenant totalement, le choix de l'un d'entre eux pour représenter une mémoire de formation est avant tout un compromis. Il s'agit de minimiser les désavantages. Les langages ontologiques que nous avons considérés possèdent de nombreuses caractéristiques intéressantes mais ils n'offrent pas de manière simple la possibilité de définir des relations autres que binaires, même si cela reste faisable. Les cartes de sujets, quant à elles, ne contiennent pas intrinsèquement la notion de concept. Une comparaison intéressante entre les formalismes TM, RDF/S, DAML et OIL est étudiée dans (Garshol, 2002). Bien que plusieurs formalismes soient envisageables, nous préconisons celui des cartes de sujets, ou Topic Maps, TM (Topic Maps, 2000).

Les TM représentent un formalisme utile pour la définition et la manipulation d'information liées à des ressources. Elles fournissent une organisation logique à une masse de ressources en les rendant accessibles et en permettant de naviguer entre elles. La construction des TM est basée sur un agencement de sujets (ou topics) directement reliés à des ressources à l'aide d'une relation particulière appelée « Occurrence ». Le terme « Association » permet de définir des relations d'arité quelconque entre sujets. De plus, les TM permettent de définir des relations ternaires particulières entre sujets associant les deux premiers à un contexte particulier grâce à l'utilisation du terme « Scope ».

Nous avons cependant choisi le formalisme des TM surtout parce qu'il possède un niveau sémantique assez proche de la modélisation de notre mémoire. En le regardant avec une

vision orientée ontologie, développée également dans (Park, 2002), ce formalisme met en relief les éléments déterminants suivants :

- il est possible d'envisager les sujets comme des concepts ou des instances de concepts ;
- il est possible d'envisager les associations, les contextes (scope) et les occurrences comme des relations entre concepts ;
- les associations n'ont pas de limitation dans le nombre de leurs membres ;
- la relation occurrence permet d'attacher des ressources directement à un concept (une même ressource peut bien sûr apparaître dans plusieurs relations d'occurrence et être accessible à partir de plusieurs concepts) ;
- les relations (associations, occurrence et les libellés des concepts) peuvent être définies à l'intérieur d'un contexte. Ceci permet d'implémenter simplement les notions d'annotations ou de points de vue dans la mémoire.

Pour adopter ce formalisme, nous avons dû vérifier qu'il était assez simple de greffer l'aspect ontologique manquant à ce formalisme et notamment la possibilité de construire des hiérarchies de concepts. Il ne s'agissait pas de recréer par exemple tous les constructeurs de classes présents dans OWL, mais simplement ceux qui nous étaient utiles.

Nous nous sommes préoccupés également de la possibilité de transformer une TM respectant la norme XTM 1.0 (XTM, 2001).

9.2.2 Mise en œuvre

Choisir le formalisme des TM pour représenter une mémoire de formation nécessite de pouvoir y spécifier les éléments ontologiques nécessaires telles que classes, sous-classes, instances et relations entre classes.

Initialement certains sujets doivent être définis comme des classes par simple déclaration. La relation sous-classe est représentée au moyen d'une association (supertype, subtype), instance d'une classe d'association (association template). L'extrait suivant⁶ (simplifié par rapport à l'écriture complète de la TM afin de rendre la compréhension plus simple) montre la déclaration de la classe *Ensemble*, sous-classe de la classe *Ensemble dénombrable*. Tout d'abord la classe *Document* doit être déclarée :

⁶ La TM dont quelques exemples simplifiés sont montrés dans le texte a été réalisée dans l'environnement de développement appelé k42 de empolis : <http://k42.empolis.co.uk/>

```

<topic id="tt-ensemble">
  <baseName>
    <baseNameString>Ensemble</baseNameString>
  </baseName>
</topic>

```

De même la classe *Ensemble dénombrable* le serait. Puis grâce à une association dont le premier membre est la super-classe (ici le sujet *Ensemble*) et le second membre la sous-classe (ici le sujet *Ensemble dénombrable*) le lien hiérarchique est créé. Afin de tenir compte de l'organisation en axe sémantique, nous ajoutons un troisième membre (ici le sujet AS2) jouant ce rôle.

```

<association id= "supertype-subtype-01">
  <instanceOf>
    <subjectIndicatorRef xlink:href="#at-supertype-subtype" />7
  </instanceOf>
  <member>
    <roleSpec>
      <subjectIndicatorRef xlink:href="#tt-supertype" />
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#tt-ensemble" />
  </member>
  <member>
    <roleSpec>
      <subjectIndicatorRef xlink:href="#tt-subtype" />
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#tt-ensemble-dénombrable" />
  </member>
  <member>
    <roleSpec>
      <subjectIndicatorRef xlink:href="#tt-axe-semantique" />
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#tt-AS2" />
  </member>
</association>

```

⁷ La référence complète est <http://www.TopicMaps.org/xtm/1.0/index.html#psi-supertype-subtype>. Les références similaires sont tronquées sur le même principe.

L'extrait suivant montre l'indexation d'une page html introduisant la notion de tableau. Pour ceci, il est nécessaire de définir le sujet *array* :

```
<topic id="t-array">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#tt-DataStructure" />
  </instanceOf>
  ... ..
</topic>
```

Le sujet *french* étant défini par ailleurs, pour indiquer que l'appellation du sujet *array* sera en français *Tableau* et dans les autres langues *Array* nous complétons la définition précédente ainsi :

```
<topic id="t-array">
  ... ..
  <baseName>
    <baseNameString>Array</baseNameString>
  </baseName>
  <baseName>
    <scope>
      <topicRef xlink:href="#t-french" />
    </scope>
    <baseNameString>Tableau</baseNameString>
  </baseName>
  ... ..
</topic>
```

La classe de sujet *web-page* étant définie par ailleurs, l'indexation elle-même de la page HTML se fait en complétant le sujet *array* par :

```

<topic id="t-array">
... ..
<occurrence>
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#tt-web-page" />
  </instanceOf>
  <resourceRef xlink:href="/cours/chap09/cours.htm"/>
</occurrence>
</topic>

```

Au final, l'application B31 a nécessité de représenter 129 sujets et 248 associations.

10 L'environnement informatique E-MEMORAe

Nous aurions pu utiliser un des différents éditeurs de TM disponible afin de développer notre mémoire organisationnelle (TM4J⁸, TMTab⁹, etc.). Cependant, aussi performants soient-ils, ces derniers n'ont pas été créés pour être utilisés par des non initiés aux TM. Nous avons donc développé un environnement informatique, E-MEMORAe, qui met l'accent sur la visualisation et sur la navigation pour faciliter l'accès aux sources de connaissances. Ces dernières s'appuient sur l'utilisation des deux ontologies évoquées précédemment (cf. Section 9.1). Il a été développé avec le standard ISO Topic Maps et en suivant une architecture trois tiers en PHP/MySQL.

Nous présentons dans cette section l'environnement proposé aux utilisateurs ainsi que des scénarios d'utilisation au moyen d'exemples tirés de l'unité de valeur B31.1.

10.1 L'environnement proposé à l'utilisateur

L'environnement E-MEMORAe a pour but d'aider les utilisateurs de la mémoire à appréhender les notions d'une formation donnée. Il permet de naviguer dans l'ontologie d'application dédiée à la formation choisie et ainsi de découvrir les notions indexées par cette notion. Le principe général est de proposer à l'apprenant à chaque instant un ensemble d'informations présentant directement ou localisant avec précision ce qu'il recherche, et un ensemble de liens qui lui permettent d'affiner sa recherche par navigation. On ne souhaite pas

⁸ <http://www.techquila.com/>

⁹ <http://www.techquila.com/tmtab/index.html>

ici qu'il ait à se servir du clavier pour formuler des requêtes, même si cette possibilité lui est offerte.

L'interface proposée à l'utilisateur (cf. Figure 6) est composée de :

- En partie gauche, une liste de points d'entrée permettant d'initier la navigation à partir d'un concept donné. Rappelons qu'un point d'entrée est un élément de l'ontologie qui constitue un accès direct à un concept de la mémoire.
- En bas de l'écran, une liste de ressources associées au concept considéré et présentées selon leur type (livres, cours, sites, exemples, commentaires, etc.).
- Une courte définition de la notion choisie : elle donne d'emblée à l'apprenant un premier aperçu de la notion, et lui permet de juger s'il doit l'approfondir ou pas.
- L'historique du parcours réalisé : celui-ci permet à l'apprenant de connaître son parcours effectué dans la mémoire, et de revenir quand il le désire sur une étape effectuée.
- Enfin et principalement, la partie de l'ontologie constituant le voisinage immédiat (père, fratrie, enfants) de la notion considérée.

Il se peut que l'apprenant désire accéder rapidement à d'autres notions que celles des points d'entrée. Il devra alors choisir le point d'accès qui lui paraît être le plus proche de la notion recherchée ou bien utiliser le moteur de recherche mis à sa disposition.

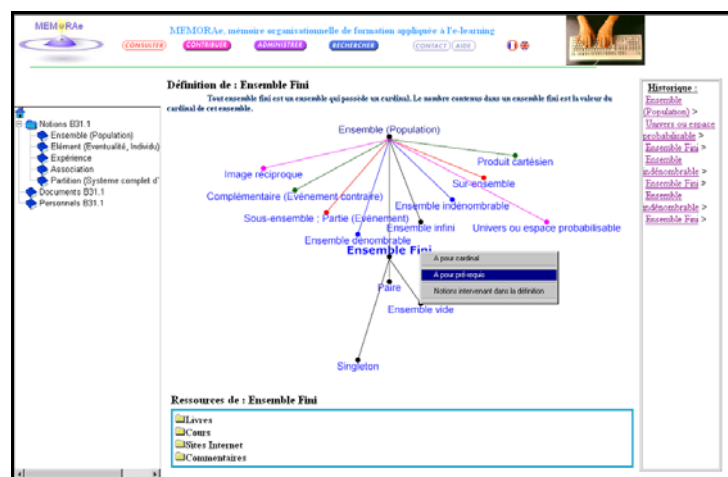


Figure 6 : Interface de navigation verticale dans la mémoire.

10.2 Scénarios d'utilisation

La navigation au sein de la cartographie de connaissances est le principal scénario d'utilisation envisagé. On peut naviguer verticalement, en suivant les relations de subsumption dans la taxinomie de concepts associée à la notion sélectionnée. Par exemple, si l'utilisateur souhaite découvrir la notion d'Ensemble Fini, le point d'entrée qui correspond le mieux à son souhait est celui d'*Ensemble (Population)*. Le choix de ce point lui permet d'accéder à la taxinomie localement associée à la notion d'*Ensemble*, la partie visible

de la taxinomie étant centrée sur ce concept. Parmi les sous-concepts d'*Ensemble*, il y a *Ensemble Fini* ; le fait de cliquer sur ce concept permet d'accéder à la partie de la taxinomie centrée sur ce dernier (cf. Figure 6). Le processus de parcours de l'ontologie sous sa forme taxinomique résulte de la réitération de ce principe de déplacement.

On constate que plusieurs règles de présentation sont appliquées, elles permettent à l'utilisateur de visualiser de manière graphique cette organisation hiérarchique : le concept C considéré à l'instant courant est au centre de la partie de l'écran réservée ; tous les sous-concepts de C, représentant les notions plus spécifiques, sont exposés et également répartis ; et enfin, les frères et le sur-concept de C sont également exposés, celui-ci représentant une notion plus générique. Ce choix de présentation du voisinage immédiat du concept considéré se justifie par la volonté de ne pas surcharger l'utilisateur d'informations.

Lorsque l'utilisateur a atteint un concept qu'il souhaite appréhender, il peut prendre le temps de visualiser les informations le concernant. Ainsi, l'affichage d'une courte définition est une première option pour décrire le concept considéré. S'il veut en savoir plus, une liste de ressources classées par types est mise à sa disposition. Par exemple, dans la figure 6, si l'utilisateur veut approfondir la notion d'*Ensemble Fini*, il sélectionne l'une des ressources afférentes, par exemple celle de type livre *Mathématiques pour l'informatique*, par un simple clic gauche sur le nom de la ressource. S'affiche alors un résumé descriptif de cette ressource, dans une nouvelle fenêtre (cf. Figure 7). Cette page d'écran présente aussi une liste de liens vers d'autres informations, telles que numéro ISBN, les auteurs, la maison d'édition, etc., et propose également d'afficher la ressource (pour une ressource numérisée), d'envoyer la ressource à quelqu'un ou d'imprimer la page en cours.

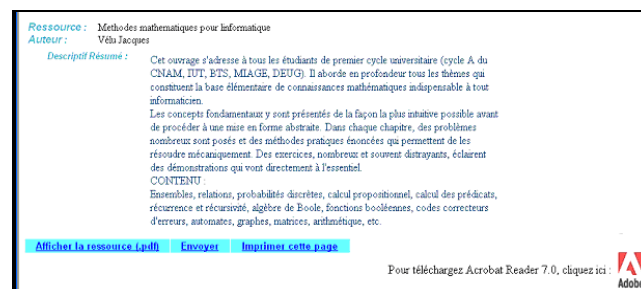


Figure 7 : Interface d'une ressource de type livre.

Un concept peut faire référence à des concepts autres que ceux de la taxinomie affichée, mais proches. L'accès à ces concepts est parfois nécessaire pour appréhender certaines notions. C'est là qu'interviennent les relations de proximité autres que la relation de subsumption (*a-pour-pré-requis*, *intervient-dans-la-définition-de*, *suggère*, etc.) ainsi que les relations plus spécifiques (*est-un-sous-ensemble-de*, *a-pour-cardinal*, etc.). Nous qualifions la navigation et le parcours qui résulte de l'utilisation de ces relations d'horizontal, par opposition au parcours hiérarchique vertical.

Pour accéder à ces relations, il suffit de cliquer droit sur le concept source C : un menu pop-up s'affiche alors qui précise contextuellement quelles sont les relations empruntables à partir

de C. Prenons le cas du concept *ensemble fini* (cf. Figure 6). L'utilisateur ne maîtrisant pas cette notion, il peut accéder aux relations qui le conduiront vers d'autres concepts en cliquant droit sur le nœud *ensemble fini* : un menu s'affiche alors proposant les différents accès aux concepts proches. Le choix de la relation *a-pour-pré-requis*, par exemple, permet de passer, via une navigation horizontale, à des notions pré-requis comme celle d'*ensemble dénombrable* ou celle de *cardinal* (cf. Figure 8).

Le choix du concept *ensemble dénombrable* dans la liste des concepts pré-requis de *ensemble fini* permet alors de revenir à une navigation verticale portant initialement sur la partie de l'ontologie centrée sur ce même concept *ensemble dénombrable*. On constate finalement que l'alternance de clics gauche et droit permet d'évoluer très facilement au sein de l'ontologie, avec un protocole d'utilisation des plus simples.

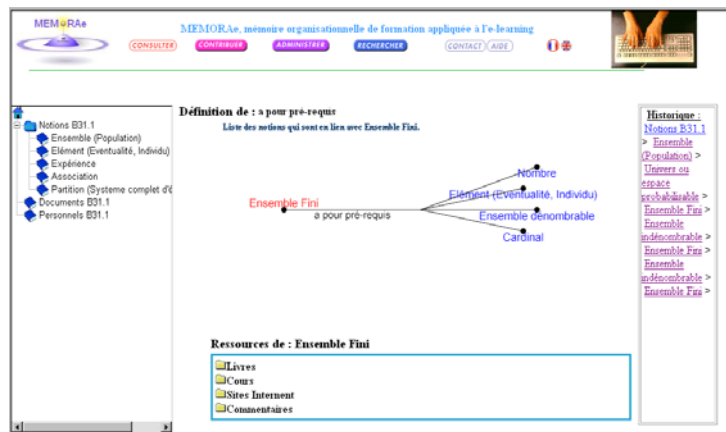


Figure 8 : Interface de navigation horizontale dans la mémoire.

Après chaque action d'exploration entreprise par l'apprenant, l'historique de navigation (cf. Figure 6, cadre de droite) est mis à jour. Cet historique garde la trace du chemin suivi par l'utilisateur au cours de son exploration. Il est bien sûr possible de revenir sur toute notion déjà visitée par un simple clic sur cette dernière dans l'historique.

11 Retour d'expérience

Une première évaluation de E-MEMORAe s'est traduite par un test d'utilisabilité mené auprès des 61 étudiants de l'UPJV suivant le module B31.1 et des 126 étudiants de l'UTC

suivant le module NF01. Ce travail a été réalisé dans le cadre du stage de Master d'Adeline Leblanc. Dans cette section nous présentons le test que nous avons utilisé et sa mise en place avant d'énoncer les résultats obtenus.

11.1 Le test d'utilisabilité

Nous avons utilisé un test d'utilisabilité¹⁰ dans le but de voir comment les étudiants utilisent E-MEMORAE. L'utilisabilité se définit de la manière suivante¹¹ : un système est utilisable lorsqu'il permet à l'utilisateur de réaliser sa tâche avec efficacité, efficience et satisfaction dans le contexte d'utilisation spécifié. En d'autres termes, on considère qu'un logiciel est utilisable lorsque l'utilisateur peut réaliser sa tâche (efficacité), qu'il consomme un minimum de ressources pour le faire (efficience) et que le système est agréable à utiliser (satisfaction). Le concept d'utilisabilité a donné naissance à son propre instrument de mesure : les tests d'utilisabilité.

Notre objectif principal avec un test d'utilisabilité est de voir dans quelle mesure E-MEMORAE peut permettre aux apprenants de découvrir seuls de nouvelles notions. Plus précisément, notre but est de vérifier s'il est utile de :

- indexer et structurer le contenu d'une formation par une ontologie,
- proposer une représentation arborescente de l'ontologie afin de faciliter la navigation au sein des ressources,
- offrir une liste de points d'entrée afin de permettre un accès rapide aux notions principales du cours.

11.2 Protocole du test

Pour des raisons pratiques d'organisation, le test de B31.1 s'est déroulé sur deux séances de deux heures chacune pour deux groupes différents. Les étudiants du premier groupe travaillaient en binôme, alors que les étudiants du deuxième groupe travaillaient en monôme. Par contre, le test de NF01 s'est déroulé sur douze séances d'une heure de TP chacune et pour des raisons logistiques, l'ensemble des étudiants a travaillé en binôme.

Les étudiants ont fait le test dans des salles de TP et avaient accès à un ordinateur avec une connexion internet. Ils ont dû résoudre des problèmes pour B31.1 ou répondre à un QCM

¹⁰ http://egov.wallonie.be/boite_ouils_methodes/pa031301.htm

¹¹ Norme ISO 9241-11

pour NF01. Ces problèmes ou QCM portaient sur des notions qu'ils n'avaient pas étudiées en cours. Pour seule aide, ils avaient à leur disposition E-MEMORAe.

Nous avons mis en oeuvre différents moyens pour observer les étudiants au cours du test. L'historique de navigation de chaque étudiant a été sauvegardé dans la mémoire afin de nous permettre de revenir a posteriori sur leur navigation au sein de l'environnement. Des observateurs, professeurs ou chargés de TD, ont participé aux tests de l'UPJV. Ces observateurs avaient pour consigne de noter tout ce que faisait l'étudiant observé et ne devaient en aucun cas intervenir lors du test.

De plus, un questionnaire a été distribué à la fin du test, il portait sur :

- le profil de l'étudiant,
- la prise en main de l'outil,
- la présentation de l'information (la structure d'arbre, les points d'entrée, etc.).

Ce questionnaire nous a permis de recueillir des informations sur les étudiants et leurs avis sur les différents aspects de l'environnement. Enfin, les tests étaient notés, ces notes reflètent la réussite des étudiants et ainsi nous permettent de savoir si les étudiants ont résolu les exercices ou su répondre aux questions du QCM.

11.3 Résultats

L'étude des réponses du questionnaire montre que plus de 85% des étudiants sont favorables à ce type d'environnement et pensent que E-MEMORAe est une bonne manière de mettre à leur disposition des informations.

L'analyse des questionnaires, des historiques de navigation et des comptes-rendus des observateurs nous a permis de nous rendre compte de la manière dont les étudiants ont navigué au sein de l'environnement. En partant des notions nécessaires à la résolution du problème ou du QCM, nous avons étudié les historiques et les comptes-rendus d'observations afin de retracer le parcours de chaque étudiant. Nous avons pu noter que tous les moyens de navigation ont été utilisés. Ainsi, les étudiants ont principalement utilisé le moteur de recherche ou les points d'entrée pour débiter leur recherche. Ils ont cependant par la suite utilisé la navigation au sein de l'arborescence pour affiner leur recherche. L'étude des questionnaires montre également que parmi les étudiants qui ont utilisé les points d'entrée (environ 75% des étudiants), plus de 85% les ont trouvés pertinents.

Enfin, l'analyse des notes obtenues par les étudiants nous montre que les étudiants ont bien réussi le test. En effet, avec une moyenne d'un peu plus de 15 sur 20 aussi bien à l'UPJV qu'à l'UTC, on peut dire que les étudiants ont passé le test avec succès.

Néanmoins, nous avons également remarqué que la moyenne des étudiants favorables à E-MEMORAe est très proche de celle obtenue par ceux qui n'y sont pas favorables. Une étude des historiques de ces derniers nous a permis de déterminer deux profils. Il y a tout d'abord ceux qui ont très peu utilisé l'environnement et qui se sont basés sur leurs connaissances pour résoudre le test. On peut supposer que ces derniers n'ont pas trouvé utile l'environnement puisqu'ils avaient déjà les connaissances nécessaires à la résolution de l'exercice. Et il y a

ceux qui se sont « éparpillés » dans l'environnement, ils ont accédé à beaucoup de notions sans pour autant trouver ce qu'ils cherchaient. Ce problème peut être lié au fait qu'il s'agissait de leur première utilisation de l'environnement.

Notons tout de même que les remarques ou suggestions que les étudiants ont pu faire sur le questionnaire portaient principalement sur la présentation graphique de l'environnement : l'affichage de l'arbre avec les liens qui se coupent ou les notions qui se chevauchent, format des ressources avec suggestion de passer au format html afin de pouvoir arriver directement sur la partie du cours portant sur la notion sélectionnée, pas de possibilité de revenir en arrière autrement qu'en utilisant l'historique, pas d'aide disponible sur le site ou encore que le site n'est pas assez attrayant.

Ces premiers résultats encourageants nous ont permis de valider notre approche et de poursuivre nos investigations sur l'utilisation d'une mémoire organisationnelle de formation dédiée à l'apprentissage organisationnel, objet du projet MEMORAc2.0.

Chapitre 3 : Le projet MEMORAe2.0

Ce chapitre présente le travail réalisé dans le cadre du projet MEMORAe2.0, projet qui fait l'objet du travail de thèse d'Adeline Leblanc (2005-2008).

Nous avons montré, dans le cadre du projet MEMORAe, l'intérêt d'appliquer les principes et les méthodes de l'ingénierie des connaissances à une formation de type universitaire. Nous avons proposé notamment de considérer une formation universitaire comme une organisation et d'en organiser les connaissances et ressources au sein d'une mémoire organisationnelle basée sur des ontologies. Une expérimentation a montré que les étudiants pouvaient ainsi être plus autonomes dans leur recherche d'information et dans l'appréhension des connaissances d'un domaine donné.

Cependant, l'objectif d'une formation n'est pas uniquement de permettre aux étudiants de s'approprier des savoirs et des savoir-faire, il consiste également à former les étudiants à travailler en équipe, à partager ou échanger leurs connaissances. Afin d'ajouter cette dimension au projet MEMORAe, nous nous sommes intéressés aux travaux sur *l'apprentissage organisationnel*. Ces travaux sont motivés par le fait que les entreprises, et plus généralement les organisations, cherchent à acquérir de nouvelles connaissances et compétences, de manière à accroître leurs performances et leur compétitivité (McEvily et Chakravarthy, 2002). Elles tendent ainsi à devenir des *organisations apprenantes*. Une organisation apprenante peut être vue comme une communauté de pratique (Brilman, 1995). Elle porte ses efforts sur la qualité du raisonnement des individus, sur leurs visions partagées, sur leurs aptitudes à la réflexion, à l'apprentissage en équipe, et à la compréhension des problèmes complexes (Senge, 1990). Un apprentissage organisationnel doit également prendre en compte la distinction désormais classique entre connaissances tacites et connaissances explicites (Nonaka, 1994), et permettre la transmission des connaissances tacites *via* un processus d'externalisation.

Le projet MEMORAe2.0 est une extension du projet MEMORAe. Notre objectif, avec un tel projet, est de tester l'approche MEMORAe dans un contexte d'apprentissage organisationnel. Nous pensons que l'utilisation d'une mémoire organisationnelle comme espace d'échanges pour des communautés d'apprenants est de nature à favoriser ce type d'apprentissage.

Nous précisons d'abord le rôle joué par les connaissances organisationnelles dans un tel contexte. Nous explicitons alors comment, dans la modélisation de notre mémoire, nous tenons compte, d'une part, des communautés d'apprenants et, d'autre part, des compétences à acquérir. Puis nous confirmons notre choix du formalisme des Topic Maps comme formalisme de représentation pour cette modélisation. Nous présentons finalement l'environnement informatique développé, E-MEMORAe2.0, en précisant comment il permet de favoriser et d'organiser les échanges d'informations et de connaissances.

Afin de tester notre environnement, nous conservons nos deux applications privilégiées issues du projet MEMORAe. La première concerne NF01 un cours d'algorithmique et de

programmation dispensé à l'UTC (Université de Technologie de Compiègne), la seconde concerne B31.1 un cours de probabilité et de statistique dispensé à l'UPJV (Université de Picardie Jules Verne).

12 Connaissances organisationnelles

A la différence de la connaissance qui est propre à chaque individu, la connaissance organisationnelle est selon (Prax, 2000), partagée et commune à un groupe de personnes d'une organisation. L'ingénierie des connaissances a pour objet de modéliser les connaissances d'un domaine pour les transmettre (Charlet et al, 2000). Afin d'assurer au mieux la transmission, la modélisation doit être destinée à un public bien défini. Selon (Lhuillier, 2005), « Les connaissances ne deviendront organisationnelles, partagées, que pour la classe de personnes qui les assimile de la même façon. »

Les systèmes de KM ne traitent bien souvent que la diffusion d'informations sans assurance que les utilisateurs aient les moyens de les interpréter correctement afin d'en faire les connaissances partagées qu'on voulait leur transmettre.

Notons que d'une part, le partage de connaissances nécessite souvent une explicitation de ces dernières. Celle-ci consiste principalement à produire des communications que l'on peut classer selon les moyens employés (Lhuillier, 2005) :

- Rédiger et communiquer des documents formalisés sur des supports : rapports, comptes rendus, etc.
- Avoir des échanges peu formalisés : réunions, e-mails, etc.
- Faire une démonstration d'une action.

D'autre part, une bonne communication dépasse la mise à disposition d'informations. Elle nécessite au moins une identification des destinataires ainsi qu'une harmonisation des pratiques de communication, d'échanges utiles pour l'interprétation du message (Lhuillier, 2005). Selon le même auteur, deux principales difficultés doivent alors être surmontées : les définitions du domaine des connaissances à transmettre et celles des situations cognitives des acteurs de la communication.

Il définit le domaine d'une connaissance comme celui qu'il est nécessaire de connaître afin d'extraire une connaissance d'une donnée informationnelle. Il précise que le bon sens et les cartographies ou ontologies de connaissances permettent d'aider à effectuer cette extraction.

Quant à la situation cognitive d'un acteur, il la définit à partir du parcours cognitif que ce dernier a effectué. Les parcours considérés sont définis en fonction d'un domaine de connaissances. Deux personnes auront des situations cognitives semblables si elles ont suivi des parcours cognitifs proches. Ainsi, deux étudiants en informatique partagent une même situation cognitive. Il en va de même pour les acteurs ayant travaillé sur un même projet.

En résumé, parler de connaissances organisationnelles nécessite de définir la collectivité cognitive et le domaine dont il est question. Il s'agit également de s'assurer que les membres d'une telle collectivité échangent entre eux à propos du domaine considéré afin que la mise en commun des connaissances de ce dernier se fasse correctement.

Selon nous, la définition d'une communauté de pratique, telle que nous l'avons donnée en section 3, répond aux contraintes liées à l'expression de connaissances organisationnelles. Ces dernières sont le ciment de l'apprentissage organisationnel (cf. Section 4).

13 Modélisation de la mémoire organisationnelle

13.1 Les différentes mémoires de la mémoire organisationnelle de formation

Une organisation apprenante peut être considérée comme une constellation de communautés de pratiques interconnectées les unes aux autres (Wenger, 1998, p127). Mettre à disposition des acteurs d'une telle organisation des espaces d'échanges, de partages d'idées et de ressources organisés autour d'une ontologie peut être un moyen de favoriser l'expression de connaissances organisationnelles et, de ce fait, l'émergence de communautés de pratique.

Précisons que dans le contexte d'une organisation de type formation, les connaissances organisationnelles sont les connaissances que les enseignants veulent transmettre et que les apprenants doivent assimiler. Les acteurs d'une telle organisation doivent donc pouvoir échanger à propos de ces connaissances.

Rappelons également qu'une mémoire organisationnelle de formation regroupe les connaissances et les ressources de la formation, son but est de faciliter leur accès, leur partage et leur capitalisation. Dans le cadre du projet MEMORAe2.0, nous proposons donc de mettre à disposition de chaque communauté d'apprenants une mémoire organisationnelle comme espace d'échanges et de partage.

Afin de tenir compte des différents niveaux d'apprentissage encouragés par les organisations apprenantes, nous avons finalement retenu la typologie de Girod (cf. Section 9.1) pour modéliser les différentes mémoires liées à de telles organisations. Nous proposons que dans un contexte d'apprentissage organisationnel les trois types de mémoires partagent les mêmes ontologies (domaine et application) : celles définissant les connaissances organisationnelles liées à la formation. Nous précisons ci-dessous le rôle de ces différentes mémoires dans ce contexte :

- mémoire privée ou individuelle : elle constitue un espace de travail dans lequel l'apprenant peut stocker ses propres ressources. Ces dernières ne doivent pas être déconnectées de l'organisation, aussi proposons-nous de les indexer via les ontologies présentes dans la mémoire de l'organisation. Elles restent cependant accessibles uniquement par l'apprenant propriétaire de cet espace.
- mémoire de groupe : elle constitue un espace de travail dans lequel les membres d'un groupe (binôme, équipe projet...) peuvent stocker les ressources liées à l'intérêt du groupe. De la même façon que pour la mémoire privée, les ressources sont indexées par les ontologies présentes dans la mémoire de l'organisation et restent accessibles uniquement par les apprenants propriétaires de cet espace.

- mémoire de l'organisation : elle regroupe les connaissances, compétences et bonnes pratiques liées à la formation elle-même, c'est-à-dire les connaissances académiques à transmettre. Elle est accessible par l'ensemble des apprenants suivant la formation associée à la mémoire. Les ressources mises à disposition sont indexées par les ontologies définies par le ou les responsable(s) de la formation et sont placées dans la mémoire par ces derniers.

L'usage d'ontologies partagées par l'ensemble des mémoires permet non seulement de définir les notions à appréhender, d'indexer les ressources liées à la formation mais doit également favoriser l'externalisation de connaissances tacites liées à la formation via la possibilité d'échanger autour des notions à appréhender. A cette fin, nous proposons de considérer et modéliser ces échanges comme autant de ressources qui seront indexées par les concepts ontologiques concernés.

Pour finir, nous modélisons les différents niveaux de mémoire présentés ci-dessus comme autant de mémoires réparties en deux catégories : mémoire individuelle ou mémoire de groupe. Cette seconde catégorie se spécifie selon le groupe considéré : l'ensemble des apprenants de la formation, les apprenants travaillant sur un même projet (binôme, trinôme, etc.), les apprenants travaillant en équipe (révision, prospection, etc.). Ces différentes mémoires se distinguent principalement par les droits d'accès associés (définition des membres), l'objet de sa constitution (projet, équipe, organisation/cours), les ressources stockées.

Un même apprenant peut appartenir à différents groupes et donc accéder à différentes mémoires. L'ensemble des mémoires s'appuie cependant sur les mêmes ontologies de l'organisation (du cours). Seules les ressources ne sont pas partagées, exceptées celles de la mémoire du cours mises à disposition par l'équipe dirigeante, et restent donc accessibles uniquement aux acteurs ayant les droits adaptés.

Nous respectons ainsi les conditions de formation des constellations de communautés de pratiques au sein d'une organisation apprenante. Les communautés membres associées chacune à une mémoire définie :

- partagent des racines historiques ;
- ont des projets inter-reliés ;
- appartiennent à une même institution ;
- ont des membres en commun ;
- partagent des artefacts ;
- ont des proximités d'interaction ;
- sont en concurrence pour les mêmes ressources.

D'un point de vue pratique, nous avons repris les travaux effectués dans le cadre du projet MEMORAE pour mettre en œuvre nos choix de modélisation. Nous utilisons donc une ontologie de domaine et plusieurs ontologies d'applications. Si les ontologies d'application

n'ont pas nécessité de modification, l'ontologie de domaine a dû être étendue (cf. Figure 9). Dorénavant elle tient compte :

- de différents types de mémoires : types issus des travaux de Girod,
- de groupes d'acteurs : définition des membres d'une communauté, un groupe étant associé à une mémoire,
- des droits d'accès dépendant des fonctions des acteurs : un même acteur peut remplir plusieurs fonctions,
- des possibilités d'échanges : la sous-ontologie ressource se substitue à celle des documents. Nous distinguons ainsi les ressources dont l'objet est de communiquer un contenu, les ressources dont l'objet est d'inciter à une action (énoncé d'exercice, de problème), les ressources dont l'objet est d'échanger des informations et enfin les ressources de coordination.

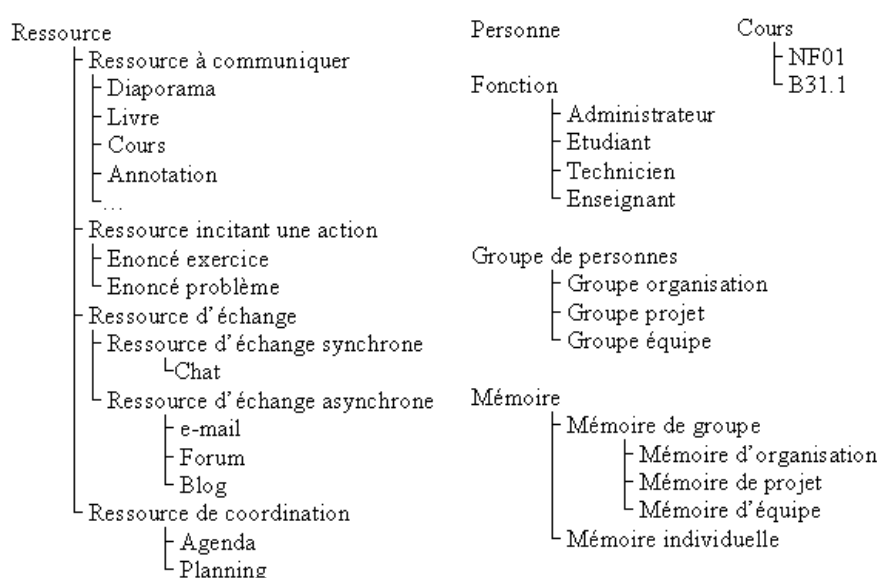


Figure 9 : Extrait de l'ontologie de domaine.

13.2 Les compétences

13.2.1 Définition

Apprendre peut être considéré comme l'aboutissement de l'acquisition de nouvelles compétences (Sicilia, 2005) et nous pouvons ajouter de nouvelles connaissances. Une compétence est une façon de mettre en pratique une connaissance dans un contexte spécifique. D'un point de vue éducationnel, la connaissance est définie comme l'ensemble des notions ou principes qu'une personne acquiert par l'étude, l'observation ou l'expérience issue de compétences.

Le processus d'acquisition de compétences part d'un besoin dans un contexte donné. Il peut induire la recherche et la sélection de ressources pertinentes. De nombreuses ressources peuvent être utilisées durant un apprentissage et plus particulièrement un e-learning. Le e-learning nécessite alors une gestion organisationnelle complexe, dans laquelle le manque de compétences requises provoque la recherche de contenus appropriés (Sicilia, 2005). Les différentes définitions du concept de compétence semblent toutes s'accorder autour de trois caractéristiques fondamentales (Harzallah et Vernadat, 2002) : les ressources, les contextes et les objectifs.

1 - Une compétence est constituée à partir de ressources structurées en catégories. (Harzallah et al, 2002) considèrent trois catégories principales : connaissance, savoir-faire et comportement.

- La connaissance est quelque chose que nous acquérons et stockons intellectuellement. Elle concerne tout ce qui peut être appris dans un système éducatif. Par exemple, cette catégorie concerne la connaissance théorique et la connaissance procédurale.
- Le savoir-faire est lié à l'expérience personnelle et les conditions de travail. Il est acquis par la mise en pratique de connaissances dans un contexte spécifique.
- Le comportement est un caractère individuel qui mène quelqu'un à agir ou réagir d'une certaine façon dans certaines circonstances.

2 - Le contexte de compétence est lié à l'environnement dans lequel la compétence s'exprime. Il représente les conditions et les contraintes dans lesquelles les compétences doivent être mobilisées.

3 - Une compétence est motivée par un objectif. Il est caractérisé par l'obtention d'un but ou l'accomplissement d'une ou plusieurs tâche(s).

Pour (Abecker & Decker, 1999), les connaissances d'une organisation correspondent à la collection d'expertises, d'expériences et d'informations que les acteurs et les groupes de travail, au sens large, utilisent pour la réalisation de leurs tâches. La frontière entre connaissance et savoir-faire n'est donc pas aussi nette. Le rôle joué par les connaissances dans la définition des compétences reste cependant indiscutable. Nonaka (Nonaka, 1994) précise que les connaissances tacites et explicites sont au cœur des compétences de l'organisation.

Pour conclure, acquérir des compétences nécessite de sélectionner des ressources, de gérer leur combinaison et de contrôler leur mise en pratique.

Selon Baugh (Baugh, 1997), nous pouvons distinguer deux sortes de compétences :

- les compétences "dures" : elles identifient les processus intellectuels que nécessite la réalisation d'une activité.
- Les compétences "molles" : elles correspondent à des comportements personnels, des traits de caractères (Wooddruff, 1991), par exemple : aptitudes à travailler avec les autres, leadership, etc.

Dans ce qui suit, par abus de langage, nous emploierons le vocable de compétence pour signifier compétence « dure ».

13.2.2 Gestion des compétences dans MEMORAe2.0

Dans le cadre du projet MEMORAe2.0, nous nous intéressons aux compétences « dures » et plus particulièrement aux connaissances mises en pratiques par une compétence, son contexte et son objectif. Cependant, la modélisation des échanges effectués au sein de l'environnement pourrait constituer un point de départ afin de nous permettre de définir et d'étudier l'apport de certaines compétences « molles » dans l'apprentissage.

Notre travail sur la modélisation de compétences est récent et en cours de réflexion. Il a démarré suite à plusieurs observations :

1- Les formations basées sur l'acquisition de compétences (competency-based training) sont critiques pour créer et maintenir un environnement de travail de haute performance (O'Neill et Hewitt, 2005). Selon (Ng et al, 2006), les programmes de formation de haute qualité doivent permettre d'améliorer la performance des acteurs d'une organisation et les aider à obtenir les aptitudes requises en :

- spécifiant les savoir-faire requis,
- identifiant les ressources nécessaires aux acteurs,
- ajustant la formation aux besoins en compétences,
- permettant de développer un ensemble d'aptitudes, de connaissances et d'attitudes,
- permettant de tester les aptitudes d'un acteur selon une échelle d'évaluation.

Ainsi, un environnement e-learning dédié à un tel programme de formation nécessite de décrire formellement les compétences et les informations relatives (les connaissances à mettre en pratique, les ressources d'apprentissage) afin de permettre aux apprenants d'accéder aux bonnes ressources. Ces données devraient être incluses comme éléments du LOM (Sanchez-Alonso et Sicilia, 2005).

2- Dans le domaine de la gestion des compétences, ces dernières sont considérées comme une sorte de connaissance et doivent donc être modélisées et accédées comme toute connaissance de la mémoire (Vasconcelos et al, 2001). Elles peuvent être considérées comme des méta-connaissances (Pitrat, 1991), c'est-à-dire des connaissances sur les connaissances.

3- A l'instar des connaissances, pour naviguer au sein de la mémoire, les utilisateurs ont besoin d'un vocabulaire commun définissant et structurant les compétences.

Le consortium IMS s'est intéressé à la définition des compétences dans un contexte d'apprentissage. Il a créé en 2002 la spécification Reusable Definition of Competency or Educational Objective (IMS-RDCEO 2002). Celle-ci a permis d'établir un model informationnel visant à décrire, référencer et échanger les définitions de compétences dans un tel contexte. Dans le cadre de ce travail, le concept de compétence est cependant défini au sens large incluant savoir-faire, connaissance, tâches, et résultats d'apprentissage. Sa définition est de plus exprimée sous forme textuelle.

Une telle définition est donc difficilement exploitable par un système e-learning servant les ambitions précédemment décrites. De même, selon (Paquette, 2007), un système e-learning ne pourra pas offrir à ses utilisateurs des activités d'apprentissage personnalisées sans une bonne

représentation des connaissances et des compétences mises en œuvre. Il propose que cette représentation soit basée sur un modèle structurel. Il reprend la définition d'une compétence comme étant la combinaison de savoir-faire, d'attitudes (comportements) et de connaissances permettant à un groupe ou une personne de tenir un rôle dans une organisation. Le modèle qu'il présente est finalement composé d'un énoncé de la compétence considérée, d'un savoir-faire générique pouvant nécessiter des précisions utilisant des indicateurs de performance, et d'au moins une connaissance à mettre en œuvre. L'énoncé consiste en une phrase précisant que le savoir-faire générique peut être appliqué à la connaissance spécifiée.

Dans sa proposition, (Paquette, 2007) précise que la partie connaissance d'une compétence peut être définie au moyen d'un concept, d'une procédure, d'un principe ou d'un fait appartenant à une ontologie de domaine. Quant au savoir-faire générique, il le définit au sein d'une ontologie de domaine, considérée comme une extension d'une ontologie des compétences.

Les compétences ainsi définies servent finalement à annoter des ressources, qu'elles soient humaines ou non.

Dans le cadre du projet MEMORAe2.0, nous sommes également convaincus de la nécessité de modéliser formellement et de représenter les compétences afin de pouvoir les exploiter dans un système e-learning. Pratiquement, nous proposons de poursuivre les choix de modélisation des connaissances effectués dans le cadre du projet MEMORAe et donc de modéliser les compétences au moyen de deux ontologies : une ontologie de domaine et une ontologie d'application.

L'ontologie de domaine permet de modéliser les compétences indépendantes de toute application. Elle reprend ainsi les définitions formelles proposées dans le modèle de données du IEEE Ltsc (IEEE-Ltsc-wg20) : *identifier, title, description, definition, metadata*. Dans une telle ontologie (cf. Figure 10), nous trouvons une définition des compétences selon une taxonomie de compétences primitives (Vasconcelos & al 2003).

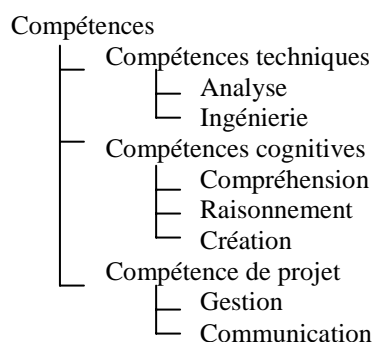


Figure 10 : Extrait de l'ontologie de domaine des compétences.

La seconde ontologie (ontologie d'application) définit les compétences spécifiques à l'objet de la formation. Par exemple les compétences en résolution de problème de transport sont des compétences en résolution de problème.

Comme pour la modélisation des connaissances, ces deux ontologies ne sont pas indépendantes. La deuxième est nécessairement liée à la première. Par exemple, une compétence en résolution de problème est une compétence d'ingénierie qui est, elle-même, une compétence technique.

Finalement, l'ontologie des compétences est liée à l'ontologie des connaissances par le biais de relations telles que *met en pratique* ou bien *nécessite*. Nous adhérons ainsi aux propositions effectuées dans (Paquette, 2007) sur l'utilisation d'ontologies.

Ce travail de modélisation vient de commencer et est en cours d'approfondissement. Ainsi il est notamment nécessaire de nous interroger sur la modélisation des savoir-faire qui sont généralement exprimés par des verbes dans les projets concernés par cette dernière.

13.3 Confirmation du choix du formalisme de représentation

Le choix du formalisme des Topic Maps, effectué dans le cadre du projet MEMORAE, s'est avéré judicieux pour la représentation de nos différentes mémoires et principalement leurs droits d'accès.

Deux possibilités ont été envisagées :

- définir les droits d'accès selon le groupe d'individus associé à la mémoire. Un individu n'accèdera à une mémoire que s'il est membre du groupe à laquelle elle est associée et il aura les droits définis sur le groupe,
- définir les droits d'accès en tenant compte de la fonction d'un individu et de la mémoire d'accès. Il n'y a donc plus de droits associés au groupe.

Suite à la demande d'enseignants futurs utilisateurs de pouvoir accéder aux différentes mémoires de travail, c'est la deuxième possibilité qui a été retenue. Un individu, s'il a la fonction autorisée (par exemple, chargé de cours, chargé de TD), pourra accéder en lecture à une mémoire de groupe sans être membre du groupe en question.

Afin de représenter ce choix de modélisation, nous avons créé l'association n-aires 'accès-droit-utilisateur' à quatre membres. Un premier membre joue le rôle de *fonction utilisateur* ; un deuxième membre joue le rôle de *utilisateur* ; un troisième membre joue le rôle de *mémoire d'accès* ; enfin, le dernier membre joue le rôle de *droits d'accès*.

L'exemple suivant précise que Stéphane est une personne, qu'il a pour fonction étudiant pour les droits d'accès en lecture/écriture sur la mémoire M1.

```
<topic id= "t-Stéphane">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#t-Personne" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <scope><topicRef xlink:href="#FR"/></scope>
    <baseNameString> Stéphane </baseNameString>
  </baseName>
</topic>
```

```

<topic id= "t-M1">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#t-Memoire" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString> Mémoire de projet </baseNameString>
  </baseName>
</topic>

<topic id= "t-D1">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#t-Droit-Accès-User" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <scope><topicRef xlink:href="#FR"/></scope>
    <baseNameString> Droit 1 </baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#R-RW" />
    </instanceOf>
    <resourceData> R/W <resourceData/>
  </occurrence>
</topic>

<topic id= "t-F1">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#t-Fonction" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString> Etudiant </baseNameString>
  </baseName>
</topic>

<association id= "A-LA1" >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#t-Droit-Accès-User " />
  </instanceOf>
  <membre>
    <roleSpec> Utilisateur </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-Stéphane"/>
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec> Mémoire d'accès </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-M1"/>
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec> Droits d'accès </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-D1"/>
  </membre>
</association>

```

```

    <roleSpec> Fonction utilisateur </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-F1"/>
  </membre>
</association>

```

Nous exploitons également des relations n-aires afin de représenter les membres d'un groupe. Chaque individu, représenté par un sujet, jouera le rôle de *membre-de* d'un membre de l'association *est-membre-du-groupe*, un dernier membre jouera le rôle de *groupe-constitué*.

L'exemple suivant précise dans l'association *A-MG1* que *Gilles, Pierre, Marine et Camille* sont membres du groupe *G1*.

```

<association id= "A-MG1" >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#t-Membres-de-groupe" />
  </instanceOf>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#t-membre-de"/>
    </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-Gilles"/>
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#t-membre-de"/>
    </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-Pierre"/>
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#t-membre-de"/>
    </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-Marine"/>
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#t-membre-de"/>
    </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-Camille"/>
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#t-groupe-constitué"/>
    </ roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#t-G1"/>
  </membre>

```

La création d'une association permettra de faire le lien entre un groupe et une mémoire.

Dans une première version de notre environnement, aucune modélisation des droits d'accès n'avait été clairement pensée. L'usage de drapeaux au sein de tables dans la base de données

avait permis la mise en œuvre de tels droits. Le fait de les modéliser explicitement nous permet, d'une part, d'avoir une gestion homogène des connaissances de notre mémoire, et d'autre part, d'envisager de prendre en compte cette modélisation dans des raisonnements ultérieurs.

14 L'environnement E-MEMORAe2.0

L'environnement E-MEMORAe2.0 a pour but de faciliter l'apprentissage organisationnel dans le cadre d'une formation universitaire. Il est le prolongement de l'environnement E-MEMORAe. Cet environnement permet d'aider les utilisateurs de la mémoire à appréhender les notions d'une formation donnée en facilitant les échanges, le transfert des connaissances au sein d'une communauté d'apprenants (échanges mis en œuvre au moyen de technologies Web2.0).

14.1 L'accès aux connaissances

L'environnement permet de naviguer dans l'ontologie d'application dédiée à la formation choisie et ainsi de découvrir les ressources indexées par les notions définies. Le principe général est de proposer à l'apprenant à chaque instant et simultanément un ensemble d'informations présentant directement ou localisant avec précision ce qu'il recherche, et un ensemble de liens qui, représentés visuellement, lui permet d'affiner sa recherche par navigation.

Concrètement, l'interface (cf. Figure 11) reprend les principes de l'environnement E-MEMORAe. Même si la charte graphique a évolué, on retrouve les fonctionnalités suivantes :

- une liste de points d'entrée (partie gauche de l'écran) permettant d'initier la navigation à partir d'un concept donné : un point d'entrée est un élément de l'ontologie qui constitue un accès direct à un concept de la mémoire et donc à la mémoire des notions elle-même ;
- une courte définition de la notion choisie : elle donne d'emblée à l'apprenant un premier aperçu de la notion et lui permet de juger s'il doit l'approfondir ou pas ;
- la partie de l'ontologie circonscrivant la notion courante ;
- une liste de ressources dont les contenus sont associés au concept considéré à l'instant courant et sont présentés selon leur type (livres, cours, sites, exemples, commentaires, etc.) : à chaque notion est associée des ressources que l'apprenant pourra atteindre immédiatement. Des descriptions liminaires des ressources sont données, qui conduisent l'étudiant à choisir de les consulter ou pas ;
- l'historique du parcours réalisé : celui-ci permet à tout moment à l'apprenant de se remémorer le parcours qu'il a suivi jusqu'alors, et bien entendu de revenir quand il le désire sur telle ou telle notion qui a été provisoirement écartée.

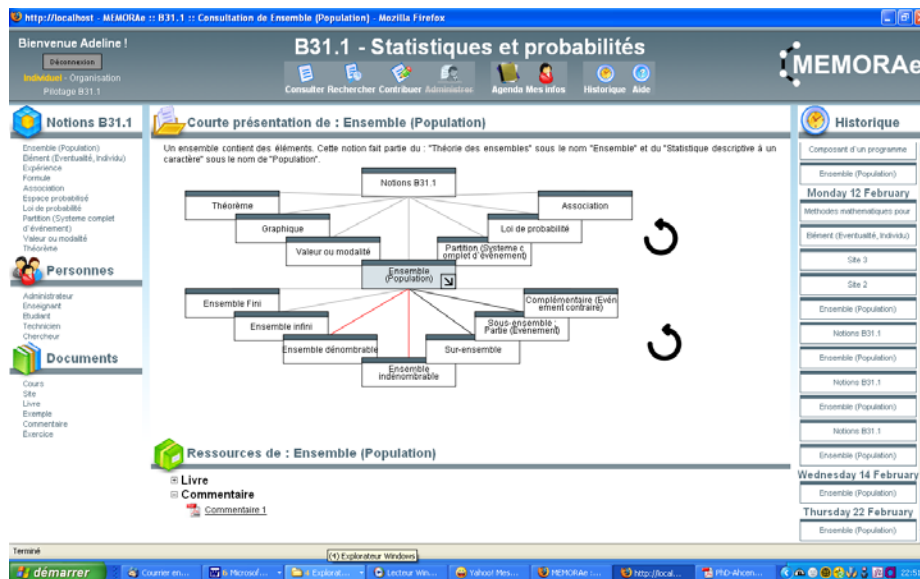


Figure 11 : Interface de navigation dans la mémoire.

Afin de gérer l'accès aux différentes mémoires, nous proposons à l'utilisateur de sélectionner une des mémoires auxquelles il a droit d'accéder. Par défaut, l'utilisateur visualise sa mémoire individuelle, information indiquée dans le bandeau haut, à gauche (le nom de la mémoire, *individuel*, est en jaune). S'il souhaite visualiser une autre mémoire, il doit alors cliquer sur le nom correspondant à la mémoire choisie. Ce nom prend alors la couleur jaune.

14.2 L'échange des connaissances

Les ontologies permettent d'organiser et de capitaliser les échanges. En effet, afin de faciliter l'externalisation des connaissances tacites, nous avons choisi d'associer à chaque concept de l'ontologie d'application ce que nous avons appelé des ressources d'échange. Une ressource d'échange concerne donc un concept et peut être asynchrone (forum, blog, e-mail) ou bien synchrone (chat). Elle donne l'opportunité aux membres d'un groupe d'échanger et partager des informations sur un sujet, ce dernier étant le concept qui indexe la ressource d'échange en question.

Afin de mettre en pratique notre approche, nous avons utilisé différents outils dans l'environnement E-MEMORAE2.0. Ainsi nous associons à chaque mémoire de formation un forum dont les domaines correspondent aux concepts de l'ontologie d'application. De cette façon, les échanges sont capitalisés et accessibles aux acteurs de la formation selon leurs droits. De la même façon, nous prévoyons d'associer un blog à chaque mémoire dont les billets correspondent aux concepts de l'ontologie d'application. Contrairement au forum, un blog permet une réflexion non pas autour d'une question mais autour d'une idée, d'une argumentation, d'un exposé.

Notons que, selon notre conception, les annotations ne sont pas des ressources d'échange mais des ressources de communication. En effet, elles ne visent pas une réponse. Elles

permettent aux apprenants de faire des remarques sur une ressource afin, par exemple, d'inciter les autres membres de leur groupe à la consulter. Elles peuvent concerner une notion afin de préciser qu'elle est difficile à appréhender. Elles peuvent également être utilisées à des fins personnelles comme note de lecture.

Enfin, afin de faciliter l'utilisation de l'environnement, nous avons conservé un mode d'échange libre : le courrier électronique. Celui-ci permet un échange libre sur un sujet également libre. Un groupe peut s'en servir par exemple pour mettre au point un rendez-vous téléphonique ou bien pour planifier un projet.

Actuellement ces échanges informels ne sont réalisés que sous forme écrite, nous prévoyons d'offrir de les effectuer sous forme orale via l'utilisation de technologies Internet (par exemple skype).

14.2.1 Gestion d'une mémoire

Lors de sa connexion, l'utilisateur accède directement à sa mémoire individuelle (cf. Figure 11). Il peut alors naviguer dans l'ontologie d'application de la formation afin d'accéder aux ressources qu'il a lui-même ajoutées. Un clic sur l'un des liens en haut à gauche lui permet d'accéder aux autres mémoires.

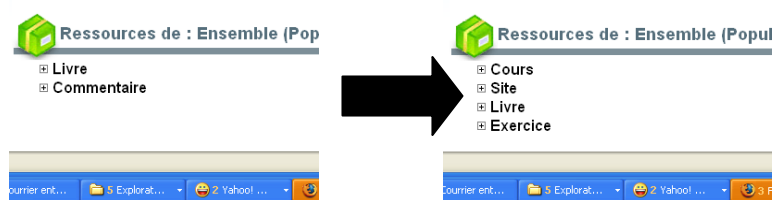


Figure 12 : Visualisation des ressources des mémoires *individuelle* et *formation*.

Un changement de mémoire permet de visualiser les différentes ressources stockées dans la mémoire sélectionnée. Ainsi la figure 12 nous montre que l'utilisateur a indexé deux types de ressources qui ne sont visibles que dans sa mémoire individuelle (livre et commentaire) alors que l'organisation, quant à elle, permet l'accès à d'autres ressources telles que des cours, des exercices, des sites web ou encore d'autres livres.

L'utilisateur peut également ajouter des points d'entrée dans sa mémoire individuelle ou bien dans une mémoire de groupe à condition qu'il ne s'agisse pas de la mémoire de l'organisation elle-même (cf. Figure 13). Cette possibilité offre un moyen de définir un accès direct à une notion de la mémoire. Il n'est cependant pas possible de modifier les accès directs mis en place par l'équipe dirigeante de la formation. Ceux-ci sont définis pour des raisons pédagogiques et partagés par toutes les mémoires.

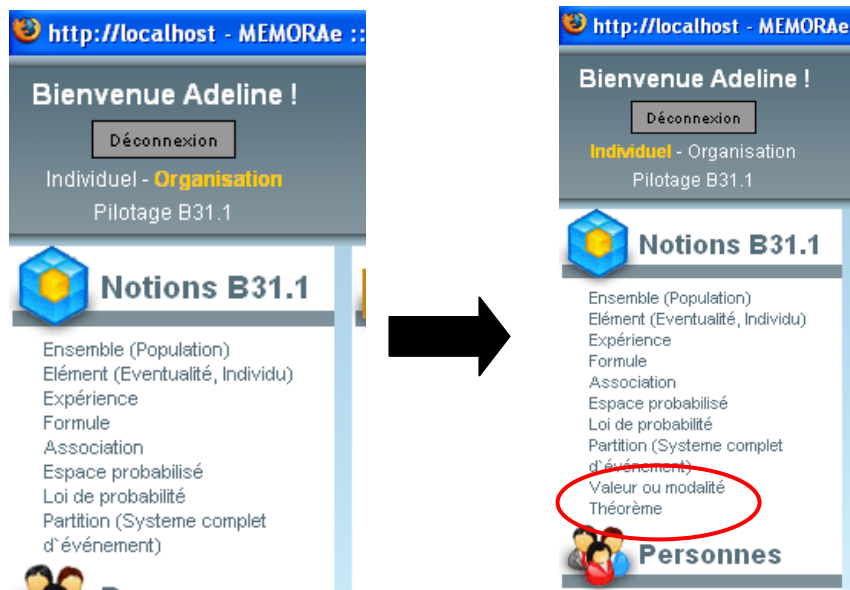


Figure 13 : Visualisation des points d'entrée des mémoires individuelle et organisation.

14.2.2 Forum

Les forums ou groupes de discussions désignent les lieux d'échanges sous forme de messages électroniques. Organisés généralement par thèmes, ils rassemblent les internautes qui échangent des avis, des informations ou formulent des questions sur les sujets qui les intéressent. Un utilisateur pose des questions et d'autres utilisateurs fournissent des réponses.

D'un point de vue pédagogique, les forums sont donc très intéressants. Cependant, comme l'ont souligné (George & Hotte 2003), les forums présents sur les plates-formes pédagogiques ne sont pas spécifiques au contexte d'apprentissage. Un forum est mis à disposition comme lieu d'échanges sans tenir compte de l'objet de la formation dont il est question. Les activités de communication sont indépendantes des activités d'apprentissage (Looi 2001).

Notre objectif, dans le cadre du projet MEMORAE2.0, est de faciliter l'externalisation des connaissances tacites par l'usage d'un forum dont les activités de communication seront indexées sur les activités d'apprentissage.

14.2.2.1 Principes

Nous proposons, au sein de E-MEMORAE2.0, d'organiser les échanges informels autour des notions à appréhender. Pour ce faire, nous avons construit un forum de discussions à partir de l'ontologie d'application dont les concepts définissent les notions à appréhender.

Concrètement, chaque concept de l'ontologie d'application représente un thème prédéfini du forum. Les échanges produits sont stockés dans une ressource d'échange qui est indexée par le concept représentant le thème dont il est question. Le principe est le suivant : il est créé autant de ressources d'échanges que de questions émises. Les réponses apportées aux questions sont stockées dans la ressource. Finalement le titre de la ressource correspond à la question, un espace de la ressource est cependant prévu afin de mieux spécifier cette dernière, le reste du contenu de la ressource est destiné au stockage et donc à la capitalisation des

diverses réponses avec une indication sur la date et l'auteur des échanges. La figure 14 illustre dans la catégorie forum des ressources associées à la notion *ensemble(Population)* les questions émises concernant cette notion.

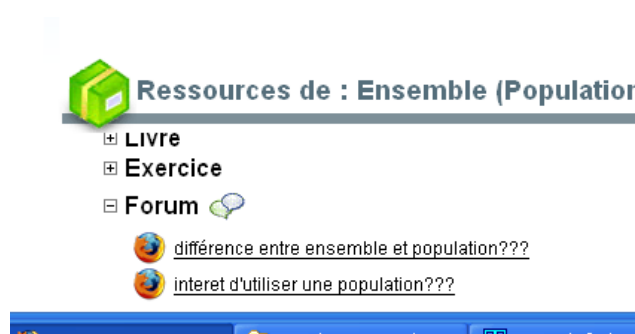


Figure 14 : Ressources de type forum associées à la notion ‘ensemble(Population)’.

La figure 15 présente le contenu d’une ressource de type forum. On y trouve la question formulée (le titre de la ressource), le développement de la question et des informations relatives à son émission (auteur, date et heure).



Figure 15 : Contenu d’une ressource de type forum.

14.2.2.2 Scénarios d’utilisation

La finalité d’un forum de discussions est de permettre l’échange d’informations entre les différents utilisateurs. En posant une question, un utilisateur peut accéder à une nouvelle connaissance. En répondant à une question, un utilisateur peut être amené à externaliser des connaissances tacites. Ce type de connaissances, parce que souvent enraciné dans l’action (tour de main, intuitions, pressentiment, etc.) est difficilement exprimable. Il s’agit souvent de connaissances individuelles transmises dans un mode Maître/Apprenant lors de pratiques ou de discussions (Grundstein and Barthès, 1999). Un forum apparaît donc adapté comme moyen d’externalisation des connaissances tacites.

Dans le cadre de l'approche MEMORAE, lorsqu'un utilisateur souhaite émettre une question, il a le choix de la poser à un individu donné ou bien à un groupe d'individus. Le forum est destiné à être utilisé par un groupe d'individus. L'utilisation de l'e-mail permettra l'envoi de la question à l'individu souhaité.

Les thèmes du forum étant organisés selon l'ontologie des notions à appréhender, le fait de consulter une notion permet également de poser des questions à son sujet. Pour ce faire, l'utilisateur doit choisir la mémoire de groupe qu'il souhaite considérer. Ce choix conditionne les personnes à qui est adressée la question (les membres du groupe associé à la mémoire). Il doit alors accéder aux ressources attachées à cette notion puis sélectionner les ressources de type *forum*. Deux cas de configuration sont alors possibles :

- La question a déjà été émise par un autre utilisateur, membre du groupe considéré. Il est alors possible de lire les réponses déjà produites et de réagir par rapport à ces dernières (cf. Figure 15).
- La question n'est pas déjà présente. Il s'agit alors de la poser en créant une nouvelle ressource (clic sur l'icône *bulles* à droite de l'indication des ressources de type *forum*). Un formulaire s'affiche afin de préciser la question (cf. Figure 16).

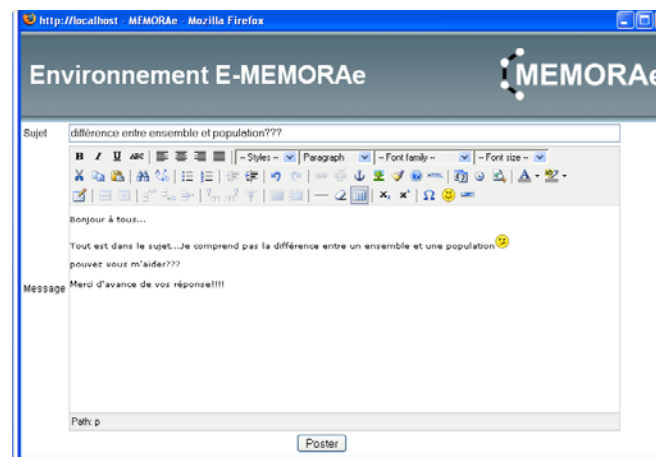
The image shows a web browser window with the address bar displaying 'http://localhost: MEMORAE Mozilla Firefox'. The page title is 'Environnement E-MEMORAE' and the MEMORAE logo is in the top right. The main content area is a form for creating a new forum resource. It has a 'Sujet' (Subject) field with the text 'différence entre ensemble et population???' and a rich text editor below it. The text editor contains the message: 'Bonjour à tous...
Tout est dans le sujet...Je comprend pas la différence entre un ensemble et une population
pouvez vous m'aider???' followed by a yellow smiley face icon. Below the text editor is a 'Message' field with the text 'Merci d'avance de vos réponses!!!!'. At the bottom of the form is a 'Poster' button.

Figure 16 : Création d'une ressource de type forum.

Selon la même philosophie, lorsqu'un utilisateur accède aux ressources de type forum associées à une notion, il peut contribuer à la discussion en sélectionnant le bouton *répondre* en fin de présentation du contenu (cf. Figure 17).

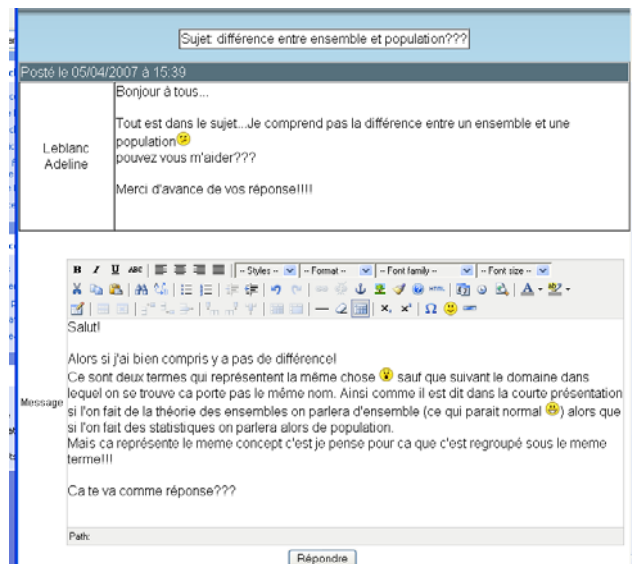


Figure 17 : Contribuer à une discussion.

L'ensemble des discussions autour des notions est accessible aux membres du groupe associé à la mémoire dans laquelle la discussion s'est produite.

15 Premier retour d'expérience

Dans cette section nous présentons une première exploitation de l'environnement E-MEMORAE2.0. Bien que le travail de modélisation des compétences ne soit pas terminé et que l'année universitaire touchait à sa fin, nous avons souhaité avoir un premier retour de la part d'étudiants : les aspects forum de discussions et gestion des différentes mémoires étaient opérationnels.

Notre objectif principal était de nous rendre compte de l'intérêt d'utiliser E-MEMORAE2.0 pour faciliter les échanges au sein d'une communauté d'apprenants. Plus précisément, nous souhaitions nous assurer que les apprenants :

- naviguaient dans les différentes mémoires selon leurs droits,
- indexaient et donc stockaient de nouvelles ressources dans leur mémoire privée ou la mémoire du groupe auquel ils appartenaient,
- utilisaient le forum tel que nous l'avons conçu.

Cette première expérience s'est donc traduite par un test d'utilisabilité mené au mois de juin 2007 auprès de 16 étudiants de MIAGE de l'UPJV suivant le cours B31.1. Les étudiants suivant ce cours sont très peu nombreux ce semestre et seuls les étudiants venant régulièrement en cours se sont vus offrir la possibilité d'utiliser E-MEMORAE2.0.

Concrètement, le test n'a duré que trois semaines, c'est-à-dire jusqu'à la fin de l'année universitaire. Les étudiants ont été regroupés par binôme et chaque binôme a eu un problème à résoudre. Chacun des étudiants a bénéficié pendant ces trois semaines d'un accès à la mémoire de cours, d'une mémoire privée. Une mémoire de groupe a été créée par binôme.

Dans chacune de ces mémoires de groupe a été ajouté un point d'entrée permettant d'accéder à la représentation du problème par un concept de l'ontologie. Les compétences requises pour le solutionner n'étant pas représentées, les connaissances devant être mises en pratique ont directement été liées au concept représentant le problème. Ceci a été réalisé au moyen de couples de la relation *met-en-oeuvre* entre le type de problème donné et les notions à appréhender. L'ontologie d'application a été étendue à cette fin.

Seuls les login, mots de passe et nom de la mémoire de leur binôme ont été donnés aux étudiants. L'énoncé du problème n'a pas été distribué, les étudiants ont dû accéder à leur mémoire de binôme, puis au concept représentant leur problème avant de lire ou télécharger la ressource *énoncé de problème* associée à ce dernier.

A titre d'illustration, la figure 18 présente trois problèmes de type *Prob : Loi/Estimation/Tests d'hypothèse*. Le problème *Prob2* étant sélectionné, l'apprenant peut accéder aux ressources associées. Parmi ces dernières nous trouvons l'énoncé du problème.

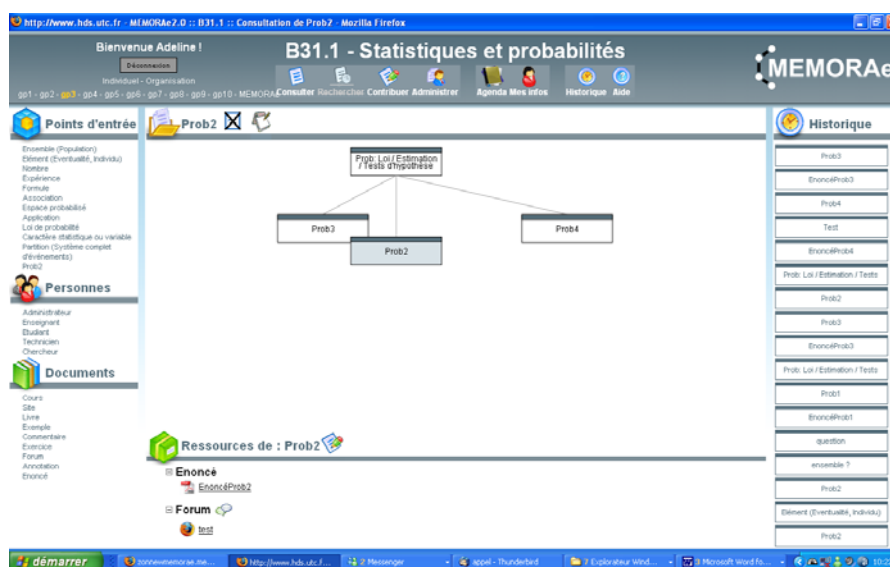


Figure 18 : Accès aux ressources liées au problème Prob2.

La figure 19 présente les connaissances que le type de problème *Prob : Loi/Estimation/Tests d'hypothèse* met en œuvre.

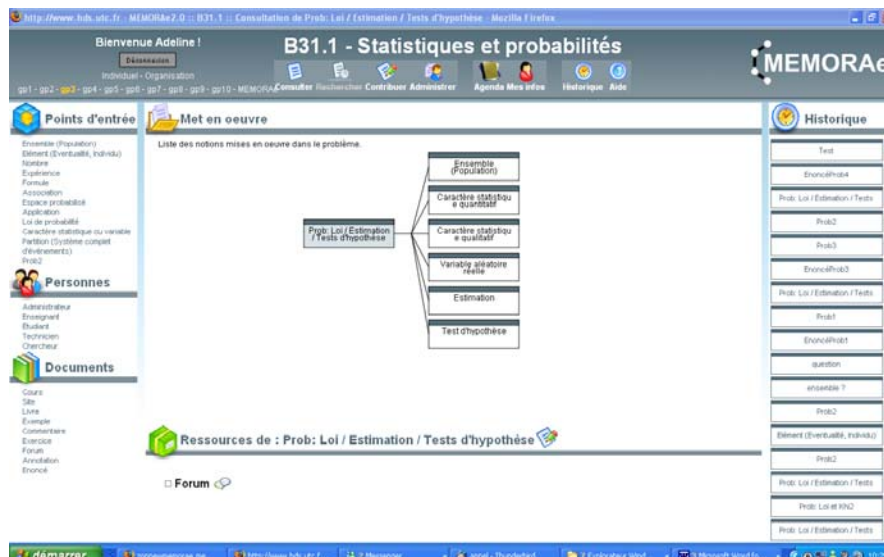


Figure 19 : Visualisation des connaissances mises en œuvre par un problème de type Prob : Loi/Estimation/Tests d'hypothèse.

Avant la mise à disposition de l'environnement auprès des étudiants, l'enseignant responsable du cours en a fait une courte présentation en précisant qu'un guide d'utilisation était présent dans E-MEMORAe2.0.

Une rapide étude des historiques de navigation montre que l'ensemble des étudiants a accédé à l'énoncé du problème et aux trois mémoires (individuelle, groupe et organisation). Parmi ceux qui ont réellement utilisé l'environnement (10), c'est-à-dire qui ne sont pas limités à télécharger l'énoncé du problème, la quasi-totalité a exploité le lien *met-en-œuvre*. Le forum a été utilisé mais au vu des questions, il ne s'agissait que d'une manœuvre pour s'assurer de son fonctionnement. Enfin, cinq étudiants ont ajouté des ressources (essentiellement des liens vers des sites web) dans leur mémoire individuelle, une seule ressource a été ajoutée dans une mémoire de groupe.

Le problème n'était pas noté, seuls deux groupes ont remis un résultat à l'enseignant. Le résultat a été jugé correct par ce dernier.

Pour finir, nous situons cette première exploitation de E-MEMORAe2.0 dans un contexte où les communautés ne sont pas créées par la pratique (les binômes sont imposés) mais doivent créer leur propre pratique. Malheureusement la durée du test n'a pas été significative, cependant l'observation effectuée est encourageante. Les étudiants semblent avoir compris l'intérêt d'un environnement tel qu'E-MEMORAe2.0. Nous prévoyons une nouvelle évaluation auprès d'un public plus large en licence de mathématique-informatique suivant le cours jumeau de B31.1 à l'UPJV pendant toute la durée de l'enseignement : le semestre d'automne 2007.

Troisième partie

-

Conclusion / Perspectives / Bilan

16 Conclusion

Avec l'approche MEMORAe, nous avons fait le choix d'associer les travaux issus de l'ingénierie des connaissances à ceux issus de l'ingénierie pédagogique afin de modéliser et concevoir un environnement d'apprentissage selon l'approche par les ressources, basée sur le paradigme des objets pédagogiques. Avec une telle approche, nous avons souhaité opérationnaliser les connexions entre e-Learning et Knowledge Management.

Jusqu'à présent, l'approche MEMORAe s'est traduite par la réalisation de deux projets : le projet MEMORAe et le projet MEMORAe2.0.

Avec le projet MEMORAe, nous nous sommes intéressés à la capitalisation des connaissances dans le contexte d'une organisation universitaire et plus précisément à la capitalisation des ressources liées à ces connaissances au moyen d'une mémoire organisationnelle de formation. Nous avons fait le choix de gérer ce capital au moyen d'une mémoire organisationnelle sémantique. Nous nous sommes focalisés sur son utilisation à des fins d'apprentissage pour en déterminer la modélisation. Dans le modèle que nous avons défini, les ressources pédagogiques sont indexées aux moyens de connaissances définies au sein d'ontologies : domaine et application. L'ontologie du domaine a permis de définir les concepts partagés par toute organisation apprenante. L'ontologie d'application a, quant à elle, permis de définir les concepts propres à une organisation apprenante particulière.

Le formalisme de représentation de la mémoire que nous avons choisi (les Topic Maps) a permis de dépasser l'aspect hybride de la modélisation (ontologie et indexation) et permet l'interopérabilité entre les différentes applications qui doivent traiter la mémoire (édition, mise à jour, consultation, navigation, etc.).

La construction des ontologies d'application a été réalisée en partenariat avec les responsables des cours considérés. Ces ontologies ont été définies selon les objectifs pédagogiques affichés pour les cours. Suite à une mutation, l'enseignante qui a participé à la construction de l'ontologie B31.1 n'a pu participer à l'exploitation de cette dernière. L'enseignant qui a repris la responsabilité de ce cours a, non seulement, accepté de poursuivre la collaboration mais a, de plus, validé le travail sur l'ontologie. Sa seule volonté a été d'ajouter de nouvelles ressources dans la mémoire.

Le prototype E-MEMORAe développé a été évalué selon un test d'utilisabilité et a permis de valider notre approche auprès des étudiants de l'UTC et de l'UPJV.

Le projet MEMORAe2.0 est un prolongement du projet MEMORAe. Les communautés de pratique sont un atout clé pour faciliter l'apprentissage organisationnel et l'innovation. Une des principales raisons pour lesquelles elles sont considérées comme un important véhicule pour l'innovation est leur potentiel à créer un environnement convivial pour le partage d'idées. C'est pourquoi, avec ce deuxième projet, nous nous sommes intéressés à la mise en place d'un environnement facilitant l'apprentissage organisationnel et les échanges dans le cadre de communautés d'apprenants. La modélisation d'un tel environnement devait tenir compte des interconnexions possibles et probables entre différentes communautés (espaces d'échanges associés) afin de maximiser l'apprentissage organisationnel. Elle devait également tenir

compte des différents niveaux d'apprentissage en procurant à chaque apprenant un espace privé et à chaque communauté un espace d'échanges. Pour ce faire, nous avons modélisé ces différents espaces par autant de mémoires organisationnelles partageant toutes les mêmes ontologies (domaine et application). Nous avons donc été amenés à étendre l'ontologie de domaine définie lors du projet MEMORAE et à reconsidérer l'environnement préalablement développé. Cela s'est traduit par l'émergence d'un environnement plus complet : E-MEMORAE2.0. Celui-ci reprend le principe général développé et validé avec l'environnement E-MEMORAE en y ajoutant une dimension supplémentaire : distinction de différentes mémoires et échanges d'information dans et entre ces mémoires. Sa mise à disposition auprès des apprenants vise à aider ces derniers à appréhender les notions d'une formation donnée en facilitant les échanges et le transfert des connaissances au sein d'une communauté d'apprenants. Les échanges sont principalement mis en œuvre actuellement au moyen d'un forum de discussions structuré par l'ontologie d'application.

Un embryon d'évaluation a permis de nous rassurer sur l'exploitation d'un tel environnement par les étudiants. Bien que peu nombreux à effectuer un test d'utilisabilité, les traces des utilisations effectuées confirment les scénarios que nous envisagions de E-MEMORAE2.0.

Le projet MEMORAE2.0 est en cours de réalisation. Le travail concernant la modélisation de compétences et sa mise en œuvre s'achève et devrait permettre de finaliser la maquette de E-MEMORAE2.0 rapidement de façon à pouvoir la tester auprès des étudiants et présenter les résultats dans le cadre de la thèse d'Adeline Leblanc.

Pour finir, suivant l'approche MEMORAE, l'apprentissage conjugue différentes formes : en posant une question à un expert ou à toute personne concernée par un sujet ; en accédant à une ressource pertinente : rapport, livre, cours etc. ; en réalisant un exercice ou un problème adapté. Nous pensons qu'une telle organisation des connaissances et des ressources devrait également favoriser l'apprentissage auto-régulé. A ce sujet, nous prévoyons de réutiliser les questionnaires, destinés aux étudiants, élaborés dans le cadre du projet européen TELEPEERS, dont l'UTC est partenaire, afin d'évaluer le potentiel SRL de E-MEMORAE2.0.

17 Perspectives

Les perspectives de l'approche MEMORAE sont multiples et peuvent se répartir en trois catégories : les perspectives à court terme, les catégories à moyen terme et celles à plus long terme.

17.1 Les perspectives à court terme

Les perspectives à court terme sont au nombre de deux. Nous souhaitons d'une part contribuer à une meilleure utilisation du LOM. L'analyse des éléments constitutifs du LOM permet de déduire que l'effort principal de ses concepteurs a porté essentiellement sur la détermination des méta-données permettant une description efficace des objets, leur partage et leur réutilisation. Cependant leur utilisation comporte de nombreuses lacunes parmi lesquelles on peut citer (Arnaud, 2004) (de La Passardière et Jarraud, 2005) :

- Le manque de définition de la notion d'objet pédagogique. La LOM s'applique indistinctement à des objets qui ont des natures et des fonctionnalités très différentes (ressources, activités et unité d'apprentissage) ce qui va à l'encontre des qualités de représentativité, d'exploitabilité et de technicité d'une bonne indexation.
- La complexité de la structuration de certains éléments du LOM (organisation hiérarchique et répétition) rend difficile la portabilité.
- La difficulté de renseigner certains éléments du modèle : des valeurs énumérées sont choisies arbitrairement selon l'interprétation de l'auteur pour certains éléments comme ceux de *structure* et *niveau d'agrégation* de la catégorie « général ».

Afin de remédier à cela, nous proposons de définir une ontologie du LOM. Ce travail a commencé et est réalisé dans le cadre de la thèse de Ouafia Ghebghoub. L'intérêt de ce travail est double car l'objectif est également de garantir que la description de nos ressources soit exploitable par tout type d'environnement respectant ce standard. L'ontologie définie viendra étendre notre ontologie de domaine. Nous envisageons également d'exploiter les concepts des ontologies d'application afin de définir sémantiquement les mots clés utilisés dans la catégorie « general » du LOM.

D'autre part, nous souhaitons développer un système d'interrogation des Topic Maps. Un tel système nous permettrait de mieux interroger le contenu de notre mémoire. Actuellement, un moteur de recherche primaire est proposé aux apprenants. La spécification Topic Maps Query Language¹² (TMQL) n'étant pas complètement stable au démarrage du projet MEMORAE, le module de recherche de E-MEMORAE a été basé sur l'exécution de requêtes SQL. Nous souhaitons maintenant une mise en place d'un système d'interrogation basé sur TMQL pour deux principales raisons :

- Le langage d'interrogation SQL n'est pas dédié à l'interrogation de Topic Maps. Il n'y a pour le moment aucun standard de modèle conceptuel de données destiné aux Topic Maps. Le modèle construit est donc propre au projet MEMORAE. Si nous souhaitons interroger des représentations externes à MEMORAE, il est nécessaire d'en importer le fichier XTM. Bien que le système de requêtes SQL nous permette d'obtenir les réponses attendues, les requêtes peuvent être complexes dans certains cas.
- Le langage SQL est un langage de requêtes, il n'est donc pas destiné à effectuer des inférences.

¹² <http://www.isotopicmaps.org/tmql/spec.html>

Ce travail fait l'objet des stages de thèse algérienne de Hakim Amrouche. Un module d'importation et exportation XTM a été introduit dans E-MEMORAe2.0 afin qu'il puisse tester le moteur de recherche qu'il développe à partir de la spécification TMQL.

17.2 Les perspectives à moyen terme

Nous avons quatre principales perspectives à moyen terme. Une première perspective concerne l'exploitation des ressources pédagogiques. L'objet est de permettre une indexation par parties d'une ressource, en d'autres termes, de définir un modèle permettant d'identifier des fragments de cette dernière tout en conservant l'information qu'ils font parties d'une même ressource. Ce modèle devra permettre de visualiser, d'annoter directement une partie d'une ressource tout en conservant la possibilité de visualiser et d'annoter l'ensemble de la ressource. Ainsi, la ressource ne sera pas dénaturée, découpée par parties retirées de leur contexte. Cette perspective permettra de répondre aux demandes des étudiants ayant utilisé E-MEMORAe. Leur souhait portait sur la visualisation des ressources : est-il possible de n'accéder qu'à la partie de la ressource concernée par la notion qui l'indexe ? Actuellement, une ressource est accessible comme un tout. Avec une telle perspective, l'utilisateur pourra accéder à l'ensemble de la ressource et ne choisir de visualiser dans l'immédiat que les parties concernées par l'indexation qui l'y a mené. Une première réflexion sur ce travail a démarré lors du stage de thèse marocaine d'Abderrahim Benbouna durant l'été 2007. Il fait l'objet d'une proposition de thèse dans le cadre d'un projet EGIDE Volubilis avec le Maroc et l'UPJV (LaRIA et eMIAGE).

Une deuxième perspective concerne l'exploitation de traces informatiques d'interactions dans les EIAH. Ollagnier-Beldame et Mille définissent de telles traces comme des « séquences d'informations inscrites, par et dans l'environnement, relatives à l'utilisation qu'un individu en a faite. » (Ollagnier-Beldame et Mille, 2007). Les historiques des parcours des apprenants effectués dans les environnements E-MEMORAe et E-MEMORAe2.0 peuvent correspondre à de telles traces. Bien qu'enregistrées, ces traces n'ont fait l'objet d'aucun traitement informatique. Elles sont proposées visuellement à l'apprenant afin qu'il puisse revenir sur une action préalablement effectuée. Les actions considérées dans E-MEMORAe concernent les accès aux connaissances (concepts et ressources indexées par ces derniers). Bien que proposant d'autres actions (actions d'échanges principalement), l'enregistrement de la trace dans E-MEMORAe2.0 est identique à celui effectué dans E-MEMORAe. L'objet de cette perspective de travail est donc double. D'une part, il s'agit de proposer une modélisation exploitable informatiquement d'une trace considérant l'ensemble des actions proposées dans E-MEMORAe2.0. D'autre part, il s'agit d'exploiter ces traces en tenant compte des différents travaux existants concernant l'exploitation de traces en EIAH (Settouti et al, 2007).

Concernant l'approche MEMORAe, nous nous intéressons à deux principales exploitations. La première a pour objet de déterminer, suggérer la création explicite de communautés d'apprenants. Il est effectivement intéressant d'essayer de comprendre comment se crée une communauté. Est-ce la pratique qui fait la communauté ou bien la communauté qui crée sa pratique ? Actuellement, dans le projet MEMORAe2.0, les communautés d'apprenants sont créées institutionnellement par le responsable de la formation. La deuxième exploitation envisagée concerne la mise en œuvre de scénarios interactifs. Pour ce faire, nous souhaitons

tenir compte d'un modèle de l'utilisateur (niveau de connaissances, préférences, etc.) et définir un moteur afin de permettre l'exploitation de ces deux types d'information (trace et utilisateur) pour mieux servir l'utilisateur : lui proposer les ressources les plus pertinentes, des parcours pédagogiques de la mémoire, etc. Une première réflexion sur l'exploitation de la trace a démarré lors du stage de thèse marocaine de Soufiane Baribi durant l'été 2007. Elle fait l'objet d'une deuxième proposition de thèse dans le cadre d'un projet EGIDE Volubilis avec le Maroc et l'UPJV (LaRIA et eMIAGE).

Une troisième perspective à moyen terme concerne les mémoires distribuées partagées. Notre objectif est de constituer un réseau d'organisations qui se partagerait un ensemble de ressources. L'avantage d'un tel environnement distribué est de permettre à chaque organisation de communiquer les savoirs, de mutualiser les connaissances, de partager des savoir-faire tout en restant « propriétaire » de ces derniers et en conservant ceux qu'elle souhaite ne pas diffuser (partie privée de la mémoire). Le réseau ainsi établi constitue une communauté de pratique, ce qui n'exclut pas la création de communautés plus ciblées au sein de cette dernière. Ce travail a fait l'objet de la définition d'une proposition de projet ANR en collaboration avec l'équipe Codisant-G3C du Laboratoire de recherche LabPsyLor, le LORIA et l'association eudomedtextile pour une exploitation auprès des TPE et PME du textile du grand nord (France).

Une quatrième et dernière perspective à moyen terme concerne l'exploitation de l'approche MEMORAe et de l'environnement développé dans le cadre d'une organisation non académique. Différents contacts ont été pris dans ce sens. Ainsi dans le cadre du dépôt du projet form@pprent, des représentants des sociétés Kindy et Bergère de France se sont déclarés intéressés par une telle approche et prêts à contribuer à l'alimentation et l'exploitation d'une mémoire organisationnelle de formation au sein de leur établissement. Un autre contact, avec la société Excilys, a permis d'échanger sur la mise à disposition d'un environnement type E-MEMORAe2.0 pour la formation des employés d'une société de service en informatique. Cette société mise sur les préceptes du commerce équitable appliqués au monde du service. Elle exploite actuellement la plate-forme qu'elle a développée, CAPICO, qu'elle met à disposition de formateurs et/ou d'enseignants de diverses universités afin qu'ils puissent y déposer leurs cours. Ces derniers sont alors accessibles aux apprenants inscrits et désireux de se former à l'un des cours en question. Enfin, un dernier contact a été pris avec la société MNEMOTEK spécialisée dans le knowledge management. Son directeur trouve l'approche MEMORAe pertinente et pense que des sociétés picardes pourraient être intéressées. Un travail est en cours afin de la présenter à ces dernières comme outil permettant de répondre à certains de leurs besoins (besoins identifiés par la société MNEMOTECK).

17.3 Les perspectives à plus long terme

Les perspectives à plus long terme sont des questionnements, des espoirs concernant l'intérêt d'une approche telle que MEMORAe pour :

- modéliser et mettre en oeuvre des stratégies d'apprentissage autorégulé (SRL),
- mettre en oeuvre un microlearning,
- servir un mobile learning (mLearning) ou apprentissage mobile,

- déterminer les compétences « molles » des utilisateurs,
- prendre en considération les activités d'apprentissage,
- du point de vue des entreprises, et en moindre mesure celui académique, s'interroger sur son usage pour favoriser l'innovation,
- servir de support aux enseignants dans le cadre de la préparation et/ou construction d'un cours.

(Dettori et Persico, 2007) définissent le SRL comme un processus d'apprentissage où les étudiants maîtrisent et contrôlent leur apprentissage en établissant leurs objectifs, en évaluant leur progression et en adaptant leur choix de stratégie à cette dernière. Nous pensons qu'une réflexion approfondie sur ce concept permettrait d'étendre le champ d'actions de notre approche.

Le microlearning est un concept récent traitant de la nécessité constante d'apprendre et la difficulté d'accéder aux ressources, informations pertinentes selon le temps que l'on a consacré à l'apprentissage et le support dont on dispose. La communauté microlearning considère que l'apprentissage sera facilité, plus agréable si les informations sont découpées en petites unités et qu'il s'effectue en petites étapes. Ceci nécessite de définir des micros contenus et de les indexer en conséquence. Nous pensons qu'un découpage du contenu d'une formation selon les notions à appréhender devrait faciliter une telle mise en oeuvre. Une notion à assimiler est définie et indexe les ressources pertinentes, ressources nécessitant également d'être décrites par des informations de temps et d'espace.

L'apprentissage mobile est lié au e-learning et à la formation à distance. Un tel apprentissage se définit comme étant dépendant de la situation géographique de l'apprenant, par exemple, la visite d'un site historique. Il peut se définir également par l'usage de dispositifs technologiques mobiles (téléphone portable, PDA, ordinateur portable, etc.). Nous pensons que, liée à un GPS et à une indexation adéquate prenant notamment en compte la localisation de l'apprenant, l'approche MEMORAE pourrait servir le mLearning de différentes façons. Ainsi, si l'on reprend notre exemple de visite de site historique, il serait possible d'envisager de mettre à disposition de l'apprenant des ressources pertinentes selon sa position dans le site, lui donner également la possibilité de prendre des notes, des photos concernant les concepts présents dans la mémoire et définissant les notions à appréhender liées au site, lui permettre d'échanger avec les autres participants de la visite se trouvant à des endroits différents, etc. De tels possibilités ne peuvent être envisagées qu'en exploitant un dispositif technologique et une indexation de la mémoire adaptés.

Les compétences « molles » correspondent à des attitudes, comportements personnels (Woodruff, 1991). Nous pensons qu'il serait intéressant d'étudier ce qui caractérise de telles compétences au travers des actions effectuées dans un environnement de travail. Si l'on considère un environnement de travail tel que E-MEMORAE2.0 étendu à un ensemble plus complet de possibilités de communication, un travail exploitant la trace de l'ensemble des actions effectuées et les caractéristiques établies pourrait permettre de suggérer les compétences « molles » d'un utilisateur.

Bien que l'approche MEMORAe concerne les ressources exploitées dans le cadre d'un apprentissage, nous pensons qu'elle pourrait s'étendre afin de tenir compte des activités d'apprentissage et ainsi permettre de modéliser les notions d'unité d'apprentissage, d'activité et de scénario pédagogique.

Considérant que l'innovation résulte d'un travail d'équipe, (Lhuillier, 2005) propose que pour établir un processus de création, les réflexions de chacun, sources de connaissances, soient confrontées et partagées pour produire de nouvelles connaissances. Les acteurs d'un tel processus doivent donc pouvoir se sentir libres de s'exprimer sur leurs points d'intérêt lorsqu'ils le souhaitent. Un espace dédié à ce processus pourrait le favoriser. Nous pensons qu'une mémoire telle que définie dans notre approche peut constituer une base à son élaboration. Nous souhaitons donc tester une approche à la MEMORAe dans un contexte d'innovation.

(Azouaou et Desmoulins, 2006) ont montré l'intérêt de proposer à l'enseignant une mémoire informatisée comme outil de gestion de connaissances personnelles. Une telle mémoire est construite à partir des annotations que l'enseignant effectue sur les ressources pédagogiques qu'il exploite dans le cadre de son cours. Différentes façons d'annoter ont été mises à disposition de l'enseignant dans l'outil développé. Nous pensons qu'une approche à la MEMORAe pourrait également servir les enseignants pour la préparation de leur cours. Prenons l'exemple d'un enseignant qui désire s'informer sur un sujet qu'il ne maîtrise pas ou bien mettre à jour son propre cours. Pour ce faire il va devoir rechercher, accéder et créer un certain nombre d'informations pour pouvoir soit apprendre lui-même, soit construire son propre cours avec comme objectif de le rendre accessible à un public donné. Les questions qu'il est amené à se poser peuvent se traduire de la façon suivante : Existe-t-il déjà des cours sur ce sujet ? En quelle année ont-ils été rédigés ? Si oui, à quel type de population ces cours sont-ils destinés ? Y-a-t-il des références bibliographiques ainsi que des notes de lecture les concernant, des avis de lecteurs et si oui des lecteurs provenant de quel public ? Existe-t-il des forums, des sites web sur le sujet qui soient pertinents ? A quelle fin rédiger un cours ? Quelles sont les notions à aborder et dans quel ordre ? Quels sont les documents à produire (transparents, support de cours, exercices, etc.) ? etc. Afin de répondre à toutes ces interrogations, il serait bon que ces informations aient été précédemment capitalisées ou bien le soient lors de la création de nouveaux cours afin d'être réutilisables dans de telles situations.

Une dernière perspective concerne du langage de définition de contraintes sur les Cartes de sujets, The Topic Map Constraint Language (TMCL¹³). TMCL est un standard iso19756. Il permet de définir des schémas (TMCL-Schema) mais également des règles (TMCL-Rule). Les schémas offrent un moyen d'exprimer des modèles de contraintes. Les règles offrent la possibilité d'exprimer des contraintes au moyen du langage d'interrogation TMQL. L'utilisation d'un tel langage permettrait de définir, par exemple, une contrainte afin de s'assurer qu'une personne ait au moins un nom dans la TM considérée. Nous souhaitons évaluer l'intérêt d'un tel langage pour la modélisation d'une mémoire de formation.

18 Bilan de mon activité d'enseignant-chercheur

Les travaux présentés dans ce mémoire m'ont permis de décrire et de mettre en perspective les différentes actions de recherche et développement effectuées dans le cadre de l'approche MEMORAe. Cette approche a été initiée lors de mon arrivée en tant que maître de conférences à l'UTC. Dans cette dernière partie de conclusion, je propose d'effectuer un bilan plus personnel sur mon activité en abordant mon parcours de chercheur mais aussi celui d'enseignant. Ces deux parcours sont liés et peuvent être présentés selon deux périodes.

La première période concerne principalement mon travail de thèse et les retombées immédiates. Ainsi, durant cette dernière, j'ai principalement travaillé dans l'équipe de Gilles Kassel, mon directeur de thèse. Ceci s'explique d'une part par le fait d'avoir effectué deux ans d'ATER à l'UTC après avoir soutenu ma thèse, et d'autre part d'avoir poursuivi sur un poste de maître de conférences à l'Université de Picardie Jules Verne d'Amiens. En effet, peu de temps après l'obtention de ce dernier, Gilles Kassel a lui-même obtenu un poste de professeur dans cette même université et créé dans la foulée une équipe Ingénierie des Connaissances au LaRIA. Cette période fut enrichissante mais ne m'a pas incité à proposer mes propres projets : j'ai participé aux projets PERINET et interфирme sous la responsabilité de Gilles Kassel et encadré deux stages de DEA. Elle m'a permis de travailler principalement sur les bases de connaissances, la définition d'ontologies et la constitution de mémoires organisationnelles. En parallèle, j'ai également participé aux réflexions sur l'élaboration du langage de haut niveau pour la définition de connaissances : Def*. Côté enseignement, j'ai été rattachée à l'IUP MIAGE. J'ai eu l'opportunité d'emblée de gérer différents cours dans leur ensemble (CM, TD et TP), chose que je n'avais pas faite à l'UTC. J'ai également été amenée à prendre la responsabilité des stages des étudiants en dernière année de MIAGE. Mon travail à l'UPJV

¹³ <http://www.isotopicmaps.org/tmcl/tmcl-2005-02-12.html>

s'est déroulé sur quatre années. Ce passage à l'IUP MIAGE m'a permis de côtoyer des enseignants-chercheurs dont les domaines d'intérêt concernaient les organisations elles-mêmes : l'IUP MIAGE était à l'époque rattaché à L'Institut d'Administration des Entreprises d'Amiens. Même si je n'en étais pas consciente durant cette période, je pense que cette promiscuité a contribué à la définition de l'approche MEMORAe.

La deuxième période a été initiée par la constitution d'un dossier de mutation. J'ai souhaité constituer ce dernier, non pas pour quitter mon environnement d'enseignement et de recherche à l'UPJV, mais pour intégrer l'UTC et ainsi me rapprocher de mon lieu d'habitation. La constitution d'un tel dossier a nécessité de définir et défendre un projet de recherche pouvant appartenir à l'équipe ROC (Réseaux, Optimisation et Connaissances) de l'UMR Heudiasyc. Ma réintégration dans cette équipe ne pouvait pas être « automatique » du fait du départ de Gilles Kassel et de la non poursuite de son axe de recherche. J'ai donc été amenée à réfléchir au rapprochement entre ingénierie des connaissances et ingénierie éducative (traitée dans ROC). C'est de cette réflexion que l'approche MEMORAe est née. Ma mutation s'est réalisée en septembre 2000. Du point de vue enseignement, j'ai très facilement retrouvé mes marques en participant à ceux auxquels j'avais déjà participé en tant qu'ATER. Je me suis également investie dans un nouvel enseignement qui m'intéressait fortement : indexation et recherche d'information. Du point de vue recherche, j'ai participé, dès mon arrivée, à deux projets gérés par Jean-Paul Barthès : AACC et e-COOP. Le premier est un projet régional concernant le développement d'un système d'aide à la conception coopérative. Ma contribution s'est traduite par la définition d'une ontologie de tâches pour la coopération. Le deuxième était un projet interne et a concerné le développement d'une plate-forme pour la capitalisation et la diffusion des connaissances dans le domaine du travail coopératif et de la formation utilisant les TIC. Ma contribution s'est traduite par une étude de l'état de l'art.

La participation à ces deux projets m'a permis d'approfondir ma réflexion sur l'approche MEMORAe et de répondre à l'appel à projets du pôle NTE¹⁴ de la région. La réponse de la région fut positive et le projet MEMORAe a donc obtenu d'être financé pour une période de trois ans à partir d'octobre 2002. Avoir ce financement a été riche d'enseignements. D'une part, il m'a permis d'encadrer un premier travail de thèse, celui d'Ahcene Benayache. D'autre part, il a été nécessaire de tenir un agenda et de rendre compte tous les six mois de l'état d'avancement du projet et de justifier le travail de thèse. Cela s'est traduit par la rédaction de rapports co-rédigés par Ahcene Benayache et moi-même. Ces différentes rédactions ont facilité l'encadrement du travail de thèse. Elles ont également aidé Ahcene Benayache à

¹⁴ Ce pôle est devenu par la suite le pôle STEF.

rédiger son mémoire de thèse. Enfin, cette expérience de gestion de projet a été et est toujours riche d'un point de vue humain et animation d'un groupe de collaborateurs. Dans un tel groupe, chaque individu doit avoir la possibilité d'exprimer ses idées, de développer son axe de recherche au sein de l'approche tout en conservant les fondements de cette dernière. Je profite de la rédaction de ce mémoire pour remercier Catherine Barry, Brigitte Chaput, Stéphane Ducay, Dominique Fontaine, Anne Lapujade, Dominique Lenne, et Claude Moulin pour leurs contributions au projet MEMORAe. Le projet MEMORAe s'est terminé en décembre 2005 avec la soutenance de la thèse d'Ahcene Benayache.

Les résultats encourageants obtenus avec ce premier projet m'ont permis de définir des perspectives exprimées au sein du projet MEMORAe2.0. Ce projet a pu se développer grâce à l'attribution d'une bourse de thèse à Adeline Leblanc par l'UMR Heudiasyc. Adeline Leblanc connaissait bien le projet car son stage de master II d'Amiens avait concerné l'évaluation du prototype E-MEMORAe auprès des étudiants de l'IUP MIAGE suivant le cours de statistique de Stéphane Ducay. Les responsables de ce stage étaient Catherine Barry et Anne Lapujade. Grâce à ce deuxième projet, l'approche MEMORAe continue d'évoluer. Bien que plus financé explicitement, nous réussissons à conserver régulièrement des échanges avec nos collègues membres du premier projet. Nous tâchons de répondre à des appels à projets (régions, ANR, égide) afin de nous donner les moyens de mieux poursuivre notre collaboration. La réalisation du projet MEMORAe2.0 me donne également l'opportunité de définir des propositions de stages, stages effectués par des enseignants-doctorants algériens ou marocains dans le cadre de leur travail de thèse.

L'approche MEMORAe m'a finalement permis de me définir une identité de recherche originale. Cette identité m'a donné l'occasion de participer à différents projets et réseaux ainsi qu'aux comités de programmes de différentes conférences.

Ainsi, je suis membre du réseau thématique pluridisciplinaire RTP n°39 "Apprentissage, éducation et formation" créé par le département STIC du CNRS. L'activité d'un tel RTP est dédié aux questions scientifiques et technologiques soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain, ainsi que par la compréhension de leurs impacts sur la connaissance, la personne et la société. J'ai ainsi pu contribué à l'AS web-learn « Web Sémantique pour le E-Learning » dont l'objet était d'étudier l'apport des technologies émergentes du web et des services web pour l'indexation, l'analyse, la composition, la mémorisation et la recherche de ressources pédagogiques.

Je suis également membre du thème 5 « Interaction et Coopération » et du thème 7 « Ingénierie des Connaissances » du GDR I3 (Information-Interaction-Intelligence). Participer à ce réseau me donne l'opportunité d'échanger avec des chercheurs et industriels sur mes thématiques de recherches mais également d'ouvrir mon champ de recherche vers d'autres disciplines.

Du point de vue de l'international, je suis membre du réseau d'excellence KALEIDOSCOPE "Concepts and methods for exploring the future of learning with digital technologies" (2004-2007), financé par l'union européenne, et regroupant plus de 50 équipes de recherche de la plupart des pays de l'union européenne. C'est par le biais de ce réseau que j'ai été amenée à participer au projet TELEPEERS, projet financé par la commission européenne de 2002 à

2005. L'objectif était d'établir des critères permettant de mesurer l'apport de système e-learning pour l'apprentissage auto-régulé. Deux questionnaires ont ainsi été élaborés. Le premier est destiné aux enseignants alors que le deuxième est destiné aux apprenants. La participation à ce projet m'a donné l'opportunité de côtoyer des chercheurs de différentes nationalités mais également de différentes disciplines telles que la psychologie ou la sociologie. Parallèlement à ce projet s'est constitué le réseau Targeted Cooperative Network (TACONET) on Self-regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments auquel je participe. Arrivé à la fin de son financement, ce projet s'est décliné pour une année (2007) en une initiative KALEIDOSCOPE "Self-regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments".

Le WIC est une organisation internationale à but non lucratif qui a pour but de soutenir le développement de la recherche scientifique internationale et le développement industriel dans le domaine de la « Web Intelligence ». L'approche MEMORAe m'a permis d'intégrer cette organisation et ainsi d'apporter mon soutien à Pierre Morizet-Mahoudeaux, directeur du Web Intelligence Consortium France Centre dans le cadre de sa mission : promotion des actions du WIC en France et en Europe. Je l'ai ainsi représenté lors de la manifestation de Beijing, IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, les 20-24 septembre 2004. J'ai également contribué à l'organisation de celle de 2005 à Compiègne.

Parallèlement à ces activités de recherche, l'approche MEMORAe m'a apporté une certaine maturité du point de vue responsabilités académiques. Ainsi, lorsque les instances dirigeantes de l'UTC ont décidé en 2003 de proposer aux étudiants des parcours pédagogiques leur permettant d'effectuer un choix cohérent d'UVs sous la forme du choix d'une filière, j'ai été proposée afin de définir et porter le projet de filière Ingénierie des Connaissances et Support d'Information (ICSI). Le projet a été adossé à l'équipe DoC de l'UMR Heudiasyc et propose de préparer l'ingénieur à l'organisation et l'exploitation du capital connaissance des entreprises et des organisations. Il a été validé et je suis donc la responsable de la filière ICSI depuis sa création en 2004. Elle est suivie pendant les deux derniers semestres du cycle d'ingénieurs et se termine par le projet de fin d'études. En moyenne, une petite centaine d'étudiants sont inscrits. Ma mission consiste à animer un conseil où participent enseignants et industriels afin que les enseignements proposés dans la filière soient complémentaires et couvrent les compétences académiques nécessaires au marché de l'emploi visé. Nos étudiants trouvent actuellement tous un travail au plus tard dans le mois qui suit l'obtention de leur diplôme. Je m'assure également que les projets de fin d'études soient cohérents avec les objectifs affichés. Je réponds aux interrogations des étudiants et participe aux différents jurys du département de génie informatique ainsi qu'au bureau de branche associé à ce département. Ce dernier traite de la pédagogie en générale au sein du GI.

Enfin, plus récemment, suite à la nomination à la fonction de directeur à la recherche de l'UTC de Bruno Bachimont, co-responsable de l'équipe DoC avec Dominique Lenne, j'ai pris la co-responsabilité vacante en avril 2007. Je me forme donc à la gestion et animation d'une équipe de recherche aux côtés de Dominique Lenne. Le fait d'avoir été élue représentante de l'équipe au conseil de l'UMR en 2004 m'avait cependant permis de participer au conseil de l'UMR et était déjà en quelque sorte une bonne préparation à une telle fonction.

19 Bibliographie sur l'approche MEMORAe

19.1 Chapitres de livre

2006

Abel M.-H. (2006) "An Organizational Memory Tool for e-learning." In IGP volume on "Competencies in Organizational E-Learning: Concepts and Tools" by Miguel-Angel Sicilia (ed.), pp 143-165.

Abel M.-H., Benayache A., Lenne D., Moulin C (2006) "E-MEMORAe: a content-oriented environment for e-learning." In "E-learning networked environments and Architectures: A Knowledge processing perspective." by Samuel Pierre (ed.) Springer Book Series: Advanced Information and Knowledge Processing (AI & KP), pp 186-205.

2005

Benayache, A., Abel M.-H. (2005) "Using knowledge management method for e-learning." In "Methods and Technologies for Learning" by G. CHIAZZESE, M. ALLEGRA, A. CHIFARI and S. OTTAVIANO Italian National Research Council, Institute for Educational Technology, (Eds), ISBN:1-84564-155-8 , 2005, pp 447-453.

2004

Abel, M.-H., Lenne, D., Moulin, C., Benayache, A. (2004) "Using topic maps in an E-learning context. Web engineering : Munich 26-30, July 2004" LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 2004, Volume 3140, pp 581-582.

19.2 Revues internationales avec comité de lecture

2007

Abel, M.-H. "Competencies Management and Learning Organizational Memory" In Journal of Knowledge Management: special issue on Competencies management: Integrating Semantic Web and Technology Enhanced Learning Approaches for Effective Knowledge Management, à paraître.

2006

Abel, M.-H., Moulin, C., Lenne, D. and Lai, C. (2006) "Integrating Distributed Repositories in Learning Organizational Memories." In WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education, 3 (6), pp 579-585.

Fontaine, D., Benayache, A., Abel, M.-H. "Un environnement pour l'apprentissage par exploration guidé par des ontologies" In International Journal of Technologies in Higher Education, 3(3) 18-29.

2004

Abel, M.-H., Barry, C., Benayache, A., Chaput, B., Lenne, D., Moulin, C. (2004) "Ontology-based Organizational Memory for e-learning" In *Educational Technology & Society Journal*, October issue, Volume 7, Issue 4, pp 98-111.

19.3 Revues nationales avec comité de lecture

2006

Benayache, A., Abel, M.-H. "Exploitation de documents numériques dans une formation e-learning." In *Technique et science informatiques*, Eds Hermès, 2006, Vol 25, No 10, pp. 1281-1310.

2004

Abel, M.-H. (2004) "Utilisation de normes et standards dans le projet MEMORAe" In *Distances et Savoirs*, Eds Hermès, 2004, Vol 2, No 4, pp. 487 à 511.

2003

Abel M.-H., Lenne D., Moulin C., Benayache, A. (2003) "Gestion des ressources pédagogiques d'une e-formation" In *Documents Numériques*, Eds Hermès, 2003, Vol 7, No1-2, pp. 111-128.

19.4 Congrès internationaux avec comité de lecture

2007

Leblanc, A., Abel, M.-H. (2007) Using Organizational Memory and Forum in an Organizational Learning Context. Proceedings of IEEE/ACM ICDIM'07, The Second International Conference on Digital Information Management, 2007, pp. 266-271.

Leblanc, A., Abel, M.-H. (2007) Using Forum in an Organisational Learning Context. Poster proceedings of HYPERTEXT 2007, the Eighteenth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia. Manchester, 10-12 September, UK, 2007, pp. 41-42.

Abel, M.-H., Lenne, D., Leblanc, A. (2007) "Organizational Learning at University" Proceedings of the Second European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL2007, Short Paper 17-20 September, Crete, Greece, 2007, pp. 408-413.

Chaput, B., Ducay, S., Leblanc, A., Barry, C., Abel, M.-H. (2007) "An Organizational Memory as Support of Learning in Applied Mathematics" Proceedings of the 56th Session of the International Statistical Institute, ISI2007, August 22-29, Lisboa, Portugal, 2007.

Amrouche, H., Abel M.-H., Balla, A., Moulin, C. (2007) "Interrogation of ontologies formalized in Topic Maps with TMQL in E-Learning Context" Proceedings of 5th Atlantic Web Intelligence Conference 2007, AWIC2007, June 25-27, 2007 - Fontainebleau, France.

Abel, M.-H. (2007) "The Project MEMORAe2.0" Proceedings of the First Sol Conference on Collective Intelligence, May 11-12, Paris, France, pp 25-28, 2007.

Abel, M.-H., Lenne, D., Leblanc, A. (2007) "An Organizational Memory-based Environment as Support for Organizational Learning" Proceedings of the European Symposium on Innovative Management Practices, ERIMA07, Bidart (Biarritz), March 15-16, 2007, France.

2006

Benayache, A., Leblanc, A., Abel M.-H. (2006) "Learning memory, evaluation and return on experience" Proceedings of Workshop of Knowledge Management and Organizational Memories, ECAI2006, Riva del Garda, Italy, August 28 – September 1, 2006, pp.14-18.

Abel, M.-H., Moulin, C., Lenne, D. (2006) "Towards Distributed Learning Organizational Memories." Proceedings of *3rd WSEAS/IASME International Conference on ENGINEERING EDUCATION*, Vouliagmeni, Greece, 2006, pp 233-238.

Abel, M.-H., Moulin, C., Lenne, D. (2006) "Learning Organizational Memory and Micro-Learning" Proceeding of the Workshop Semantic Learning Objects and Semantic Learning Organizations: Semantics for micro-learning?, ISBN 3-901249-99-0, Microlearning2006 conference, Innsbruck, Austria, June 7-9, 2006, pp. 273-287.

Leblanc A. (2006) "Collaborative Learning and Learning Organizational Memory" PHD students Proceedings of COOP'06, the 7th International Conference on the Design of Cooperative Systems, French Riviera, France, May 2006.

2005

Benayache, A., Abel M.-H. (2005) "E-MEMORAe: An assistance environment for distance learning" Proceedings of CATE 2005, The International Conference on Computer and Advanced Technology in Education, Orenjestad, Aruba, August 29-31, 2005, pp. 65-70.

Lenne, D., Abel, M.-H., Benayache, A., Moulin, C. (2005) "E-MEMORAe: An e-learning Environment Based on an Organisational Memory" Proceedings of ED-MEDIA 2005, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Montreal, Canada, June 27- July 2, 2005, pp 4651-4658.

Lenne, D., Abel, M.-H., A., Moulin, C. (2005) "Ontology-based Access to the Resources of a Course Memory." SW-EL'05, International Workshop on Application on Semantic Web Technologies for E-learning, AIED 2005, Amsterdam. <http://www.win.tue.nl/SW-EL/2005/swel05-aied05/proceedings/10-Lenne-final-short.pdf>

Benayache, A., Abel M.-H. (2005) "Using knowledge management method for e-learning." Proceedings of ICMTL 2005, The International Conference on Methods and Technologies for Learning, Palermo, Italy, March 9-11, 2005, 447 - 453.

2004

Benayache, A., Barry, C., Chaput, B., Abel, M.-H. (2004) "Construction of application ontology for the purpose of e-learning ", Proceedings of *E-learn 2004, The International Forum for Researchers, Developers, and Practitioners to Learn about the Best Practices/Technology in Education, Government, Healthcare, and Business*, Washington, DC, USA, nov. 1-5, 2004, pp. 1774-1789.

Moulin, C., Abel M.-H., Lenne, D. (2004) "Indexing of resources in e-learning context". Proceedings of the Workshop on Knowledge Management and Semantic Web, EKAW 2004, Whittlebury Hall, England, 2004, pp. 40-53.

Benayache, A., Barry, C., Chaput, B., Abel, M.-H. (2004) "Une ontologie d'application pour indexer les ressources d'une application e-learning", Electronics Proceedings of CISC'2004, *The International Conference on Complex Systems*, Jijel, Algeria, September, 6-8, 2004.

Abel, M.-H., Lenne, D., Moulin, C., Benayache, A. (2004) "Using two ontologies to index e-learning resources". Proceedings of the 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, WI 2004, Beijing, China, September, 20-24, 2004, pp. 549-553.

Abel, M.-H., Barry, C., Benayache, A., Chaput, B., Lenne, D., Moulin, C. (2004) "Using an Organizational Memory for e-learning" Proceedings of Workshop of Knowledge Management and Organizational Memories, ECAI2004, Valencia, Spain, August, 22-27, 2004, pp.6-11.

Abel, M.-H., Lenne, D., Moulin, C., Benayache, A. (2004) «Using Topic Maps in an e-learning context». (2004) Poster Proceedings of ICWE'04, Fourth International Conference on Web Engineering, Munich, July 2004, pp. 581-582.

Cissé, O., Abel, M.-H., Lenne, D. (2004) "An e-learning environment based on organizational memories", Proceedings of CALIE'04, International Conference on Computer Aided Learning in Engineering Education, Grenoble, 16-18 février 2004, pp 179-184.

2003

Abel, M.-H., Cissé, O., Lenne, D. (2003) "Using EMOaO to Build a Learning Organizational Memory", Electronics Proceedings of ICOOL, International Conference on Open and Online Learning, Maurice, décembre 2003, ISSN 1694-0202 Vol 1, <http://vcampus.uom.ac.mu/icool/archives/2003/proceedings.php?menu=3>

Lenne, D., Abel, M.-H., Benayache, A. (2003) "A learning organisational memory based on Topic Maps", *In actes de ITETH03*, Marrakech, Maroc, 7-9 juillet 2003, pp. 325-328.

2002

Abel M.-H., Lenne D., Cissé O. (2002) « E-learning and Knowledge Management: The MEMORAe project» Proceedings of E-Learn 2002, World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Montreal, Canada, octobre 2002, pp. 61-66.

Abel M.-H., Lenne D., Cissé O. (2002) « E-Learning and Organizational Memory» Proceedings of IC-AI'02, Las Vegas, USA, juin 2002, pp. 418-423.

Abel M.-H., Lenne D., Cissé O. (2002) « Learning Organizational Memory » Poster Proceedings of ISWC 2002, First International Semantic Web Conference, juin 2002, Sardaigne.

19.5 Congrès nationaux avec comité de lecture

2007

Leblanc A. (2007) "Un support pour l'apprentissage organisationnel : le projet MEMORAe2.0" In Actes de RJCIA 2007, Grenoble, France, Juillet, 2-6, 2007, pp. 101-113.

Leblanc, A., Abel, M.H., Lenne, D. "Application des principes de l'apprentissage organisationnel au projet MEMORAe" In actes du congrès Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain, EIAH2007, 27-29 juin, Lausanne, Suisse, 2007, pp. 335-346.

2006

Benayache, A., Leblanc, A., Abel, M.-H. (2006) "Mise en pratique d'une mémoire organisationnelle de formation " In actes du congrès Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et l'Industrie, TICE2006, 25-27 octobre 2006, Toulouse.

Chaput, B., Ducay, S., Leblanc, A., Barry, C., Abel, M.-H. (2006) "Une mémoire organisationnelle comme support d'apprentissage pour les mathématiques appliquées" *In actes électroniques des XXXVIIIèmes Journées de Statistique*, Clamart, 29 mai – 2 juin 2006. <http://www.jds2006.fr/index.php>

2005

Lenne, D., Abel, M.-H., Benayache, A., Moulin, C. (2005) "Mémoire de formation et apprentissage" In actes du congrès Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain, EIAH 2005, Montpellier, 25-27 mai 2005, pp. 105-116.

2004

Chaput, B., Benayache, A., Barry, C., Abel, M.-H. (2004) "Une expérience de construction d'ontologie d'application pour indexer les ressources d'une formation en statistique" *In actes électroniques des XXXVIèmes Journées de Statistique*, Montpellier, 24-28 mai 2004. <http://www.agro-montpellier.fr/sfds/>

2003

Moulin, C., Abel, M.-H., Benayache, A., Lenne, D. (2003) "Modélisation d'une mémoire de formation : le choix des Topic Maps", *In actes de IC'2003*, Laval, 1-4 juillet 2003, pp.193-206.

Benayache, A., Abel, M.-H., Lenne, D. (2003) "Une application Web Sémantique : le projet MEMORAe", *In actes de JFT'2003*, Tours, 30 juin, 1^{er} et 2 juillet 2003, pp. 15-24.

2002

Abel M.-H., Lenne D., Cissé O. (2002) « e-learning et Web sémantique : le projet MEMORAe » In actes électroniques des journées scientifiques web sémantique, Ivry sur Seine, 10-11 octobre <http://www.lalic.paris4.sorbonne.fr/stic/octobre/programme0209.html>

Abel M.-H., Lenne D., Cissé O. (2002) « Gestion du contenu d'une e-formation : le projet MEMORAe » In actes des posters des 13^{ème} journées francophones d'Ingénierie des Connaissances IC'2002, Rouen, mai 2002.

19.6 Rapport de thèse

2005

Benayache, A. (2005) « Construction d'une mémoire organisationnelle de formation et évaluation dans un contexte e-learning : le projet MEMORAe » Thèse de doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne, décembre 2005.

19.7 Rapport de MASTER

2005

Leblanc, A. (2005) "Évaluation d'un prototype de e-learning dans le cadre d'une UE de Statistiques et Probabilités de la licence MIAGE ", rapport de stage du Master Recherche CPIC (Combinatoire, Parallélisme et Ingénierie des Connaissances) de l'UPJV.

19.8 Séminaires

2006

Abel, M.-H. (2006) Mémoire Organisationnelle de Formation et e-Learning. Séminaire TEMATICE-AIDA, La Sorbonne, Paris, 20 octobre 2006.

2005

Benayache, A. (2005) « De l'usage des ontologies et de la norme Topic Maps pour le e-learning », Modèles Formels pour l'Interaction du GDR13, LIP6-Paris, 29 avril 2005.

Benayache, A. (2005) « Ontology-based Organizational Memory for e-learning, using semantic web », Integration of AIED Systems, Duisburg - Germany, 20th-21st April 2005.

20 Références bibliographiques

- Abecker, A. and Decker, S. (1999). "Organisational Memory: Knowledge Acquisition, Integration, and Retrieval Issues". In F. Pope (ed): Knowledge Based Systems, survey and future directions, Proceedings of the 5th German Conference on Knowledge Based Systems, Lectures Notes in Artificial (LNAI), Vol. 1570, Springer-Verlag.
- Anderson, T. and Whitelock, D. (2004) "The Educational Semantic Web: Visioning and Practicing the Future of Education" (Special Issue) Journal of Interactive Media In Education, 2004, <http://www-jime.open.ac.uk/2004/1>
- Arnaud, M. (2004) "La gestion des ressources avec les métadonnées." Actes des Journées « Normes et Standards Educatifs », 26 mars 2004, Lyon. <http://foademplois.org/La%20gestion%20des%20ressources%20avec%20les%20m%20E9tadonn%20E9es.doc>
- Ausbern, L. (2004) Gender and Learning Strategy Differences in Nontraditional Adult Students' Design Preferences in Hybrid Distance Courses. In The Journal of Interactive Online Learning, Volume 3, Number 2, Fall 2004, ISSN 1541-4914 <http://www.ncolr.org/jiol/issues/PDF/3.2.6.pdf>
- Aussenac-Gilles, N., Biébow, B. et Szulman, S. (2000) "Corpus analysis for conceptual modelling" In Aussenac-Gilles, N., Biébow, B. et Szulman, S., (Eds), Proceedings of EKAW'2000 Workshop on Ontologies and Texts, Juan-les-Pins, 2-6 october 2000, pp. 13-20.
- Azouaou, F. and Desmoulins, C. (2006) *Teachers' Document Annotating: Models for a Digital Memory Tool*, International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning (IJCEELL).2006 - Vol. 16, No.1/2. pp. 18-34.
- Bachimont, B. (2004). *Arts et sciences du numérique : Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Technologie de Compiègne.
- Barker Ph. (2000) Designing Teaching Webs: Advantages, Problems and Pitfalls ; Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunication, Association for the Advancement of Computing in Education, Charlottesville, VA, pp. 54-59.
- Baugh, J. (2000) Rewarding competencies in flatter organizations. In Competency: the journal of performance through people, volume 4. IRS, London. (Collectif, 2000) "Accompagner des formations ouvertes", Actes de la conférence de consensus Ouvrage du collectif de Chasseneuil, Col. Savoir et formation, Ed. L'Harmattan, Mars 2000.
- Benoit, J. (2000) La communauté de pratique en réseau. <http://www.tact.fse.ulaval.ca/ang/html/cp/intro.htm>
- Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O. (2001). The semantic web. Scientific American, 5(1).

- Bjorke, A., Ask, B. and Heck D (2003) "United Nations University/Global Virtual University, Global cooperation on e-learning" In Proceedings of the International Conference on Network Universities and e-Learning, 8-9 May 2003, Valencia, Spain <http://www.upv.es/menuconf/CD%20MENU%20CONFERENCE/Plennary%20Sessions/Ake%20Bjorke.pdf>
- Boullier, D. (2001) « Les choix techniques sont des choix pédagogiques : les dimensions multiples d'une expérience de formation à distance ». *Sciences et Techniques Educatives*, vol. 8, n° 3-4 /2001, p. 275-299.
- Brent, G., Ludwig-Hardman, S., Thorman, C. L. et Dunlap, J. C. (2004) Bounded Community: Designing and Facilitating Learning Communities in Formal Courses. In proceedings of the American Educational Research Association, San Diego, CA, April 2004. <http://carbon.cudenver.edu/~bwilson/BLCs.html>
- Breuker, J. et Muntjewerff, A (1999) Ontological Modelling for Designing Educational Systems, Workshop on Ontologies for Intelligent Educational Systems, Ninth International Conference on Artificial Intelligence in Education, AI-ED'99, Le Mans, France, July 18-19, 1999.
- Brilman, J. (1995) *L'entreprise réinventé*, Editions d'Organisation, Paris, 1995.
- Brown, J. S. and Duguid, P. (1991) "Organizational Learning and Communities-of-Practice; Toward a Unified View of Working, Learning and Innovation." *Organization Science* 2, No. 1, 1991, pp. 40-57.
- Brusilovsky, P. et Vassila, J. (2003) Course sequencing techniques for large-scale web-based education. *Int. J. Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, 13 (2003) 75-94.
- Carneiro, R., Steffens, K. et Underwood, J. (Eds) (2005) Self-regulated Learning in Technology –Enhanced Learning Environments. Proceedings of the TACONET conference, Lisbon, September 23, 2005.
- Carré, P. et Charbonnier, O (2003) Optimiser les apprentissages informels. *Actualité de la formation permanente*, no 182, 2003, pp. 105-113.
- Chabert-Ranwez S. (2000). *Composition Automatique de Documents Hypermédia Adaptatifs à partir d'Ontologies et de Requêtes Intentionnelles de l'Utilisateur*, Thèse de l'université de Montpellier II.
- Charlet, J., Zacklad, M., Kassel, G. et Bourigault, D. (2000) *Ingénierie des Connaissances*, Eyrolles, Paris.
- Charlet, J. (2001) *L'ingénierie des connaissances : Développements, resultants et perspectives pour la gestion des connaissances médicales*. Habilitation à diriger des recherches, Université Pierre et Marie Curie.
- Chen, J., Ted, E., Zhang R. and Zhang Y. (2003) "Systems requirements for organizational learning". *Communication of the ACM*, December 2003, vol. 46, no 12, pp. 73-78.

- Daraut, S. et Kechidi, M. (2007) http://www.adres.polytechnique.fr/DOCTEURS/ARTICLE_pdf/daraut-article.pdf
- Davies, J., Duke, A. & Sure, Y. (2003) "OntoShare – An Ontology-bases Knowledge Sharing System for Virtual Communities of Practice" http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/2003_iknow_ontoshare.pdf
- DCMI 2006 <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>
- Dell, C. A. (2006) Emergence of self-regulation among online learners. In *Academic Exchange Quarterly*, ISSN 1096-1453, Volume 10, Issue 4, Winter 2006.
- Desmoulins, C. et Grandbastien, M. (2002) Des ontologies pour la conception de manuels de formation à partir de documents techniques. In *Sciences et Techniques Educatives*, volume 9, no 3-4, pp.291-340.
- Desmoulins, C., Mille D. (2002). *Pattern-based Annotations on E-books : From Personal to Shared Didactic Content*, International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education.
- Dieng, R., Corby, O., Giboin, A. et Ribière, M. (1998) Methods and tools for corporate knowledge management. In *Proceedings of the 11th workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (KAW'98)*, Banff, Canada, pp. 17-23.
- Dodgson, M. (1993) "Organizational Learning: A Review of Some Literatures". *Organizational Studies* 14 3, pp. 375-394.
- Drucker, P. (2000) "Need to Know: Integrating e-Learning with High Velocity Value Chains." A Delphi Group White Paper.
- Efimova, L. et Swaak, J. (2002) KM and E-learning : toward an integral approach ? In *Proceedings of KMSS02, EKMF*, pp. 63-69.
- Favereau, O. (1994) Règle, organisation et apprentissage collectif. In A. Orlén (Ed), *L'analyse économique des conventions*, PUF.
- Fernandes, E., Dunand, N. Et Spang Bovey, N. (2006) Livre blanc sur les standards du e-learning. <http://telearn.noe-kaleidoscope.org/warehouse/Fernandes-Emmanuel-2006b.pdf>
- Fernandez, M., Gomez-Pérez, A., Juristo, N. (1997) "METHONTOLOGY : From Ontological Art Towards Ontological Engineering". *Proceedings of the AAAI-97 Spring Symposium Series on Ontological Engineering*, Stanford, CA, USA, p 33-40.
- FFFOD (2002) E.learning et Knowledge Management : Quelle convergence ? http://www.fffod.org/fr/doc/ElearningKM_fffodVFC.doc
- Garshol L. M. (2000) "Topic Maps, RDF, DAML, OIL, a comparison", 2002. <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tmrdfoidaml.html>.
- Garvin, D. (1994) "Building a learning organization". *Bus. Cred.* 96, pp. 19-28.
- George, S. et Hotte, R. (2003), A Contextual Forum for Online Learning. *International Conference on Open and Online Learning (ICOOL 2003)*, University of Mauritius.

- Girod M.S. (1995) "La mémoire organisationnelle ", *Revue Française de Gestion*. Vol. 105, septembre-octobre, pp. 30-42.
- Grundstein, M. (1995) La capitalisation des connaissances de l'entreprise, système de production des connaissances. In *L'entreprise apprenante et les Sciences de la Complexité*, Aix en Provence.
- Guarino, N. et Schneider, L. (2002) Ontology-driven Conceptual modeling, *Conceptual Modeling - ER 2002, 21st International Conference on Conceptual Modeling*, Tampere, Finland, October 7-11, 2002.
- Harzallah, M., Leclère, M., Trichet, F (2002) In *Proceedings of Fourteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'02)*, Ischia, Italy.
- Harzallah, M. et Vernadat, F. (2002) IT-based competency modeling and management: from theory to practice in enterprise engineering and operations. *Computers In Industry*.
- Haynes, D. (2004) *Metadata for information management and retrieval*. London : Facet, 2004, 186 p.
- Hofer, B., Yu, S. et Pintrich, P.R. (1998) Teaching college students to be self-regulated learners. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds) *Self-regulated Learning. From Teaching to Self-reflective Practice* (New-York, The Guildford Press), pp. 57-85.
- Huber, G.-P. (1991) Organizational Learning: the Contributing Processes and the Litteratures. In *Organization Science*, Vol.2, no 1, February, pp 88-115.
- IEEE LTSC W12 <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- IEEE-Ltsc-wg20
http://www.ieeeltsc.org/workinggroups/wg20Comp/wg20rcdfolder/IEEE_1484.20.1.D8.pdf
- Ikeda, M., Seta, K. et Mizogushi, R. (1997) Task ontology makes it easier to use authoring tools. In *Proceedings of IJCAI-97*, Osaka University, 1997, pp.342-347.
- IMS-RDCEO (2002) *IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objectives Best Practices*. [Version 1.0, final specification]. IMS Global Learning Consortium, Inc., <http://www.imsglobal.org/competencies/index.html>
- Ingham, M. (1994) L'apprentissage organisationnel dans les coopérations. In *Revue Française de Gestion*, no 97.
- Jantke, K., Lunzer, A. et Fujima, J. (2005) *Subjunctive Interfaces in Exploratory e-Learning. Lecture Notes in Computer Science*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, vol 3782, pp. 176-188.
- Jonassen, D. (1999) Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*. Marwah: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Vol. II, 1999, pp. 215-240.
- Kassel G., (2002) "OntoSpec : une méthode de spécification semi-informelle d'ontologies", *Actes de IC'2002*, Rouen, Mai 2002.

- Kim, D.H. (1993) The link between individual and organizational learning. In *The Strategic Management of Intellectual Capital*, Woburn, MA: Butterworth-Heinemann, pp. 41-62.
- Knowles, M. S. (1990) Fostering competence in self-directed learning. In R. M. Smith (Ed.) *Learning to learn across the life span*. San Francisco: Jossey-Bass, pp. 123-136.
- Koenig, G. (1994) L'apprentissage organisationnel : repérage des lieux. In *Revue Française de gestion*, janvier-février 1994, p78.
- de La Passardièrre, B. et Jarraud, P. (2005) "LOM et l'indexation de ressources scientifiques Vers de bonnes pratiques pour l'Université en Ligne. " Actes de la conférence EIAH'2005, ISBN 2-7342-0999-3, Editions INRP, Montpellier, 25-27 mai 2005, pp. 57-68
- Lesser, E. L. and Storck, J. (2001) "Communities of practice and organizational performance." In *IBM Systems Journal Knowledge Management*, Vol. 40, No. 4, 2001, PP. 831-840.
- Levitt, B. et March, J. G. (1998) Organizational learning. In *Annual review of sociology*, vol 14, pp. 319-340.
- Ley, T., Lindstaedt, S. N. et Albert, D. (2005) Supporting Competency Development in Informal Workplace Learning. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, vol 3782, pp. 189-202.
- Lhuillier, J.-Noël (2005) *Le management de l'information : des données aux connaissances et compétences*. Editions Hermès Lavoisier, Paris 2005.
- Looi, C.-K. (2001), Supporting Conversations and Learning in Online Chat. J. D. Moore, C. L. Redfield, W. L. Johnson, (Eds.). *International Conference on Artificial Intelligence and Education (AIED 2001)*, San Antonio, Texas, USA, (IOS Press): 142-153.
- Ludwig-Hardman, S. (2003) Case study: Instructional design strategies that contribute to the development of online learning community. Unpublished doctoral dissertation, University of Colorado, Denver.
- Lynch, C. A. (1997) Clifford "Searching the Internet," *Scientific American* 276:3 (March 1997), pp. 52-56.
- McEvily K. S. et Chakravarthy B. (2002) The persistence of knowledge-based advantage: an empirical test for product performance and technological knowledge. In *Strategic Management Journal*, Vol. 23 pp. 285-305. 2002
- Midler, Ch. (1994) Evolution des règles et processus d'apprentissage. In Orléan A. (Ed), *L'analyse économique des conventions*, PUF.
- Ng, A., Hatala, M. and Gasevic, D. (2006) "Ontology-based Approach to Learning Objective Formalization", <http://www.sfu.ca/~lkng/Final-call%20for%20chapter.pdf>
- Nonaka, I. (1994) "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation". *Organization Science*, Vol. 5, No 1, pp. 14-37.

- Ollagnier-Beldame, M. et Mille, A. (2007) « Faciliter l'appropriation des EIAH par les apprenants via les traces informatiques d'interactions ? » Revue STICEF, en ligne sur <http://www.sticef.org>
- O'Neill, S. and Hewitt, A. S. (2005) "Linking Training and Performance Through Competency-Based Training". In Larson and Hewitt (Ed) Staff Recruitment, Retention & Training Strategies for Community Human Services Organizations,. Baltimore, Md.: Paul H Brookes Pub.
- Paquette, G. (2007) An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management. In *Educational Technology & Society*, 10(3), pp. 1-21.
- Paris, S. G. et Byrnes, J.P. (1989) The constructivist approach to self-regulation and learning in the classroom. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds) *Self-regulated Learning and Academic Achievement: Theory, research, and practice* (New York, Springer), pp. 169-200.
- Park, J. (2002) *XML Topic Maps, Creating and Using Topic Maps for the Web*, Jack Park Editor, 2002.
- Pintrich, P. R. et Zusho, A. (2002) Student motivation and self-regulated learning in the college classroom. In J. C. Smart and W. G. Tierney (Eds) *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, Volume XVII (New York Agathon Press), p. 64.
- Pitrat, J. (1991) *Métaconnaissance, avenir de l'Intelligence Artificielle*, Paris, Eds Hermès.
- Pomian, J. (1996) *Mémoire d'entreprise, techniques et outils de gestion du savoir*. Eds Sapienta.
- Prax, J.-Y. (2000) *Le guide du Knowledge Management*, Dunod, Paris.
- Ras, E., Memmel, M. et Weibelzahl, S. (2005) Integration of E-Learning and Knowledge Management – Barriers, Solutions and Future Issues. In: K.-D. Althoff, A. Dengel, R. Bergmann, M. Nick, T. Roth-Berghofer (Eds). 3rd Conference Professional Knowledge Management – Experiences and Visions, Berlin: Springer. <http://www.easy-hub.org/stephan/ras-postlokmol05.pdf>
- Richter, C., Allert, H. et Neidl, W. (2005) Minimal Activity Plans: Artifacts for Self-Organized Learning within Organizations. In: K.-D. Althoff, A. Dengel, R. Bergmann, M. Nick, T. Roth-Berghofer (Eds.). WM 2005: Contributions to the 3rd Conference Professional Knowledge Management – Experiences and Visions, April 10-13, 2005, Kaiserslautern, germany. DFKI, Kaiserslautern, pp. 166-169.
- Sánchez-Alonso, S. et Sicilia, M. A. (2005). "Normative Specifications of Learning Objects and Learning Processes: Towards Higher Levels of Automation in Standardized e-Learning". *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, Vol. 2, Issue 3, ISSN 1550-6908, March 2005.
- Schmidt, A. (2005) Bridging the Gap between Knowledge Management and E-Learning with Context-Aware Corporate Learning. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 203-213. http://herakles.fzi.de/aschmidt/Schmidt_LOKMOL05_Extended.pdf

- Senge, P. (1990) *The Fifth discipline. The Art and Practice of the Learning Organization*, ed. Doubleday, New-York, 1990.
- Settoui, L.-S., Prié, Y., Marty, J.-C. et Mille, A. (2007) « Vers des Systèmes à Bases de Traces modélisées pour les EIAH. » Rapport de recherche RR-LIRIS-2007-016, <http://liris.cnrs.fr/publis/?id=2882>
- Sicilia, M. A. (2005) Ontology-based competency management: Infrastructures for the knowledge-intensive learning organization. In M. D. Lytras and A. Naeve (Eds.), *Intelligent learning infrastructures in knowledge intensive organizations: A semantic web perspective* (pp. 302-324). Hershey, PA: Idea Group.
- Simon, G. (1997) *Modèles et méthodes pour la conception des mémoires d'entreprise Le système DOLMEN : une application en métallurgie*. Thèse de doctorat de l'université de Nancy.
- Steffens, K. (2006) Self-Regulated Learning in Technology-Enhanced Learning Environments: lessons of a European peer review. In *European Journal of Education*, Vol. 41, Nos. 3/4, 2006, pp. 353-379.
- Stein, E. et Zwass, V. (1995) Actualizing organizational memory with information systems. In *Info. Syst. Res.* 6,2 (June 1995), pp. 85-117.
- Storck, J. and Hill, P. (2000) "Knowledge Diffusion Through 'Strategic Communities'." In *Sloan Management Review* 41, No. 2, 2000, pp. 63-74.
- Sunasse, N. and Hauman, V. (2004) "Organisational Learning versus the Learning Organisation". In *Proceedings of South African Institute of Computer Scientists Information Technologists 2004, SACSIT*, pp. 264-268.
- TMQL <http://www.isotopicmaps.org/tmql/>
- Topic Maps (2000) <http://www.topicmaps.org/>
- Vaast, E. (2002) Les communautés de pratique sont-elles pertinentes ? In *actes de la conférence de l'association de management stratégique*, Paris, <http://www.strategie-aims.com/actes02/Fichiers/Vaast.pdf>
- Van Heijst, G., Van der Speek, R. et Kruizinga, E. (1996) Organizing Corporate Memories. In B. Gaines, M. Musen ed, *Proceeding of the 10th Baff Knowledge. Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop (KAW'96)*, Banff, Canada, November 1996.
- Van Heijst, G., Schreiber, A., Wielinga, B. (1997). *Using Explicit Ontologies in KBS Development*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46, 183-298.
- Vasconcelos, J., Kimble, C., Gouveia, F. et Kudenko D. (2001) "Reasoning in Corporate Memory Systems : A Case Study of Group Competencies". In *Proceedings of the 8th International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge*, Compiègne, France, pp. 243-253.
- Vasconcelos, J., Kimble, C. et Rocha, A. (2003) "Ontologies and the Dynamics of Organisational Memories: an example of a Group Memory System for the Management of

- Group Competencies”, In Proceedings of the I-KNOW’03, Graz, Austria.
<http://www.cs.york.ac.uk/mis/docs/jvasconcelos-iknow031.pdf>
- Walsh, J. P. et Ungson, G. (1991) Organizational memory. In *Academy of management review*, vol 16, no 1, pp. 57-91.
- Wenger, E. (1998) *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge University Press, 1998
- Wooddruff, C. (1991) Competent by any other name. *People Management Journal*.
- XTM (2001) TopicMaps.org XTM Authoring Group, *XML Topic Maps (XTM) 1.0 : TopicMaps.org Specification*, 3 mars 2001.
- Yacci, M. (2005) The Promise of Automated Interactivity. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, vol 3782, pp. 214-221.
- Zarifian, P. (1996) *Travail et communication. Essai sociologique sur le travail dans la grande entreprise industrielle*. PUF, Paris.

21 Curriculum Vitae

Marie-Hélène Gréboval Abel

Française

Mariée, quatre enfants : 1998, 1999 (décédée), 2000, 2003, 2005

Née le 12 juillet 1968 à Saint Valery en Caux (France)

Formation

2006 : Obtention d'une PEDR

1995 : Qualification en 27ème Section ;

Numéro de qualification : 9522738581.

1994 : Doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne, spécialité Contrôle Des Systèmes, mention Très Honorable, obtenu le 5 décembre 1994 à l'UTC.

Sujet : La production d'explication, vue comme une tâche de conception : contribution au projet AIDE.

Jury : M. Bernard Dubuisson (Président)

Mme Danièle Hérin-Aime (Rapporteur)

M. Gilles Kassel (Directeur de thèse)

Mme Cécile Paris (Rapporteur)

M. Gérard Sabah (Rapporteur)

Mme Brigitte Safar (Examineur)

1991 : DEA (mention TB) en Contrôle Des Systèmes à l'UTC.

1990 : Maîtrise d'Informatique (mention AB) de l'Université de Picardie.

1989 : Licence d'Informatique (mention AB) de l'Université de Picardie

1988 : DUT Informatique de l'IUT du Havre

Parcours professionnel

2000

Mutation à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC) et rattachement à l'UMR CNRS Heudiasyc, intégration dans le thème ROC (Réseaux, Optimisation, Communication) devenu en 2003 le thème DOC (Documents et Connaissance)

1996

Maître de Conférences à l'Université de Picardie Jules Verne.

1994-1996

Attachée Temporaire d'Enseignement et de Recherches à l'UTC.

Domaine de recherche

Ingénierie des connaissances, Web sémantique, Knowledge Management, EIAH

Projets de recherche

2007

KALEIDOSCOPE Initiative "Self-regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments"

2004-2006

Projet Européen : "Self-regulated learning in technology enhanced learning environments at university level: a peer review (TELEPEERS)" (<http://www.lmi.ub.es/telepeers/telepeers.php>) (participation).

2002-2005

Responsable du projet régional MEMORAE (<http://www.hds.utc.fr/memorae/>) du pôle STEF : réalisation d'une mémoire organisationnelle de formation et évaluation à des fins de e-learning. Projet d'une durée de 3 ans (Octobre 2002 – Octobre 2005), encadrement d'un thésard : Ahcene Benayache.

2000-2003

Projet régional AACC (<http://www.hds.utc.fr/~barthes/CSCWL/CSCWL-0101-AACC.html>) : développement d'un système d'aide à la conception coopérative (participation)

Projet interne à l'UTC : développement de la plate-forme e-COOP pour la capitalisation et la diffusion des connaissances dans le domaine du travail coopératif et de la formation utilisant les TIC (participation).

1999-2000

Projet régional PERINET : réalisation d'un site web de Base de Connaissances permettant de diffuser sur l'intranet régional médical PERINET des informations d'ordre pratique et encyclopédique.

Projet Relations inter-firmes : étude de l'apport de l'ingénierie des connaissances à la constitution des mémoires d'entreprises.

1991-1998

Projet régional AIDE-SATIN du pôle GBM (1991-1998) : réalisation du générateur de systèmes à base de connaissances AIDE et de l'application médicale SATIN.

Groupe de recherche et réseaux

Membre du réseau CNRS RTP n°39 "Apprentissage, éducation et formation".

Membre du REX KALEIDOSCOPE "Concepts and methods for exploring the future of learning with digital technologies".

Membre de l'Action Spécifique WEB-LEARN « Web sémantique pour le e-learning » du réseau CNRS RTP n°39. (2003-2005)

Membre du réseau européen Taconet, sur auto-apprentissage en e-Learning (Self-regulated learning in Technology Enhanced Learning).

Membre du Web Intelligent Consortium France Laboratory.

Principales activités administratives

Responsable de la filière Ingénierie des Connaissances et Support d'information (ICSI) de l'UTC depuis 2004 : gestion d'un conseil de filière, création et gestion d'un site de filière, réponse aux attentes d'une centaine d'étudiants.

Co-organisatrice locale de la IEEE/WIC/ACM International Conference WI/IAT, 19-22 septembre 2005, Compiègne.

Porteuse du projet de la filière ICSI, 2003.

Co-organisatrice des séminaires e-COOP dans le cadre de la plate forme e-COOP de l'UTC sur le travail collaboratif. (2000-2002)

Membre de la commission de spécialistes en 27^{ème} section de l'UTC depuis 2001

Membre de la commission de spécialistes en 27^{ème} section de l'INSA de Rouen (2001-2004)

Co-organisatrice de la conférence IC'2002, 13^{ème} journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, 28-30 mai 2002, Rouen.

Représentante du Génie Informatique au jury de l'UE Etude Expérimentale depuis 2001

Encadrement d'étudiants ingénieurs de l'UTC pour leur stage et/ou projet de fin d'études (3 à 4 par semestre), depuis 2000.

Encadrement de stagiaires IUP1 et IUP2 : suivi et visite de stage se déroulant sur 2 ou 3 mois en fin d'année universitaire (en moyenne 8 étudiants par année), 1996-2000.

Encadrement de stagiaires IUP3 : suivi et visite de stage se déroulant en alternance sur toute l'année universitaire (en moyenne 3 étudiant par année), 1996-2000.

Principales activités scientifiques

Direction

Co-responsable de l'équipe de recherche Document et Connaissance (DoC) de l'UMR CNRS Heudiasyc (depuis avril 2007)

Encadrements

Encadrement de thèse en cours

Co-encadrement (90%) de la thèse de Adeline Leblanc sur Apprentissage Collaboratif et Mémoire Organisationnelle de Formation. Co-encadrant : Jean-Paul Barthès (10%). Début de thèse : octobre 2005.

Encadrement de la fin de thèse (Algérie) de Ouafia Ghebghoub : « Description et annotation sémantiques à base d'ontologies des ressources pédagogiques sur le web ». Séjour financé par le gouvernement algérien pour 18 mois à partir de septembre 2007.

Encadrement de thèse

Encadrement (100%) de la thèse de Ahcene Benayache sur la construction d'une mémoire organisationnelle de formation et son évaluation dans un contexte e-learning. (Octobre 2002-Décembre 2005).

Encadrement de stage de thèse algérienne

Encadrement du stage de thèse (Algérie) de Ouafia Ghebghoub sur la construction d'une ontologie du Learning Object Metadata (2 avril – 28 avril 2007).

Encadrement du stage de thèse (Algérie) de Ouafia Ghebghoub sur Ontologies et Learning Objects (27 février – 31 mars 2006).

Encadrement du stage de thèse (Algérie) de Hakim Amrouche sur Puissance des Topic Maps pour représenter et interroger les ontologies (15 mai 2006 – 15 juin 2006).

Encadrement de stage de DEA

Encadrement du stagiaire Omar Cissé (2000) : réalisation d'une maquette de base de connaissances pour le projet régional d'intranet médical PERINET.

Encadrement du stage de DEA de Omar Cissé sur Ontologie de documents électroniques et exploitation dans une base de données multimédia. (1999).

Encadrement du stage de DEA de Saïlesh Kumar Heeramun (1998) : Construction d'une ontologie et d'une terminologie et mise en place d'un livre des connaissances. Application au domaine portant sur véhicule hybride et électrique.

Comités de programme

Membre externe du comité de programme de la 13th International Conference on Artificial Intelligence in Education, AIED 2007.

Co-présidente du comité de programme de la session spéciale Methods and Tools for Managing Learning Objects du WSEAS/IASME International Conference on ENGINEERING EDUCATION (EE'06), Athènes, Grèce, Juillet 2006.

Membre du comité de programme du Workshop of Knowledge Management and Organizational Memories de l'European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2006), Trente, Italie, Août 2006.

Membre du comité de Programme de la journée thématique « Web sémantique pour le e-learning » de la plate-forme AFIA, Nice, 30 mai-3 juin 2005.

Membre du comité de programme des Troisièmes Rencontres Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle, RJC-IA'96, Nantes, 28-31 Août 1996.

Membre de jurys de thèse

Membre du jury de thèse de Faïçal Azouaou, « Modèles et outils d'annotations pour une mémoire personnelle de l'enseignant », Université Joseph Fourier, 19 octobre 2006 (examinatrice).

Membre du jury de thèse de Patitta Suksumboon, « Représentation de ressources basée sur des ontologies », Université Montpellier 2, 18 décembre 2007 (examinatrice).

Animation

Membre du Comité de PréSélection Enseignement Supérieur du Prix Roberval (<http://prixroberval.utc.fr/>), depuis 2006.

Responsable des séminaires du thème Documents et Connaissances de l'UMR CNRS 6599, 2005-2007.

Membre élu du conseil de l'UMR 6599 depuis 2004.

Membre du bureau de branche du département de génie informatique depuis 2004.

Responsable scientifique de la plate-forme e-COOP, 2002-2003.

Co-animatrice de la commission Gestion des Connaissances de l'association MICADO (<http://www.afmicado.com/>), 2002.

Organisation des séminaires réalisés par les étudiants d'TUP3, 1998-2000.

Activités d'enseignement

2000-...

Etablissement : UTC, Discipline 27^{ème} section

Intelligence artificielle : représentation, CM(28H), TD(2 x 34 H), TP (4 x 16H) (2^e cycle), 146 étudiants, 2002-2007

Communication homme/machine, TD (34H),TP (17H) (2^e cycle), 2002, 2003

Algorithmique et programmation, TD (2 x 34H) (1^{er} cycle), 2002, 2003 (1 groupe), 2004, 2005 (1 groupe), 2006

Projets multimédia, TD (26H), TP (24H) (2^e cycle), 2002

Web sémantique, CM (2H) (2^e cycle), 45 étudiants, 2003

Ontologies, Web sémantique (2H)(3^e cycle), 20 étudiants, 2006-2007

Techniques de modélisation, capitalisation et gestion des connaissances dans l'entreprise, TD (16H), TP (32H), 2006-2007.

1996-2000

Etablissement : IUP MIAAGE de l'UPJV, Discipline 27^{ème} section

Analyse SADT : présentation et acquisition de la méthode d'analyse SADT, CM (8H), TD/TP (10H) en Analyse SADT (IUP1), 1996-2000.

Algorithmique et programmation : acquisition des bases de la programmation au moyen du langage Pascal CM (32H), TD/TP (57h) (IUP1),1996-1999.

Informatique de gestion : acquisition des bases de la programmation de gestion au moyen du langage Cobol, CM (20H), TD/TP (32H) IUP1, 1996-2000, et DIU, 1999.

Programmation objet : acquisition des bases de la programmation orientée objet au moyen du langage C++, CM (16H), TD/TP (16H), DESS SIM, 1996-1999.

Site web pour l'apprentissage du langage C++ diffusé dans le cadre du DESS à distance SIMAD : réalisation d'un site web sur la programmation orientée objet illustrée au moyen du langage C++ (2000).

Formation word niveau 2 aux personnels de l'UPJV (2000).

Intervention (9H Cours, 9H Travaux Dirigés) sur l'architecture des ordinateurs, le codage de l'information et l'analyse SADT aux MSG (2000).

1994-1996

ATER en 27ème section à l'Université de Technologie de Compiègne

Travaux Dirigés (16H) et Pratiques (32H) en Systèmes Experts : acquisition des connaissances sur les systèmes experts depuis les problèmes liés à leur conception, à la réalisation d'applications jusqu'à leur intégration dans un contexte industriel. Utilisation du générateur de systèmes experts Sméci (1995-1996).

Travaux Dirigés (34H) en Théorie de la Programmation : preuve et construction de programmes, programmation fonctionnelle, récursive et itérative ; grammaires, automates (1995-1996).

Travaux Dirigés (68H) et Pratiques (40H) en Interfaces Homme/Machine et Convivialité : applications industrielles de l'ergonomie du logiciel, systèmes multi-fenêtres et menus déroulants, systèmes de maquettage d'IHM graphiques, IHM et base de données. Utilisation des logiciels 4D, HyperCard et AppleMediaTool (1995-1996).

Travaux Dirigés (34H) en Algorithmique et Programmation : acquisition des bases de la programmation au moyen du langage Pascal (1995-1996).

Travaux Dirigés (34H) et Pratiques (24H) en Intelligence Artificielle : représentation des connaissances, programmation fonctionnelle et programmation par objet à travers l'apprentissage du langage Lisp étendu aux objets (1994-1995).

Travaux Pratiques (48H) en Conception de Bases de Données : fonctionnalités et architecture des SGBDs, modèle entité/association, gestion de fichiers : hachage ; modèles et langages relationnels ; programmation en langage C et utilisation des logiciels Ingres et Matisse (1994-1995).

Intervention dans un cours sur les Systèmes à Base de Connaissances dans le cadre du DEA informatique de l'INSA de Rouen (1995).

1991-1994

Vacataire en informatique à l'UTC

Travaux Dirigés (136H) et Pratiques (108H) en Intelligence Artificielle.

Travaux Pratiques (68H) sur les Bases de l'Informatique.

1989-1990

Vacataire à l'UFR de Mathématiques et d'Informatique de l'UPJV

Travaux Pratiques (68H) en Pascal. Enseignement destiné à des étudiants en deuxième année de DEUG A.

Chapitre de livre

2000

Kassel, G., Barry C. & **Abel, M.-H.** (2000) " Programmer au niveau connaissances en Def-*. " In J. Charlet, M. Zacklad, G. Kassel & D. Bourigault (Eds), Ingénierie des connaissances : évolutions récentes et nouveaux défis, Eds. Eyrolles, pp. 145-160.

Revue internationale avec comité de lecture

2003

Thouvenin, I., **Abel, M.-H.**, Ramond, B., Qamhiyah, A. (2003) "Environment improvements for a better cooperation in multi-culture collaborative mechanical design" In Journal of Integrated Design and Process Science, june 2003, Vol. 7, No 2, pp 131-142.

Revue nationale avec comité de lecture

2000

Gréboval, M.-H., Kassel, G. & Krim, G. (2000) "SATIN : un système expert médical produisant des explications. " In Interaction & Cognitions, Eds. L'Harmattan, pp. 23-46.

1997

GENE (1997) "Transposer les principales fonctions d'un dialogue explicatif dans une interface graphique." In Actes des 6ème journées du PRC-GDR IA'97, eds Hermès, pp. 339-355.

1996

Gréboval, M.-H. (1996) "Représentation et construction d'explications : application au projet AIDE." In Revue d'Intelligence Artificielle, Eds Hermès.

Congrès international avec comité de lecture

2004

Enembreck, F., Thouvenin, I., **Abel, M.-H.**, Barthès, J.-P. (2004) "An Ontology-Based Multi-Agent Environment to Improve Collaborative Design", Proceedings of COOP'04, the 6th International Conference on the Design of Cooperative Systems, French Riviera, France, May 2004, pp. 81-84.

2002

Thouvenin, I., **Abel, M.-H.**, Ramond, B. Abir Q. (2002) « Environment improvements for a better cooperation in international collaborative mechanical design ». In Proceedings of the seventh International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, CSCW in Design '2002, Rio de Janeiro, Brazil, September 2002, pp. 166-172.

1999

Abel-Gréboval, M.-H. (1999) "The reuse of the shell AIDE for the modelling of the explanation reasoning." In Proceedings of the 1st International Conference on Information Reuse and Integration : IRI-99, Atlanta, USA, november 1999.

1995

Gréboval, M.-H. (1995) "The reuse of the shell AIDE for the modelling of the explanation reasoning." In Proceedings of the workshop on Intelligent Computer Communication : ICC'95, Cluj-Napoca, Romania, june 1995, pp. 38-49.

1994

Gréboval, M.-H. & Kassel, G. (1994) "The Production of Explanations, seen as a design task: a case study." In Proceedings of the eleventh European Conference on Artificial Intelligence, ECAI , Amsterdam, august 1994, pp. 351-355.

Congrès national avec comité de lecture

2005

Abel, M.-H., Bach, T.-L., Dehors, S., Dieng-Kuntz, R., Gandon, F., Luong, P.-H., Moulin, C. (2005) "Ontologies pour le Web Sémantique et pour le E-learning" In actes de la Journée thématique « Web sémantique pour le e-learning », 30 mai-3 juin 2005, Nice, pp. 44-96.

Abel, M.-H., Dieng-Kuntz, R., Hérin, D., Lenne, D., Moulin, C., Pompidor, P., Traoré, A. (2005) "Langages pour le Web Sémantique et pour le E-learning" In actes de la Journée thématique « Web sémantique pour le e-learning », 30 mai-3 juin 2005, Nice, pp. 97-122.

2000

Kassel, G., **Abel, M.-H.**, Barry, C., Boulitreau, P., Irastorza, C. & Perpette, S (2000) "Construction et exploitation d'une ontologie pour la gestion des connaissances d'une équipe de recherche." In actes de IC'2000, Toulouse, mai 2000.

1996

GENE (1996) "Conception d'une interface de discussion d'un diagnostic médical intégrant l'explication, l'argumentation et la négociation." In actes des Troisièmes Journées Explication du PRC-GDR IA, Sophia-Antipolis, juin 1996.

Gréboval, M.H. (1996) "Vers une représentation du dialogue explicatif." In actes des Troisièmes Journées Explication du PRC-GDR IA, Sophia-Antipolis, juin 1996.

1995

Eva P. Ercé (1995) "EVA : modélisation et représentation de connaissances hétérogènes, guidées par les besoins en Explication, Validation et Acquisition." In Actes des 5ème journées nationales du PRC-GDR Intelligence Artificielle, Nancy, février 1995, pp. 263-282.

1994

Boulitreau, P., Bourcier, F., Gréboval, C., **Gréboval, M.H.** & Kassel, G. (1994) "Un langage de spécification de haut niveau pour modéliser des tâches réflexives." In Actes du 9ème congrès de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle, Paris, janvier 1994, pp. 643-649.

Gréboval, M.H., Kassel, G. & Krim, G. (1994) "Une évaluation des compétences d'explication du système médical SATIN." In Actes de l'atelier de recherche du groupe GENE du PRC-IA : Modélisation d'explications sur un corpus de dialogues, Paris, décembre 1994, pp. 87-98.

Gréboval, M.H. (1994) "Construction d'une explication : éclairage de la linguistique." In Actes du Premier Colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives, La Motte d'Aveillans, mars 1994, pp. 351-355.

Bourcier, F., **Gréboval, M.H.**, Kassel, G. & Trigano, Ph. (1994) "Construction d'une explication et génération en langue naturelle : une étude de cas." In Actes du 9ème congrès de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle, Paris, janvier 1994, pp. 615-625.

1992

Bourcier, F. & **Gréboval, M.H.** (1992) "Représentation du contenu d'une explication." In Actes des 1ères Rencontres Nationales des Jeunes Chercheurs en IA, Rennes, septembre 1992, pp. 52-65.

Kassel, G., **Gréboval, M.H.**, Gréboval, C. & Bourcier, F. (1992) "Raisonnement au bon niveau d'abstraction pour produire de meilleures explications : une étude de cas." In Actes des Deuxièmes Journées Explication du PRC-GDR IA, Sophia-Antipolis, juin 1992, pp. 147-161.

Rapports

1999

Abel-Gréboval M.-H. (1999) "Réutilisation de l'ontologie SATIN et du langage Def-* pour le dialogue." Rapport interne du LaRIA 99-28, Université de Picardie Jules Verne, Novembre 1999.

1994

Gréboval, M.-H. (1994) "La production d'explication, vue comme une tâche de conception : contribution au projet AIDE." Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne, décembre 1994.

1991

Gréboval, M.-H. (1991) "Modélisation d'un raisonnement explicatif : application au projet AIDE-SATIN." Rapport de DEA de l'Université de Technologie de Compiègne, septembre 1991.

Conférence invitée

2000

Abel, M.-H., Barry, C., Boulitreau, P., Cisse, O., Irastorza, C., Kassel, G., Perpette, S. (2000)
" Livre de connaissances et accès aux documents électroniques. " In actes de CIDE 2000, Lyon, juillet 2000, pp. 263-304.

Publications dans le cadre de MEMORAE

Voir Section 19 du présent mémoire.