

GESTION DES RESSOURCES PÉDAGOGIQUES D'UNE E-FORMATION

Marie-Hélène Abel, Dominique Lenne, Claude Moulin, Ahcène Benayache

Lavoisier | « Document numérique »

2003/1 Vol. 7 | pages 111 à 128

ISSN 1279-5127

Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://www.cairn.info/revue-document-numerique-2003-1-page-111.htm>

Pour citer cet article :

Marie-Hélène Abel *et al.*, « Gestion des ressources pédagogiques d'une e-formation », *Document numérique* 2003/1 (Vol. 7), p. 111-128.

DOI 10.3166/dn.7.1-2.111-128

Distribution électronique Cairn.info pour Lavoisier.

© Lavoisier. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Gestion des ressources pédagogiques d'une e-formation

Marie-Hélène Abel — Dominique Lenne — Claude Moulin
Ahcène Benayache

UMR CNRS 6599 Heudiasyc
Université de Technologie de Compiègne
BP 20529
F-60206 Compiègne cedex

{Marie-Helene.Abel, Dominique.Lenne, Claude.Moulin, Ahcene.Benayache}@utc.fr

RÉSUMÉ. De nombreux documents, et plus généralement de nombreuses ressources, sont produits ou utilisés dans le cadre d'une e-formation. Afin de capitaliser ces ressources et d'en faciliter l'accès, nous proposons de les gérer au sein d'une « mémoire organisationnelle de formation » (projet MEMORAE). Dans cet article, nous présentons cette mémoire ainsi que le contexte et les besoins liés à son utilisation. Nous décrivons ensuite les éléments ontologiques et le formalisme des « Topic Maps » sur lesquels elle est basée. Nous montrons enfin comment elle peut être exploitée en nous appuyant sur un prototype que nous avons développé pour des enseignements de statistiques et d'initiation à l'algorithmique et à la programmation.

ABSTRACT. Many documents and more generally many resources are produced or used in an e-learning application. In order to capitalize these resources and to facilitate their access, we propose to organise them in a "learning organisational memory" (MEMORAE project). In this paper, we present the context of use, the needs and the contents of this memory. We describe the ontologies and the Topic Maps formalism on which it is based. Finally we show how it can be queried, relying on a prototype that we developed for courses on algorithms and statistics.

MOTS-CLÉS: mémoire organisationnelle, ontologie, Topic Maps, e-learning, gestion des connaissances.

KEYWORDS: organisational memory, ontology, Topic Maps, e-learning, knowledge management.

1. Introduction

Le monde de l'éducation et de la formation est l'un des principaux bénéficiaires des avancées dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC). Ces technologies, qui ont déjà profondément transformé le monde industriel dans la façon de travailler, ont maintenant également un impact profond sur l'enseignement et la manière de gérer des formations. L'intervention des TIC dans le champ de l'éducation et de la formation va au-delà de leur simple utilisation au service d'anciens modes de formation. Elle a donné lieu ces dernières années à diverses applications souvent regroupées sous le terme d'e-learning.

De nombreux documents et plus généralement de nombreuses ressources peuvent être utilisés dans le cadre d'une formation e-learning (ou e-formation). Certaines de ces ressources sont produites « en interne » par les différents acteurs impliqués dans la formation, d'autres sont disponibles sur le web : cours en ligne, supports de cours, supports de présentations orales (transparents), bibliographies, foires aux questions, notes de lectures, etc. Le problème de leur accès et de leur gestion se trouve ainsi posé, accru également par le nombre croissant de ressources disponibles.

C'est pourquoi, dans le cadre du projet MEMORAe (MEMOire Organisationnelle Appliquée au e-learning), nous proposons de considérer une formation comme une organisation et de gérer les ressources de cette organisation au moyen d'une « mémoire organisationnelle de formation » (Abel *et al.*, 2002). Cette mémoire permet d'une part de capitaliser les ressources, les informations, les connaissances d'une formation, et d'autre part, de « mieux » les indexer en tenant compte du contexte de la formation considérée.

Dans cet article, nous présentons tout d'abord la notion de « mémoire organisationnelle de formation » ainsi que le contexte et les besoins liés à l'utilisation d'une telle mémoire. Nous décrivons ensuite les nécessités ontologiques qu'elle requiert et le formalisme des « Topic Maps » que nous préconisons pour en obtenir une représentation. Nous montrons enfin comment elle peut être exploitée en nous appuyant sur un prototype que nous avons développé dans le cadre de deux enseignements : Initiation à l'algorithmique et à la programmation Pascal, dispensé à l'Université de technologie de Compiègne et Statistiques, dispensé à l'université de Picardie.

2. Mémoire organisationnelle de formation

Une formation s'organise autour d'acteurs (intervenants, apprenants, secrétaires, etc.), de connaissances (celles des acteurs), de compétences qu'elle doit procurer ainsi que d'informations de différents types (définitions, exercices avec ou sans corrigé, études de cas, etc.) rédigées sous différentes formes (rapports, livres, sites web, etc.) et sur 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. Une telle mémoire peut être considérée comme la « *représentation explicite et persistante des connaissances et des informations dans une organisation, afin de faciliter leur accès et leur réutilisation par les membres adéquats de l'organisation pour leur tâche* » (Barthès et al., 1999).

Une mémoire organisationnelle permet non seulement de capitaliser les ressources pédagogiques liées au contenu de la formation mais aussi les informations concernant les acteurs (leurs spécificités, leurs parcours, etc.), ainsi que la gestion administrative (inscription, notes, etc.) de la formation.

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 aient une signification commune. C'est une des raisons pour lesquelles la construction et la gestion d'une mémoire organisationnelle s'effectue 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 tout d'abord ce contexte, puis nous envisageons quelques scénarios d'utilisation de la mémoire.

2.1. E-learning

Le terme e-learning est actuellement très utilisé. Il peut désigner des notions aussi variées que la gestion administrative d'une formation sur internet, la diffusion d'un cours par le même médium ou la mise à disposition d'outils de conférences virtuelles. Les nombreuses définitions du e-learning qui ont été proposées mettent généralement l'accent sur l'utilisation du réseau et sur la mise à disposition d'un contenu pédagogique, par opposition à un cours linéaire. Il n'y a cependant pas d'accord actuellement sur une définition unique du e-learning. Nous précisons donc tout d'abord ce que nous entendons par ce terme.

Nous considérons qu'une application e-learning est une formation à distance :

- exploitant une logique réseau,
- mettant à disposition un ensemble de ressources et non un cours linéaire,
- dans laquelle l'apprenant est actif et peut travailler de façon collaborative avec les autres apprenants,
- dans laquelle le rôle du formateur est principalement celui d'accompagnateur, de tuteur.

Selon la vision constructiviste, l'apprenant doit avoir un rôle actif dans sa formation. Le contenu mis à sa disposition n'est pas la mise en ligne pure et simple d'un cours en présentiel. Il s'agit au contraire d'un ensemble de ressources,

auxquelles il doit pouvoir accéder facilement, avec l'aide éventuelle d'un formateur dont le rôle est davantage d'accompagner l'apprenant que de lui transmettre un savoir.

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.

2.2. *Quelles ressources pour quels utilisateurs ?*

Au sein d'une organisation différents types d'acteurs interviennent. Pour une formation, il s'agit principalement d'apprenants, d'enseignants (au sens large : tuteur, formateur, etc.), de personnels administratif et de techniciens. Ces acteurs utilisent des ressources différentes pour les tâches qu'ils ont à accomplir. Ainsi, un technicien aura besoin de documents techniques pour gérer des ordinateurs par exemple, une secrétaire devra accéder aux dossiers d'inscription. Par ailleurs, certaines ressources (telles un livre) peuvent être « partagées » par ces différents acteurs. Dans la suite, nous nous intéressons plus précisément aux ressources pédagogiques requises par les enseignants et les apprenants.

2.2.1. Ressources requises et fournies par les enseignants

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 ? à 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.

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.

2.2.2. *Ressources requises par les apprenants*

Un apprenant face à un cours est souvent amené à se poser un certain nombre de questions concernant le contenu de ce cours. Par exemple, en quoi consiste ce cours ? Quels sont les objectifs visés et les notions qui seront abordées ? Quels sont les prérequis pour qu'il puisse suivre ce cours lui-même ? Dans quel ordre est-il préférables de les aborder ? Y a-t-il des documents associés à ce cours (transparents, support, exercices, etc.) ? Que doit-on faire pour approfondir certaines notions ? Quelles sont les bonnes références bibliographiques ? Comment se les procurer ? Existe-t-il des annales ? Des sites web, des forums qui concernent ce cours et pourquoi sont-ils intéressants ? etc.

Les enseignants et les apprenants partagent ainsi un certain nombre de ressources et peuvent être amenés à collaborer pour les exploiter. Les usages qu'ils en font peuvent être très variés. C'est pourquoi il nous paraît nécessaire d'organiser ces ressources, de permettre leur annotation et de les présenter selon le public visé. En outre, capitaliser les documents produits par les apprenants (rapports, commentaires, synthèses, etc.) est intéressant à la fois pour les apprenants (savoir ce que d'autres pensent d'un document par exemple) et pour les enseignants (faire évoluer leur cours, comprendre pourquoi une notion est mal perçue par exemple).

2.3. *Contenu pédagogique et gestion de la mémoire organisationnelle*

Le contenu pédagogique d'une mémoire organisationnelle de formation est composé principalement des notions à appréhender (grains de connaissance), des documents indexés par ces notions et des liens qu'entretiennent les notions les unes par rapports aux autres (structure de la mémoire). Nous précisons tout d'abord ce que nous entendons par grain de connaissance, puis nous présentons différents types de ressources pédagogiques, et nous montrons comment prendre en compte un scénario pédagogique au sein d'une telle mémoire.

2.3.1. *Grains de connaissance*

La création d'une formation diffusée sur internet 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.

Contrairement à ces travaux, nous n'utilisons pas le terme « grain de connaissance » pour désigner une partie d'un cours, mais pour désigner une notion à appréhender. Ainsi, il n'est pas nécessaire de produire des supports matérialisant un

tel découpage. Les auteurs 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 grains de connaissance (notions à appréhender) serviront d'index pour accéder aux documents qui traitent de ces derniers. Choisir de représenter les notions (concepts) comme des grains de connaissance permet d'indexer les documents les concernant en en laissant une grande souplesse de rédaction et donne la possibilité de réutiliser des documents existants.

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

Notons qu'un document électronique peut être initialement « découpé » physiquement 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.

2.3.2. Ressources pédagogiques

Les ressources pédagogiques sont généralement des documents : cours, supports de cours, transparents, livres électroniques, rapports, présentations de livres, liens vers des sites web... Parmi les documents représentés, certains (documents électroniques) sont directement stockés dans la mémoire, alors que d'autres ne figurent que sous la forme de références.

Les ressources peuvent avoir différents droits d'accès. Elles peuvent être privées. Dans ce cas, les utilisateurs les ont placées dans la mémoire mais ne veulent pas les rendre accessibles aux autres utilisateurs. Il peut s'agir d'annotations, de rapports non finalisés, de documents téléchargés non encore étudiés. Elles peuvent également être semi-publiques ou publiques, c'est-à-dire partagées avec une partie ou avec la totalité des utilisateurs. Par exemple, l'annotation d'un lecteur de document, donnant son avis motivé sur celui-ci, est susceptible d'aider les utilisateurs de la mémoire à choisir des documents. De plus, à un même document peuvent être associées plusieurs annotations produites par des auteurs différents ou correspondant à des notions différentes.

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 grains de connaissance dont elle traite et que l'indexation est réalisée sous le contrôle du comité éditorial de la mémoire.

2.3.3. 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 grains de connaissance 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.

2.3.4. 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 (liens invalides), 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.

3. Indexation et accès aux documents pédagogiques

Pour indexer les documents pédagogiques d'une mémoire et ainsi pouvoir y accéder, il est nécessaire d'une part de déterminer des éléments ontologiques caractéristiques et d'autre part d'utiliser un formalisme permettant de les représenter. Les éléments ontologiques que nous utilisons doivent être mis en relation avec ceux qui servent à la conception de documents pédagogiques (Chabert-Ranwez, 2000), bien qu'il ne s'agisse pour nous que de simplement indexer ce type de documents de façon pertinente.

Plusieurs formalismes sont envisageables, mais nous préconisons cependant celui des cartes de topiques (Topic Map). Après avoir décrit les éléments ontologiques essentiels, nous présentons ce formalisme de façon générale et nous illustrons ensuite la façon de représenter certains critères.

3.1. Ontologie

Une ontologie est définie comme une spécification explicite d'une conceptualisation (Grüber, 1993). Une conceptualisation regroupe l'ensemble des entités d'un domaine d'étude et de leur relations (Giraldo *et al.*, 2002). Une ontologie fournit ainsi un cadre unificateur pour assurer une compréhension partagée par une communauté (Uschold *et al.*, 1996). Il est possible de l'envisager aussi comme une spécification formelle d'une conceptualisation partagée (Borst, 1997). Elle permet de réduire et d'éliminer les ambiguïtés et les confusions conceptuelles et terminologiques.

D'après Nicola Guarino et Luc Schneider « *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.* » (Guarino *et al.*, 2002). 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.

Dans le domaine de la formation, il faut distinguer deux niveaux : celui qui traite de l'aspect formation lui-même et celui qui traite du champ d'application d'une formation. Le premier aspect présente un caractère générique et est commun à plusieurs thèmes de formation. Il est nécessaire d'établir ou de disposer d'une ontologie spécifiant :

- d'une part, les entités (ou concepts) décrivant le domaine « formation » tels que les types d'utilisateurs (formateur, tuteur, secrétaire), les supports de documents (livre, présentation), les médias ou encore les types d'activités pédagogiques,
- d'autre part, les concepts du champ d'application de la formation (celui par exemple de l'initiation à l'algorithmique), tels que les structures de données ou de contrôle.

Une ontologie décrit également les relations entre les concepts. Il est toujours nécessaire de définir des catégories de concepts. Parmi ceux-ci, certains représentent des types, des sous-types, d'autres des instances de ces types, etc. Une propriété est un type particulier de concept qui permet de définir des relations entre des concepts représentant des types ou encore entre des instances de types. Par exemple, le concept « arbre » est une instance du concept « structures de données » et la relation « possède » est définie entre les concepts « structures de données » et « itérateurs ». On définit les deux concepts naturellement associés à une relation entre instances que sont le domaine et l'étendue qui décrivent d'une part les antécédents (qui ont au moins une entité associée) et d'autre part les images (qui ont au moins un antécédent).

Les deux niveaux d'ontologie que nous avons considérés ne sont pas séparés. Le niveau définissant le champ d'application d'un type formation est nécessairement relié au niveau décrivant les concepts d'une formation en général et en est vu en quelque sorte comme une extension. Ainsi lorsque nous voulons exprimer qu'un document sert d'introduction aux structures de données, il faut réunir en un même lieu les concepts « introduction » et « structures de données » qui appartiennent aux deux niveaux d'ontologie.

La définition d'une ontologie (concepts et relations entre concepts) est un travail difficile et de longue haleine. Il est donc nécessaire de choisir un formalisme qui permettent de représenter le résultat de ce travail et de l'utiliser en fonction des objectifs qui ont procédé à la construction de l'ontologie. Dans le cas d'une mémoire organisationnelle, c'est avant tout la nécessité d'indexer des documents et des ressources et de naviguer entre eux à partir des concepts qui les associent. Dans le contexte de l'indexation de ressources pédagogiques, le choix est souvent de construire des ontologies contenant des hiérarchies de concepts permettant de les définir de façon non ambiguë par raffinement successifs.

Un formalisme candidat intéressant pour la représentation d'ontologies dans le cadre de mémoire organisationnelle est sans nul doute celui des cartes de topiques. Nous le présentons brièvement avant de détailler les avantages qu'il présente en relation avec nos objectifs. Ce n'est pas le lieu ici de le comparer avec d'autres formalismes. Il est d'ailleurs souvent possible de représenter un formalisme en utilisant les termes d'un autre (Moore, 2001). La façon dont on conçoit d'utiliser et d'interroger une ontologie oriente le choix du formalisme de représentation.

3.2. Cartes de topiques (Topic Maps)

Les Topic Maps (TM) ont été créées au début des années 1990 par le groupe de documentalistes Davenport pour répondre à une problématique d'échange de documents électroniques et plus particulièrement celui de leurs index. Elles sont devenues un standard au début des années 2000 (IEC, 1999). Les Topic Maps sont essentiellement basées sur les notions de topiques, d'associations et d'occurrences.

3.2.1. *Les topiques*

Un topique est une entité à laquelle on attache un identificateur de façon à pouvoir la réutiliser ultérieurement. L'ensemble des topiques va servir à représenter l'ensemble des entités d'une ontologie. Il est possible d'indiquer qu'un topique est instance d'un autre, ce qui permet de faire un premier classement des topiques en type et instance. La définition des types des topiques dépend bien sûr de leur utilisation, des besoins de l'application et de la nature de l'information présente dans les documents (Pepper, 1999). Plus généralement, un topique est la représentation informatique d'un sujet plongé dans un contexte particulier (Le Grand, 2001). Dans un sens générique, un topique est un objet composé de l'information qui le caractérise.

Les topiques peuvent avoir plusieurs noms afin de mieux les identifier et de retirer l'ambiguïté au sein de la TM. La recommandation ISO préconise trois principaux noms : le nom de base, le nom dédié à l'affichage et un nom utilisé pour des besoins éventuels de tris ou de classements (Caussanel *et al.*, 2002). Attribuer plusieurs noms au même topique, permet d'utiliser chacun des noms lors d'utilisations différentes de la topic map (langue, domaine d'application). Notons que certains topiques peuvent ne pas avoir de nom, mais un simple identificateur.

3.2.2. *Les occurrences*

Un topique peut être lié à une ou plusieurs ressources (article, image, vidéo, etc.). Ces ressources sont généralement disponibles sous formes de fichiers électroniques et donc externes à la topic map. Dans le cas de ressources constituant de courts commentaires sur un sujet, il est cependant possible de les insérer dans la topic map elle-même. L'accès aux ressources est décrit dans les occurrences au moyen de références à des URL. Chaque occurrence possède un type ce qui permet de concevoir diverses catégories : nature des ressources qu'elles adressent (texte, image, son), ou rôle repéré dans l'ontologie (introduction, statistique, etc.) par exemple.

3.2.3. *Les associations*

Les notions de topique et d'occurrence permettent d'organiser les ressources d'information et de créer une indexation « directe ». La notion d'association permet de créer des liens entre les différents topiques et ainsi de naviguer entre eux.

Une association permet de lier deux ou plusieurs topiques, appelés membres de l'association. Chaque membre joue un rôle dans l'association. Les associations peuvent également être classées selon leurs types qui sont eux-mêmes définis en tant que topiques. Cette définition de type d'association, permet de regrouper l'ensemble des topiques qui ont un lien commun avec un autre topique (un auteur et un ensemble de titres de publications par exemple). Cela améliore considérablement l'efficacité de la navigation.

Les Topic Maps définissent également la notion de contexte. Un contexte permet de relier les caractéristiques d'un topique (noms, occurrences et associations) à un contexte particulier levant certaines ambiguïtés. Une utilisation particulière du contexte est de préciser le format d'une donnée comme une date, une comparaison pouvant ne pas avoir de sens sinon (Altheim, 2002).

4. Application au projet MEMORAe

Dans le cadre du projet MEMORAe, nous nous intéressons au contenu pédagogique mis à disposition des apprenants et enseignants lors d'une formation de type e-learning. Considérant qu'une formation est une organisation, nous avons fait le choix de gérer et d'organiser son contenu au moyen d'une mémoire organisationnelle. Cette mémoire permet d'une part de capitaliser les connaissances d'une formation, et d'autre part, d'indexer les ressources en tenant compte du contexte de la formation considérée. Elle permet de rassembler l'ensemble des documents pertinents du point de vue du comité éditorial de la formation, traitant des notions à aborder durant celle-ci. De plus, elle sera accessible sur le web. Nous appliquons cette démarche à deux formations : Initiation à l'algorithmique et à la programmation en pascal et Statistiques.

4.1. Implémentation de la mémoire

La mémoire est constituée principalement de grains de connaissance et de ressources informationnelles traitant de ces grains. La mise en place d'une telle mémoire nécessite d'assurer un environnement de navigation qui permette de mettre l'apprenant en situation d'agir, c'est-à-dire de lui faciliter l'accès au contenu. Les notions à aborder sont définies au moyen d'une ontologie, ce qui permet de définir un vocabulaire commun entre les différents acteurs de la formation.

Une tâche délicate fut celle de choisir le formalisme permettant de représenter la mémoire. Aucun système ne représentait une solution idéale, aussi avons nous retenu celui qui nous semblait le plus proche de notre modélisation. Les langages ontologiques comme ceux préconisés par le web sémantique tels que DAML + OIL¹ et plus récemment OWL² issus de la famille des formalismes de représentation de connaissances que sont les logiques de description (Baader *et al.*, 2003), bien que très intéressants d'un point de vue construction de classe (concepts) avaient le désavantage de ne pas gérer simplement les relations d'arité supérieure à deux. Les graphes conceptuels, quant à eux, sont davantage interprétés par des phrases de type existentiel et permettent difficilement des quantifications universelles.

1. <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index>

2. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

La norme ISO Topic Maps (IEC, 1999) est exploitée comme formalisme permettant de réifier les concepts ontologiques, grains de connaissance, et d'indexer les ressources pédagogiques. Les raisons qui nous amènent à choisir le formalisme des Topic Maps pour représenter notre mémoire de formation sont multiples :

- les TM constituent un nouveau standard permettant de décrire assez directement des structures de connaissances associées à des ressources d'information ;

- les Topic Maps permettent aussi bien l'expression de métadonnées que l'exploitation des relations entre les éléments lors de tâches différentes (Laublet *et al.*, 2002). Les TM distinguent clairement le niveau ressource et le niveau description sémantique. La syntaxe du langage XTM (*eXtensible Markup Language Topic Maps* ou *XML Topic Maps*) (XTM, 2001), langage opérable pour le web sémantique, oriente naturellement vers l'indexation ;

- les occurrences et les associations prédisposent à une bonne navigabilité entre les informations. De plus, sera bientôt disponible le langage d'interrogation des TM, TMQL (*Topic Map Query Language*) (TMQL, 2001) qui décrit entre autres les catégories de requêtes supportées par les TM ;

- de plus, d'un côté pratique, mais non négligeable, l'utilisation de XML permet de disposer de nombreux outils réutilisables efficacement.

4.2. Exemple

Nous illustrons quelques aspects évoqués précédemment en présentant quelques exemples rédigés avec la syntaxe du langage XTM. Nous n'indiquons pas la définition de tous les topiques, mais il est cependant facile d'imaginer les éléments non définis ici. Les extraits suivants illustrent la façon dont certaines requêtes peuvent être faites sur la mémoire : comment obtenir les objectifs d'une formation, comment obtenir un document introductif sur la notion de tableau. D'autres associations, non reproduites ici permettent de passer des structures de données aux itérateurs correspondants et d'obtenir leurs caractéristiques.

4.2.1. Date initiale de la formation

L'extrait suivant montre la déclaration du topique *nf01*, de type *formation* (déclaré par ailleurs). Elle utilise une occurrence de type *site* (déclaré par ailleurs) auquel se rattache la ressource indiquée.

```

<topic id="t-nf01" >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#tt-formation" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>Initiation à l'algorithmique et à la
programmation en Pascal</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#tt-site" />
    </instanceOf>
    <resourceRef
xlink:href="http://www.hds.utc.fr/~ptrigano/nf01/" />
  </occurrence>
</topic>

```

L'extrait suivant montre la déclaration du topique *date-init-nf01* de type *date-init-formation* (déclaré par ailleurs). La formulation de la date (2002-12-09) réfère à une forme normalisée par l'intermédiaire d'une relation de type *scope*.

```

<topic id="t-date-init-nf01">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#tt-date-init-formation" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <scope>
      <topicRef xlink:href =
"http://kmi.open.ac.uk/psi/datatypes.xtm#date" />
    </scope>
    <baseNameString>2002-12-09</baseNameString>
  </baseName>
</topic>

```

L'extrait suivant montre la relation (de type association) entre la formation nf01 et sa date de commencement.

```

<association id="init-nf01" >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#at-init-formation" />
  </instanceOf>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#tt-date-init-formation"/>
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="t-date-init-nf01" />
  </membre>
</association>

```

```

</membre>
<membre>
  <roleSpec>
    <topicRef   xlink:href= "#tt-formation" />
  </roleSpec>
  <topicRef   xlink:href="#t-nf01"/>
</membre>
</association>

```

Les instanciations et relations précédentes permettent de retrouver entre autres la date de commencement d'une formation donnée.

4.2.2. Les objectifs de la formation

L'extrait suivant montre la relation entre la formation *nf01* et ses objectifs par l'intermédiaire du topique *obj-nf01*. Celui-ci est déclaré par ailleurs et associé à une ressource interne à la TM où figurent en clair les objectifs eux-mêmes.

```

<association id= "obj-nf01" >
  <instanceOf>
    <topicRef   xlink:href= "#at-objectifs-formation" />
  </instanceOf>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef   xlink:href="#tt-objectifs"/>
    </roleSpec>
    <topicRef   xlink:href="t-obj-nf01" />3
  </membre>
  <membre>
    <roleSpec>
      <topicRef   xlink:href= "#tt-formation" />
    </roleSpec>
    <topicRef   xlink:href="#t-nf01"/>
  </membre>
</association>

```

Les instanciations et relations précédentes permettent de retrouver les objectifs d'une formation donnée.

3. Le topic t-obj-nf01 est associé par ailleurs par une occurrence à un document le décrivant.

4.2.3. Une introduction aux tableaux

L'extrait suivant montre la déclaration du topic *tableau* de type *struct-donnees* (déclaré par ailleurs) et son association avec une ressource de type *page-site* qui sert d'introduction à la notion de Tableau.

```
<topic id = "t-tableau" >
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href= "#tt-struct-donnees" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>Tableau</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#tt-page-site" />
    </instanceOf>
    <resourceRef
xlink:href="http://www.hds.utc.fr/~webtrig/webnf01/cours
/chap09/cours.htm" />
    </occurrence>
  </occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#tt-introduction" />
    </instanceOf>
    <resourceRef
xlink:href="http://www.hds.utc.fr/~webtrig/webnf01/cours
/chap09/cours.htm" />
    </occurrence>
  </topic>
```

Ce type de déclaration permet de retrouver toutes les ressources ayant un objectif pédagogique donné (ici introduction) et ayant une forme donnée (ici page de site).

4.3. Interface d'interrogation

Bien entendu, l'utilisateur n'a pas à utiliser ce langage pour exploiter la mémoire. A titre d'exemple, nous présentons en figure 1 l'interface d'interrogation de l'application Statistiques, actuellement en cours de réalisation.

Le bandeau supérieur permet de choisir parmi un ensemble d'actions visant à interroger et à gérer la mémoire. La bandeau de gauche permet de parcourir la hiérarchie des notions relatives à la formation. Enfin, la définition de la notion choisie ainsi que la liste des ressources associées s'affichent dans la partie centrale.

MEMORAe
MEMORAe, mémoire organisationnelle de formation appliquée à l'e-learning

CONSULTER CONTRIBUER STRUCTURER ADMINISTRER RECHERCHER WEEDSYC CONTACT AIDE

Statistiques (B31) > Théorie des Probabilités >

Sous-notions de : Théorie des Probabilités

- Evénement
- Eventualité
- Formule de probabilité
- Univers
- Expérience aléatoire
- Probabilité

Définition de : Théorie des Probabilités

La théorie des probabilités est l'étude d'expériences aléatoires ou non déterministes (ce sont des expériences que l'on peut répéter dans des conditions "identiques" et dont on ne connaît pas a priori le résultat). L'univers est un ensemble modélisant les résultats possibles de l'expérience aléatoire considérée. Les éléments de l'univers sont appelés éventualités. Les sous-ensembles de l'univers sont appelés événements. Les éventualités appartenant à un événement réalisent cet événement. Un singleton de l'univers est un événement élémentaire, l'univers est l'événement certain et l'ensemble vide est l'événement impossible. Des sous-ensembles disjoints sont des événements incompatibles et des sous-ensembles complémentaires sont des événements contraires. L'intersection des sous-ensembles correspond à la conjonction "et" des événements et l'union des sous-ensembles correspond à la disjonction "ou".

Ressources :

- Livre : Statistique cours et problèmes
- Livre : Statistique et probabilité
- Livre : Statistique et probabilités
- Livre : Méthode statistique de l'ingénieur
- Livre : Probabilités, Analyse des données et statistiques
- Livre : Statistique : Economie - Gestion - Sciences - Médecine
- Livre : Mathématiques pour informaticiens : cours et problèmes

Figure 1. Interface d'interrogation de l'application « Statistiques »

5. Conclusion et perspectives

Nous avons examiné dans cet article les problèmes posés par la gestion des ressources pédagogiques dans une e-formation. Afin d'organiser ces ressources au sein d'une mémoire organisationnelle de formation, nous pensons qu'il est pertinent de s'appuyer sur des ontologies et de les représenter à l'aide du formalisme des cartes de topiques. Nous situons ainsi notre recherche au carrefour de trois domaines : l'ingénierie des connaissances, l'ingénierie éducative et le web sémantique. La détermination des grains de connaissance et des liens entre ces grains relève de l'ingénierie éducative. Le choix d'organisation, la gestion des ressources au moyen d'une mémoire organisationnelle basée sur des ontologies concerne l'ingénierie des connaissances. Enfin, le choix de la norme ISO Topic Maps (IEC, 1999) pour structurer la mémoire et permettre son interrogation concerne le domaine du web sémantique.

Il reste maintenant à évaluer cette mémoire dans un contexte e-learning à l'aide de l'application test développée dans le cadre du projet MEMORAe. L'association d'un niveau sémantique à un niveau ressources devrait faciliter l'exploitation de la mémoire en permettant aux apprenants de trouver plus rapidement celles qui sont pertinentes pour eux, et aux enseignants de mettre en place des scénarios pédagogiques adaptés.

Remerciements

Le projet MEMORAE est soutenu par le pôle NTE de la région Picardie. Nous remercions Catherine Barry (université Picardie Jules Verne, laboratoire LaRIA), Brigitte Chaput (UPJV, Equipe SaSo) et Dominique Fontaine (Université de technologie de Compiègne, laboratoire Heudiasyc) pour leur participation active à ce projet.

6. Bibliographie

- Abel M.-H., Lenne D., Cissé O., « E-Learning and Organizational Memory », *Proceedings of IC-AI'02*, Las Vegas, juin 2002.
- Altheim M., « Data types for XML topic maps », <http://kmi.open.ac.uk/psi/datatypes.html>, 2002.
- Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., Patel-Schneider P., (Eds),. *The Description Logic Handbook Theory, Implementation and Applications*, Kluwer, 2003.
- Barthès J.P., Dieng R., Kassel G., « Dossier Mémoire d'Entreprise », *Bulletin de l'AFIA* n° 36, janvier 1999.
- Borst W.N., Construction of Engineering Ontologies, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, 1997.
- Boullier, D., « 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.
- Chabert-Ranwez S., Composition Automatique de Documents Hypermédia Adaptatifs à partir d'Ontologies et de Requêtes Intentionnelles de l'Utilisateur, Thèse de l'université de Montpellier II, décembre 2000.
- Caussanel J., Cahier J.-P., Zacklad M., Charlet J., « Les Topic Maps sont-ils un bon candidat pour l'ingénierie du Web sémantique ? », *Actes de IC'2002*, Rouen, mai 2002.
- Giraldo G., Reynaud C., « Construction semi-automatique d'ontologies à partir de DTDs relatives à un même domaine », *Actes de IC'2002*, Rouen, mai 2002.
- Gruber T., « A transaction approach to portable ontology specification », *Knowledge Acquisition*, 5(2) p. 199-220.
- Guarino N., Schneider L., « Ontology-driven Conceptual modeling », *Conceptual Modeling - ER 2002, 21st International Conference on Conceptual Modeling*, Tampere, Finland, October 7-11, 2002.
- IEC, « International Organisation for Standardization (ISO) », International Electronical Commission (IEC), Topic Map, International Standard ISO/IEC 13250, 19 avril 1999.
- Laublet Ph., Reynaud C., Charlet J., « Sur quelques aspects du Web sémantique », *Actes des deuxièmes assises nationales du GdR I3*, Nancy, décembre 2002.

- Le Grand B., Extraction d'information et visualisation de systèmes complexes sémantiquement structurés, thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, décembre 2001.
- Moore G., « RDF and TopicMaps, an exercise in Convergence », *Proceedings of XML Europe 2001 Conférence*, 2001.
- Pepper S., « The TAO of Topic Maps : Finding the way in the age of infoglut », *Proceedings of XML Europe 2000 Conférence*, Paris, juin 2000.
- Rabarijaona A., Dieng R., Corby O., Ouaddari R., « Building a XML-based Corporate Memory », *IEE Intelligent Systems, Special Issue on Knowledge Management and Intranet*, mai-juin 2000, p. 56-64.
- TMQL, International Organisation for Standardization (ISO), TMQL requirements, International Standard ISO/IEC JTC1/SC34, 29 août 2001.
- Uschold M., Gruninger M., « ONTOLOGIES : Principles, Methodes and Applications », *Knowledge Engineering Review*. vol. 11, n° 2, 1996.
- W3C, World Wide Web Consortium, *XML Linking Language (Xlink) Version 1.0*, W3C Recommendation, 27 Juin 2001.
- XTM, TopicMaps.org XTM Authoring Group, *XML Topic Maps (XTM) 1.0 : TopicMaps.org Specification*, 3 mars 2001.