

DIC 9411 – Présentation du projet de thèse
Examen pré-doctoral

Modélisation de l'apprenant avec une approche par compétences dans le cadre d'environnements d'apprentissage en ligne

MEMBRES DU JURY

Mounir BOUKADOUM, Président
Richard HOTTE, Directeur volet cognitif
Olga MARINO, Directeur volet informatique
Lucie MÉNARD, Examineur volet cognitif
Gilbert PAQUETTE, Examineur volet informatique

Par
Lucie MOULET
Doctorat en Informatique Cognitive

11 juin 2007

TÉLÉ-UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX.....	III
RESUME	IV
1. INTRODUCTION	1
1.1. LA PERSONNALISATION DE L'APPRENTISSAGE.....	1
1.2. L'APPRENTISSAGE TOUT AU LONG DE LA VIE ET DANS DES CONTEXTES VARIES	3
1.3. L'APPROCHE PAR COMPETENCES	4
1.4. L'EPORTFOLIO	4
1.5. ORGANISATION DE LA PROPOSITION	5
2. PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE.....	6
2.1. DEFIS ET ENJEUX	6
2.2. PROBLEMATIQUE DU PROJET DE THESE	8
2.3. SOLUTION PROPOSEE	9
2.4. OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE	11
2.4.1. Objectif général	11
2.4.2. Objectifs spécifiques.....	11
2.5. PRODUITS RESULTANT DE LA RECHERCHE	11
2.6. CONCLUSION	11
3. ESQUISSE DE L'ETAT DE LA QUESTION	13
3.1. DIFFERENTES APPROCHES DE MODELISATION DE L'APPRENANT	13
3.1.1. <i>Tuteurs intelligents</i>	13
3.1.2. <i>Hypermédias adaptatifs</i>	15
3.1.3. <i>ePortfolio</i>	15
3.1.4. <i>Modèle orienté compétences</i>	16
3.1.5. <i>Carte personnelle électronique</i>	17
3.1.6. <i>Conclusion</i>	18
3.2. LE CONCEPT DE MODELISATION	18
3.3. LE CONCEPT DE COMPETENCE.....	20
3.3.1. <i>Définition</i>	20
3.3.2. <i>Taxonomie</i>	22
3.4. LE CONCEPT DE CONTRAT	22
3.5. LA GESTION DES VERSIONS	24
3.6. LA GESTION DE POINTS DE VUE MULTIPLES	25
4. METHODOLOGIE.....	27
5. NOTRE PROPOSITION	30
5.1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE : LE PROJET LORNET	30
5.2. HYPOTHESE	30
5.3. NOTRE MODELE DE L'APPRENANT	31
5.3.1. Modèle holistique	31
5.3.2. Modèle à points de vue multiples	36
5.3.3. Modèle évolutif.....	38
5.3.4. Interactions du modèle.....	39
6. ÉTAT D'AVANCEMENT ET PLAN DE DEVELOPPEMENT	41
6.1. ÉTAT D'AVANCEMENT.....	41
6.2. PLAN DE DEVELOPPEMENT.....	42
6.3. PUBLICATION	42

7. CONCLUSION	44
7.1. CONTRIBUTION ORIGINALE DU PROJET	44
7.2. DEFIS A RELEVÉ	45
8. BIBLIOGRAPHIE	46
ANNEXE 1: ANALYSE DES DEFINITIONS DES EPORTFOLIOS SELON LES CRITERES CONTENU ET USAGE	50

Liste des figures

FIGURE 1. LE CONCEPT DE COMPETENCE	17
FIGURE 2. METHODOLOGIE	28
FIGURE 3. MODELE DE L'APPRENANT	31
FIGURE 4. ONTOLOGIE DU CONCEPT DE COMPETENCE (TIRE DE PAQUETTE, 2007)	32
FIGURE 5. TAXONOMIE D'HABILETES GENERIQUES (D'APRES PAQUETTE, 2002A)	33
FIGURE 6. EXTENSION DE LA TAXONOMIE DE COMPETENCE AUX INDICATEURS DE PERFORMANCE (TIRE DE PAQUETTE, 2007)	34
FIGURE 7. MODELE DE L'APPRENANT CONTEXTUEL	35
FIGURE 8. MODELE DE L'APPRENANT A POINTS DE VUE MULTIPLES	37
FIGURE 9. GRANULARITE DE L'EVOLUTION DU MODELE DE L'APPRENANT	39

Liste des tableaux

TABLEAU 1. DES MOBILISATIONS EN CASCADE (D'APRES JONNAERT, 2002)	21
TABLEAU 2. ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX	41
TABLEAU 3. PLAN DE DEVELOPPEMENT DU PROJET DE THESE	42

Résumé

La démocratisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) et le besoin croissant de la formation continue expliquent la place qu'occupe la formation en ligne depuis quelques années. Les recherches actuelles sur le référencement sémantique des objets d'apprentissage et sur les ontologies nous font penser à l'importance de l'intégration d'un référencement sémantique lors de la modélisation de l'apprenant. De plus, l'apprentissage tout au long de la vie est aujourd'hui une réalité, en conséquence un modèle de l'apprenant devrait être ouvert et évolutif au même titre que l'apprentissage. Différents acteurs interviennent lors d'un processus d'apprentissage et ils peuvent porter des regards différents sur l'apprenant modélisé. Il nous semble essentiel qu'un modèle de l'apprenant puisse refléter ces différents points de vue. Nous proposons d'enrichir les possibilités d'adaptation, de personnalisation de l'apprentissage en ligne en adoptant une approche centrée sur l'apprenant. Pour cela, nous proposons de développer un modèle de l'apprenant orienté compétences et intégrant les productions de l'apprenant. Ce modèle sera holistique et évolutif. Il permettra aussi de représenter l'apprenant selon de multiples points de vue, ceux des différents acteurs intervenant dans le processus d'apprentissage.

Mots-clés : Éducation; Formation en ligne; Modèle de l'apprenant; Compétences; ePortfolio; Personnalisation; Gestion versions; Gestion points de vue multiples; Contrat

1. Introduction

La démocratisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) et le besoin croissant de la formation continue expliquent la place qu'occupe la formation en ligne depuis quelques années. Les systèmes d'apprentissage en ligne constituent un outil de médiation entre celui qui veut apprendre, la connaissance et les autres acteurs. Ces systèmes sont devenus un enjeu majeur, voire un enjeu de société. Les travaux sur la formation en ligne en ce qui a trait aux méthodes, techniques et outils logiciels pour mettre en place des formations et pour les supporter n'ont donc jamais été plus d'actualité. Les questions de recherche sont multiples. Les travaux en technologie de l'information pour l'apprentissage en ligne (Paquette et Rosca (2004), Aroyo et Dicheva (2004), Vantroys et Peter (2003) (2005), Berlanga et García (2004), Pernin et Lejeune (2004), IEEE Learning Object Metadata (2002) et LORNET (2005)) se sont jusqu'à présent principalement orientés, comme le montrent les efforts de standardisation et de formalisation, sur la description des objets d'apprentissage, sur le design pédagogique et sur les scénarios d'apprentissage. Des travaux sont aussi développés concernant les acteurs du processus d'apprentissage et leurs connaissances et compétences (Brooks, Winter, Greer et McCalla (2004), Hansen et McCalla (2003), Razmerita, Angehrn et Maedche (2003), Torre (2000) et *IMS Global Learning Consortium* (2002)). Les travaux effectués sur la modélisation de l'apprenant, tout en plaçant celui-ci au centre de son apprentissage, sont développés dans le cadre de formations définies a priori et se déroulant dans un contexte fermé, dans le cadre de formations formelles. Ceci est vrai pour les tuteurs intelligents par exemple, mais aussi dans le cadre de la formation à distance et en ligne où, jusqu'à présent, les travaux se développent dans le cadre de scénarios pédagogiques planifiés a priori par un concepteur et auxquels un apprenant peut prendre part dans un second temps. L'apprentissage est vu d'un point de vue unique selon la phase de développement : par le professeur concepteur au moment de la conception des objets d'apprentissage et des scénarios, par le tuteur au moment du soutien pédagogique et de l'évaluation, par l'apprenant, enfin, au moment où l'apprentissage se fait à proprement parlé, au moment de l'exécution du scénario pédagogique, de la diffusion des enseignements. Nous souhaitons ouvrir la vision portée sur l'apprentissage et placer l'apprenant au centre de ses processus d'apprentissage, cela nous amène à considérer différents concepts et approches : la personnalisation des apprentissages, l'apprentissage tout au long de la vie et dans des contextes variés, l'approche par compétences et l'ePortfolio.

1.1. La personnalisation de l'apprentissage

Le but des modèles de l'apprenant est de fournir au système d'apprentissage des informations pertinentes pour personnaliser, adapter l'apprentissage à des caractéristiques ou préférences de l'apprenant. Historiquement, les modèles de l'apprenant sont des modèles cognitifs, c'est-à-dire représentant les connaissances de l'apprenant sur un domaine particulier (celui sur lequel porte l'environnement d'apprentissage). De plus en plus, apparaissent des modèles affectifs portant sur les émotions, les buts des apprenants. Hibou et Py (2006) stipulent que les modèles de

l'apprenant contiennent des informations de nature cognitive, comportementale ou psychologique. Ces informations peuvent être des connaissances, des savoir-faire, des intentions ou des émotions.

Comme nous l'avons dit, les modèles de l'apprenant sont utilisés pour personnaliser l'apprentissage. La personnalisation de l'apprentissage est l'adaptation de celui-ci aux caractéristiques de chaque apprenant. Généralement, la personnalisation se fait sur la base d'un modèle de l'apprenant (Garlatti et Prié, 2004). Ce modèle contient des données sur l'apprenant sur lesquelles un système adaptatif se base pour personnaliser l'apprentissage. Selon Ayala et Paredes (2003), la personnalisation est l'utilisation d'un modèle de l'apprenant pour s'adapter à ses besoins. Pour Stewart, Niederee et Metha (2004), la personnalisation est l'adaptation dynamique des contenus ou services offerts par un système en vue d'augmenter la qualité des interactions de l'utilisateur avec le système. La personnalisation fournit ainsi un support qui permet de satisfaire les besoins, préférences et buts d'individus et de groupes cibles spécifiques. Nous avons identifié deux justifications de l'importance de la personnalisation en éducation. D'abord, Brusilovsky (1999) précise qu'il est important que les cours en ligne soient adaptatifs parce que leur public cible est très varié. De plus, Stewart *et al.* (2004) précisent que pour les systèmes manipulant de l'information et du contenu (ce qui est le cas en éducation), il a été reconnu que la personnalisation joue un rôle clé dans la diminution de la charge cognitive et rend les systèmes accessibles à des populations d'utilisateurs de plus en plus hétérogènes.

Le concept de personnalisation a été très étudié dans le domaine des hypermédias adaptatifs (HA). Nous retrouvons dans la documentation scientifique de ce domaine deux types différents d'adaptation : l'adaptation de présentation et l'adaptation de navigation (Brusilovsky, 2001, Dagger, Wade et Conlan, 2003 et Dolog, Henze, Nejdil et Sintek, 2004). L'adaptation de présentation s'effectue sur la présentation d'une ressource. L'adaptation de navigation est l'adaptation de la structure de navigation de la ressource délivrée à l'apprenant. Selon Brusilovsky (2003), dans le domaine de l'éducation, l'adaptation de type navigation est devenue particulièrement populaire et est largement la plus utilisée.

Dans les tuteurs intelligents, la personnalisation existe aussi. Elle se fait sur la base d'un modèle de l'apprenant contenant les connaissances de celui-ci sur le domaine concerné par le tuteur. John Self (1988) explique que les modèles de l'apprenant sont utilisés en ITS pour répondre à des questions que le système se pose sur l'apprenant, pour adapter le système aux besoins particuliers des apprenants. Les connaissances contenues dans le modèle de l'apprenant sont comparées à celles contenues dans le modèle du domaine concerné par le tuteur intelligent utilisé. La personnalisation se fait donc pour un domaine cible et par la comparaison avec un modèle de connaissances d'expert.

Comment pousser l'adaptation plus loin que l'adaptation de la présentation et de la navigation et pour un seul domaine cible? Dagger *et al.* (2003) identifient trois autres types de personnalisation : la personnalisation du contexte, la personnalisation des compétences et la personnalisation des pré-requis. Selon ces auteurs, la

personnalisation du contexte est l'adaptation de l'environnement courant aux préférences de l'apprenant; la personnalisation des compétences est l'adaptation des informations (d'un domaine) actuellement présentées aux connaissances antérieures de l'apprenant; et la personnalisation des pré-requis est l'adaptation des objectifs et des buts d'apprentissage aux pré-requis courants de l'apprenant. Les deux derniers types permettent de pousser la personnalisation plus loin que l'adaptation de la présentation et de la navigation. Comment pousser la personnalisation encore plus loin? Comment permettre une personnalisation dans un contexte dynamique, ouvert et évolutif?

La personnalisation effectuée actuellement dans les hypermédias adaptatifs se situe surtout au niveau de la navigation et de la présentation du contenu. Nous avons constaté dans la documentation scientifique que les recherches tendent (par exemple, Dagger, Wade et Conlan (2004), Stojanovic, Staab et Studer (2001)) vers des fonctionnalités de personnalisation plus avancées (plus sémantiques et cognitives), souvent fondées sur les possibilités qu'offre la technologie du web sémantique. Par exemple, Dagger *et al.* (2004) effectuent une recherche dont le défi est d'étendre les axes d'adaptation pas uniquement au niveau du contenu (fondé alors sur les connaissances antérieures, les buts, les styles d'apprentissage...) mais aussi au niveau des modèles pédagogiques, de la communication et des activités d'apprentissage. Dans le domaine des tuteurs intelligents, la personnalisation se fait mais elle est limitée à un domaine particulier (le domaine d'étude traité par le tuteur comme les mathématiques par exemple). Dans le cadre d'environnements d'apprentissage ouverts, dynamiques et distribués, une personnalisation intelligente, pertinente, sémantique concernant le profil cognitif de l'apprenant est encore un problème non résolu.

1.2. L'apprentissage tout au long de la vie et dans des contextes variés

L'apprentissage devient un apprentissage à vie (notamment avec l'expansion de l'apprentissage continu) se déroulant dans des contextes variés et en interaction avec différents acteurs. La société du savoir nécessite un apprentissage continu. En effet, cette société du savoir nécessite une adaptabilité et une flexibilité accrue, pour l'atteindre, les acteurs de cette société doivent continuellement se former pour rester compétitifs (Prax, 2003). Dans ce cadre, l'apprentissage ne peut plus être vu comme existant dans un contexte fermé et défini a priori. Dans notre vision, l'apprentissage peut s'ouvrir aux différents contextes de son occurrence (contexte académique, professionnel, personnel, formation continue ou non...) et aux différents acteurs y participant (l'apprenant lui-même mais aussi des professeurs, des tuteurs, des collègues apprenants et des acteurs machines dans le cadre d'apprentissage en ligne). De plus, l'apprentissage est un processus évolutif et cette évolution peut elle-même être source d'apprentissage, tout du moins, disposer de cette évolution permet d'effectuer un retour réflexif sur ses apprentissages ce qui peut-être bénéfique pour les apprenants (Brown, Collins et Duguid, 1989). Nous pensons qu'il est primordial d'aborder l'apprentissage sans oublier ses aspects sociaux et évolutifs.

1.3. L'approche par compétences

Un courant en pédagogie consiste à envisager l'apprentissage par compétences. Cette approche de formation par compétences a été adoptée par plusieurs systèmes scolaires nationaux (comme par exemple le Ministère de l'Éducation du Québec (MÉQ) en 2000). Cette approche apporte une nouvelle vision à l'apprentissage et l'enseignement. Il s'agit maintenant de permettre aux apprenants de construire des compétences, c'est-à-dire de leur fournir un cadre leur permettant de développer des compétences. Les programmes fondés sur la formation par compétences visent explicitement la construction et le développement de compétences (Scallon, 2004). Il existe différentes définitions du concept de compétence. Nous discuterons plus en détail de ce concept dans la troisième partie de ce document.

Roegiers (2000) justifie le rôle fondamental de l'approche par compétences en présentant trois défis que celle-ci devrait permettre de relever : la multiplication des connaissances, qui rend caduque toute pédagogie uniquement fondée sur la transmission des savoirs; la nécessité de plus en plus reconnue de proposer aux élèves des apprentissages significatifs débouchant sur des applications authentiques; et la lutte contre l'échec scolaire, souvent définie en fonction d'éléments plus ou moins pertinents pour la formation des individus.

Cette approche nous semble très intéressante car elle offre un cadre référentiel plus riche que celui de l'approche par objectifs. En effet, avec la compétence, nous savons ce qu'une personne sait (connaissance) et à quel degré elle maîtrise cette connaissance dans un usage en contexte (habileté). De plus, les connaissances peuvent être organisées (par exemple avec des ontologies) et les habiletés peuvent être classées (avec les taxonomies). Cette approche nous semble donc offrir un grand potentiel pour référencer sémantiquement les apprentissages et leurs acteurs.

1.4. L'ePortfolio

Les ePortfolios sont de plus en plus utilisés en éducation (Barrett (2004), DiBiase, D. (2002), Treuer et Jenson (2003)), entre autres car leur valeur pédagogique est de plus en plus connue et reconnue. Selon *IMS Global Learning Consortium* (2004) les ePortfolios sont : "*collections of personal information about a learner that represent accomplishments, goals, experiences, and other personalized records that a learner can present to schools, employers, or other entities*". Ils peuvent être utilisés à différentes fins : pour le retour réflexif des apprenants sur leurs apprentissages, pour organiser des matériaux présentés en classe, pour montrer l'évolution de l'apprentissage, pour évaluer les progrès académiques, pour démontrer comment les compétences se développent dans le temps, pour faire des choix de carrière...

Cloutier, Fortier et Slade (2006) présentent les possibilités offertes par l'ePortfolio. Selon ces auteurs, l'ePortfolio permet de soutenir des processus de planification, d'apprentissage, d'évaluation et de présentation des compétences. De plus, il peut soutenir l'individu dans les différentes dimensions de sa vie : personnelle, professionnelle et scolaire.

L'ePortfolio nous semble être un outil très intéressant et ce pour différents aspects. D'abord, il contient les productions des apprenants qui pourront servir de preuves aux apprentissages. De plus, sa forme numérique permet d'envisager l'apprentissage tout au long de la vie et dans les différents contextes auxquels un individu est confronté (académique, professionnel et personnel).

1.5. Organisation de la proposition

Nous commencerons par présenter la problématique, son contexte et les objectifs de ce projet de thèse. Ensuite, nous exposerons une esquisse de l'état de la question. Pour cela, nous présenterons cinq approches différentes de la modélisation de l'apprenant. Nous explorerons les concepts de modélisation, de compétence et de contrat. Ensuite, nous explorerons les problématiques informatiques liées à la gestion des versions et à la gestion de points de vue multiples dans un outil informatique. Dans la quatrième partie, nous présenterons la méthodologie que nous avons développée pour mener à bien ce projet de recherche. Dans la cinquième partie, nous présenterons notre proposition de modèle de l'apprenant, un modèle holistique, évolutif et à points de vue multiples. Ensuite, nous présenterons l'état d'avancement de nos travaux ainsi que notre plan de développement pour la suite de ce projet de thèse. Pour finir, nous dégagerons la contribution originale de notre projet et nous tenterons d'identifier les défis à relever et les difficultés à venir.

2. Présentation de la problématique

2.1. Défis et enjeux

La personnalisation des apprentissages se fait actuellement principalement dans des contextes de formation formels et fixés a priori. Dans le cadre de la société de l'information actuelle et de la disponibilité croissante d'informations sur le web, il semble qu'une personnalisation continue soit nécessaire, c'est-à-dire une personnalisation valable pas uniquement dans le cadre d'apprentissage formel mais aussi pour l'apprentissage informel et continu. Dans une perspective d'apprentissage tout au long de la vie, les environnements d'apprentissage, notamment les environnements d'apprentissage en ligne, devraient permettre un apprentissage adapté aux attentes et besoins des apprenants dans des contextes variés (académique, professionnel, personnel, formation continue...). Dans ces contextes variés, **comment offrir des possibilités d'adaptation des formations aux caractéristiques et besoins des apprenants?**

Tout d'abord, nous pensons que pour répondre à cette question, il est essentiel de se placer du point de vue de l'apprenant. En effet, pour guider l'apprenant dans ses apprentissages, il faut d'une part connaître ses apprentissages antérieurs et d'autre part connaître ses besoins et attentes, c'est-à-dire qu'il faut "comprendre" l'apprenant afin de pouvoir lui fournir des situations d'apprentissages adaptées et personnalisées. Et quel meilleur point de vue que celui que nous souhaitons comprendre pouvons-nous adopter? L'idée est donc de placer l'acteur apprenant au centre du processus d'apprentissage et de la gestion de ses connaissances et d'appréhender ainsi les systèmes d'apprentissage en ligne du point de vue de l'apprenant. Mais alors, comment comprendre l'apprenant pour l'aider dans ses apprentissages, pour lui proposer des ressources adaptées à ses besoins et attentes? Une partie de la réponse semble se situer au niveau de la sémantique. En linguistique, sémantique signifie : "*Ensemble des relations entre les caractères, ou groupes de caractères, et leur signification, indépendamment de la façon de les employer ou de les interpréter*" (Grand dictionnaire terminologique (GDT) de l'Office québécois de la langue française). La sémantique est donc la signification d'un mot, d'un objet, d'une idée ou même d'une situation.

Dans le cadre d'environnements d'apprentissage en ligne, plusieurs recherches (IEEE LOM (2002), Paquette, Bourdeau, Henri, Basque, Léonard et Maina (2003)) se préoccupent du **référencement sémantique de tous les objets d'apprentissage** (scénario d'un cours, livre, vidéo...). Il existe une grande diversité de définitions de ce concept d'objet d'apprentissage, nous proposons celle de Polsani (2003) car elle est issue de l'analyse de différentes définitions : "*A learning object is an independent and self-standing unit of learning content that is predisposed to reuse in multiple instructional contexts*" (Polsani, 2003). Le référencement sémantique des ressources pédagogiques réfère à une information structurée et descriptive que l'on ajoute à une ressource, sous la forme de marqueurs exploitables informatiquement, pour décrire son contenu, sa qualité, son contexte d'utilisation ou ses caractéristiques et propriétés. Ce terme est lié à la notion de métadonnée, soit des données sur des données, saisies selon un schéma standard, comme le DC (*Dublin Core*) ou le LOM (*Learning Object Metadata*). Paquette et al. (2003)

précisent que les références sémantiques des ressources sont des descripteurs sémantiques choisis à partir de référentiels de formes diverses : métadonnées normalisées (IEEE LOM (2002)), taxonomies, thésaurus, ontologies formalisées en divers langages (RDF ou OWL).

Cette orientation concernant le référencement sémantique des objets d'apprentissage est présente dans de nombreux projets issus du domaine de la formation en ligne (par exemple, le projet pan-Canadien LORNET (2005)). Ce référencement sémantique est très utile pour les concepteurs de contenu pédagogique (Devedzic, 2006). En effet, il leur permet de trouver une ressource adaptée à leurs besoins, c'est-à-dire un objet d'apprentissage répondant aux exigences pédagogiques visées par le concepteur. De plus, ce référencement sémantique doit être formel pour pouvoir être traité par les systèmes d'apprentissage en ligne et donc par les machines. Le web sémantique nous offre des méthodes et outils permettant ce référencement sémantique formel des ressources pédagogiques (fondé sur l'utilisation d'ontologies). D'ailleurs, Stojanovic *et al.* (2001) proposent différents bénéfices que l'utilisation du web sémantique en tant que technologie aura sur l'apprentissage en ligne. Un de ces avantages concerne la personnalisation. Pour les auteurs, l'utilisation des technologies du web sémantique offrira à un apprenant la possibilité de chercher du matériel pédagogique personnalisé, adapté à ses besoins (par l'utilisation d'ontologies).

À notre avis, ce référencement sémantique des ressources n'est pas suffisant pour répondre à notre question, c'est-à-dire pour adapter les formations en ligne aux attentes et besoins des apprenants. Nous pensons que celui-ci doit être couplé à un **référencement sémantique des acteurs** et plus particulièrement de l'acteur apprenant. En effet, lorsqu'un apprenant se retrouve en situation d'apprentissage dans le cadre d'un environnement d'apprentissage en ligne, cet environnement doit disposer de données sur cet acteur pour pouvoir le guider dans son apprentissage. Paquette et Marino (2006) précisent que sans une bonne représentation des connaissances traitées, un système d'apprentissage ne peut pas être en mesure d'aider ses utilisateurs en fonction de leurs états de connaissances et de leurs compétences présents et attendus. Cette bonne représentation s'applique aux ressources pédagogiques, incluant, pour ces auteurs, les acteurs. Selon Devedzic (2006), récemment, plusieurs projets de recherche concernant des systèmes d'apprentissage fondés sur le web sémantique intègrent une modélisation de l'apprenant fondée sur les ontologies (ce qui permet un référencement sémantique) et des services du web sémantique pour permettre une personnalisation du processus d'apprentissage.

Le référencement sémantique des apprenants permettra plusieurs choses : d'abord, des conseils concernant leurs cheminements pédagogiques, mais aussi des conseils plus précis proposant une ressource adaptée aux besoins des apprenants au cours d'un scénario d'apprentissage, ou encore un *matching* de personnes. Le *matching* de personnes pourrait permettre de soutenir un étudiant avec une personne ressource (par exemple un tuteur mais aussi éventuellement un collègue apprenant) "compatible". Prenons un exemple, imaginons un étudiant travaillant dans une banque et un tuteur qui a travaillé dix ans dans une banque, on peut penser que ce tuteur donnera des explications pertinentes à l'apprenant, en lien avec un domaine qu'ils connaissent tous les deux très bien. Ceci

nécessite que tous les objets d'apprentissage et tous les acteurs d'un système d'apprentissage en ligne soient référencés sémantiquement (sinon, aucune comparaison n'est possible). De plus, si le référencement est fait de la même façon sur une base commune, l'adaptation n'en sera que plus riche. D'ailleurs, plusieurs projets se préoccupent du référencement sémantique sur une base commune des acteurs et des contenus d'apprentissage. Par exemple, Denaux, Aroyo et Dimitrova (2005) proposent un projet utilisant les ontologies pour lier les apprenants et un système adaptatif de contenu d'apprentissage et Dolog *et al.* (2004) emploient les technologies du web sémantique pour représenter les connaissances concernant les ressources, les apprenants et les services. Paquette et Rosca (2004) précisent que nous avons besoin d'un référentiel sémantique unique pour lier des ressources et des acteurs dans un système d'apprentissage afin de pouvoir atteindre un "équilibre de compétence". Ils expliquent cette idée par l'exemple suivant : si une activité d'apprentissage, qui doit être réalisée, nécessite un niveau de maîtrise particulier pour certaines connaissances, alors, les ressources fournies à l'apprenant doivent permettre à celui-ci de progresser d'un degré de maîtrise moins élevé jusqu'à celui requis par l'activité. Les enjeux du référencement sémantique et de la personnalisation "intelligente" et pertinente touchent différents domaines de recherche, c'est ce qui fait leur richesse.

La capacité du système d'apprentissage en ligne de coupler les informations sémantiques dont il dispose sur les objets d'apprentissage d'une part et les apprenants d'autre part est un aspect à considérer. D'ailleurs, Stutt et Motta (2004) stipulent qu'étant donné la quantité d'information disponible actuellement, le problème consistant à coupler l'apprenant avec des ressources pédagogiques, et ce pertinemment en fonction des besoins de l'apprenant à un moment particulier, devient de plus en plus crucial. Le système d'apprentissage doit en effet disposer de méthodes et d'outils afin de pouvoir faire des liens, des comparaisons entre la sémantique d'une ressource et les besoins d'un acteur (en termes sémantique, en termes d'objectif d'apprentissage, en termes de compétence).

2.2. Problématique du projet de thèse

Nous avons vu que différents défis et enjeux interviennent lorsqu'il est question d'adapter les apprentissages en ligne aux besoins et attentes des apprenants. En particulier, des difficultés liées au référencement sémantiques des acteurs apparaissent. En effet, lorsqu'un apprenant se retrouve en situation d'apprentissage dans le cadre d'un environnement d'apprentissage en ligne, cet environnement doit disposer de données sur cet acteur pour pouvoir le guider pertinemment dans son apprentissage. Cette question du référencement sémantique des acteurs nous semble primordiale puisque l'apprenant joue un rôle central dans le processus d'apprentissage et elle constitue le cœur de notre problématique de recherche. Des défis sont aussi à relever concernant la capacité du système d'apprentissage en ligne de faire le lien entre la sémantique des ressources et celle des acteurs.

Comment créer un **modèle de l'apprenant** afin d'offrir :

1. des possibilités d'adaptation des apprentissages

2. un suivi tout au long de la vie des apprentissages
3. un suivi de l'évolution dans le temps des apprentissages
4. une ouverture aux différents contextes de vie d'un individu (professionnel, personnel et académique)
5. et une ouverture aux différents acteurs participant au processus d'apprentissage.

2.3. Solution proposée

Pour répondre à ce besoin de référencement sémantique des acteurs, nous adoptons une approche centrée sur l'apprenant, c'est-à-dire que nous considérons les systèmes d'apprentissage en ligne du point de vue des apprenants, que nous plaçons l'acteur apprenant au centre du processus d'apprentissage et de la gestion de ses connaissances. En effet, comme nous l'avons dit précédemment, le besoin d'apprentissage est grandissant et ce dans différents contextes (apprentissage formel, informel, continu, dans un cadre universitaire, professionnel, personnel...). De plus, la quantité d'informations disponibles sur le web est elle aussi croissante et déjà très, si ce n'est trop, abondante. Il nous apparaît donc comme essentiel de fournir un appui à toute personne en situation de formation. Cet appui ne peut se faire sans l'existence d'un modèle de l'apprenant riche sémantiquement, évolutif, social, formel (interprétable par des machines) et interopérable. C'est pourquoi notre projet de thèse consiste en la **création d'un modèle de l'apprenant**, modèle riche sémantiquement, interopérable, formel (utilisable par des machines), évoluant dans le temps au même titre que l'apprentissage et supportant les interventions des divers acteurs prenant part au processus d'apprentissage. Ce modèle appartient à l'apprenant et s'enrichit au fur et à mesure des apprentissages. C'est un modèle indépendant des systèmes d'apprentissage en ligne auxquels il peut se connecter selon les besoins et suite à un accord établi entre l'apprenant à qui appartient le modèle d'une part et le système d'apprentissage de l'autre.

Nous proposons d'adopter une approche par compétences. En effet, avec les compétences, nous savons ce qu'une personne sait (avec la connaissance) mais aussi à quel degré elle maîtrise cette connaissance dans un usage en contexte (grâce à l'habileté), ce qui fournit des moyens à mettre en œuvre pour la construction des connaissances par l'apprenant. On peut dire que les compétences offrent un référencement sémantique riche. Et ce référencement sémantique est indispensable à une adaptation des apprentissages pertinente au regard des attentes et besoins de l'apprenant. En effet, comme le stipule Paquette (2002a) : "*Dire qu'une personne doit connaître quelque chose ou acquérir telle ou telle connaissance n'est pas suffisant. Il faut se demander jusqu'à quel point, de quelle façon, dans quel contexte, pour quel usage.*" Et les compétences permettent de répondre à ces questions en associant une habileté à une connaissance. En effet, celles-ci précisent quel processus (cognitif, affectif, social ou psychomoteur) fera le traitement de la connaissance. Ainsi, la compétence fournit non seulement un objectif d'apprentissage, mais aussi des moyens à mettre en œuvre pour acquérir les connaissances et les habiletés. De plus, ces compétences doivent être formelles pour pouvoir être interprétées systématiquement. Paquette (2002a) propose ainsi une

taxonomie des habiletés qui permet cette interprétation systématique. Celle-ci va permettre de créer un lien entre les ressources, les acteurs et les systèmes d'apprentissage en ligne. Le référencement sémantique des acteurs que nous proposons d'adopter va nous permettre de créer un modèle de l'apprenant qui sera sémantiquement riche, formel (interprétable par des humains mais aussi par des machines) et interopérable (utilisable avec différents systèmes d'apprentissage en ligne).

Nous proposons aussi d'intégrer un ePortfolio à notre modèle de l'apprenant. Cet ePortfolio contiendra des productions de l'apprenant qui pourront être reliées aux compétences. Ainsi, les compétences pourront être illustrées par des productions "concrètes" de l'apprenant. Enrichir le modèle de l'apprenant par des productions de celui-ci permet donc d'avoir d'éventuelles preuves, ou du moins, des illustrations et des exemples concrets de développement des compétences. De plus, un ePortfolio est témoin de l'évolution des apprentissages et du développement des compétences. L'utilisation d'un ePortfolio permet ainsi à l'apprenant d'effectuer de l'autoréflexion sur ses propres apprentissages.

Notre modèle de l'apprenant pourra être utilisé par différents acteurs : l'apprenant dont c'est le modèle, ses pairs (collègues apprenant), ses professeurs, ses tuteurs et d'autres (comme un responsable de stage issu du milieu industriel, un membre de l'équipe administrative d'une institution...). Ces différents acteurs auront des points de vue différents sur le modèle et pourront effectuer différentes tâches sur les différents éléments du modèle, comme ajouter ou supprimer une compétence, une production ou alors un lien entre deux de ces éléments... C'est pourquoi notre modèle sera à points de vue multiples. De plus, en utilisant son ePortfolio, l'apprenant pourra effectuer un retour réflexif sur ses apprentissages, développer ses capacités métacognitives (Eyssautier-Bavay, 2004)... L'ePortfolio pourra aussi être utilisé par l'apprenant comme présentation, par exemple lors de l'application à un programme universitaire (au lieu de fournir des relevés de notes, un apprenant pourra donner accès à son modèle et ainsi à ses compétences et productions). Le modèle pourra aussi être utilisé par des professeurs ou des tuteurs afin de constituer des équipes de travail d'apprenants "complémentaires".

Notre problématique concerne ainsi la création d'un modèle de l'apprenant. Plus spécifiquement, sur le plan cognitif, elle porte sur la constitution d'un modèle cognitif de l'apprenant, intégrant des compétences et des productions de l'apprenant. De plus, l'apprentissage est un processus dynamique dont l'historique de l'évolution est un élément important et constitutif du modèle. L'apprentissage est aussi un processus social qui inclut la participation de différents acteurs. Un modèle de l'apprenant doit donc permettre de représenter et d'étudier l'évolution de l'apprentissage dans le temps et le contexte social dans lequel celui-ci a lieu. Sur le plan informatique, notre problématique intègre l'instrumentation de ce modèle par un outil. Particulièrement, le modèle devra être formel (interprétable par les machines) et interopérable (pouvant être relié à différents systèmes d'apprentissage en ligne). Sont aussi à considérer les relations et interactions de ce modèle avec les autres modules du système d'apprentissage à distance.

2.4. Objectifs du projet de recherche

2.4.1. Objectif général

Le principal objectif de ce projet de thèse est d'enrichir l'apprentissage en ligne en offrant des possibilités d'adaptation des apprentissages, un suivi tout au long de la vie, un suivi de l'évolution dans le temps, une ouverture aux multiples contextes de vie d'un individu (professionnel, personnel et académique) et une ouverture aux différents acteurs participant au processus d'apprentissage. Nous pourrions permettre cet enrichissement en adoptant une approche centrée sur l'apprenant et par la création d'un modèle de l'apprenant intégrant les connaissances, les compétences et les productions de l'apprenant, évoluant dans le temps au même titre que l'apprentissage, prenant en compte différents points de vue et étant interopérable. L'originalité de ce projet de thèse est de prendre en compte différentes dimensions dans un même modèle de l'apprenant : une dimension sémantique (connaissances et compétences), une dimension production, une dimension apprentissage tout au long de la vie (modèle évolutif) et une dimension apprentissage ouvert (modèle à points de vue multiples et interopérable).

2.4.2. Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, nos objectifs sont de :

- Créer un modèle conceptuel de modèle de l'apprenant fondé sur l'intégration des connaissances, des compétences et des produits de l'apprenant, évolutif, à points de vue multiples et ouvert dans la cadre d'environnements d'apprentissage en ligne.
- Développer un prototype de ce modèle de l'apprenant interopérable, formel et en lien avec les autres modules d'un système d'apprentissage en ligne et les différents acteurs intervenant et évoluant dans le temps au même titre que l'acquisition des connaissances et le processus d'apprentissage.

2.5. Produits résultant de la recherche

Les produits résultant de ce projet de thèse seront au nombre de deux. D'abord, un modèle conceptuel du modèle de l'apprenant, intégrant une approche par compétences, évoluant dans le temps parallèlement aux apprentissages, permettant aux différents acteurs prenant part au processus d'apprentissage d'intervenir, et favorisant l'adaptation de l'apprentissage aux besoins et attentes de l'apprenant dans le cadre d'environnement de formation en ligne. Ensuite, un prototype de ce modèle conceptuel qui sera en relation avec les autres modules d'un système d'apprentissage en ligne et avec les différents acteurs qui pourront intervenir sur le modèle de l'apprenant.

2.6. Conclusion

Dans le cadre des enjeux et défis soulevés, besoin en formation dans divers contextes, disponibilité d'une quantité très abondante d'informations, développement de méthodes, d'outils et de techniques de référencement sémantique, il nous paraît essentiel de considérer les systèmes d'apprentissage en ligne du point de vue de l'apprenant. Comme nous l'avons vu, aider, guider, adapter l'apprentissage aux besoins des apprenants s'appelle la

personnalisation, et toute personnalisation se fait à l'aide d'un modèle de l'apprenant (Devedzic, 2006). Pour permettre aux systèmes d'apprentissages en ligne d'adapter les apprentissages qu'ils offrent aux individus, il faut donc leur fournir un modèle de l'apprenant adéquat et pertinent. Nous avons aussi vu que les recherches tendent vers un référencement sémantique systématique des objets d'apprentissage d'une part mais aussi des acteurs. Un modèle de l'apprenant pertinent devra donc lui aussi supporter un référencement sémantique de l'individu qu'il représente. De plus, l'apprentissage se fait dans un contexte social et ne peut être considéré sans ce contexte. En effet, en apprentissage, le regard des autres est important (pour l'évaluation par exemple). Un modèle de l'apprenant doit donc aussi prendre en compte cette dimension sociale et la supporter. Pour permettre l'adaptation des apprentissages formels ou non et continus dans des contextes variés (académiques, professionnels, personnels et avec différents systèmes d'apprentissage), nous pensons qu'il est primordial de donner à l'individu en situation de formation une place centrale. Nous proposons ainsi de développer un modèle de l'apprenant centré sur celui-ci, c'est-à-dire un modèle qui appartient à l'apprenant et qui, tout au long de sa vie, permettra aux systèmes d'apprentissage en ligne d'adapter les informations qui lui seront fournies, et ce dans tous les contextes auxquels l'individu en besoin de formation et en situation d'acquisition de connaissances sera confronté.

3. Esquisse de l'état de la question

Nous allons présenter dans cette deuxième partie une esquisse de l'état de la question de ce projet de recherche. Tout d'abord, nous étudierons cinq approches de modélisation de l'apprenant afin de bien situer nos travaux. Nous commencerons par présenter une approche orientée domaine utilisée dans les systèmes tutoriels intelligents, ensuite, nous regarderons une approche orientée interface utilisée dans les hypermédias adaptatifs. Nous explorerons aussi une approche orientée productions utilisée dans les ePortfolios et nous discuterons d'une approche orientée compétence. Pour finir, nous présenterons une approche plus utilisée dans l'industrie, la carte personnelle électronique. Ensuite, nous allons explorer des concepts liés au volet cognitif de la thèse, soit les concepts de modélisation et de compétence. Puis, nous étudierons le concept de contrat qui concerne aussi bien le volet cognitif de la thèse que le volet informatique et qui nous semble pertinent pour notre projet, notamment concernant les interactions du modèle de l'apprenant avec d'autres systèmes informatiques. Nous étudierons ce concept de contrat d'un point de vue conceptuel, en nous inspirant des travaux informatiques effectués sur cette notion. Pour finir, nous explorerons des problématiques liées au volet informatique de ce projet de thèse : la gestion des versions et la gestion de points de vue multiples.

3.1. Différentes approches de modélisation de l'apprenant

Dans la documentation scientifique, différents termes sont utilisés pour désigner la modélisation de l'utilisateur; en ce qui concerne apprenant nous trouvons : utilisateur, apprenant ou étudiant et pour modélisation nous trouvons profil ou modèle. Nous allons adopter les termes "modèle de l'apprenant" : apprenant parce que nous nous intéressons aux utilisateurs utilisant un système d'apprentissage pour apprendre (aussi bien des étudiants dans une situation de formation académique que des adultes vivant des situations d'apprentissage dans leurs environnements de travail), et modèle parce que notre approche consiste à définir un modèle générique qui pourra contenir différents profils d'apprenant. Nous allons présenter dans cette section cinq utilisations de modèle de l'apprenant. Premièrement, nous allons présenter un modèle de l'apprenant orienté domaine utilisé dans les tuteurs intelligents. Ensuite, nous présenterons un modèle de l'apprenant orienté interface utilisé dans les hypermédias adaptatifs. Troisièmement, nous discuterons de modèle de l'apprenant orienté productions comme les ePortfolios. Nous explorerons aussi le modèle de l'apprenant orienté compétences. Et pour finir, nous regarderons un modèle plutôt utilisé dans l'industrie : la carte personnelle électronique.

3.1.1. Tuteurs intelligents

Les systèmes tutoriels intelligents (ITS) ont surtout été développés dans les années 80. Leur singularité est qu'ils sont fortement liés aux recherches sur les systèmes à base de connaissance développés en Intelligence Artificielle (IA). La plupart des auteurs proposent la même architecture générale pour les ITS, elle est composée de quatre modules : le modèle du domaine ou de l'expert (représentant les connaissances du domaine), le modèle de

l'apprenant (représentant les connaissances de l'apprenant), le modèle pédagogique (représentant le ou les scénarios pédagogiques) et l'interface.

Le modèle de l'apprenant est orienté domaine, il contient les connaissances de l'apprenant sur le domaine concerné par l'ITS (par exemple l'arithmétique ou alors les faits historiques de la seconde guerre mondiale). Le but du modèle de l'apprenant est en quelque sorte de construire un portrait des connaissances de l'élève qui s'enrichit à chaque étape de l'apprentissage. Cette partie du système a besoin de recueillir des informations qui peuvent être de nature différente (Nicaud et Vivet, 1988). Des informations implicites issues de l'analyse du comportement de l'élève pendant les sessions, des informations explicites issues du "dialogue" direct entre le système et l'apprenant, permettent, entre autres, l'élaboration de ce modèle de l'apprenant. John Self (1988) définit le modèle de l'apprenant comme un 4-uplet contenant des connaissances procédurales, des connaissances conceptuelles, des traits individuels et l'historique de l'apprenant. Il explique aussi que les modèles de l'apprenant sont utilisés en ITS pour répondre à des questions que le système se pose sur l'apprenant. En ITS, le modèle de l'apprenant est donc un modèle cognitif représentant les connaissances de l'apprenant et est utilisé pour adapter le système aux besoins particuliers des apprenants. Historiquement, les modèles de l'apprenant sont donc des modèles cognitifs. Actuellement, de plus en plus de recherche se font sur l'enrichissement du modèle de connaissances de l'apprenant par un modèle psychologique de celui-ci, contenant des informations sur l'état affectif, les émotions, les intentions de l'apprenant. Dans le cadre de notre projet, nous envisageons la création et l'utilisation d'un modèle cognitif de l'apprenant, nous n'entrerons donc pas plus en détail sur les recherches concernant la modélisation psychologique.

Il existe différents types de modèles de connaissances de l'apprenant. Le plus utilisé est le modèle par recouvrement (*overlay*), il est constitué des connaissances de l'apprenant qui peuvent être uniquement un sous-ensemble des connaissances de l'expert (contenues dans le modèle du domaine). Ce type de modèle ne contient ainsi que des connaissances exactes. D'autres types de modèles contiennent des connaissances exactes mais aussi des connaissances erronées. Ainsi, le système pourra s'adapter pour corriger les mauvaises conceptions de l'apprenant. Il existe d'ailleurs une variante du modèle par recouvrement qui contient des connaissances étant un sous-ensemble du modèle de l'expert mais aussi des connaissances erronées (ou *bugs*). Les connaissances contenues dans le modèle de l'apprenant sont donc "comparées" à celles contenues dans le modèle du domaine concerné par le système à base de connaissances utilisé. Dans le cadre de notre projet, d'une part, nous envisageons un modèle des connaissances et compétences de l'apprenant sur plusieurs domaines (et pas uniquement sur celui traité par l'outil utilisé) et d'autre part, nous n'envisageons pas de comparaison avec un modèle expert. Nous souhaitons développer un modèle global des connaissances et compétences de l'apprenant, modèle utilisable tout au long de sa vie (pour ses apprentissages, pour ses recherches d'emploi...).

3.1.2. Hypermédias adaptatifs

Les hypermédias adaptatifs (HA) utilisent aussi un modèle de l'apprenant pour personnaliser les apprentissages (Garlatti et Prié, 2004). Brusilovsky (2003) précise que :

"Les hypermédias adaptatifs construisent un modèle des buts, des préférences et des connaissances de chaque utilisateur et ils utilisent ce modèle à travers les interactions avec l'utilisateur pour s'adapter aux besoins de cet utilisateur."

Nous retrouvons deux types d'adaptation dans la littérature sur les HA : l'adaptation de présentation et l'adaptation de navigation (Brusilovsky, 2001, Dagger, Wade et Conlan, 2003 et Dolog, Henze, Nejdil et Sintek, 2004). L'adaptation de présentation s'effectue sur la présentation d'une ressource. L'adaptation de navigation est l'adaptation de la structure de navigation de la ressource délivrée à l'apprenant. Selon Brusilovsky (2003), dans le domaine de l'éducation, l'adaptation de type navigation est devenue particulièrement populaire et est le type d'adaptation le plus utilisé. Nous avons constaté dans la littérature que les recherches tendent vers des fonctionnalités de personnalisation plus avancées (plus sémantiques et cognitives), souvent fondées sur les possibilités qu'offre la technologie du web sémantique.

Par exemple, Dagger *et al.* (2004) effectuent une recherche dont le challenge est d'étendre les axes d'adaptation pas uniquement au niveau du contenu (fondés alors sur les connaissances antérieures, les buts, les styles d'apprentissage...) mais aussi au niveau des modèles pédagogiques, de la communication et des activités d'apprentissage. L'idée émergente en personnalisation des apprentissages est le référencement sémantique des objets d'apprentissage et des acteurs. Mais ces recherches en sont encore à leur début et elles ne représentent pas l'ensemble des recherches effectuées dans le champ des hypermédias adaptatifs.

3.1.3. ePortfolio

Une nouvelle façon de collecter, d'organiser et de partager les productions des apprenants est l'utilisation d'un ePortfolio. Nous avons analysé dix définitions d'ePortfolio trouvées dans la documentation scientifique (Moulet, 2006a) selon deux critères : le contenu et l'utilisation de l'ePortfolio. Le contenu se divise en deux sous-éléments : la forme et le fond, la structure et la sémantique. Le contenu peut être un ensemble d'informations numériques, ce qui est la structure, la forme de ce contenu. Et ces informations peuvent représenter les résultats scolaires d'une personne, ce qui est la sémantique du contenu. L'utilisation se divise aussi en deux sous-éléments : les services offerts et les buts d'un ePortfolio. Par exemple, un service peut être de permettre la création de présentations de son ePortfolio pour différentes audiences alors qu'un but peut être de faire réfléchir l'apprenant sur ses apprentissages. Les buts ou utilités choisis pour un ePortfolio vont avoir une incidence sur le contenu et sur les services proposés. L'analyse des définitions étudiées selon les critères Contenu et Usage se retrouve en détail à l'annexe 1 page 50.

Nous pouvons conclure de cette analyse qu'il n'existe pas de consensus concernant le contenu ou l'utilisation d'un ePortfolio. Toutefois, toutes les définitions s'accordent pour voir l'ePortfolio comme un profil personnel et une

collection (numérique) des productions de l'apprenant. Par contre, le sous-critère sémantique ne fait pas l'objet d'un consensus, en effet, le contenu d'un ePortfolio peut porter sur ses apprentissages, ses formations, ses buts, ses expériences professionnelles, ses réussites, ses expériences... Concernant le critère contenu, nous allons adopter la définition d'IMS Global Learning Consortium (2004) qui stipule que les ePortfolios sont : "*collections of personal information about a learner that represent accomplishments, goals, experiences, and other personalized records that a learner can present to schools, employers, or other entities*". Concernant le deuxième critère, l'utilisation, quatre utilisations majeures ont été identifiées dans les définitions étudiées : (1) décrire et démontrer, (2) planifier, (3) réfléchir sur et (4) partager.

Nous avons identifié trois types d'ePortfolio dans la littérature (*IMS Global Learning Consortium, 2004* et *ePortConsortium, 2003*). L'**ePortfolio personnel** est utilisé pour l'autoréflexion, il peut servir de journal de bord (concernant les expériences), il permet d'organiser des matériaux présentés en classe et il aide les étudiants à reconnaître leurs habiletés et à prendre des décisions. L'**ePortfolio d'apprentissage** est utilisé pour montrer l'apprentissage des étudiants, il fournit un cadre pour évaluer les progrès académiques et il permet de démontrer comment les habiletés se développent dans le temps. Pour finir, l'**ePortfolio professionnel** aide à faire des décisions de carrière, il peut démontrer que quelqu'un rencontre les exigences d'un programme, il peut aussi être utilisé pour présenter les habiletés et les accomplissements pour l'employabilité ou alors pour revoir le développement professionnel pour les avancées de carrière.

Nous pouvons constater que pour ces trois types d'ePortfolio, les quatre utilisations majeures identifiées précédemment sont valables. Le contenu et les services dépendent en partie du type d'ePortfolio développé mais principalement des buts recherchés pour l'outil. Avant de commencer le développement d'un outil ePortfolio, il faut donc se poser les questions suivantes : Quel type d'ePortfolio? Pour qui? POURQUOI? Quel rôle pouvons-nous envisager pour un tel outil dans notre modèle de l'apprenant? Un outil ePortfolio offre des fonctionnalités très intéressantes et nous semble pertinent pour notre modèle de l'apprenant. Un tel outil nous permettra de disposer des produits de l'apprenant (créés au cours des apprentissages) et ainsi de créer un lien entre ces produits et les compétences développées au cours du temps par l'apprenant.

3.1.4. Modèle orienté compétences

Une autre façon de modéliser l'apprenant est l'approche par compétences. Nous trouvons dans la documentation du domaine beaucoup de définitions du concept de compétence. Mais il existe un certain consensus : une compétence est un savoir-faire qui intègre habileté et connaissance, qui est complexe, qui réfère à des habiletés cognitives, affectives, sociales ou psychomotrices et qui est spécifique à un ensemble de situations (donc à un contexte) (Lasnier, 2000). Le mot intégration est très important parce qu'il met en évidence le besoin de créer des liens entre les différents éléments d'une compétence. Paquette (2002a) définit une compétence comme une relation entre un acteur, une habileté et une connaissance. Cette définition est illustrée à la figure 1 (page suivante).

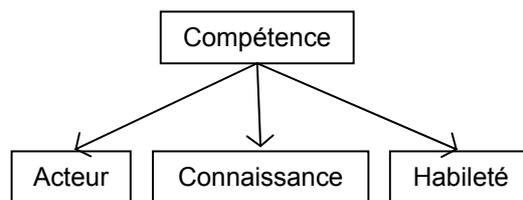


Figure 1. Le concept de compétence

Les connaissances peuvent être des concepts, des procédures, des principes ou des faits. Les habiletés décrivent les processus qui peuvent être appliqués aux connaissances d'un domaine d'application pour les percevoir, les mémoriser, les assimiler, les analyser, les synthétiser, les évaluer, etc. (Paquette, 2002a). Les habiletés se situent donc au niveau métacognitif car ce sont des connaissances agissant sur d'autres connaissances. Paquette propose aussi une taxonomie permettant de classer les habiletés selon leur complexité cognitive. La création de cette taxonomie est née de l'intégration des travaux, entre autres, de Bloom, Romiszowski, Krathwohl, Merrill qui ont créé des taxonomies pour différents domaines d'apprentissage (cognitif, affectif, méta-cognitif et psychomoteur). Par exemple, planifier est une habileté de haut niveau : nous pouvons planifier l'exécution d'un projet. Nous avons identifié deux types de compétences : les compétences de domaine (ou disciplinaires), elles sont liées à un domaine de connaissances particulier (par exemple les mathématiques) et les compétences transversales qui sont valables pour un ensemble de domaines différents (par exemple : résolution de problèmes, communication orale...).

IMS Global Learning Consortium (2002) propose aussi une définition du concept de compétence. Le terme compétence est utilisé dans un sens large, incluant habileté, connaissance, tâche et produit de l'apprentissage. La définition contient quatre éléments : (1) un identifiant (étiquette unique qui identifie la compétence), (2) un titre (texte), (3) une description (optionnel, texte interprétable uniquement par des humains) et (4) une définition. Le dernier élément, définition, est le plus intéressant. Il peut être composé d'éléments qui peuvent être vus comme des attributs. La définition de compétence de Paquette peut facilement être exprimée sous la forme d'IMS. Pour cela, habileté et connaissance de Paquette seront des éléments de la définition d'une compétence selon IMS.

3.1.5. Carte personnelle électronique

Une autre approche permettant de représenter une personne est la carte personnelle électronique. C'est une sorte de carte de visite. Elle permet de représenter les informations personnelles et professionnelles d'une personne. Cette approche est plus utilisée en industrie que dans le domaine de l'éducation. Il existe plusieurs projets de carte de visite électronique. Nous allons en présenter trois : VCard, HR-XML, LDAP. **vCard** est proposée par l'IMC (Internet Mail Consortium) (IMC, 1998). VCard est une carte de visite virtuelle, elle contient des informations concernant une personne comme le nom, le prénom, l'adresse, le téléphone, mais aussi des photos, des logos d'entreprise... Elle permet d'automatiser l'échange d'informations personnelles qui sont typiquement retrouvées sur les cartes professionnelles traditionnelles. Elle peut être utilisée par différents types d'applications comme le courriel, les navigateurs web, des applications de téléphonie, des vidéos conférences, des assistants personnels, des fax...

Aujourd'hui, la version 3 de vCard est disponible. **LDAP** (*Lightweight Directory Access Protocol*) est un protocole standard permettant de gérer des annuaires, c'est-à-dire d'interroger, de modifier, d'accéder à des bases d'informations. Il est défini par l'ITU-T (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*) (ITU-T, 2001), sa version 3 est actuellement disponible. Les annuaires permettent de partager des bases d'informations sur un réseau interne ou externe. Ces bases concernent généralement les utilisateurs d'un réseau, mais elles peuvent aussi être utilisées pour gérer du matériel dans une entreprise. Nous nous intéressons ici aux cas de la gestion d'utilisateurs. **HR-XML** est un consortium proposant des spécifications pour la gestion de ressources humaines. Une de ces spécifications concerne le curriculum vitae qui contient aussi des informations personnelles (comme le nom, le prénom, le téléphone...) ainsi que des informations professionnelles (description d'expérience, compétences...). Nous regarderons particulièrement ce troisième projet, *HR-XML Resume* (HR-XML, 2007) car il concerne aussi bien les informations personnelles que professionnelles.

3.1.6. Conclusion

Les deux premières utilisations de modèle de l'apprenant identifiées dans la documentation scientifique des domaines ITS et HA, ne répondent pas aux besoins de notre projet de recherche. Plus précisément, utiliser un modèle de l'apprenant pour la navigation et la présentation, comme dans les HA, ne rentre pas dans la problématique de notre projet. Concernant les ITS, nous avons besoin d'un modèle cognitif de l'apprenant mais pour plus d'un domaine d'application, pas uniquement pour le domaine d'application d'un outil particulier. Nous avons besoin d'un modèle représentant tous les apprentissages d'un étudiant. Nous proposons ainsi de créer un modèle de l'apprenant intégrant deux approches de modélisation : modèle orienté domaine (avec l'approche par compétences) et modèle orienté productions (avec l'ePortfolio).

3.2. Le concept de modélisation

Notre projet consiste à modéliser l'apprenant dans le cadre d'environnement d'apprentissage en ligne. Mais qu'est-ce que faire un modèle? Qu'est la **modélisation**? La définition du Grand dictionnaire terminologique (GDT) de l'Office québécois de la langue française est la suivante : "*analyse et représentation simplifiées d'un phénomène ou d'un système en vue d'étudier son déroulement ou son fonctionnement par simulation*". Un modèle est ainsi une représentation par analogie d'un objet ou d'un système réel, représentation de certaines dimensions sans tenir compte d'autres dimensions. L'analogie est formelle lorsque les dimensions sous lesquelles l'analogie vaut (et ne vaut pas) sont spécifiées. Selon le GDT, la **modélisation dynamique** est "*l'opération permettant de construire le modèle de l'évolution d'un système ou d'un mécanisme dans le temps*". Ici, l'analogie vaut aussi pour la dimension temporelle. Selon Le Moigne (1990), la modélisation est une "*action d'élaboration et de construction intentionnelle, par composition de symboles, de modèles susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu complexe, et d'amplifier le raisonnement de l'acteur projetant une intention délibérée au sein d'un phénomène; raisonnement visant notamment à anticiper les conséquences de ces projets d'actions possibles*". Baker (2000) présente trois

caractéristiques générales des modèles : (1) un modèle est utilisé pour prédire les incidences d'un phénomène dans un champ expérimental déterminé, (2) un modèle permet d'élaborer ou de raffiner la théorie sur laquelle il est fondé, et (3) un modèle implique nécessairement l'abstraction de certains phénomènes (ensemble d'objets ou évènements). Baker présente ensuite trois utilisations différentes de modèles dans le cadre d'environnement informatique pour l'apprentissage : (1) le modèle comme outil scientifique (modèle utilisé pour comprendre et prédire certains aspects d'une situation éducative), (2) le modèle comme composant d'environnement d'apprentissage (modèle computationnel correspondant à un aspect du processus d'apprentissage et utilisé comme composant de l'environnement, par exemple, le modèle de l'apprenant), et (3) le modèle comme base pour la conception d'environnement d'apprentissage (modèle de processus éducationnels, et des théories liées). Selon l'auteur, les modèles utilisés en éducation ne doivent pas nécessairement être symboliques, computationnels et/ou reproduire la cognition humaine. Il pense même que des modèles non computationnels joueront un rôle important dans le futur des environnements informatiques d'apprentissage.

Qu'est-ce qu'un **modèle de l'apprenant** dans le cadre d'environnement d'apprentissage en ligne? Quelles informations contient-il? Différents aspects ont été identifiés lors d'une activité d'apprentissage : (1) le psychomoteur (réfère à la capacité psychomotrice, à la coordination et aux mouvements physiques), (2) l'affectif (fait référence aux émotions, aux sentiments et aux attitudes de l'apprenant), (3) le cognitif (recouvre les capacités intellectuelles, porte sur les connaissances dans un domaine ainsi que sur les processus de traitement de l'information) et (4) le métacognitif (porte sur les objectifs, les stratégies, les tâches, le temps, contient deux dimensions : les méta-connaissances et les stratégies d'apprentissage). Ces quatre domaines doivent tous être pris en compte lors de la conception d'activité d'apprentissage. Le but des modèles de l'apprenant est de fournir au système d'apprentissage des informations pertinentes pour personnaliser, adapter l'apprentissage à des caractéristiques ou préférences de l'apprenant. Historiquement, les modèles de l'apprenant sont des modèles cognitifs, c'est-à-dire représentant les connaissances de l'apprenant sur un domaine particulier (celui sur lequel porte l'environnement d'apprentissage). De plus en plus apparaissent des modèles affectifs portant sur les émotions, les buts des apprenants. Hibou et Py (2006) stipulent que les modèles de l'apprenant contiennent des informations de nature cognitive, comportementale ou psychologique (ce qui rejoint les domaines touchés lors d'activités d'apprentissage). Ces informations peuvent être des connaissances, des savoir-faire, des intentions ou des émotions. Hibou et Py présentent quelques types d'informations pouvant apparaître dans un modèle de l'apprenant : modèle de l'activité (permet de visualiser le parcours de l'apprenant), modèle comportemental (constitué d'un ensemble d'entités comportementales chacune formée d'un type de comportement associé à un coefficient de certitude), modèle des plans et des intentions (dans le cas de tâche de résolution de problème), modèle des motivations.

Dans le cadre de notre projet de thèse, nous souhaitons effectuer une modélisation cognitive de l'apprenant, c'est-à-dire représenter ses connaissances. En effet, notre projet est orienté vers l'adaptation des apprentissages au niveau de la sémantique des composants d'un système de formation. C'est donc sur cette dimension cognitive que

nous allons travailler. Nous n'avons pas pour objectif de créer un modèle cognitif vraisemblable "cognitivement", c'est-à-dire reproduisant la cognition humaine. Notre but est plutôt de représenter pertinemment et dynamiquement (dans son évolution cognitive) l'apprenant afin de fournir au système d'apprentissage des informations permettant une adaptation aux caractéristiques et besoins de l'apprenant.

3.3. Le concept de compétence

Nous souhaitons créer un modèle cognitif de l'apprenant riche sémantiquement et nous pensons que le concept de compétence pourrait répondre à ce besoin. Nous allons donc explorer ce concept en présentant d'abord plusieurs de ses définitions puis en exposant quelques taxonomies qui peuvent être utilisées pour "classer" les compétences.

3.3.1. Définition

Jonnaert (2002) présente des définitions du concept de compétences issues de différents domaines pour montrer le cheminement que ce concept a pris avant d'être utilisé en éducation. Dès le début du 20^{ème} siècle, les **linguistes** ont défini le concept de compétence en le différenciant du concept de performance. La compétence linguistique est un potentiel individuel non encore activé et la performance est l'activation, en situation de communication, de la compétence linguistique. Les **psychologues du développement cognitif** acceptent cette distinction entre compétence et performance, ils notent toutefois un décalage entre la compétence (qui est défini a priori) et la performance du sujet en action (qui est réellement observée). C'est la situation qui crée la différence entre la compétence et son actualisation par la performance. Les situations sont ainsi sources des performances et critères des compétences. Depuis une vingtaine d'année, les **spécialistes des sciences du travail** ont eux aussi développé leur approche du concept de compétence. Avant cela, ils parlaient plutôt de qualification, qui est un concept prescriptif, défini a priori. La compétence devient la capacité d'un individu à gérer son potentiel en situation, elle est définie en référence à l'action du sujet en situation. Le contexte est donc pris en compte. Dans cette perspective, les concepts compétence et performance sont fusionnés. Il n'y a plus de distinction entre prescriptif et observé. En éducation, le décalage existant entre compétence et performance n'est pas acceptable. En effet, le mandat des enseignants est bien de faire développer des compétences à leurs élèves. Il est attendu qu'à la fin d'une formation, un étudiant maîtrise les compétences pour lesquelles il a été formé. De plus, Raynal et Rieuner (1997, dans Jonnaert 2002) décrivent la problématique suivante : comment, dans un contexte scolaire, différencier la compétence de la performance? Comment, en éducation, définir une compétence sans préciser comment elle s'actualisera en situation, c'est-à-dire sans nommer une performance? Compétence et performance sont toutes deux dans la situation qui est le cœur de l'action de l'apprenant. Et comment différencier compétence, performance et situation? La compétence est autant déterminée par la situation qu'elle la détermine elle-même. Le passage au domaine de l'éducation n'est pas aisé à réaliser. Il existe des approches pédagogiques du concept de compétences qui se sont éloignées des approches présentées précédemment, pour adapter le concept au contexte particulier des situations d'apprentissage. On peut toutefois remarquer un rapprochement avec la perspective développée par les spécialistes des sciences du

travail. Il existe même de nombreuses définitions du concept de compétence dans le domaine des **sciences de l'éducation**. Mais il existe certains consensus : une compétence est un savoir-faire qui intègre habileté et connaissance, qui est complexe, qui réfère à des habiletés cognitives, affectives, sociales ou psychomotrices et qui est spécifique à un ensemble de situations (donc à un contexte) (Lasnier, 2000).

La définition que le Ministère de l'Éducation du Québec a retenue en 2000 est la suivante : "*Savoir-agir fondé sur la mobilisation et l'utilisation efficace d'un ensemble de ressources.*" Cette définition ne suffit pas à expliquer et à comprendre le concept de compétence et surtout à l'opérationnaliser. Lasnier (2000) propose donc une définition plus opérationnelle de compétence : "*Une compétence est un savoir-agir complexe résultant de l'intégration, de la mobilisation et de l'agencement d'un ensemble de capacités et d'habiletés (pouvant être d'ordre cognitif, affectif, psychomoteur ou social) et de connaissances (connaissances déclaratives) utilisées efficacement, dans des situations ayant un caractère commun.*" Le mot intégration est très important parce qu'il met en évidence le besoin de créer des liens entre les différents éléments d'une compétence. Voici les définitions de capacité et d'habileté (Lasnier, 2000) : "*Une capacité est un savoir-faire moyennement complexe, intégrant des habiletés (cognitives, affectives, psychomotrices et sociales) et des connaissances déclaratives. Une habileté est un savoir-faire simple, intégrant des connaissances déclaratives.*"

Paquette (2002a) propose une autre définition de compétence qui considère les capacités et les habiletés comme équivalentes : "*Une compétence est un énoncé de principe qui régit une relation entre un public cible (ou acteur), une habileté et une connaissance. Un profil de compétences est un ensemble de compétences concernant un même public cible.*" Les connaissances peuvent être des concepts, des procédures, des principes ou des faits. Les habiletés décrivent les processus qui peuvent être appliqués aux connaissances d'un domaine d'application pour les percevoir, les mémoriser, les assimiler, les analyser, les synthétiser, les évaluer, etc. (Paquette, 2002a). Les habiletés sont donc au niveau métacognitif car ce sont des connaissances agissant sur d'autres connaissances. Les compétences peuvent être de différents types : disciplinaires, transversales et d'expérience de vie. Une compétence disciplinaire est liée à un domaine particulier (par exemple les mathématiques), une compétence transversale est valable pour un ensemble de domaines différents (par exemple la résolution de problèmes, la communication orale...) et les domaines d'expérience de vie sont, lorsqu'ils sont pris en compte dans une activité d'apprentissage, une source de motivation pour l'apprenant puisqu'ils permettent de relier l'activité d'apprentissage à des expériences de vie. Jonnaert (2002) adopte une approche en cascade et présente l'architecture d'une compétence comme suit :

Tableau 1. Des mobilisations en cascade (d'après Jonnaert, 2002)

Au niveau de la compétence	Au niveau des capacités	Au niveau des habiletés	Au niveau des contenus disciplinaires
La <i>compétence</i> convoque une série de ressources pour traiter une situation avec succès. Certaines de ces ressources sont des capacités cognitives maîtrisées par le sujet.	Les <i>capacités</i> sélectionnées, et coordonnées entre elles, reposent sur une série d'habiletés que le sujet maîtrise à propos de certains contenus disciplinaires.	Les <i>habiletés</i> sur lesquelles reposent les compétences et les capacités mobilisées, permettent une utilisation appropriée de certains contenus disciplinaires.	Les <i>contenus disciplinaires</i> fournissent la matière première aux habiletés et aux capacités.

3.3.2. Taxonomie

Pour pouvoir classer les habiletés ou capacités, il faut avoir une taxonomie. En effet, une taxonomie permet de classer des énoncés en fonction de leur degré de difficulté. L'idée d'utiliser une taxonomie est reliée aux travaux de Bloom qui a créé des taxonomies pour les différents domaines de l'apprentissage (cognitif, affectif, métacognitif et psychomoteur). Dans le cadre de l'approche par compétences, ce sont les habiletés (et non les énoncés des compétences) qui sont classées par des taxonomies. Beaucoup de taxonomies ont été développées dans le cadre de l'approche d'apprentissage par objectifs. Ces taxonomies ne sont pas complètement valables pour l'approche par compétences mais elles constituent une très bonne source d'inspiration (Lasnier, 2000). Les taxonomies de Bloom (1969) pour le domaine cognitif et celle de Krathwohl, Bloom et Masia (1969) pour le domaine affectif sont les plus utilisées car les plus connues. Ce sont d'ailleurs les taxonomies que Lasnier (2000) préconise pour l'application de l'approche par compétence du Ministère de l'Éducation du Québec.

Paquette (2002a) stipule que les habiletés peuvent être appréhendées de différentes manières, comme processus génériques de résolution de problèmes (classification en dix catégories), en tant que méta-connaissances actives (il existe beaucoup de classifications pour cette approche des habiletés) et la dernière approche est celle des domaines cognitif, affectif, social et psychomoteur. Paquette propose d'intégrer l'ensemble des taxonomies issues des travaux en sciences cognitives, en génie logiciel et cognitif, et en design pédagogique. Cette taxonomie comporte trois couches allant du général vers le particulier. La couche la plus générale correspond à quatre phases du cycle de traitement de l'information (recevoir, reproduire, produire ou créer et autogérer). La couche intermédiaire comporte 10 habiletés : prêter attention, intégrer, instancier ou préciser, transposer ou traduire, appliquer, analyser, réparer, synthétiser, évaluer et auto-contrôler.

3.4. Le concept de contrat

La notion de contrat est utilisée en informatique en référence aux interactions qu'il peut y avoir entre différents composants informatiques. Elle nous intéresse donc dans le cadre de notre projet de thèse car nous souhaitons disposer d'un modèle de l'apprenant ouvert et interopérable qui pourra être en relation avec différents systèmes d'apprentissage en ligne. Selon le Petit Robert (version électronique 2.1) un contrat est une "*convention par laquelle une ou plusieurs personnes s'obligent, envers une ou plusieurs autres, à donner, à faire ou à ne pas faire quelque chose*". Plus spécifiquement dans le domaine informatique, un contrat est "*l'ensemble des éléments liant un demandeur et un fournisseur et définissant d'une manière précise, complète et cohérente, leurs obligations respectives*" (Grand dictionnaire terminologique de l'Office québécois de la langue française). La notion de contrat fait ainsi référence à trois autres principales notions : le demandeur, le fournisseur et leurs obligations. En informatique, les contrats déterminent les relations entre différents acteurs (ou composants informatiques ou systèmes ou modèles...) (Bachman, Bass, Buhman, Comella-Dorda, Long, Robert, Seacord et Wallnau, 2000).

Bachman *et al.* définissent la notion de contrat ainsi :

- un contrat est établi entre deux parties ou plus
- les parties négocient souvent les détails du contrat avant sa signature
- les contrats prescrivent des comportements normatifs et mesurables concernant tous les signataires
- les contrats ne peuvent être changés à moins que les changements soient approuvés par tous les signataires.

Les signataires du contrat sont co-dépendants et ont des obligations réciproques. La notion de contrat met en évidence non pas les intervenants (le demandeur et le fournisseur) mais plutôt leurs interactions.

Différents types de contrats sont répertoriés dans la littérature. Selon Beugnard, Jézéquel, Plouzeau et Watkins (1999), les contrats peuvent être divisés en quatre niveaux de propriétés de plus en plus négociables. Le premier niveau est le niveau des contrats basiques ou syntaxiques. Il est requis pour que le système fonctionne. Le second niveau, les contrats comportementaux, améliore le degré de confiance dans un contexte séquentiel. Il spécifie les comportements du fournisseur et les informations que doit fournir le client ou demandeur. Le troisième niveau, celui des contrats de synchronisation, améliore le degré de confiance dans des contextes distribués ou concurrentiels. Ce niveau permet de décrire les dépendances entre les services offerts par le fournisseur. Il garantit que quel que soit le client qui demande un service au fournisseur, ce service soit correctement exécuté. Le dernier niveau, les contrats de qualité de service, permet de quantifier la qualité de service et est généralement négociable. Pour Villalobos (2003) un contrat a plutôt trois niveaux : un niveau lexical, un niveau syntaxique et un niveau sémantique. Le niveau lexical (ou fonctionnel) permet de vérifier la compatibilité entre la requête du client et le fournisseur. Un client ne peut pas se connecter à un fournisseur s'il ne fournit pas une requête "compatible" avec le langage du fournisseur. Le niveau syntaxique (ou contrat d'interaction ou comportemental) décrit le protocole d'utilisation des services offerts par le fournisseur. Ce contrat permet de respecter la forme d'utilisation des services. Le dernier niveau est le niveau sémantique, il décrit les conséquences pour un client de contacter un fournisseur pour un service particulier.

Cette notion de contrat en informatique nous semble très intéressante pour notre projet de thèse. En effet, le modèle de l'apprenant que nous créons appartient à l'apprenant mais sera connecté à différents modules ou composants de, éventuellement, différents systèmes d'apprentissage en ligne. Le modèle appartenant à l'apprenant, ces systèmes d'apprentissage en ligne devront avoir obtenu l'autorisation de l'apprenant pour consulter et éventuellement modifier son modèle. Pour cela, des contrats pourront être utilisés. Ils permettront de gérer les interactions de notre modèle de l'apprenant avec les systèmes d'apprentissages en ligne. De plus, puisque le modèle pourra aussi être modifié directement par différents acteurs tels que les professeurs et les pairs, des contrats entre le modèle et ces groupes d'utilisateurs permettront de spécifier leurs droits d'actions et de récupérer des informations utiles pour la mise à jour du modèle.

3.5. La gestion des versions

Notre modèle de l'apprenant sera évolutif au même titre que l'apprentissage, plusieurs versions seront donc créées au fur et à mesure que l'apprentissage a lieu. Ces versions devront être gérées et c'est pour cela que nous nous intéressons à la gestion des versions. La gestion des versions en informatique est un problème difficile. Les systèmes de gestion de versions (SGV) ont surtout été utilisés par les programmeurs informatiques. Mais de plus en plus d'acteurs les utilisent maintenant dans d'autres domaines, par exemple pour l'écriture collaborative de texte. Les systèmes de gestion de versions sont un outil très important du travail collaboratif (Bortzmeier, 2005). Les SGV permettent d'ajouter une dimension temporelle au système de gestion de fichier traditionnel. En effet, ces systèmes gardent trace des différentes versions d'un fichier, ce qui permet d'en connaître l'historique et d'en récupérer n'importe quelle version. Ainsi, il est possible de revenir en arrière en cas d'erreur, d'identifier les modifications apportées entre deux versions, de travailler en équipe sur un projet, de gérer des branches de développement en parallèle... Selon Kilpi (1997), un outil de gestion des versions "*manages and keeps track of the configuration items which are any documents created during a software development process, and which are found necessary to be placed under configuration control like requirements documents, data flow diagrams, design documents, source code, and test results*". De plus, Conradi et Westfechtel (1998) spécifient qu'un modèle de version définit les objets qui seront "versionnés", l'identification et l'organisation des versions, ainsi que les opérations effectuées pour récupérer les versions existantes et pour construire de nouvelles versions.

Les différentes versions d'un fichier, d'un logiciel ou de tout autre produit informatique sont liées par des modifications. Une nouvelle version sera donc différente de l'ancienne. Les modifications peuvent être des ajouts, des suppressions, des modifications ou un ensemble des trois. Les SGV permettent de retrouver les modifications effectuées entre une version N et une version N+1. Une modification peut correspondre en fait à plusieurs modifications. D'ailleurs le terme de révision est parfois utilisé pour pallier la confusion entre une modification apportée dans un fichier et une modification dans le sens de la gestion des versions. Dans le cas d'un logiciel, une nouvelle version peut correspondre à des modifications apportées à plusieurs fichiers. Lorsque cette gestion des versions est utilisée pour le travail collaboratif, les membres de l'équipe peuvent travailler de façon indépendante et en parallèle. Des conflits de révisions peuvent donc apparaître. Pour chaque personne travaillant sur le projet, une branche est créée, il faut ensuite effectuer une fusion de ces branches pour obtenir une nouvelle version globale de l'outil informatique. Mais certaines révisions peuvent être contradictoires. Il y a alors conflit et le SGV n'est pas en mesure de savoir quelle est la révision à conserver. Un mécanisme de consensus ou de gestion de conflit peut alors être utilisé entre les membres de l'équipe.

Les fonctionnalités de base des SGV sont le marquage (consiste à associer un nom à chaque version), la comparaison (des versions pour identifier les modifications apportées) et éventuellement le verrouillage et les notifications lorsque le travail est fait en équipe. Le verrouillage empêche les membres de l'équipe de modifier un

fichier lorsque celui-ci est utilisé par un des membres et la notification émet un avis de révision aux autres membres de l'équipe. Les SGV stockent également des métadonnées sur les révisions (comme par exemple, l'auteur des modifications et leur date).

Il existe deux principaux types de système de gestion de versions : les systèmes centralisés et les systèmes décentralisés. En gestion centralisée, un serveur central sert de dépôt et le client se connecte à ce dépôt pour récupérer en local un fichier sur lequel il veut travailler et ensuite, le client dépose le fichier modifié sur le serveur central. CVS, *Current Version System*, a été le système centralisé le plus utilisé pendant très longtemps et il fait encore référence aujourd'hui (Bortzmeyer, 2005, Shaikh et Cornford, 2003). Des conflits peuvent apparaître lorsque plusieurs personnes travaillent en même temps sur le même fichier. La solution simpliste à ce problème est le verrouillage : lorsqu'une personne travaille sur un fichier, personne d'autre ne peut y accéder. Mais dans le cadre des projets d'envergure ou pour le travail collaboratif, cette solution est trop contraignante. Une autre solution consiste donc à faire régulièrement des fusions entre les différentes versions d'un fichier. Dans ce cas, il est nécessaire de gérer les conflits. La gestion de version centralisée comporte certaines limites. Par exemple, il n'est pas possible de travailler sans être connecté au réseau (car il faut pouvoir accéder au serveur central), il y a aussi des problèmes liés aux droits d'accès au dépôt (souvent certains utilisateurs sont "plus importants" que d'autres, ils ont la priorité ou alors leurs versions sont prises par défaut lors de la gestion de conflit, la gestion de droits d'accès spécifiques n'est pas triviale), ceci peut poser des problèmes dans le cadre de travail coopératif et en équipe.

La solution proposée pour dépasser ces limites est la gestion de versions décentralisée. Dans ce cas, il n'y a plus de dépôt central, celui-ci est remplacé par un réseau de dépôts (tous équivalents, c'est-à-dire tous de même importance). Cette approche se veut plus équitable, plus pair-à-pair que l'approche centralisée. Elle permet aussi de s'abstraire de la séparation physique entre les dépôts. De plus, elle facilite la création de différentes branches de développement ainsi que leur intégration (ou fusion). Il existe différents systèmes de gestion de versions décentralisés comme GNU Arch, Bazaar, Darcs, Mercurial, Monotone...

3.6. La gestion de points de vue multiples

La conception d'un modèle complexe implique différents acteurs qui ont chacun des perspectives ou vues différentes sur le modèle en question. Ces vues sont partielles ou incomplètes. La combinaison d'un acteur et de sa vue est appelée point de vue (Finkelstein et Sommerville, 1996). Selon le Grand Dictionnaire Terminologique de l'Office québécois de la langue française, un point de vue est "*une façon de voir ou de comprendre*". Comme décrit dans Marino, Rechenmann et Uvietta (1990), un point de vue établit une vue partielle de l'objet observé; selon l'observateur, une partie des attributs observés, mais certainement pas tous, sont concernés par un point de vue. Pour Ribière (1999), "*un point de vue est l'interface permettant l'indexation et l'interprétation d'une vue composée d'éléments de connaissances, il est caractérisé par un point de focalisation et un angle de vue*". Dieng-Kuntz, Corby, Grandon, Giboin, Golebiowska, Matta et Ribière (2000) précisent qu'en termes de construction, le point de vue

permet d'indexer des connaissances afin de les rendre accessibles, dynamiques et réutilisables et qu'en termes de consultation, il constitue un filtre permettant de n'afficher à l'utilisateur que les informations pertinentes à ses yeux. Ils expliquent aussi ce que sont le point de focalisation et l'angle de vue de la définition de Ribière. Le point de focalisation décrit le contexte et l'objectif du point de vue alors que l'angle de vue décrit les caractéristiques de ceux qui s'expriment selon un certain point de focalisation. Dieng-Kuntz *et al.* (2000) stipulent qu'on retrouve deux types de points de vue : (1) les points de vue définissant des vues "**perspectives**", ils indexent des descriptions consensuelles d'un même objet par différents acteurs, les vues sont alors complémentaires et forment une vision cohérente du monde et (2) les points de vue définissant des vues "**opinions**", ils indexent des vues non consensuelles relatant chacune une approche particulière d'un acteur, les vues représentent alors indépendamment les unes des autres des visions incomplètes du monde et peuvent collectivement être inconsistantes.

Selon Finkelstein et Sommerville (1996), le principal problème engendré par la prise en compte de points de vue est l'inconsistance ou la cohérence. En effet, comme noté par Dieng-Kuntz *et al.* (2000), différents points de vue sur un même objet peuvent être consensuels, conflictuels, correspondants ou contrastants. Un point de vue consensuel apparaît lorsque deux ou plus observateurs regardant les mêmes attributs d'un objet y voient les mêmes valeurs. Au contraire, des points de vue conflictuels apparaissent lorsque deux observateurs regardant un même objet au même moment voient des valeurs différentes pour certains attributs. Les notions de correspondance et de contraste font référence à des différences sur la notation sémantique des concepts. Dans le cas de la correspondance, des acteurs différents utilisent des termes différents pour préciser un même objet ou caractéristique d'un objet et dans le cas du contraste, des acteurs utilisent des termes différents pour des objets différents. Lors de l'utilisation de points de vue dans un outil informatique, trois problèmes apparaissent : (1) choisir un bon modèle de point de vue, (2) identifier les différents points de vue et (3) gérer les informations issues des différents points de vue (Finkelstein et Sommerville, 1996). Benchikha, Boufaïda et Seinturier (2005) précisent que les points de vue sont de plus en plus utilisés ces dernières années dans le développement de systèmes informatiques. Les objectifs visés par l'utilisation de points de vue sont multiples. Il est à noter qu'aucune utilisation de ce concept n'inclut l'ensemble des objectifs identifiés par Benchikha *et al.* (2005). Ces objectifs sont : (1) point de vue comme moyen de fournir plusieurs descriptions d'une même entité, (2) point de vue comme moyen pour représenter et prendre en compte la complexité d'un système, (3) point de vue comme approche pour la modélisation et le développement distribué de systèmes, (4) point de vue comme mécanisme avancé pour les technologies orientées objet et (5) point de vue comme mécanisme pour résoudre des problèmes. Dans le cadre de ce projet de thèse, nous visons plus particulièrement l'objectif 1, c'est-à-dire que nous souhaitons que notre modèle de l'apprenant permette de représenter les différentes visions de différents acteurs (apprenant, pairs, professeurs, tuteurs, personnels administratifs...).

4. Méthodologie

Nous avons développé une méthodologie intégrant les deux volets de ce projet de thèse, soit le volet cognitif et le volet informatique. Pour cela, nous nous sommes inspirés des méthodologies de recherche-développement et de modélisation et simulation présentées par Van der Maren (1996) ainsi que du processus unifié (Larman, 2005). Ceci va nous permettre de définir une démarche de recherche itérative, axée sur l'affinement successif de la solution conceptuelle proposée ainsi que du prototype informatique. Nous avons choisi de tester le système par simulation car il nous serait difficile de disposer de systèmes d'apprentissage en ligne réels sur lesquels lier notre modèle pour tester son fonctionnement. Il serait aussi difficile de trouver des acteurs humains en nombre suffisant pour tester le fonctionnement du modèle, par contre, nous pourrions tester l'utilisabilité du prototype de l'interface avec 3 à 5 utilisateurs.

Nous avons aussi été inspirés par l'approche anthropocentrique des technologies de production avancées présentée dans Rabardel (1995). Dans cette approche, *"l'homme occupe une position centrale depuis laquelle sont pensés les rapports aux techniques, aux machines et systèmes"* (Rabardel, 1995). Cinq principes de cette approche anthropocentrique sont fournis par Pierre Rabardel d'après les travaux de Corbett (1988) : (1) s'appuyer sur les compétences des utilisateurs et essayer de les développer, (2) redonner le contrôle de l'activité à l'opérateur humain et augmenter sa responsabilité vis à vis des objectifs de l'activité, (3) chercher à réduire la division du travail, (4) faciliter les échanges entre les opérateurs et (5) rendre compatible la situation avec des impératifs de santé, de sécurité et d'efficacité. Rabardel parle de cette approche dans son application dans le domaine de l'ergonomie. Nous souhaitons transposer cette approche anthropocentrique à ce projet de thèse. Pour cela, nous adoptons une approche radicalement centrée apprenant, c'est-à-dire plaçant l'apprenant au centre de ce projet de recherche et ce à différents niveaux. Tout d'abord, notre modèle de l'apprenant est radicalement orienté apprenant parce qu'il lui appartient et qu'il se connecte selon les besoins à divers systèmes d'apprentissage en ligne et à d'autres acteurs uniquement avec l'accord de l'apprenant. De plus, notre approche est centrée apprenant parce que le "bénéficiaire" de nos recherches est l'apprenant. En effet, ce projet vise l'amélioration des apprentissages de l'apprenant, notre modèle de l'apprenant offrira des possibilités d'adaptation des apprentissages dans des contextes ouverts et variés. Tout au long de ce projet, nous adoptons le point de vue de l'apprenant, nous plaçons cet acteur au centre du processus d'apprentissage.

Notre méthodologie comporte trois phases, inspirées du processus unifié (voir figure 2 page suivante). La première est l'inception, suivie de l'élaboration et construction puis pour finir d'une phase de transition.

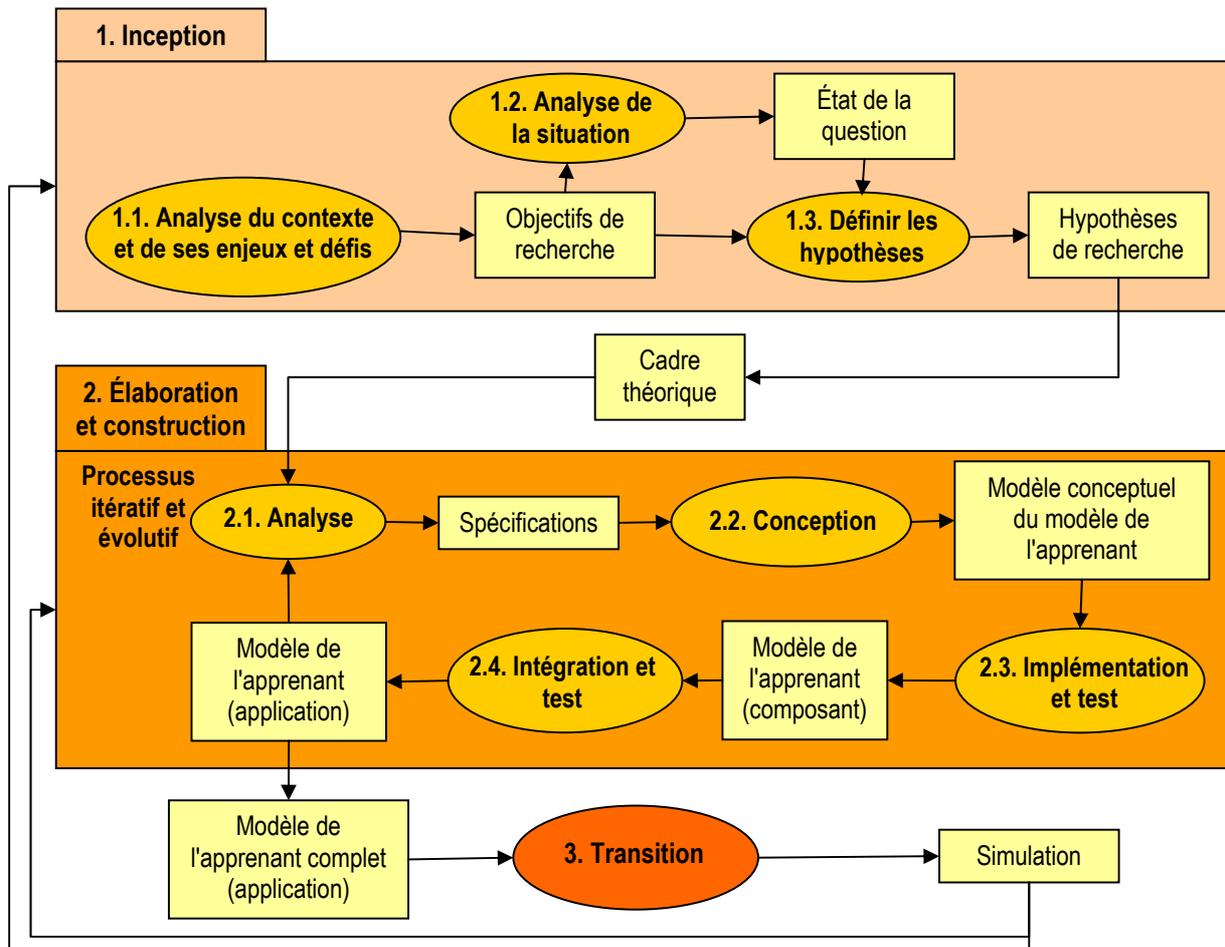


Figure 2. Méthodologie

Phase 1 : Inception

Inception: "Elle consiste en une vision approximative de la finalité du projet, une étude d'opportunité, une définition du périmètre et des estimations globales." (Larman, 2005).

Cette première phase du processus unifié consiste à définir une vision globale du projet ainsi que de vérifier sa faisabilité. Habituellement, cette phase se fait en collaboration étroite avec l'utilisateur soit le client pour lequel le système est développé. Dans notre cas, nous ne disposons pas de client ou d'utilisateur, ce projet étant un projet de recherche. Pour effectuer cette phase, nous avons donc emprunté la méthodologie de recherche-développement (Van der Maren, 1996). La première étape consiste à analyser le contexte de ce projet de thèse et ses enjeux et défis. Cela nous permet d'identifier notre problématique et de définir nos objectifs de recherche. À l'aide de ces objectifs, nous pouvons entamer la deuxième étape qui consiste à analyser la situation actuelle plus en détail, cette analyse nous donne l'état de la question, elle correspond à la revue de littérature. Cette analyse se fait sur les différents aspects liés à nos objectifs de recherche. À l'aide de cet état de l'art et de nos objectifs de recherche, nous pouvons effectuer la dernière étape qui consiste à formuler les hypothèses de recherche. Une fois l'inception effectuée, nous disposons d'un cadre théorique avec lequel nous pouvons commencer les phases suivantes.

Phase 2 : Élaboration et construction

Élaboration: *"Elle débouche sur une vue plus élaborée, avec implémentation itérative de l'architecture noyau, la résolution des risques élevés, l'identification de la plupart des besoins et du périmètre réel et des estimations plus réalistes."* (Larman, 2005).

Construction: *"Il s'agit de l'implémentation itérative des éléments qui présentent des risques et une complexité moindres, et de la préparation du déploiement."* (Larman, 2005).

Ces deux phases du processus unifié consistent à l'implémentation itérative et incrémentale du projet. Nous avons fusionné ces deux phases car l'ampleur de ce projet ne justifie pas de les distinguer. Cette deuxième phase de notre méthodologie se découpe en quatre étapes qui se font de façon itérative. Chaque itération produit un système effectif qui est un sous ensemble du produit final. La première étape est l'analyse. Elle permet de produire des spécifications. Au cours de cette étape, nous pourrions, par exemple, étudier différents outils existants et à partir desquels nous pourrions travailler. Les spécifications serviront de base à la deuxième étape qui est la conception. Cette étape consiste au développement de modèles statiques et de modèles dynamiques. Différents diagrammes UML seront développés, le diagramme des cas d'utilisation, le diagramme conceptuel (ou diagramme du domaine), des diagrammes de séquence-système, des diagrammes d'interactions ainsi qu'un diagramme de classes de conception. Le produit résultant de cette étape est un modèle conceptuel de notre modèle de l'apprenant. L'étape d'implémentation et test consiste à implémenter le modèle conceptuel sous formes de composants informatiques (comme du code source par exemple) et de les tester. La dernière étape, celle d'intégration et test consiste à intégrer les composants du système et à tester le système développé. Le produit de cette étape est une application de modèle de l'apprenant. À chaque itération, un système fonctionnel est créé, il représente un sous ensemble du système final. À la fin de cette étape, le cycle peut se poursuivre, une nouvelle itération sera alors déclenchée. Après la dernière itération, le modèle de l'apprenant complet est développé et nous pouvons passer à la dernière phase.

Phase 3 : Transition

Transition: *"C'est le moment des bêta tests et du déploiement."* (Larman, 2005).

Dans le cadre de ce projet, nous n'effectuerons pas de déploiement. Cette phase consiste donc en simulations effectuées à l'aide de scénarios définis selon les cas d'utilisation développés précédemment. Pour effectuer ces simulations, le modèle de l'apprenant sera mis en relation avec un système d'apprentissage en ligne. Ce système sera probablement issu de TELOS (TeleLearning Operating System) du projet LORNET. Nous effectuerons aussi des tests d'utilisabilité sur le prototype de l'interface à la toute fin du projet. Ces tests pourront éventuellement se faire avec deux groupes d'utilisateur : des apprenants d'un côté et des professeurs/tuteurs de l'autre. Suite à ces simulations et tests de l'interface, il est possible de revenir à la phase d'inception ou à la phase d'élaboration. En effet, les résultats obtenus lors des simulations pourront avoir des conséquences sur ces deux phases. Dans le cadre de notre projet de thèse, nous n'effectuerons pas de nouvelles itérations, nous soulignerons les résultats obtenus lors de l'analyse des simulations et les éventuels effets qu'ils pourraient avoir sur des améliorations futures.

5. Notre proposition

Dans le cadre de notre problématique et pour atteindre nos objectifs, nous proposons de développer un modèle cognitif de l'apprenant. Ce modèle appartient à l'apprenant et se construit au fur et à mesure des apprentissages. C'est un modèle holistique, évolutif et à points de vue multiples. Nous allons rapidement présenter le projet de recherche LORNET dans lequel ce projet de thèse s'insère. Ensuite, nous allons établir les hypothèses de ce projet de thèse. Enfin, nous présenterons en détail notre proposition.

5.1. Contexte de la recherche : le projet LORNET

Cette thèse se développe dans le cadre du projet de recherche pan-canadien LORNET (*Learning Objects Repositories Network*). Le but premier de LORNET est d'enrichir les domaines de l'informatique et des sciences cognitives par de nouveaux savoirs qui faciliteront la conception et le développement d'architectures, d'outils et de méthodes pour améliorer l'utilisabilité, l'efficacité et l'utilité d'un réseau de répertoires d'objets d'apprentissage (ROA) destiné à l'éducation et la gestion des connaissances. Le projet est organisé autour de six thèmes. Ce projet de thèse s'inscrit dans le thème 2 Ingénierie pédagogique et agrégation des objets d'apprentissage. Un de ses objectifs de recherche est la représentation des connaissances des acteurs, des événements et des ressources. Plus particulièrement, ce projet de thèse se préoccupe de la modélisation des acteurs. Le projet LORNET vise aussi le développement de TELOS (*Tele-learning operating System*). TELOS vise à fournir un système d'opération ouvert (*open operating system*) dans lequel les utilisateurs peuvent développer et utiliser des environnements d'apprentissage en ligne et de gestion des connaissances dans un *framework* orienté services général et intégré. TELOS est principalement basé sur un ensemble de fonctionnalités de coordination et de synchronisation qui supportent les interactions entre personnes et ressources informatisées composant un système d'apprentissage ou de gestion des connaissances (Magnan et Paquette, 2007). Le projet LORNET pourra servir de point d'ancrage à notre projet de thèse. En effet, nous pourrions utiliser un système d'apprentissage développé à l'aide de TELOS pour tester notre modèle de l'apprenant.

5.2. Hypothèse

Étant donné le référencement sémantique des composants des systèmes d'apprentissage, il devient possible de soutenir pertinemment les apprenants dans leurs apprentissages et dans la gestion de leurs connaissances, ainsi que d'adapter leur formation. Notre hypothèse est donc la suivante:

Dans le contexte d'un système d'apprentissage dont les éléments sont effectivement référencés sémantiquement, la création et l'utilisation d'un **modèle de l'apprenant issu de l'approche par compétences** permettra aux apprenants de mieux gérer leurs apprentissages et leurs connaissances et rendra possible l'adaptation pertinente de la formation en ligne au regard des besoins et attentes des apprenants.

5.3. Notre modèle de l'apprenant

Nous allons présenter dans cette section notre proposition de modèle de l'apprenant qui correspond à l'étape d'analyse de la phase d'élaboration et construction de l'itération 1. Notre modèle de l'apprenant est un modèle holistique, à points de vue multiples et évolutif. Nous présenterons aussi les interactions que ce modèle peut avoir avec des systèmes d'apprentissage en ligne et plus spécifiquement, nous présenterons notre façon de les gérer par utilisation de contrat.

5.3.1. Modèle holistique

L'objectif principal de ce projet de thèse est de placer l'acteur apprenant au centre du processus d'apprentissage et de la gestion de ses connaissances. Pour cela, nous proposons de développer un modèle de l'apprenant radicalement orienté apprenant, c'est-à-dire lui appartenant et se connectant selon les besoins et avec l'accord de l'apprenant à divers systèmes d'apprentissage en ligne. Ce modèle est riche sémantiquement (fondé sur les compétences), formel et interopérable afin de fournir aux systèmes d'apprentissage en ligne des données pertinentes sur les apprenants pour leur permettre d'adapter, d'améliorer et de personnaliser les apprentissages. À sa création, le modèle est vide et il s'enrichit au fur et à mesure des apprentissages. Nous devons modéliser une personne en situation d'apprentissage et ce dans différents contextes. Nous appelons ce type de modèle un modèle de l'apprenant holistique. Nous avons choisi une approche par compétences pour modéliser l'état cognitif des apprenants car celle-ci nous permet d'avoir un référencement sémantique riche. Nous allons aussi intégrer un ePortfolio dans notre modèle ainsi que des informations personnelles et professionnelles (IPP) concernant l'apprenant représenté. La figure 3 illustre notre proposition de modèle de l'apprenant.

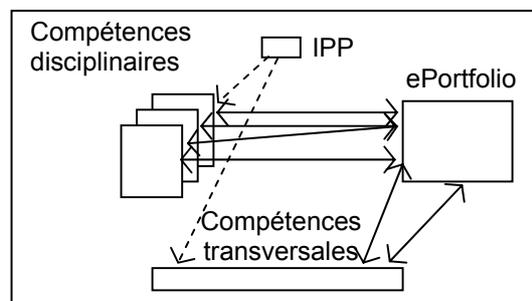


Figure 3. Modèle de l'apprenant

Les **compétences** se situent au cœur de notre modèle de l'apprenant. Nous allons travailler avec la définition proposée par Paquette (2002a) et présentée précédemment. Comme nous l'avons vu dans la section 3.1.4. Modèle orienté compétences (page 16), il existe d'autres propositions de représentation des compétences. Nous avons choisis celle de Paquette car elle nous semble plus riche. De plus, elle est issue de l'étude d'un ensemble de travaux faits en éducation et elle est orientée ingénierie, c'est-à-dire qu'elle a été élaborée en vue de créer des systèmes d'apprentissage performants. De plus, elle est exprimable selon le standard RDCEO d'*IMS Global Learning Consortium* (IMS Global Learning Consortium, 2002). Paquette (2007) présente une ontologie (figure 4) qui fournit

une description du concept de compétence définit comme "la relation entre une habileté générique appliquée à une connaissance à un certain niveau de performance".

Une compétence dispose d'un contexte d'utilisation (compétence pré-requise, compétence actuelle ou compétence cible), elle a un énoncé en langage naturel et elle peut permettre d'annoter une ressource (ressource dans son sens large, incluant les matériels pédagogique mais aussi les acteurs). La compétence est aussi liée à une connaissance tirée d'une ontologie de domaine ainsi qu'à une habileté générique qui elle-même est liée à des indicateurs de performance. Pour plus de détails sur la signification de cette ontologie de compétence, se reporter à Paquette (2007).

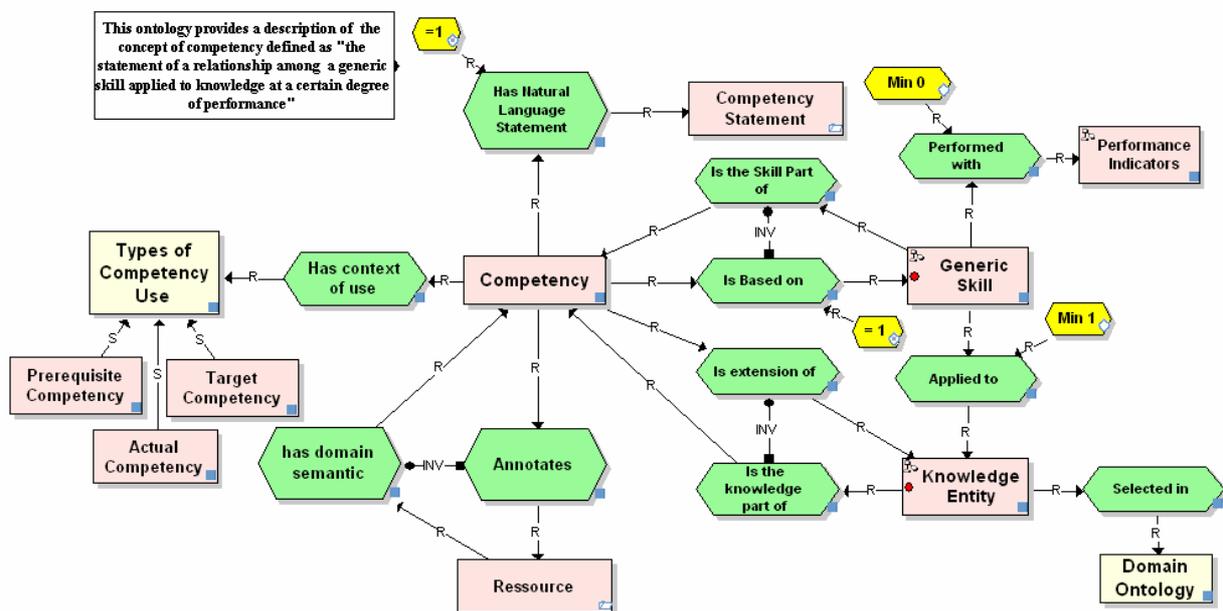


Figure 4. Ontologie du concept de compétence (tiré de Paquette, 2007)

Paquette (2007) propose aussi une ontologie d'habiletés génériques et une représentant des indicateurs de performance. La figure 5 présente la taxonomie d'habiletés génériques sur laquelle est fondée l'ontologie proposée. Nous ne présenterons pas ici l'ontologie permettant de représenter ces habiletés génériques mais elle a été développée par Paquette (2007). Cette taxonomie d'habiletés comporte trois couches de plus en plus spécifiques d'habiletés génériques qui peuvent être appliquées à différents domaines de connaissance. Une habileté générique possède un degré de complexité. La taxonomie proposée permet donc de classer les habiletés selon leur degré de difficulté cognitive. Cette taxonomie est un exemple, une autre taxonomie pourrait être utilisée avec l'ontologie de compétence présentée précédemment. Dans le cadre de ce projet de thèse, nous utiliserons la taxonomie de Paquette pour illustrer l'utilisation de notre modèle.

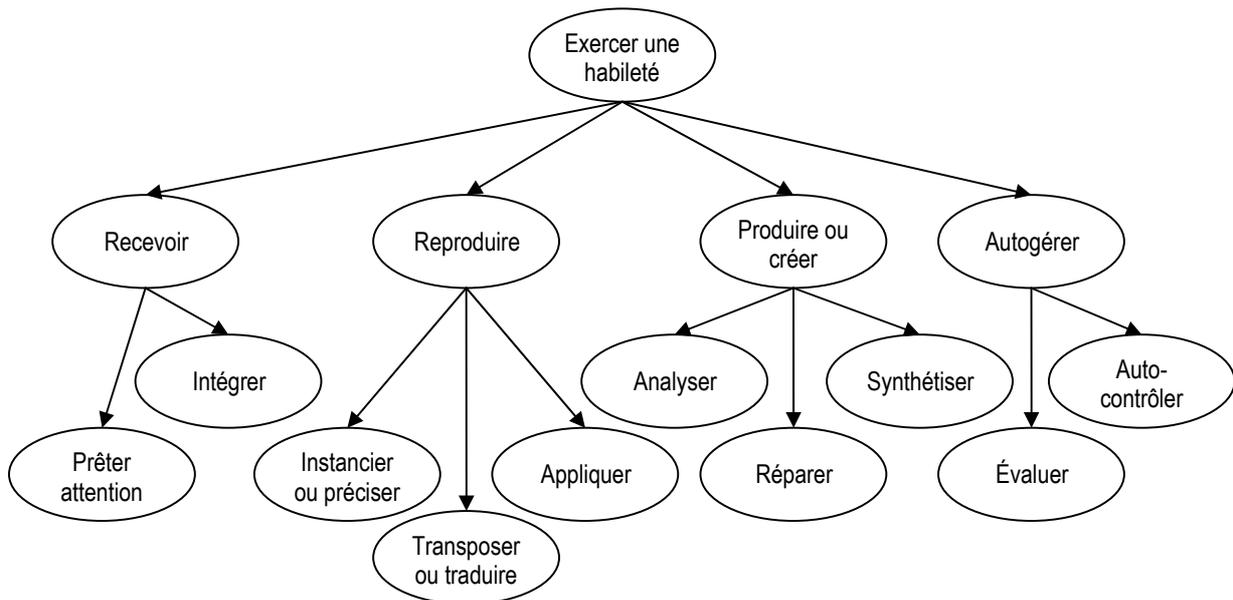


Figure 5. Taxonomie d'habiletés génériques (d'après Paquette, 2002a)

La figure 6 à la page suivante présente l'extension de l'ontologie de compétences aux indicateurs de performances. Les indicateurs de performance sont associés à une habileté générique. Paquette (2007) propose cinq indicateurs de performance qui permettent de préciser l'habileté, ceux-ci sont définis selon que l'habileté s'exerce sur la connaissance : (1) de façon épisodique ou persistante (la fréquence), (2) de façon partielle ou globale (l'étendue), (3) de façon dirigée ou autonome (l'autonomie), (4) dans des situations simples, moyennes ou complexes (la complexité) et (5) dans des situations familières ou nouvelles (le contexte). Comme pour la taxonomie des habiletés, ces indicateurs de performance pourraient être remplacés par d'autres indicateurs. Dans le cadre de ce projet de thèse, nous utiliserons les indicateurs proposés par Paquette.

Le deuxième composant de notre modèle de l'apprenant est l'**ePortfolio**. Celui-ci contient les productions de l'apprenant. Selon l'étude sur les ePortfolios que nous avons présentée dans l'état de la question, nous travaillons avec un ePortfolio d'apprentissage (utilisé pour montrer l'apprentissage des étudiants, fournit un cadre pour évaluer les progrès académiques et permet de démontrer comment les habiletés se développent dans le temps). L'intégration d'un ePortfolio à notre modèle de l'apprenant va permettre aux apprenants d'effectuer de l'autoréflexion sur leurs apprentissages et d'être impliqués dans leur formation. Avant de concevoir ce composant de notre modèle de l'apprenant, nous regarderons les outils existants dans la documentation du domaine et en utiliserons un s'il convient à nos besoins. Nous avons effectué une première recherche d'outils ePortfolio existants dans le cadre de notre stage de recherche en mars 2006. Nous n'avons trouvé qu'un seul ePortfolio pertinent pour notre projet et de source libre, l'*Open Source Portfolio* (OSP). À la suite d'une analyse de cet outil (Moulet, 2006b), nous avons conclu qu'il ne serait pas pertinent de l'utiliser pour notre projet de thèse. De nouveaux outils ePortfolios libres doivent être disponibles à ce jour, nous allons ainsi poursuivre notre recherche et analyse d'outils existants afin de ne pas "réinventer la roue".

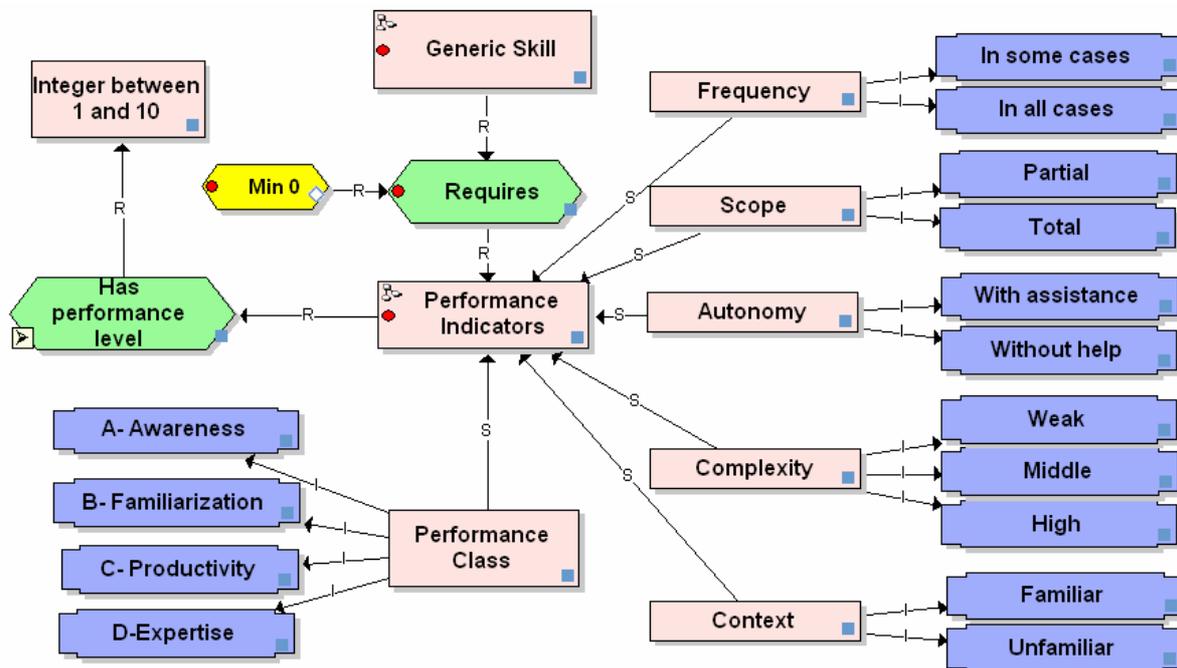


Figure 6. Extension de la taxonomie de compétence aux indicateurs de performance (tiré de Paquette, 2007)

Les **informations personnelles et professionnelles** (IPP) créent le lien entre l'apprenant et son monde (le contexte dans lequel il évolue, contexte social, culturel, professionnel...). L'apprentissage est un processus continu qui se produit dans un contexte spécifique. Et ce contexte peut varier, l'apprentissage est construit dans les universités, mais aussi dans des environnements professionnels. Les IPP vont nous permettre de recueillir des informations sur les apprenants, plus spécifiquement, elles vont nous permettre de recueillir les compétences développées dans des contextes professionnels et personnels. Ce type d'information peut être particulièrement pertinent dans le cas de l'apprentissage continu. Comme pour l'ePortfolio, nous étudierons la documentation scientifique avant de concevoir cet élément de notre modèle. Nous avons identifié différents projets sur lesquels nous pourrions nous fonder : VCard, HR-XML, LDAP.

Les informations personnelles et professionnelles sont liées aux compétences disciplinaires et transversales développées par l'apprenant dans ses environnements personnel et professionnel. De plus, les productions de l'apprenant contenues dans son ePortfolio peuvent illustrer les compétences disciplinaires et transversales. Une production peut illustrer aucune, une ou plusieurs compétences et une compétence peut être illustrée par aucune, une ou plusieurs productions. En rendant ce lien explicite, nous soulevons un problème identifié par Eyssautier-Bavay (2004) concernant les ePortfolios. En effet, Eyssautier-Bavay identifie la difficulté d'évaluation des compétences par le contenu d'un ePortfolio. Effectivement, les productions contenues dans l'ePortfolio ne permettent pas nécessairement d'inférer des compétences généralisées. Nous résolvons cette problématique en intégrant le modèle des compétences et l'ePortfolio dans un même modèle de l'apprenant. Nous limitons plus précisément le problème à

la question : Qui a ajouté cette information dans le modèle? Nous explorerons cette question plus en détail dans la suite de ce document.

Ce modèle de l'apprenant doit représenter une personne qui apprend dans différents contextes, et pas uniquement dans le cadre d'un environnement et pour une discipline. C'est pourquoi notre modèle est holistique. Il est conçu afin de suivre un apprenant tout au long de ses apprentissages et dans des contextes différents.

Nous avons présenté une vue isolée du modèle de l'apprenant, pourtant, celui-ci est situé dans un contexte riche. Comme la figure 7 l'illustre, l'apprentissage est un processus social engageant différents acteurs (Vygotski, 1997). Nous avons identifié cinq rôles : (1) l'apprenant, (2) ses pairs, (3) les professeurs, (4) les tuteurs et (5) les autres (comme par exemple un membre de l'équipe administrative ou un responsable de stage du milieu industriel). Ces différents acteurs interagissent de façon différente avec le modèle de l'apprenant et peuvent effectuer différentes tâches (ajouter, modifier, supprimer ou certifier) sur différents éléments du modèle (productions, compétences, liens entre des éléments...).

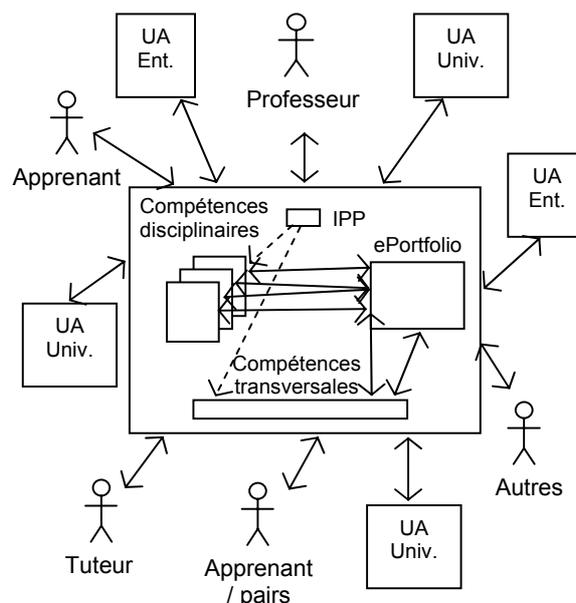


Figure 7. Modèle de l'apprenant contextuel

Hansen et McCalla (2003) affirment qu'ouvrir le modèle de l'apprenant aux apprenants et à leurs pairs permet d'aider la réflexion sur les apprentissages. Devedzic (2006) précise qu'en ouvrant le modèle de l'apprenant, celui-ci est conscient de ce que le système "pense" de ses connaissances, ses progrès, ses besoins et qu'il peut ainsi réfléchir sur ces données et contrôler ses apprentissages. De plus, l'apprenant peut aussi ajuster certaines données contenues dans son modèle afin de permettre une personnalisation plus adaptée. Nous pensons aussi qu'il est important d'ouvrir le modèle de l'apprenant d'une part à lui-même pour favoriser la réflexion sur ses apprentissages, mais aussi aux différents types d'acteurs intervenant dans le processus d'apprentissage (apprenants pairs, tuteurs, professeurs...).

5.3.2. Modèle à points de vue multiples

Nous avons déjà précisé que l'apprentissage a lieu dans les différentes situations d'apprentissage dans lesquelles l'apprenant se trouve et à travers des interactions sociales. Au cours d'une activité d'apprentissage, l'apprenant interagit avec différentes unités d'apprentissage ainsi que différents acteurs, la gestion de ces interactions se fera pour l'utilisation de contrat (voir section 5.3.4. Interactions du modèle page 39). Ces UA et ces acteurs devraient pouvoir enregistrer les résultats de ces interactions dans le modèle de l'apprenant. Le modèle est ainsi vu de différents points de vue. Selon le Grand Dictionnaire Terminologique de l'Office québécois de la langue française, un point de vue est "*une façon de voir ou de comprendre*". Comme décrit dans Marino, Rechenmann et Uvietta (1990), un point de vue établit une vue partielle de l'objet observé; selon l'observateur, une partie des attributs observés, mais certainement pas tous, sont concernés par un point de vue. Plus précisément, comme noté par Dieng-Kuntz *et al.* (2000), différents points de vue sur un même objet peuvent être consensuels ou conflictuels. Un point de vue consensuel apparaît lorsque deux ou plus observateurs regardant les mêmes attributs d'un objet y voient les mêmes valeurs. Dans le contexte de notre projet de thèse, des points de vue consensuels signifient que si deux acteurs ou UA ont des informations à fournir sur une compétence ou sur un lien entre une compétence et une production d'un apprenant à un moment particulier, ces informations seront les mêmes : les acteurs sont d'accord sur la valeur d'évaluation d'une des compétences de l'apprenant. Au contraire, des points de vue conflictuels apparaissent lorsque deux observateurs regardant un même objet au même moment voient des valeurs différentes pour certains attributs. Dans le cas d'un modèle de l'apprenant orienté compétences, nous devons nous attendre à voir émerger des conflits relativement souvent. En effet, l'évaluation d'une compétence est une tâche complexe. Dieng-Kuntz *et al.* identifient deux autres notions : la correspondance et le contraste qui font référence à des différences sur la notation sémantique des concepts. Ces deux notions ne nous concernent pas car elles sont résolues soit par l'utilisation d'un référentiel de compétences commun ou alors la situation est un conflit clair. Ces deux notions finissent ainsi par être équivalentes à une des deux catégories que nous avons retenues : consensus et conflit.

Notre modèle de l'apprenant est un modèle à points de vue multiples composé d'un **modèle principal** et des **modèles de l'apprenant points de vue** associés (voir figure 8). Le modèle principal correspond à l'intersection des points de vue, c'est-à-dire qu'il contient toutes les informations sur l'apprenant qui font consensus auprès des différents acteurs humains et machines. Ces informations incluent les informations personnelles et professionnelles (IPP) ainsi que les productions de l'apprenant contenues dans l'ePortfolio. Concernant les compétences et les liens entre ces compétences et les productions et les IPP, seulement les compétences et liens acceptés par tous les acteurs sont conservés dans le modèle principal, c'est-à-dire les compétences et liens consensuels.

Sont liés à ce modèle de l'apprenant principal autant de points de vue qu'il y a d'acteurs différents autorisés à modifier le modèle (tuteurs, professeurs, pairs, unités d'apprentissages...). Ces points de vue ne sont pas pré-établis, ils sont créés en fonction du contexte d'apprentissage de l'apprenant. Il peut y avoir un point de vue par type d'acteur,

c'est-à-dire par rôle (un point de vue professeur, un point de vue pair, un point de vue système d'apprentissage en ligne...), ou alors un point de vue par individu (dans ce cas, il y aura plusieurs points de vue professeur, plusieurs points de vue pairs...). Cela dépendra du contexte d'utilisation et de ses contraintes. En effet, une université peut par exemple être intéressée à donner un point de vue par professeur enseignant à l'apprenant alors qu'une autre peut préférer donner un seul point de vue pour l'ensemble des professeurs enseignant à cet apprenant.

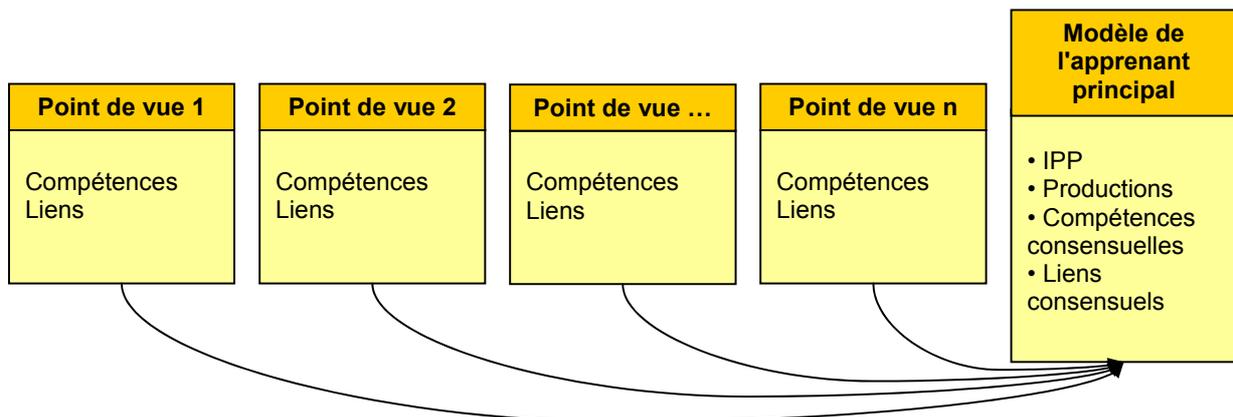


Figure 8. Modèle de l'apprenant à points de vue multiples

La structure d'un point de vue de modèle de l'apprenant est similaire à la structure du modèle principal. Ce type de modèle ne contient pas d'IPP ni de productions car ces informations sont considérées comme étant consensuelles. Il contient des compétences disciplinaires et transversales ainsi que des liens entre ces compétences et les IPP et l'ePortfolio contenus dans le modèle principal. Il est important de souligner que la liste de compétences disciplinaires d'un point de vue (par exemple le point de vue du professeur de management) peut être différente de la liste des compétences disciplinaires d'un autre point de vue (par exemple, le point de vue du professeur d'informatique). Les compétences disciplinaires du modèle principal contiennent toutes les compétences consensuelles auxquelles les différents points de vue peuvent faire référence.

Lorsqu'une modification concernant les compétences ou les liens entre les éléments du modèle est proposée par un des acteurs, le point de vue correspondant à cet acteur est modifié et mis à jour. Un mécanisme de proposition de modification peut aussi être lancé. Ce mécanisme est défini à l'extérieur du modèle de l'apprenant et prend en compte les hiérarchies organisationnelles ainsi que des stratégies de résolution de conflit. Par exemple, l'évaluation d'un tuteur sur une compétence disciplinaire peut être proposée pour approbation au professeur responsable du cours, mais ne sera probablement pas proposée aux autres apprenants du groupe (pairs). Quelque soient les acteurs à qui une approbation est demandée, le mécanisme reçoit une proposition de modification d'un acteur et délivre un statut de modification qui peut être de trois types : (1) accepté, (2) rejeté par <liste d'acteurs>, (3) en conflit avec une ou des données du modèle principal <liste des données>. Ce dernier cas peut apparaître, par exemple, lorsqu'un acteur souhaite évaluer une compétence à un niveau inférieur à celui attribué à cette compétence dans le modèle principal. Si la modification est acceptée, celle-ci est appliquée au modèle principal. Sinon, un mécanisme de

conciliation peut éventuellement être lancé pour obtenir un consensus. Si aucun consensus n'est obtenu ou si le mécanisme de consensus n'est pas lancé, la modification n'est conservée que dans le point de vue de l'acteur qui l'a proposée et elle n'est pas propagée dans le modèle principal.

5.3.3. Modèle évolutif

L'approche cognitiviste de l'apprentissage considère celui-ci comme étant un processus de traitement d'information. Les systèmes tutoriels intelligents sont fondés sur cette compréhension du processus d'apprentissage. Dans notre cas, l'apprentissage est plutôt vu comme un processus de construction des connaissances résultant de l'interaction entre un apprenant et son environnement (De Vries et Baillé, 2006). C'est de cet environnement que l'apprenant retire ses conditions d'apprentissage. Ainsi, nous pouvons considérer l'apprentissage comme étant un acte social qui évolue en tenant compte des interactions avec l'environnement. Ceci fait de l'apprentissage un processus dynamique.

Un modèle de l'apprenant doit refléter cette caractéristique de l'apprentissage et donc il doit évoluer lui aussi. Un modèle de l'apprenant évolutif se met à jour en fonction des progrès faits au cours des apprentissages. McCalla, Vassileva, Greer et Bull (2000) proposent eux aussi un modèle de l'apprenant dynamique dans leur approche de modélisation de l'apprenant active et ouverte. Notre approche diffère de la leur parce que nous proposons un modèle holistique et global et non un modèle calculé juste-à-temps pour un besoin particulier. Nous pouvons nous poser trois questions concernant l'évolution de notre modèle de l'apprenant : (1) quelle est la nature des informations modifiées?, (2) quand une modification peut-elle avoir lieu?, et (3) qui peut-être impliqué lors d'une modification?

Concernant la première question, nous avons identifié cinq types d'information : (1) une production de l'apprenant, (2) une compétence, (3) un lien entre une compétence et une IPP ou une production, (4) une production, une compétence ainsi que le lien entre les deux et (5) des traces de l'interaction de l'apprenant avec le système d'apprentissage en ligne. La structure de notre modèle de l'apprenant peut facilement contenir les quatre premiers types d'information. Concernant les traces d'interaction avec le système, seules celles concernant les éléments de notre modèle seront prises en considération. Les autres types de traces d'interaction (comme la durée, le nombre de connexions au système...) ne seront pas prises en compte dans notre projet de thèse mais celles-ci pourraient constituer un élément supplémentaire éventuellement ajouté au modèle si besoin est. Dans ce cas, une analyse devra être faite concernant la pertinence des données à recueillir (il n'est pas nécessaire de recueillir une quantité d'information trop grande si le système n'est pas en mesure de les analyser). De plus, une analyse devra aussi être effectuée pour interpréter les traces recueillies et pouvoir ainsi les exploiter pertinemment.

Concernant la question du "qui", deux types d'acteur peuvent déclencher une modification : le système d'apprentissage et les acteurs humains. Et pour la question du "quand", le système d'apprentissage peut intervenir à quatre niveaux de granularité. Le modèle peut évoluer : (1) à la fin d'une formation, (2) à la fin d'un cours, (3) à la fin d'une activité d'apprentissage (éventuellement incluse dans un cours) et (4) après l'utilisation d'une ressource (voir

figure 9). Le choix d'utiliser l'un ou l'autre des niveaux de granularité peut dépendre de contraintes institutionnelles. Par exemple, à l'université, si un étudiant possède les compétences visées d'un module particulier d'un cours, il devra tout de même suivre le cours dans son ensemble car actuellement, les inscriptions à des cours universitaires ne permettent pas de suivre une partie du cours uniquement. Au contraire, dans le monde professionnel, les employés peuvent suivre uniquement les modules dont ils ont besoin. Les acteurs humains peuvent aussi déclencher une évolution du modèle et ce à n'importe quel moment.

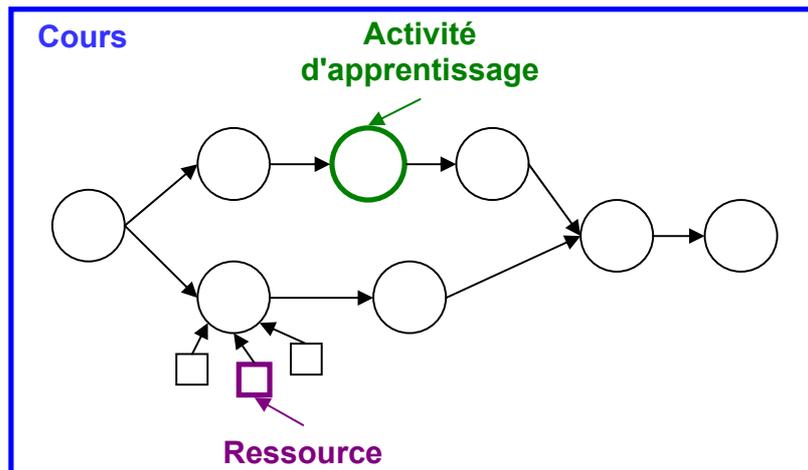


Figure 9. Granularité de l'évolution du modèle de l'apprenant

Pour prendre en compte cette dimension d'évolution, le modèle de l'apprenant que nous avons proposé précédemment sera étendu pour contenir différentes versions. Il existe de nombreux outils ouverts permettant d'effectuer cette gestion des versions. Nous allons en étudier quelques uns et sélectionner celui qui répond le mieux à nos besoins. Éventuellement, nous adapterons l'outil choisi à nos besoins spécifiques. Ainsi, nous devons gérer des versions de modifications (temporelles) et des versions de points de vue. Cette gestion de l'évolution dans le temps du modèle pourra permettre d'effectuer le suivi des évolutions des apprentissages. En effet, un modèle de l'apprenant contenant l'évolution du modèle cognitif de l'apprenant contient aussi les preuves des progrès de l'apprenant. Par exemple, en se centrant sur une compétence, il sera possible de montrer graphiquement l'évolution dans le temps du degré d'habileté que l'apprenant a sur cette compétence.

5.3.4. Interactions du modèle

Le modèle de l'apprenant sera en interaction avec différents acteurs et avec différents systèmes d'apprentissage en ligne. De plus, il appartient à l'apprenant. Les interactions du modèle avec différents acteurs (humains ou machines) doivent donc être spécifiées et acceptées par le propriétaire du modèle. Pour cela, nous proposons d'utiliser la notion de contrat en informatique. En effet, ces contrats permettent de spécifier les interactions entre différents composants informatiques, c'est-à-dire les obligations de chacun des intervenants. Par exemple, lorsqu'un apprenant veut suivre un cours dans une université, celle-ci peut exiger d'avoir accès à toutes les informations contenues dans le modèle de l'apprenant et approuvées par un professeur ou un tuteur, elle peut aussi exiger que les

professeurs ou tuteurs qui enseigneront à l'apprenant et le soutiendront puissent ajouter des informations dans le modèle. Ainsi, si l'apprenant veut effectivement s'inscrire à un cours dans cette université, il est obligé d'accepter ces conditions. Le modèle pourra donc être relié au système d'apprentissage en ligne de l'université avec un contrat qui spécifiera ces conditions, c'est-à-dire qui précisera qui a le droit de faire quoi sur le modèle de l'apprenant.

Plus spécifiquement, les contrats pourront préciser quels types d'acteurs pourront intervenir sur le modèle et quelles actions chacun de ces types pourra effectuer. Les interactions peuvent être de deux types : soit pour enrichir le modèle ou alors pour le consulter afin d'effectuer une autre tâche (pour personnaliser un cours par exemple). Les différents types d'acteurs peuvent être des professeurs, des tuteurs, des pairs apprenants, des responsables de stage, des membres d'une équipe administrative... Les actions qui pourront être effectuées sont la consultation, la modification, l'ajout d'informations. Ces informations sont les éléments du modèle, c'est-à-dire les compétences, les productions, les informations personnelles et professionnelles ainsi que les liens entre ces éléments. De plus, le contrat pourra spécifier à quel moment les modifications du modèle pourront avoir lieu.

6. État d'avancement et plan de développement

Nous allons présenter dans cette partie l'état d'avancement de nos travaux ainsi que le plan de développement pour la suite de notre projet de thèse. Nous finirons en exposant les publications dont ce projet a été l'objet.

6.1. État d'avancement

Le tableau 2 présente l'état d'avancement des travaux.

Tableau 2. État d'avancement des travaux

Étapes	Produits	État d'avancement
1. Inception	Cadre théorique	Réalisé
1.1. Analyse du contexte et de ses enjeux et défis	Objectifs de recherche	Réalisé
1.2. Analyse de la situation Aspects cognitifs : Concept de modélisation Concept de compétence Concept de contrat Aspects informatiques : Gestion des versions Gestion de multiples points de vue Différentes approches de modélisation de l'apprenant	État de la question	Esquisse réalisée
1.3. Définir les hypothèses	Hypothèses de recherche	Réalisé
2. Élaboration et construction Itération 1	Modèle de l'apprenant	Entamé
2.1. Analyse	Spécifications	Entamé
2.2. Conception	Modèle conceptuel	Entamé
2.3. Implémentation et test	Composants informatiques	À faire
2.4. Intégration et test	Application	À faire
2. Élaboration et construction Itération 2	Modèle de l'apprenant	À faire
2.1. Analyse	Spécifications	À faire
2.2. Conception	Modèle conceptuel	À faire
2.3. Implémentation et test	Composants informatiques	À faire
2.4. Intégration et test	Application	À faire
2. Élaboration et construction Itération 3	Modèle de l'apprenant	À faire
2.1. Analyse	Spécifications	À faire
2.2. Conception	Modèle conceptuel	À faire
2.3. Implémentation et test	Composants informatiques	À faire
2.4. Intégration et test	Application	À faire
3. Transition	Simulations et tests d'utilisabilité	À faire

6.2. Plan de développement

Le tableau suivant présente le plan de développement de notre projet de thèse.

Tableau 3. Plan de développement du projet de thèse

Activité	Août 2007	Sep. 2007	Oct. 2007	Nov. 2007	Déc. 2007	Jan. 2008	Fév. 2008	Mars 2008	Avril 2008	Mai 2008	Juin 2008
2. Élaboration et construction	Élaboration et construction										
Itération 1	Itération 1										
2.1. Analyse											
2.2. Conception											
2.3. Implémentation et test											
2.4. Intégration et test											
Itération 2				Itération 2							
2.1. Analyse											
2.2. Conception											
2.3. Implémentation et test											
2.4. Intégration et test											
Itération 3							Itération 3				
2.1. Analyse											
2.2. Conception											
2.3. Implémentation et test											
2.4. Intégration et test											
3. Transition										Transition	

Le plan plus détaillé de chaque itération sera développé au fur et à mesure de l'avancement du projet.

6.3. Publication

Ce projet de thèse a été l'objet de plusieurs communications.

1. Moulet, L. (2004). Actor modeling : trends and challenges. Competency oriented learner model. I²LOR-04, First annual scientific conference - LORNET Research Network. Montréal Canada. (Communication affichée)
2. Moulet, L. (2005). ePortfolio as learner models ? I²LOR-05, Second annual scientific conference - LORNET Research Network. 16-18 novembre 2005. Vancouver, Canada. (Communication affichée)

Ces deux communications affichées ont présenté le projet de thèse dans les conférences annuelles du projet LORNET (en 2004 et 2005).

3. Moulet, L. (2005). ePortfolio, competencies and learner model. ePortfolio Pan American working forum. Vancouver, Canada. 18, 19 avril 2005. (Communication orale)

Cette communication orale a présenté les travaux effectués sur l'ePortfolio dans le cadre d'un workshop sur le sujet.

-
4. Moulet, L. (2005). Revue de littérature du ePortfolio : Définitions, contenus et usages. Visant à l'intégration d'un ePortfolio dans le modèle de l'apprenant d'un système d'apprentissage en ligne. Note de recherche LICEF06NR02, Montréal, LICEF, Télé-université.

Cette note de recherche présente les travaux effectués sur l'ePortfolio dans le cadre de ce projet de thèse.

5. Moulet, L. (2006). Présentation du doctorat québécois et du projet de thèse. Réunion de travail du groupe Approche Interdisciplinaire pour les Dispositifs informatisés d'Apprentissage (AIDA), Paris, 3 mars 2006.

Cette communication orale a consisté à présenter d'une part le fonctionnement du doctorat québécois DIC à l'équipe de recherche AIDA à Paris, et d'autre part notre projet de thèse.

6. Moulet, L. (2006). ePortfolios, compétences et personnalisation des apprentissages. Colloque CIRTA au congrès international de l'ACÈD et de l'AMTEC. 23-26 mai 2006. Montréal, Canada.

Cette communication orale a présenté les travaux effectués dans le cadre de cette thèse à cette date dans le cadre du colloque CIRTA au congrès international de l'ACÈD et de l'AMTEC.

7. Moulet, L., Marino, O., & Hotte, R. (2006). Holistic evolving and multi-viewpoints learner model. Actes de la conférence I²LOR-06, Third annual scientific conference - LORNET Research Network. Montréal Canada. http://www.lornet.org/Portals/7/I2LOR06/23_Holistic,%20Evolving%20and%20Multi-viewpoints%20%20Learner%20Model.pdf

Cette communication écrite et orale a présenté les dernières avancées dans les travaux effectués dans le cadre de ce projet de thèse lors de la troisième conférence annuelle du projet LORNET.

7. Conclusion

7.1. Contribution originale du projet

Rappelons que ce projet de thèse vise à enrichir l'apprentissage en ligne en offrant des possibilités d'adaptation, un suivi tout au long de la vie, un suivi de l'évolution dans le temps, une ouverture aux différents contextes de vie d'un individu (professionnel, personnel et académique) et une ouverture aux différents acteurs participant au processus d'apprentissage, en adoptant une approche centrée sur l'apprenant et par la création d'un modèle de l'apprenant intégrant les connaissances, les compétences et les productions de l'apprenant, évoluant dans le temps au même titre que l'apprentissage, prenant en compte différents points de vue et étant interopérable. Adopter une **approche centrée sur l'apprenant** nous semble essentiel parce que ce projet vise à améliorer l'apprentissage en ligne, le bénéficiaire visé étant l'apprenant. Et comme appliqué en ergonomie cognitive, le meilleur moyen pour qu'un projet visant des acteurs humains fonctionne et aboutisse est de se centrer sur ces acteurs. C'est pourquoi il nous semble essentiel de travailler "pour" l'acteur apprenant. Pour cela, nous proposons de créer un modèle de l'apprenant qui lui appartiendra et qui offrira, entre autre, des possibilités d'adaptation des apprentissages.

Le fait de disposer des **connaissances** et **compétences** d'un côté et des **productions** de l'apprenant de l'autre permet d'illustrer l'un et l'autre. Une production peut "rendre réelle" une compétence en démontrant son application dans une situation réelle et inversement, une compétence peut permettre de référencer sémantiquement une production et de mieux comprendre comment et en quoi elle représente des capacités de l'apprenant.

De plus, le fait que le modèle soit **holistique** est essentiel de nos jours. En effet, d'un côté de plus en plus d'informations sur des sujets divers sont disponibles en ligne et de l'autre l'apprentissage continu et tout au long de la vie se développe de plus en plus.

Le fait que le modèle soit **évolutif** nous semble aussi primordial et ce pour deux raisons. D'abord, l'apprentissage évolue, il paraît donc essentiel de disposer d'un modèle de l'apprenant qui pourra suivre cette progression. De plus, avoir accès à cette évolution peut être source d'apprentissage et surtout d'autoréflexion.

Pour finir, la caractéristique **multi points de vue** du modèle est très importante elle aussi parce qu'elle permet de représenter les différents points de vue de divers acteurs mais elle permet aussi différentes utilisations du modèle.

L'apport essentiel de ce projet est, selon nous, l'intégration et la combinaison des éléments précédents (soit approche centrée sur l'apprenant, modèle des connaissances, compétences et productions, holistique, évolutif et à points de vue multiples) dans un seul et même modèle de l'apprenant. Notre projet vise à produire un modèle qui :

- appartient à l'apprenant
- représente son état cognitif et ses productions (connaissances, compétences et productions)
- permet de représenter l'apprentissage continu et tout au long de la vie dans tous les domaines d'apprentissage (mathématiques, gestion, littérature...) (modèle holistique et évolutif)

- permet de représenter l'évolution des apprentissages (ce qui permet, entre autres, aux apprenants d'effectuer de l'autoréflexion, aux professeurs d'apporter un soutien personnalisé...) (modèle évolutif)
- permet de se situer dans un contexte d'apprentissage ouvert (modèle holistique et interopérable)
- et permet de prendre en compte les différents acteurs du processus d'apprentissage tout en leur offrant à chacun une utilisation pertinente du modèle (modèle à points de vue multiples).

7.2. Défis à relever

Nous avons identifié quelques défis auxquels nous serons confrontés au cours du développement de ce projet de recherche :

- D'abord, il ne faudra pas oublier que nous avons choisi une approche centrée sur l'apprenant, soit une approche anthropocentriste (Rabardel, 1995). Cela représente effectivement un défi car il est très facile de glisser sans s'en apercevoir et rapidement vers une approche technocentriste dans laquelle nous oublions pour qui et pourquoi nous travaillons, nous ne sommes préoccupés que par l'avancement technique du projet. Cela est d'autant plus vrai lors du développement d'un artefact informatique. Habituellement, le mieux pour éviter cela est de consulter les utilisateurs finaux du projet à toutes les étapes. Hélas, ce projet étant un projet de recherche nous n'avons pas d'utilisateurs finaux réels conscients des besoins que nous proposons de combler dans ce projet de thèse, nous ne pouvons donc que consulter la documentation scientifique et appliquer une discipline à ce projet afin de conserver une approche anthropocentriste tout au long de ce projet de thèse.
- Un autre défi est l'évolution rapide de la documentation scientifique sur certains éléments de notre projet. Par exemple, les travaux sur le référencement sémantique des acteurs de l'apprentissage en ligne et ceux sur les ePortfolios sont nombreux et de nouveaux résultats sont présentés très régulièrement. Il est important que "nous ne perdions pas le fil" et que nous nous tenions au courant des différents développements et avancées dans ces domaines tout au long de notre projet.
- De plus, une difficulté technique pourrait survenir car nous devons disposer de nombreuses versions de notre modèle de l'apprenant : des versions de l'évolution dans le temps et des versions de points de vue.
- Lors des phases de simulation, nous aurons besoin de disposer d'un système d'apprentissage en ligne. Ceci pourra être source de difficultés et nous aurons peut-être à développer nous-mêmes un petit système afin de pouvoir simuler notre modèle de l'apprenant.
- Pour finir, la dimension temporelle représente un défi si nous souhaitons respecter la durée prévue de ce doctorat, soit quatre années.

8. Bibliographie

- Aroyo, L. & Dicheva, D. (2004). The new Challenges for E-learning: The Educational Semantic Web. *Educational Technology & Society*, 7 (4), 59-69.
- Ayala, G., & Paredes, R. (2003). Learner model servers: personalization of web based educational applications based on digital collections. *Proceedings of ED-MEDIA 2003, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, Honolulu, USA, AACE.
- Bachman, F., Bass, L., Buhman, C., Comella-Dorda, S., Long, F., Robert, J., Seacord R. & Wallnau, K. (2000) Volume II: Technical Concepts of Component-Based Software Engineering. *Technical Report CMU/SEI-2000-TR-08, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.*
- Baker, M.J. (2000). The roles of models in Artificial Intelligence and Education research: a prospective view. *International Journal of Artificial Intelligence and Education*, 11, 122-143.
- Barbosa, P. A. A., Contreras, C. F. G. & Rodriguez, J. M.M. (2005). MDA and Separation of Aspects: an approach based on multiple views and subject oriented design. In *Workshop on Aspect Oriented Modelling held in conjunction with the AOSD 2005 Conference*, mar 2005.
- Barrett, H. (2004). Electronic Portfolios as Digital Stories of Deep Learning – Emerging Digital Tools to Support Reflection in Learner-Centered Portfolios. Available online July 14th, 2004.
- Benchikha, F., Boufaïda, M. & Seinturier, L. (2005). Viewpoints: a framework for object oriented database modelling and distribution. *Data Science Journal* volume 4, pp. 92-107.
- Berlanga, A., & García, F. (2004). A Proposal to Define Adaptive Learning Designs. *Proceedings of Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for Educational Adaptive Hypermedia (SW-EL 2004) in AH 2004*, 23 August, 2004, Eindhoven, Netherlands. TUE Computer Science-Reports 04-19 AH2004: Workshop Proceedings Part II.
- Berners-Lee, T., Hendler J., Lassila O., (2001) The Semantic Web, in *Scientific American*, May 2001 issue.
- Beugnard, A., Jézéquel, J.-M., Plouzeau, N. & Watkins, D. (1999). Making components contract aware. *IEEE Computer*, 13(7), July 1999.
- Bloom, B. (1969). *Taxonomie des objectifs pédagogiques, Tome 1 Domaine cognitif*. Montréal: Éducation Nouvelle Inc.
- Bortzmeyer, S. (2005). Les nouveaux systèmes de gestion de version. Journées Réseaux 2005.
- Brooks, C., Winter, M., Greer, J. & McCalla, G. (2004). The Massive User Modelling System (MUMS). *Proceedings of Intelligent Tutoring Systems 2004*.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brusilovsky, P. (2003). Adaptive navigation support in educational hypermedia: The role of student knowledge level and the case for meta-adaptation. *British Journal of Educational Technology*, pp. 487-497.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, pp. 87-110.
- Brusilovsky, P. (1999) Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. In C. Rollinger and C. Peylo (eds.), Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, *Künstliche Intelligenz*, 4, 19-25.
- Bull, S., Greer, J., McCalla, G., Kettel, L. & Bowes, J. (2001). User Modelling in I-Help: What, Why, When and How. *User Modeling 2001*, pp. 117-126.
- Cloutier, M., Fortier, G. & Slade, S. (2006). Le portfolio numérique Un atout pour le citoyen apprenant. SOFAD, Cegep@distance. Mars 2006.
- Conlan, O., Dagger, D. & Wade, V. (2002). Towards a Standards-based Approach to e-Learning Personalization using Reusable Learning Objects. *Proc. of World Conference on E-Learning, E-Learn*, 2002.
- Conradi, R. & Westfechtel, B. (1998). Version models for software configuration management. *ACM computing surveys*, Vol. 30, No. 2, pp 232-282, Jun. 1998.
- Dagger, D., Wade, V. & Conlan, O. (2004). Developing Active Learning Experiences for Adaptive Personalised eLearning. *International Conference Adaptive Hypermedia 2004*.
- Dagger, D., Wade, V., & Conlan, O. (2003). Towards “anytime, anywhere” Learning: The Role and Realization of Dynamic Terminal Personalization in Adaptive eLearning.. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*(1), 32-35. [Online]. Available: <http://dl.ace.org/12699>

- De Vries, E. et Baillé, J. (2006). *Apprentissage: référents théoriques pour les EIAH*. In M. GrandBastien and J.-M. Labat, *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Hermès/Lavoisier, Paris, pp. 27-46.
- Denaux, R., Aroyo, L. & Dimitrova, V. (2005). An Approach for Ontology-based Elicitation of User Models to Enable Personalization on the Semantic Web. *Poster presented at the International World Wide Web Conference*, Chiba, Japan, pp. 1170-1171.
- Devedzic, V. (2006). *Semantic web and education*. Springer: Berlin Heidelberg New York.
- DiBiase, D. (2002). *Using e-Portfolios at Penn State to Enhance Student Learning - Status, Prospects, and Strategies*, 2002.
- Dieng-Kuntz, R., Corby, O., Grandon, F., Giboin, A., Golebiowska, J., Matta N. & Ribière, M. (2000). *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances, chapitre 6: Gestion de multiples points de vue*. Dunod, Paris.
- Dolog, P., Henze, N., Nejd, W. & Sintek, M. (2004). Personalization in distributed e-learning environments. *Paper presented at the International World Wide Web Conference*, 17-22 May, New York, USA.
- Dolog, P., & Nejd, W. (2003). Challenges and benefits of the semantic web for user modelling. *In Proc. of AH2003 --- Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, WWW2003 Conference, Hypertext'03 Conference, User Modelling Conference 2003*, Budapest, Hungary, Nottingham, UK, Johnstown, PA, USA, 2003.
- Dublin Core. Dublin Core initiative metadata: <http://dublincore.org>.
- ePortConsortium. (2003). *Electronic Portfolio White Paper*, ePortConsortium.
- Eyssautier-Bavay, C. (2004). Le portfolio en éducation, concept et usages. *Actes du colloque TICE Méditerranée*, Nice, France.
- Finkelstein, A. & Sommerville, I. (1996). The Viewpoints FAQ. *Software Engineering Journal*, vol. 11, pp. 2-4.
- Finkelstein, A., Kramer, J. & Goedicke, M. (1990). ViewPoint Oriented Software Development. *3rd International Workshop Software Engineering and its Applications*.
- Garlatti, S. et Prié, Y. (2004). Adaptation et personnalisation dans le web sémantique. *Revue i3.org*.
- Grand dictionnaire terminologique de l'Office québécois de la langue française: disponible en ligne http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp
- Hansen, C. & McCalla, G. (2003). Active Open Learner Modelling. *Proceedings of AIED2003*.
- Hibou, M., & Py, D. (2006). Représentation des connaissances de l'apprenant. In M. Grandbastien & J.M. Labat (Eds.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 97-116). Paris: Lavoisier.
- HR-XML Consortium. (2007). *Resume Recommendation*. Human Resources XML Consortium.
- IEEE (2002). *Learning Object Metadata (LOM)*. IEEE Standard 1484.12.1.
- IMC (1998). vCard, *The Electronic Business Card*. Internet Mail Consortium. <http://www.imc.org/pdi/>. Consulté le 25 mai 2007.
- IMS Global Learning Consortium. (2004). *IMS ePortfolio Best Practice and implementation Guide, Version 1.0 Final Specification*. IMS Global Learning Consortium.
- IMS Global Learning Consortium. (2002). *IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective – Information Model, Version 1.0 Final Specification*. IMS Global Learning Consortium.
- ITU-T (2001). Information technology - Open Systems Interconnection - The Directory: Overview of concepts, models and services. International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector.
- Jonnaert, P., Barrette, J., Boufrah, S., & Masciotra D. (2005). Contribution critique au développement des programmes d'études: compétences, constructivisme et interdisciplinarité. Note de synthèse. *Revue des Sciences de l'éducation*, 30(3), 667-696.
- Jonnaert, P. (2002). *Compétences et socioconstructivisme. Un cadre théorique*. Bruxelles, Belgique: De Boeck.
- Kilpi, T. (1997). New Challenges for Version Control and Configuration Management: a Framework and Evaluation. *IEEE Computer*, 1997, pp. 33-41.
- Kobsa, A. (2001). Generic user modeling systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(49):49-63, 2001.
- Krathwohl, D., Bloom, B., & Masia, B. (1969). *Taxonomie des objectifs pédagogiques, Tome 2 Domaine affectif*. Montréal: les entreprises Éducation Nouvelle Inc.
- Larman, C. (2005). *UML 2 et les design patterns: Analyse et conception orientées objet et développement itératif*. Pearson Education France.
- Lasnier, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montréal: Guérin.

- Learning Technology Standards Committee of the IEEE. (2002). *Draft Standard for Learning Object Metadata (LOM)*. [en ligne]. New York: IEEE.
- Le Moigne, J.L. (1990). *La Modélisation des systèmes complexes*. Ed. Dunod.
- Le Moigne, J.L. (1987). Qu'est-ce qu'un modèle? In *Confrontations psychiatriques*.
- LORNET (2005). <http://www.lornet.org/Default.aspx?tabid=384>. Consulté le 25 mai 2007.
- Magnan, F. & Paquette, G. (2007). TELOS: An Operating System for eLearning Applications. In Dr. Claus Pahl (Ed.), *Architecture Solutions for E-Learning Systems*. Dublin City University, Ireland: Idea Group Publishing. To be published.
- Mariño, O., Rechenmann, F. & Uvietta, P. (1990). Multiple Perspectives and Classification mechanism in object-oriented representation. *9th. European Conference on Artificial Intelligence ECAI*, Estocolmo.
- McCalla, G., Vassileva, J., Greer, J. & Bull, S. (2000). Active Learner Modelling. *Proceedings of ITS 2000: Intelligent Tutoring Systems*, 53-62, June 2000, Montréal, QC, Canada. Springer-Verlag: Berlin, Germany.
- Moulet, L. (2006a). Revue de littérature de l'ePortfolio : Définitions, contenus et usages. Visant à l'intégration d'un ePortfolio dans le modèle de l'apprenant d'un système d'apprentissage en ligne. *Note de recherche LICEF2006002*, LICEF, Télé-université, Montréal.
- Moulet, L. (2006b). *Rapport d'analyse d'Open Source Portfolio*. Document de travail, projet LORNET, Juin 2006, Montréal, LICEF, Télug.
- Nicaud, J.F., & Vivet, M. (1988). Les Tuteurs Intelligents : réalisations et tendances de recherche, *Technique et Science Informatiques*, Vol 7, n°1, p.21-45.
- Nuseibeh, B., Kramer, J. & Finkelstein, A. (1994). A Framework for Expressing the Relationships Between Multiple Views in Requirements Specification. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 20, pp. 760--773, 1994.
- Paquette, G. (2007). Ontology and Framework for Knowledge and Competency Management. *LORNET Research Network, LORNET Project 2.3*, document de travail.
- Paquette, G. et Mariño, O. (2006). Learning Objects, Collaborative Learning Designs and Knowledge Representation. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, vol. 3 number 1-2, Old City Publishing, PA.
- Paquette, G. et Rosca, I. (2004). An Ontology-based Referencing of Actors, Operations and Resources in eLearning Systems. *SW-EL/2004 Workshop*. Eindhoven, August 2004.
- Paquette, G., Bourdeau, J., Henri, F., Basque, J., Léonard, M. et Maina, M. (2003). Construction d'une base de connaissances et de ressources sur le téléapprentissage. *Revue STICEF*, Vol. 10, France.
- Paquette, G. (2002a). *Modélisation des connaissances et des compétences: Un langage graphique pour concevoir et apprendre*, Presse de l'Université du Québec, Sainte-Foy, Québec.
- Paquette, G. (2002b). *L'ingénierie pédagogique*. Sainte-Foy, Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Pernin, J.-P. & Lejeune, A. (2004). Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et de l'Industrie*. Compiègne : Université de Technologie de Compiègne. Pp. 407-414.
- Piwetz, C. & Goedicke, M. (1996). A Module Concept for ViewPoints Joint. In: Vidal, L., Finkelstein, A., Spanoudakis, G., Wolf, A. (Eds.): *Proceedings of the SIGSOFT 96 Workshops Second International Software Architecture Workshop (ISAW-2) and International Workshop on Multiple Perspectives in Software Development (Viewpoints 96)*. New York, ACM Press: 1996, 247-251.
- Polsani, R.P. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. In *Journal of Digital Information*, Volume 3, Issue, 4.
- Prax, J-Y. (2003). *Le Manuel du Knowledge Management: Une approche de 2^e génération*. Dunod, Paris.
- Rabardel, P. (1995). *Les Hommes et les Technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin Éditeur, 240p.
- Razmerita, L., Angehrn, A., & Maedche, A. (2003). Ontology based user modeling for Knowledge Management Systems. In *Proceedings of the 9th International conference on User Modeling*, Pittsburgh, USA, Springer – Verlag, 213 – 217.
- Rivière, M. (1999). Représentation et gestion de multiples points de vue dans le formalisme des graphes conceptuels. Thèse de doctorat en sciences (informatique), Université de Nice – Sophia Antipolis.
- Roegiers, X. (2000). *Une pédagogie de l'intégration: compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles: De Boeck Université.

- Scallon, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. Montréal: Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
- Self, J.A. (1988). *Student models: what use are they?*, In P. Ercoli and R. Lewis, *Artificial Intelligence Tools in Education*, Amsterdam, North-Holland.
- Shaikh, M. & Cornford, T. (2003). Version Management Tools: CVS to BK in the Linux Kernel. In 25th International Conference on Software Engineering - Taking Stock of the Bazaar: The 3rd Workshop on Open Source Software Engineering, Portland, Oregon, p. 127-132; 2003.
- Sommerville, I., Sawyer, P. & Viller, S. (1999). Managing Process Inconsistency Using Viewpoints. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v.25 n.6, p.784-799, November 1999.
- Sommerville, I., Kotonya, G., Viller, S. & Sawyer, P. (1995). Process viewpoints. *Proc. 4th European Workshop on Software Process*, Amsterdam, Netherlands. Heidelberg: Springer, 1995.
- Stewart, A., Niederee, C. & Metha, B. (2004). State of the art in user modeling for personalization in content, service and interaction. NSF/DELOS Report on Personalization, 2004. ipsi.fraunhofer.de.
- Stojanovic, L., Staab, S. & Studer, R. (2001). Elearning based on the Semantic Web. Dans *Proceedings of the World Conference on the WWW and the Internet (WebNet 2001)*, Orlando, Florida, USA, October 23-27.
- Stutt, A. et Motta, E. (2004). Semantic Learning Webs. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004 (10). *Special Issue on the Educational Semantic Web*.
- Tardif, J. (1997). Caractéristiques et pratiques de l'enseignement stratégique. Dans *Pour un enseignement stratégique: L'apport de la psychologie cognitive* (2^e éd.). Montréal: Les éditions Logiques. p. 295-378.
- Torre, I. (2000). A Modular Approach for User Modelling. *Proceedings of the International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, p.415-420, August 28-30, 2000.
- Treuer, P. & Jenson, J.D. (2003). Electronic Portfolios need standards to thrive. The proliferation of e-portfolio applications requires compatible software and design standards to support lifelong learning. *Educause Quarterly*, number 2, 2003.
- Van der Maren, J., M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2 ed.). Montréal: Les Presses de l'Université de Montréal.
- Vantroys, T. & Peter Y. (2005). COW, une plate-forme de support d'exécution de scénarios pédagogiques. *Revue STICEF, numéro spécial Conceptions et usages des plates-formes de formation*, Volume 12, 2005.
- Vantroys, T., & Peter, Y. (2003). COW, a Flexible Platform for the Enactment of Learning Scenarios. *Lecture Notes in Computer Science*, 2806, 168-182.
- Villalobos, J. (2003). *Fédération de Composants: une Architecture Logicielle pour la Composition par Coordination*. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier de Grenoble, France, juillet 2003. 188 p.
- Vygotski, L.-S. (1934-1997). *Pensée et langage*, 3^{ème} édition, La Dispute, Paris.

ANNEXE 1: Analyse des définitions des ePortfolios selon les critères Contenu et Usage

Définitions	Contenu		Usage	
	Structure	Sémantique	Services	Buts
OSPI			<i>saving, organizing, viewing, and selectively sharing</i>	
ePortConsortium			<i>organize and present work</i>	<i>a context for discussion, review and feedback, demonstrate progress and accomplishments</i>
Educause	<i>a collection of authentic and diverse evidence</i>	<i>drawn from a larger archive representing what a person has learned over time, on which the person has reflected</i>		<i>for presentation to one or more audiences for a particular rhetorical purpose</i>
Eifel	<i>collection d'informations numériques</i>	<i>décrivant et illustrant l'apprentissage ou la carrière d'une personne, son expérience et ses réussites</i>		<i>validation des acquis de l'expérience, compléter ou remplacer des examens, réfléchir sur son apprentissage ou sa carrière, accompagner le développement professionnel continu, la planification de l'apprentissage ou la recherche d'un travail.</i>
ERADC	<i>a digital repository of artefacts</i>		<i>Accreditation for prior and/or extra-curricular experiences, control over access</i>	<i>demonstrate competence and reflect on their learning, achieve a greater understanding of their individual growth, learning and career planning</i>
LIFIA	<i>personal profile and collection of achievements</i>	<i>describing and documenting a person's achievements and learning</i>		<i>accreditation of prior experience, job search, continuing professional development, certification of competences</i>
ePortfolio Portal	<i>a digital repository of artifacts</i>		<i>Accreditation for prior and/or extra-curricular experiences, control over access</i>	<i>to demonstrate competence and reflect on their learning, achieve a greater understanding of their individual growth, career planning and CV building</i>
IMS	<i>Collections d'informations appartenant à l'apprenant</i>	<i>rassemblant les résultats de ses études ou de ses formations, ses buts, ses expériences professionnelles</i>		<i>des bulletins de notes, la planification d'un plan de carrière et la possibilité de postuler à un emploi, ou définir un apprentissage personnalisé.</i>
SPARC				<i>to track, reflect on, and plan their learning objectives and growth, to combat plagiarism and engineer personal pride in school-work, help them accomplish their career or academic goals.</i>
Penn State Univ.	<i>selected evidence from coursework, artifacts from extra-curricular activities</i>	<i>reflective annotations and commentary related to these experiences</i>		<i>plan, reflect upon, and publish</i>