

DES COMPOSANTS AUX SERVICES PÉDAGOGIQUES

Najlaa Zniber

Université Paul Cézanne Aix-Marseille 3,
Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes
Avenue Escadrille Normandie Niemen
13397 Marseille Cedex 20
najlaa.zniber@lsis.org

Corine Cauvet

Université Paul Cézanne Aix-Marseille 3,
Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes
Avenue Escadrille Normandie Niemen
13397 Marseille Cedex 20
corine.cauvet@univ-cezanne.fr

Résumé : La majorité des travaux de recherche en ingénierie pédagogique s'est focalisée sur la gestion des contenus pédagogiques au détriment de celle des processus pédagogiques. En conséquence, les composants pédagogiques définissent des ressources « statiques » et les parcours pédagogiques sont le plus souvent prédéfinis. Nous proposons un modèle orienté service pour définir des composants pédagogiques offrant des processus pédagogiques. Nous utilisons le principe de composition dynamique de services pour générer des parcours pédagogiques répondant aux intentions des apprenants et adaptés à leur profil.

Abstract : The majority of the research works in educational engineering focused on the management of the educational contents to the detriment of the educational processes. Hence, the educational components define "static" resources and the educational courses are mostly predefined. We propose a service-oriented approach for defining pedagogical components. The service orientation emphasises a process view of component. We use dynamic composition of services for generating personalized courses that is courses satisfying learner's intentions and profiles.

Mot-clés : Composition dynamique de services ; objectif pédagogique ; processus pédagogique ; ressource pédagogique ; service pédagogique, ontologie de l'ingénierie pédagogique.

Keywords : Dynamic composition of services ; learning goals ; educational process ; educational resource ; educational service, pedagogical engineering ontology.

1 INTRODUCTION

Le domaine de l'ingénierie pédagogique propose de nombreuses solutions en termes de modèles de ressources pédagogiques et de systèmes d'apprentissage. Certains modèles sont devenus des normes pour la description des ressources. SCORM (Sharable Content Object Reference Model) (Adl/Scorm, 2006) et IMS (Ims, 2006) sont les standards les plus utilisés pour l'indexation et l'agrégation des objets pédagogiques. La dernière spécification IMS-Learning Design (Ims-Ld, 2006), a la particularité de proposer aussi une manière d'organiser les contenus pédagogiques. Concernant les systèmes, certains d'entre eux (Serpolet, 2006), (INes, 2006), (Moodle, 2006) sont largement utilisés pour leurs fonctionnalités de gestion de contenus et de communication avec les apprenants.

Les travaux de recherche sur les modèles se sont essentiellement centrés sur la description des contenus pédagogiques et peu sur les processus. En conséquence, les ressources disponibles offrent aux apprenants des connaissances sans fournir les démarches pour les mettre en œuvre. Par ailleurs, le plus souvent ces ressources sont décrites par des méta-données qui caractérisent la ressource d'un point de vue statique et qui prennent peu en compte le contexte d'utilisation de la ressource (pour satisfaire quel objectif pédagogique? pour l'utiliser dans quelle activité pédagogique?). Ces limites se traduisent dans les systèmes actuels soit par des parcours pédagogiques prédéfinis et donc peu flexibles, soit par une définition « manuelle » des parcours.

Nous pensons que la description des ressources pédagogiques doit être orientée vers l'usage et que ces ressources doivent offrir aux apprenants à la fois des contenus et des processus pédagogiques. Nous proposons de définir des services pédagogiques centrés sur des objectifs pédagogiques et offrant des processus pour les réaliser. Par ailleurs, le choix des ressources et leur assemblage pour former des parcours pédagogiques personnalisés doivent être différés au moment où l'on cherche à réaliser l'intention d'un apprenant particulier. Nous appliquons le principe de composition dynamique de services pour générer « à la volée » des parcours en fonction des intentions et des profils des apprenants. Enfin des ontologies relatives au sujet de l'enseignement et à l'ingénierie pédagogique sont utilisées pour à la fois décrire les services pédagogiques et formuler les intentions des apprenants.

La figure 1 présente de manière schématique les principes de l'approche et les éléments qu'elle met en œuvre.

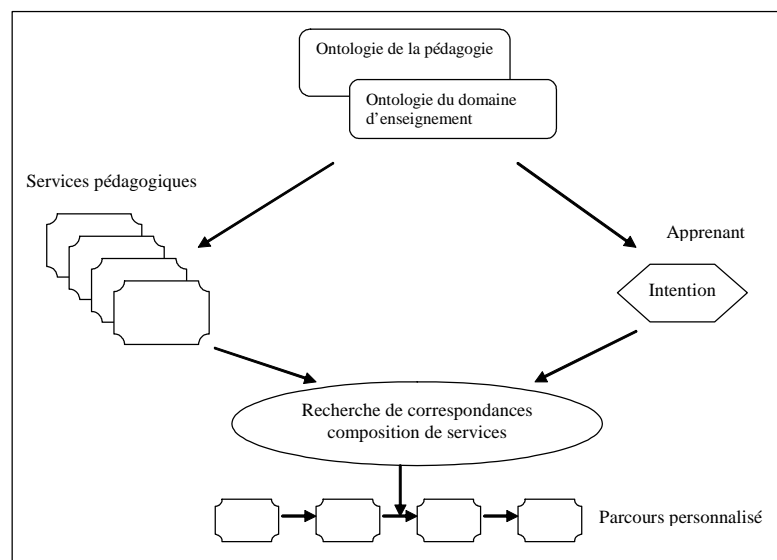


Figure 1: Principes de l'approche

Le papier est organisé en trois parties. **La partie 2** présente le modèle de service pédagogique ; ce modèle est utilisé pour spécifier les services. **La partie 3** définit les ontologies mises en œuvre dans l'approche proposée. Dans **la partie 4**, nous décrivons le processus de composition dynamique permettant la génération de parcours pédagogiques personnalisés à partir d'un ensemble de services pédagogiques.

2 LE MODÈLE DE SERVICE PÉDAGOGIQUE

Cette section présente le modèle POPS (Process-Oriented Pedagogical Service) utilisé pour décrire les ressources pédagogiques et une formalisation avec le langage UML de ce modèle.

Le modèle de service pédagogique propose un ensemble de concepts pour décrire les services. Un service pédagogique est composé de trois parties : une partie « profil », une partie « structure » et une partie « comportement ».

2.1 La partie « profil »

La partie « profil » permet de décrire l'aspect général du service pédagogique. Elle correspond à l'interface du service et elle sera utilisée au moment de la recherche pour établir une correspondance entre les services disponibles, d'une part, et les intentions des apprenants, d'autre part. Elle se compose de la définition d'un objectif pédagogique, et d'un contexte d'apprentissage.

- L'objectif est défini par un verbe et un concept du domaine d'enseignement. Par exemple, « être capable de construire (verbe) un diagramme de classes (concept du domaine UML) » est un objectif. Le verbe est un terme appartenant à la sous-ontologie des objectifs (Bloom, 1975). L'objectif peut être atomique ou complexe. Un objectif est complexe lorsqu'il a besoin d'être affiné en sous objectifs pour être réalisé ; un objectif atomique est un objectif qui peut être opérationnalisé, c'est-à-dire qui peut être réalisé par un processus.
- Le contexte d'apprentissage est défini par un domaine d'application, un niveau d'expertise requis pour celui qui l'utilise et un procédé d'apprentissage. Le procédé définit le type de méthode pédagogique pour lequel le service peut être appliqué. La spécification du procédé utilise la terminologie définie dans l'ontologie des processus. Le contexte a plusieurs rôles, (i) il enrichit la description des services en précisant la situation dans laquelle chaque service pédagogique est utilisable (ii) il fournit des connaissances pour discriminer les différentes alternatives pour atteindre un même objectif et (iii) au moment de la construction de parcours, le contexte permet de faciliter la recherche et la sélection de services en fonction du niveau de l'apprenant et de ses préférences pédagogiques.

2.2 La partie « structure »

La partie « structure » décrit l'organisation du processus qui permet de réaliser l'objectif pédagogique. Elle est définie par un processus et une situation initiale et une situation finale.

- Le processus associé à un service peut être atomique, composite ou abstrait. Un processus atomique est un processus exécutable. Un processus composite est un processus complexe ou variable ; il s'agit d'un processus décomposable, ses processus constituants peuvent à leur tour être atomique, composite ou abstrait. Un processus abstrait est un processus dont l'organisation n'est pas décrite. Ces processus sont essentiels pour la personnalisation de parcours puisqu'ils autorisent à différer le choix d'une organisation au moment de leur utilisation. L'organisation d'un processus est représentée par un arbre ET/OU (Nilsson, 1971) (Rolland, 1998) dans lequel la racine correspond au processus de réalisation de l'objectif du service. La décomposition de type « ET » exprime que le processus est complexe, il est composé de l'ensemble de ses processus constituants. La décomposition de type « OU » exprime que le processus est « variable », il est composé de plusieurs processus constituants alternatifs. Il est important de noter que la décomposition de type « OU » introduit un autre mécanisme essentiel pour la personnalisation de parcours. Le choix entre les processus constituants alternatifs se fera au moment de la réutilisation en fonction du profil de l'apprenant.
- La situation initiale et la situation finale définissent respectivement les entrées et les sorties du processus. Il s'agit de contraintes et de pré ou post conditions relatives à la réalisation du processus ; Les pré conditions et les post conditions contiennent des éléments relatifs aux compétences requises avant le processus et aux compétences acquises après le processus.

2.3 La partie « comportement »

La partie « comportement » correspond au niveau « exécutable » du service. Cette partie décrit l'utilisation du service par un apprenant. Cette partie prend la forme d'un plan d'exécution avec les activités que mettra en œuvre l'apprenant et les ressources qui seront mobilisées. La partie comportement se compose de ressources et de liens d'utilisation de ces ressources.

- Les ressources pédagogiques font référence à la sous ontologie de ressources. Les ressources peuvent être des contenus (ressources statiques) ou des activités (ressources dynamiques).
- Les liens spécifient les relations existant entre les ressources. Il existe différents types de liens : des liens de séquence, des liens de branchement conditionnel...

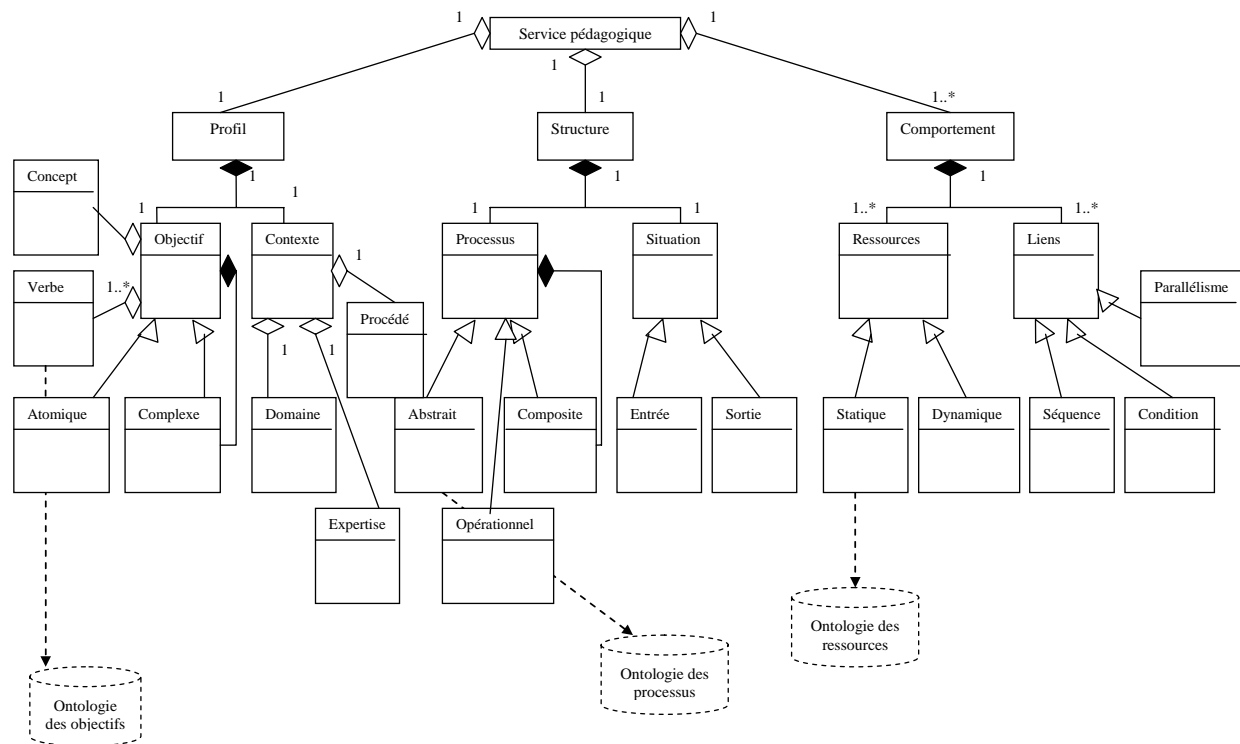


Figure 2: Les concepts du modèle de service pédagogique

3 LES ONTOLOGIES

L'utilisation des ontologies permet de rendre explicite ce qui est considéré comme implicite (Mizoguchi, 2004), d'utiliser un vocabulaire compréhensible par tous les acteurs, de réutiliser et faire évoluer ce vocabulaire. Dans notre contexte les ontologies sont utilisées à la fois pour décrire les services pédagogiques et formuler les intentions des apprenants qui ont besoin de parcours personnalisés.

La description des services pédagogiques est basée sur deux ontologies : une ontologie de la pédagogie et une ontologie du domaine enseigné. Ces deux ontologies permettent d'associer aux éléments de description des services une sémantique. Cette sémantique est essentielle, d'une part, pour assurer le partage et la réutilisation des services et d'autre part, pour faciliter et automatiser leur recherche et leur composition. Notons qu'il existe une seule ontologie de la pédagogie et autant d'ontologies de domaine que de sujets d'enseignement.

L'ontologie du domaine enseigné fournit les concepts et les liens entre concepts relatifs à un sujet d'enseignement. Par exemple, dans le cadre de services pédagogiques relatifs au langage UML, cette ontologie contient les concepts de classes, de cas d'utilisation.... On ne présente pas dans le cadre de ce papier cette ontologie.

L'ontologie de la pédagogie est composée de quatre sous ontologies que nous présentons ci-dessous. Ces ontologies fournissent une terminologie relative au domaine de l'ingénierie pédagogique. Ce domaine est structuré autour de quatre dimensions : les objectifs, les processus, les ressources et les acteurs. Nous décrivons ci-dessous les quatre sous ontologies relatives à ces quatre dimensions. Nous ne donnons dans ce papier qu'une description partielle de ces ontologies.

3.1 L'ontologie des objectifs pédagogiques

L'ontologie des objectifs propose des classes d'objectifs et des verbes pour désigner les objectifs. Cette sous-ontologie sera utilisée, d'une part, pour décrire la partie « objectif » des services pédagogiques et d'autre part pour aider les apprenants à exprimer leurs besoins. Nous avons retenu la taxonomie de Bloom (Bloom 1975) pour organiser les objectifs. Cette taxonomie est composée de six classes d'objectifs: *CONNAISSANCE*, *COMPREHENSION*, *APPLICATION*, *ANALYSE*, *SYNTHESE* et *EVALUATION*. Pour chaque classe, il existe un ensemble de verbes qui pourront être utilisés pour exprimer les objectifs des services pédagogiques.

CONNAISSANCE	COMPREHENSION	APPLICATION	ANALYSE	SYNTHESE	EVALUATION
Lister, nommer, mémoriser, répéter, distinguer, identifier, définir, faire, réciter, citer, correspondre, décrire, formuler, étiqueter, écrire ...	Interpréter, donner un exemple, classer, expliquer, paraphraser traduire, illustrer, observer, rapporter, discuter, démontrer ...	Utiliser, exécuter, construire, développer, résoudre, manipuler, adapter, réaliser, faire, compléter ...	Organiser, comparer, rechercher, structurer, intégrer, discerner, catégoriser, tirer une conclusion, examiner, arranger, argumenter ...	Faire des hypothèses tester, critiquer, juger, contrôler, justifier une décision, sélectionner défendre, prédire, ratifier, ...	Planifier, composer, préparer, compiler, inventer, réorganiser, proposer, générer, imaginer, produire, assembler ...

Figure 3 : Taxonomie des objectifs pédagogiques (Bloom 1976)

3.2 L'ontologie des acteurs

L'ontologie des acteurs définit un ensemble de termes pour spécifier les différents éléments qui définissent le profil des apprenants. Cette ontologie est utilisée pour décrire par exemple dans le contexte d'apprentissage des services le niveau d'expertise auquel s'adresse le service.

L'ontologie propose plusieurs types d'éléments pour définir les différentes caractéristiques des acteurs.

- Les rôles. Selon les travaux de (Faerber, 2004), on peut énumérer six types d'acteurs ou groupes d'acteurs de la formation en ligne : le tuteur, l'apprenant, le groupe de travail, le concepteur pédagogique, l'équipe de conception et réalisation et le concepteur informatique. Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons uniquement aux acteurs qui ont un rôle d'apprenant.
- Les niveaux d'expertise des apprenants relativement à la matière enseignée (Benyon, 1993).
- Les états des apprenants, il s'agit de caractéristiques de l'apprenant indépendantes du domaine enseigné. Ces caractéristiques sont relatives aux sujets d'intérêt de l'apprenant, à sa culture et à son expérience. Par exemple dans l'apprentissage de l'approche UML, il peut être intéressant de connaître l'expérience des apprenants en matière de programmation objet ou de méthodes d'ingénierie.
- Les préférences des apprenants, elles peuvent porter sur la présentation du cours mais aussi sur les styles d'enseignement et les méthodes d'enseignement (par l'exemple, la méthode par déduction...).

- Les activités des apprenants. Il s'agit des traces des activités effectuées par les apprenants durant l'exécution des parcours.

3.3 L'ontologie des processus

L'ontologie des processus est utilisée dans les différentes parties de la spécification des services. Par exemple, elle intervient dans le contexte d'apprentissage pour définir les méthodes pédagogiques pour lesquelles le service est applicable ; elle intervient aussi dans la partie « structure » des services pour décrire l'organisation des processus. L'ontologie des processus définit, d'une part, des structures de contrôle (choix, séquence....) pour décrire l'organisation des processus et d'autre part, des classes de processus. Cette ontologie définit trois classes de processus (Allert & Al., 2002):

- Les processus de type stratégie (Piaget, 1967) (Skinner, 1979) (Brunner, 1960), ce sont des processus génériques qui expriment des courants d'apprentissage. Ces processus ne sont pas applicables directement, ils doivent être affinés.

- Les processus de type démarche, ce sont des processus qui visent à exprimer une approche d'enseignement, par exemple une approche par l'exposé, une approche par résolution de problème (Merrill, 2002)... Ces processus, bien que plus « concrets » que les précédents doivent être précisés avant d'être mis en œuvre.

- Les processus de type méthode, ce sont des processus opérationnels qui expriment une organisation précise des activités à mettre en œuvre.

3.4 L'ontologie des ressources pédagogiques

Les ressources correspondent aux objets utilisés et/ou produits par les processus pédagogiques. L'ontologie des ressources fournit une typologie des ressources. L'ontologie des ressources utilisée est celle empruntée au modèle SCORM (Adl/Scorm 2006). SCORM définit une structure arborescente de représentation, avec au plus haut niveau le cours (agrégation de contenus), composé de blocs eux-mêmes composés de SCO (Sharable Content Object). Les SCO représentent le niveau le plus fin de contenu susceptible d'être réutilisé. Un SCO est composé d'« Assets » c'est-à-dire de ressources de base telles que des textes, des images, etc.

L'ontologie des ressources est utilisée dans la spécification des services, par exemple elle intervient dans la partie « comportement » pour décrire les activités et les contenus que devra mettre en œuvre l'apprenant pendant le parcours.

4 LA CONSTRUCTION DE PARCOURS PAR COMPOSITION DYNAMIQUE DE SERVICES

Nous considérons que les services définis avec le modèle POPS peuvent être réutilisés et composés pour définir des parcours pédagogiques personnalisés. Nous détaillons dans cette partie les principes de la composition dynamique ainsi que les trois phases de la composition.

4.1 Principes généraux

La composition dynamique de services pédagogiques est basée sur trois principes :

- i) L'orientation « objectif » des services permet une recherche automatique des services qui répondent aux intentions des apprenants. A ce niveau, la sous ontologie des objectifs pédagogiques est essentielle. Elle aide, d'une part, l'apprenant à exprimer ses intentions (sous forme d'objectifs) et d'autre part, elle réduit la distance entre les besoins des apprenants (exprimés sous forme d'objectifs) et les services disponibles définis pour satisfaire des objectifs pédagogiques.
- ii) Un service fournit un processus pour réaliser un objectif. Nous considérons que les services peuvent être assemblés pour élaborer des processus complexes. En assemblant les services de différentes manières il est possible de construire plusieurs parcours.

- iii) Nous utilisons le principe de composition dynamique pour assembler les services (Yang 2002) (Yang 2004). Ce principe est essentiel pour la personnalisation de parcours ; en effet ce n'est qu'au moment de l'utilisation d'un service, si ce service contient dans sa structure un processus abstrait, que l'on sélectionne en fonction de l'apprenant le service le plus adapté pour réaliser ce processus. Ce type de composition (Do 2006) (Cremene & Al 2004) est différent d'une composition statique dans laquelle l'organisation des processus pédagogiques est figée ou encore d'une composition semi statique dans laquelle des processus types sont prédéfinis.

4.2 Le processus de composition

La composition de services pédagogiques est mise en œuvre pour construire des parcours. Le processus de composition commence par l'expression d'une requête formulée par l'apprenant. Cette requête fournit sous la forme d'un objectif, le besoin que souhaite satisfaire l'apprenant.

Le processus de composition est organisé en trois étapes : le repérage/filtrage, la planification et la génération.

- L'étape « **repérage/filtrage** » est la première étape du processus de composition. Cette phase exploite la partie « profil » des services. Elle permet de mettre en relation le besoin formulé par l'apprenant et les services pédagogiques qui permettent de les satisfaire. L'apprenant formule son besoin sous la forme d'une intention grâce à l'ontologie des objectifs. A l'aide de cette intention, le système va rechercher tous les services pédagogiques qui ont pour objectif cette intention. Si le résultat donne lieu à plusieurs services, le modèle de l'apprenant est utilisé pour filtrer ces services sur leur « contexte d'apprentissage ». Le « contexte d'apprentissage » définit un niveau d'expertise pour l'apprenant qui l'utilisera.
- L'étape « **planification** » exploite la partie « structure » du service. Il s'agit d'élaborer un processus en utilisant le graphe ET/OU (Vassileva, 1997). Trois cas peuvent se présenter :
 - i) Le graphe est composé d'une seule racine correspondant à un processus opérationnel ; dans ce cas la partie « comportement » du service fournit directement un fragment de parcours,
 - ii) Le graphe est composé d'une racine comportant un processus composite de type ET, tous ses sous processus doivent être analysés à leur tour. Si l'un des sous processus est abstrait, on recherche les services qui ont comme objectif le nom de ce sous processus. Il s'agit en fait d'appliquer à nouveau l'étape de « repérage/filtrage ». Notons que la sélection des services se fait sur la base du modèle de l'apprenant. Les processus abstraits permettent la composition dynamique (Chiali & Al. 2006), les liens entre services sont établis pendant l'apprentissage en fonction des caractéristiques de l'apprenant.
 - iii) Le graphe est composé d'une racine comportant un processus de type OU ; Ce type de processus implique un choix entre les sous processus. Ce choix est effectué au moment de l'utilisation du service en fonction de la situation de l'apprenant. Le sous processus sélectionné pouvant être opérationnel, composite ou abstrait, il est traité en appliquant les règles définies dans i) ou ii) ou iii). L'étape de « planification » s'applique tant qu'il existe des processus non opérationnels.
- L'étape de « **génération de parcours** » (Bouzeghoub & Al., 2003) exploite la partie « comportement » des services. Seule la partie « comportement » est réutilisable et exécutable par les apprenants. Cette étape construit un parcours que l'apprenant peut exécuter. Ce parcours est un graphe obtenu par assemblage des parties « comportement » des services sélectionnés dans les étapes précédentes.

Le parcours obtenu devient à son tour un service pédagogique. Il est intégré à la base de services pour être réutilisé et assemblé avec d'autres services.

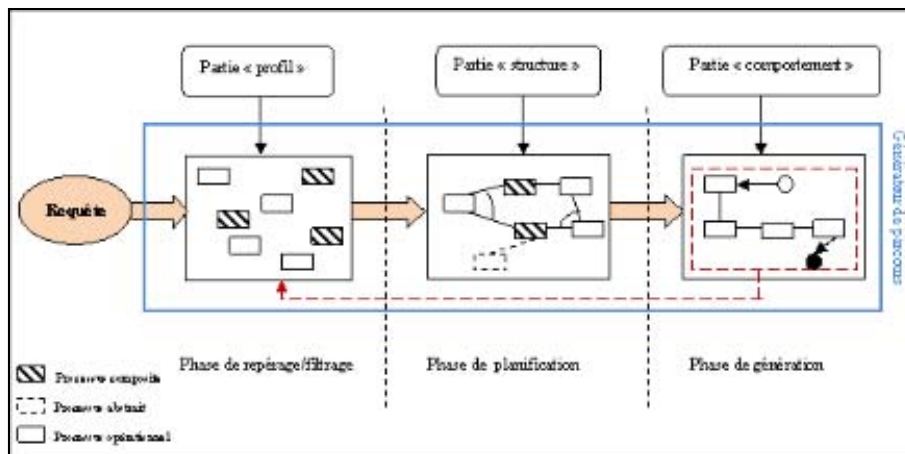


Figure 4. Représentation graphique des trois phases du processus de composition dynamique.

4.3 La composition, un processus itératif

Le processus de composition est un processus itératif où chaque itération contient les trois activités : repérage/filtrage, planification et génération. La figure 5 représente une itération du processus de composition. Chaque itération est guidée par la recherche de services permettant de satisfaire un objectif ; l'objectif pouvant être celui défini dans la requête ou celui que cherche à réaliser un processus abstrait. Les processus abstraits sont des points de variabilité qui peuvent être adaptés en fonction de chaque profil d'apprenant.

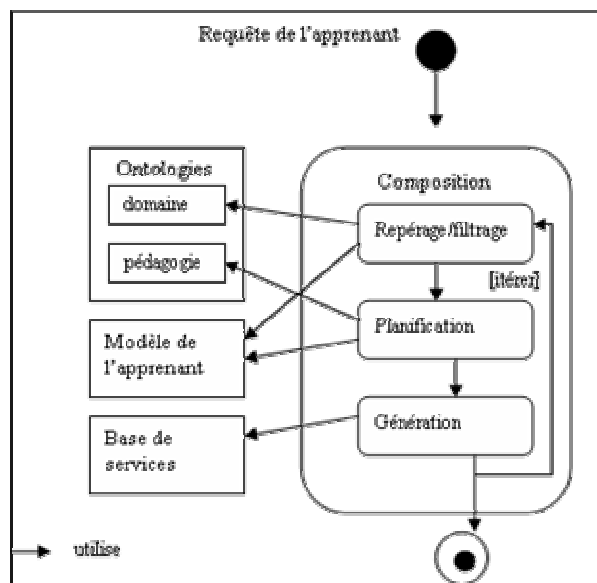


Figure 5 : Processus de composition itératif

L'orientation « objectif » des services, d'une part, et les processus abstraits et décisionnels d'autre part, constituent les points forts de cette approche pour la génération de parcours d'enseignement personnalisés.

5 CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons proposé une approche orientée service pour concevoir des composants pédagogiques. Un service pédagogique est défini pour répondre à un objectif pédagogique et pour offrir aux apprenants un processus pour atteindre cet objectif. Le modèle de services proposé offre des mécanismes pour exprimer et décrire des processus flexibles. Les processus abstraits et les processus décisionnels (processus composite de type OU) combinés au principe de composition dynamique sont essentiels pour générer des parcours personnalisés.

Notre travail actuel consiste à enrichir et à formaliser le contexte d'apprentissage des services. C'est en enrichissant ce contexte, qu'il est possible de rendre automatique la recherche/sélection des services. Par exemple, des connaissances relatives à la stratégie, à la démarche et à la méthode d'apprentissage mises en œuvre dans le service peuvent être pertinentes au moment du choix des services pour tenir compte du profil de l'apprenant. Le second axe de travail porte sur le développement d'un système supportant la conception des services pédagogiques ainsi que leur composition dynamique. Nous utilisons le standard XML¹ pour implémenter les services pédagogiques. Les ontologies sont décrites avec OWL².

6 BIBLIOGRAPHIE

(Adl/Scorm, 2006) ADL Sharable Content Object Reference Model Version 1.3, 2006. <http://www.adlnet.gov/scorm/>

(Allert & Al., 2002) Allert H., H. Dhraief, W. Nejdl, How are learning Objects Used in learning Processes? , Conference on Educational, World Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, 2002.

(Bouzeghoub, 2003) A. Bouzeghoub, C. Carpentier, B. Defude, JF Duitama, A Model of Reusable Educational Components for the Generation of Adaptive Courses, *Proc. First International Workshop on Semantic Web for Web-Based Learning in conjunction with CAISE'03 Conference*, Klagenfurt , Autriche, juin 2003

(Bloom, 1975) Bloom Benjamin, *Taxonomie des objectifs pédagogiques*. Tome1. Presses de l'Université du Québec, 1975

(Brusilovsky, 2001) Brusilovsky, P. Adaptive hypermedia: User Modeling and User Adapted Interaction, Vol. 11, n°1/2, 2001, p.87-110.

(Bruner, 1960) Bruner J, *The process of education*, édition Harvard University Press, 1960.

(Chiali, 2006 & Al.) S. Chiali, Z. Eberichi, and M. Malki; A dynamic composition of an adaptive course; *Transaction on engineering, computing and technology V*, 11 february 2006.

(Cremene, 2006) M. Cremene, M. Riveill, C. Martel, C. Lophin, C. Miron, Adaptation dynamique de services, 1ère Conférence Francophone sur le Déploiement et la (Re)Configuration de Logiciels, Grenoble, 2006.

(Dardenne, 1991) Dardenne A., S. Fickas, A. van Lamsweerde, Goal-Oriented concept acquisition in requirements elicitation, *Proc. 6th IEEE Workshop System Specification and Design*, 1991.

(Do, 2006) Do Ngoc Kien, Moteur de composition pour le système d'information sémantique et adaptatif, Mémoire de fin d'étude du mastère informatique, Institut de la Francophonie pour l'Informatique – Institut National des télécommunications, 2006.

(Faerber, 2004) Faerber, R. Caractérisation des situations d'apprentissage en groupe. *Revue STICEF numéro spécial Ontologies pour les EIAH*, Vol. 11, 2004, p. 297-331.

¹ eXtensible Markup Language

² Web Ontology Language

- (INes, 2006) INteractive E-learning System. <http://pf-fc.uvt.rnu.tn/> (consulter en 2006)
- (Ims-Id, 2006) IMS Learning Design Specification. Boston : USA. <http://www.imsglobal.org/content/learningdesign/>.
- (Forehand, 2006) Mary Forehand : Bloom's taxonomy : Original and revised; <http://www.coe.uga.edu/epltt/bloom.htm> (consulter en 2006)
- (Merrill, 2002) Merrill D., First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50 (3), pp43-59, 2002.
- (Mizoguchi, 2004) Mizoguchi, R., Le rôle de l'ingénierie ontologique dans le domaine des EIAH. *Revue STICEF numéro spécial Ontologies pour les EIAH*, Vol. 11, 2004, p. 231-246.
- (Moodle, 2006) <http://moodle.org/>
- (Nilson, 1971) N-J. Nilsson, Problem Solving Methods in Artificial Intelligence, McGraw Hill, 1971
- (Piaget, 1967) Piaget J, *La psychologie de l'intelligence*, édition Armand Collin, 1967.
- (Rolland, 1997) C. Rolland, C. Souveyet, C. Ben Achour, Guiding Goal Modelling using scénarios, *IEEE Transactions on software Engineering, Special Issue on Scenario. Sixth Modeling*, 1997.
- (Scorm, 2001) Sharable Content Object Reference Model 2001; www.adlnet.org
- (Skinner, 1979) Skinner B, *Pour une science du comportement : Le behaviorisme*, édition Delachaux et Niestlé, 1979.
- (Serpolet, 2006) Système d'Enseignement et de Recyclage Par Ordinateur Liant Expertises et Technologies; 2006. www.a6.fr/clubcognifer/serpolet/serpdoc.htm
- (Vassileva, 1997) , J. Vassileva, «Dynamic Courseware Generation on the www ». *Proceedings of the workshop: Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web*, 1997.
- (Yang & Al., 2002) Yang, J. , Papazoglou, M. Web Component: A substrate for Web service reuse and Composition, *CAISE 2002*.
- (Yang & Al., 2004) Yang, J. , Papazoglou, M. Service components for managing the life-cycle of service compositions. *Information Systems*, 29(2):97-125, 2004