HAL
open science

Scénarisation Pédagogique et Ingénierie Dirigé par les Modèles Cadre d'étude pour la définition de langages et environnements-outils de scénarisation pédagogique spécifiques à des domaines

Pierre Laforcade, Vincent Barré, Boubekeur Zendagui

To cite this version:

Pierre Laforcade, Vincent Barré, Boubekeur Zendagui. Scénarisation Pédagogique et Ingénierie Dirigé par les Modèles Cadre d'étude pour la définition de langages et environnements-outils de scénarisation pédagogique spécifiques à des domaines. Jun 2007. hal-00161559

HAL Id: hal-00161559

https://hal.science/hal-00161559

Submitted on 11 Jul 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Scénarisation Pédagogique et Ingénierie Dirigé par les Modèles

Cadre d'étude pour la définition de langages et environnements-outils de scénarisation pédagogique spécifiques à des domaines

Pierre Laforcade, Vincent Barré, Boubekeur Zendagui

LIUM / IUT de Laval
52 rue des Docteurs Calmette et Guérin
53020 Laval Cedex 9, France
prénom.nom@lium.univ-lemans.fr

RÉSUMÉ. *Ces dernières années, l'intérêt pour l'Ingénierie Dirigée par les Modèles en tant que cadre théorique et pratique lié à divers domaines de l'ingénierie des EIAH ou à des domaines connexes s'est accru. Dans cet article, nous montrerons qu'appliquer ce cadre dans un contexte de scénarisation est intéressant et permet de mieux guider cette activité. Après avoir évoqué les écueils et différences liés à ce nouveau contexte, nous proposerons une catégorisation des scénarios en trois types, selon une séparation de préoccupations orientée " métier ". Nous aborderons également la modélisation orientée " domaine " en tant que piste pour aider à l'émergence de langages et environnement-outils associés supportant la modélisation de scénarios et adaptés à des communautés d'enseignants-concepteurs spécifiques.*

MOTS-CLÉS : *Apprentissage à distance, Scénarisation pédagogique, Ingénierie, Conception des EIAH, Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM), Modélisation orientée domaine*

1. Introduction

Ces dernières années, l'intérêt pour l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) en tant que cadre théorique et pratique [FAVRE *et al.* 06] lié à divers domaines de l'ingénierie des EIAH ou à des domaines connexes s'est accru : contenus d'apprentissage adaptables [DODERO 06], CSCW [PARREND 05], modélisation de l'utilisateur [MARINILLI 05], situations d'interactions [VACHET 06], etc.

Un premier objectif de cet article est de montrer qu'appliquer les concepts de l'IDM dans un contexte de scénarisation est intéressant et permet de mieux guider cette activité. Nous nous attacherons, en particulier, à faire ressortir les écueils et différences liés à ce nouveau contexte. Nous proposerons ensuite une catégorisation des scénarios en trois types, selon une séparation de préoccupations orientée « métier » et inspirée des trois points de vue du *Model-Driven Architecture* (MDA).

Les analyses du contexte actuel en termes de langages, outils et techniques de scénarisation pédagogique [de VRIES *et al.* 06] mettent en exergue le besoin de langages et outils appropriés prenant mieux en compte leurs utilisateurs finaux. Nos travaux s'inscrivent dans cette tendance et s'intéressent à aider à la définition de scénarios pédagogiques par le biais de langages et outils adaptés aux enseignants-concepteurs. Sur la base de notre expérience des approches graphiques (basées sur une spécialisation du langage de modélisation UML [LAFORCADE *et al.* 05]), nous nous orientons actuellement vers la modélisation spécifique à un domaine (*Domain-Specific Modelling -DSM-* et *Domain-Specific Languages -DSL*) [WIKIPEDIA 07]. Le potentiel de ces techniques et outils pour la scénarisation pédagogique semble important et mérite d'être abordé dans un cadre définissant précisément les enjeux et besoins liés à l'activité de scénarisation par des enseignants-concepteurs. Le second objectif de cet article est ainsi de proposer un cadre concret d'orientation autour des DSL pour la scénarisation pédagogique.

Après avoir brièvement présenté les grands principes de l'IDM, nous discuterons de son application au contexte de la scénarisation pédagogique et présenterons notre proposition orientée « métier » de catégorisation des scénarios. Nous aborderons ensuite la modélisation orientée « domaine » en tant que piste pour aider à l'émergence de langages et outils associés supportant la modélisation de scénarios et adaptés à des communautés d'enseignants-concepteurs spécifiques.

2. Ingénierie Dirigée par les Modèles

Bien que l'Ingénierie Dirigée par les Modèles repose sur des concepts fondateurs (abstraction, modélisation, méta-modélisation, etc.) posés depuis longtemps, il s'agit avant tout d'un paradigme rassemblant de nombreux principes et pratiques existants autour de la notion centrale de modèle et cherchant à généraliser la proposition *Model-Driven Architecture* (MDA) de l'OMG.

2.1. Le MDA

Partant du constat de l'évolution continue des technologies et du coût élevé de l'adaptation des applications logicielles à ces technologies, l'OMG proposa le MDA [OMG 01] fin 2000. Le but principal de cette approche est de séparer les parties métier de leur mise en œuvre technologique et ainsi de garantir l'interopérabilité des modèles fonctionnels pour différents choix d'implémentation.

Conceptuellement, le MDA propose trois points de vue, associés à leurs modèles respectifs : 1/ CIM (*Computer Independent Model*) correspondant aux modèles du « domaine » (*domain/business model*) indépendants de toute implémentation informatique et recensant les besoins des utilisateurs en utilisant le vocabulaire du praticien, 2/ PIM : (*Platform Independent Model*) correspondant à la spécification de la partie « métier » d'une application, conformément à une analyse informatique cherchant à répondre aux besoins métiers indépendamment de la technologie de mise en œuvre, 3/ PSM : (*Platform Specific Model*) correspondant à la spécification d'une application après projection sur une plate-forme technologique donnée.

2.2. Principes de l'IDM

L'Ingénierie Dirigée par les Modèles est une approche plus globale et générale que le MDA. Elle cherche à en appliquer les principes et à les généraliser pour tout espace technologique tels l'orienté-objet, les ontologies, les documents XML ou les grammaires de langages. Le MDA peut ainsi être perçu comme un processus spécifique de type IDM.

L'IDM repose sur les principes suivants : i/ *Capitalisation* : les modèles doivent être réutilisables, ii/ *Abstraction* : les modèles doivent être indépendant des technologies de mise en œuvre afin d'adapter la logique métier à différents contextes et de permettre de faire plus facilement évoluer les applications vers de nouvelles technologies, iii/ *Modélisation* : abordée selon une vision productive (pour générer le code final du logiciel pour une technologie de mise en œuvre donnée) par opposition à la traditionnelle vision contemplative (but de documentation, spécification, communication), iv/ *Séparation des préoccupations* : l'IDM s'illustre généralement selon les deux principales préoccupations du métier et de la plate-forme de mise en œuvre mais d'autres préoccupations sont possibles.

Pour passer à une vision productive des modèles, il est nécessaire qu'ils soient bien définis ; ce qui amène l'importante notion de *méta-modèle*. Ainsi, les modèles productifs pourront être manipulés et interprétés via des outils [BEZIVIN *et al.* 04] répondant aux besoins de l'approche IDM : définition de méta-modèles, définition de langages, définition de transformations et leur exécution (selon les types de transformations, cette catégorie d'outils peut être amenée à traiter simultanément des méta-modèles différents, non nécessairement issus des mêmes espaces technologiques), génération de code (considérée comme une transformation de modèles particulière), composition de modèles (appelée tissage de modèles dans certains cas), génération d'environnement graphique de modélisation, vérification de conformité de modèles, spécification de contraintes, etc.

3. Application de l'IDM à la scénarisation pédagogique

Nous présenterons, ici, une façon d'introduire l'IDM au sein de l'activité de scénarisation pédagogique afin de mieux la guider. Nous évoquerons, en particulier, les similitudes, tout comme les écueils à éviter, liés aux points communs et aux différences entre les applications logicielles au sens large (la cible « classique » de l'IDM) et la scénarisation pédagogique. Ceci nous amènera à proposer une catégorisation des scénarios en trois types, selon une séparation de préoccupations orientée « métier » et inspirée des trois points de vue du MDA.

3.1. Discussion préliminaire

Le domaine de la scénarisation pédagogique n'a pas attendu l'IDM pour s'intéresser aux différents concepts qu'il aborde (modèles, méta-modèles, etc.), mais l'IDM propose un cadre théorique et pratique (des outils et techniques concrets) pouvant aider à mieux guider l'activité de scénarisation. De ce point de vue, l'IDM est un (mais pas l'unique) moyen stratégique et pas seulement un « effet de mode ».

Ces dernières années, de nombreux travaux ont portés sur la définition de langages de scénarisation (*Educational Modelling Language* – EML) [KINSHUK 06] souvent centrés autour de la spécification IMS-LD (*Learning Design*) [IMS 03]. Parmi ces travaux, certains sont plus ou moins liés à l'IDM, tels ceux menés autour du langage de scénarisation CPM [LAFORCADE *et al.* 05] et qui ont amené à étudier les apports du formalisme UML pour modéliser des situations d'apprentissage spécifiques (les situations-problèmes coopératives) et aboutis à proposer un profil UML servant de langage de modélisation en amont de propositions telles que IMS-LD. Les travaux autour du projet Bricoles [CARON 06] utilisent quant à eux l'IDM pour implanter des cours sur des plates-formes d'enseignement à distance et ainsi répondre au problème actuel d'hétérogénéité de ces dispositifs. Le langage LDL (*Learning Design Language*) s'intéresse, quant à lui, à la modélisation de scénarios pédagogiques selon l'approche CSCW [FERRARIS *et al.* 05] et propose un *binding* XML. Au niveau des langages et outils, la notation MOT a été adaptée [PAQUETTE *et al.* 06] à la spécification IMS-LD afin de permettre la définition graphique de scénarios pédagogiques conformes à IMS-LD. Enfin, des travaux récents ont cherché à définir un profil UML dédié à IMS-LD afin de faciliter la transformation de scénarios IMS-LD vers des diagrammes d'activités UML [LAFORCADE 06].

Dans tous ces travaux nous pouvons remarquer des points liés à l'application de l'IDM : i/ le système final produit par un processus IDM est ici la situation d'apprentissage que les enseignants-concepteurs désirent mettre en place ou diffuser ; ii/ le scénario pédagogique (considéré en ingénierie pédagogique comme l'un des modèles pédagogiques de la situation d'apprentissage, décrivant le déroulement de la situation en termes de rôles, activités, ressources, pré-requis, objectifs, modalités de collaboration, etc.) est l'élément central que l'on cherche à modéliser ; iii/ les scénarios sont spécifiés à l'aide d'un EML et sont donc conceptuellement conformes au méta-modèle embarqué dans ces formalismes.

Au regard des différents types ou catégorisations existant pour les scénarios [BOTTURI *et al.* 06][PERNIN & LEJEUNE 05], diverses abstractions sont envisageables selon plusieurs séparations de préoccupations : scénario *inconsistant* (décrit en amont du processus d'ingénierie pédagogique et qui n'est pas forcément entièrement décrit, ni à un niveau d'abstraction assez précis pour garantir une interprétation non ambiguë) ou scénario *consistant* (définitif et spécifié dans un formalisme tel IMS-LD) ; scénario *générique* ou *instancié* (modélisé indépendamment ou en fonction du contexte réel de son déroulement, par exemple en prenant en compte les rôles et groupes joués et non les individus réels) ; scénario *spécifique* ou *non-spécifique* à une plate-forme ; scénario pour les apprenants ou scénario pour les tuteurs ; scénario avec ou sans spécification des modalités de régulation ; scénario avec ou sans la description des besoins et moyens d'observation (observations pendant le déroulement de la situation d'apprentissage pour faciliter la ré-ingénierie a posteriori du scénario initial)...

3.2. Différences et écueils à éviter

L'activité de scénarisation pédagogique, quel que soit le processus qui la sous-tend, ainsi que le modèle de scénarisation (ou scénario pédagogique), diffèrent sensiblement des systèmes et modèles considérés en IDM lors de la conception d'applications logicielles. Tout d'abord, la finalité n'est pas nécessairement de produire du code : en effet, la plate-forme de formation, comme tout autre dispositif informatique servant à la diffusion de la situation d'apprentissage scénarisée, existe déjà. Dans certain cas, ce dispositif doit être configuré manuellement pour intégrer le scénario spécifié (par un expert de la plate-forme, administrateur ou enseignant selon les cas). Dans d'autres cas, le dispositif peut directement importer le scénario spécifié dans un format standard (par exemple IMS-LD) ou propriétaire.

Un autre point est lié à l'omniprésence du métier : les scénarios pédagogiques sont tous exprimés selon un vocabulaire (concepts/relations) particulier. Celui-ci peut refléter des choix d'approches pédagogiques, de domaines didactiques, etc. Cette notion de « métier » cristallise le langage partagé par l'ensemble des membres de l'équipe, souvent pluridisciplinaire, de conception (chaque communauté d'enseignants/concepteurs/ ingénieurs pédagogiques/etc. à son « métier »).

Pour la scénarisation pédagogique, l'aspect visuel est important : bien que la spécification standard des EML, IMS-LD, permette de spécifier des scénarios dans un formalisme XML afin de répondre à des objectifs d'interopérabilité, de réutilisation, d'échange, etc. tout scénario pédagogique a potentiellement intérêt à pouvoir être représenté visuellement (voire graphiquement) afin de faciliter sa compréhension, son échange, etc. par les acteurs humains impliqués dans son processus de conception. De même, les scénarios spécifiques à un dispositif de formation ne sont pas nécessairement spécifiés dans un dialecte informatique, par exemple si le dispositif doit être configuré manuellement ; il est donc intéressant d'avoir une représentation visuelle du scénario afin d'aider cette mise en place.

Il convient enfin d'éviter l'écueil selon lequel les scénarios « métier » seraient

uniquement les scénarios décrits en amont du processus d'ingénierie pédagogique. En effet, les scénarios spécifiques à un dispositif de formation, tout comme les scénarios spécifiés selon des EML « couvrant » (tel IMS-LD disant supporter toutes les approches pédagogiques issues du courant socio-constructiviste), sont tous conformes à un méta-modèle décrivant un « métier » particulier. De même, les scénarios décrits en amont par les enseignants/concepteurs ne sont pas les seuls scénarios ayant intérêt à être décrits visuellement.

En définitive, bien que les trois modèles CIM/PIM/PSM du MDA semblent convenir pour la scénarisation pédagogique [LAFORCADE & CHOQUET 06], les différences évoquées nous amènent à proposer un nouveau cadre, inspiré de celui du MDA, mais différent au niveau des besoins de langages et outils le supportant.

3.3. Une catégorisation des scénarios pédagogiques

Parmi les différentes catégorisations possibles des scénarios pédagogiques, nous proposons trois types de scénarios selon une séparation de préoccupations orientée « métier » et inspirée des trois modèles du MDA. En fait, chacun des trois modèles s'adresse à des communautés différentes et répond à des enjeux différents : ils correspondent donc à des « métiers » différents.

Scénario à niveau connaissance (SC) : son vocabulaire est celui d'une équipe pluri-disciplinaire de conception. Nous visons à aider des communautés d'enseignants-concepteurs à définir des scénarios pédagogiques : un langage à niveau connaissance doit pouvoir capturer leur vocabulaire commun, qu'il soit lié à des approches pédagogiques particulières, à des plates-formes de formation connues, etc. L'objectif d'un tel scénario est de faciliter la définition même du scénario pédagogique, c.-à-d. de guider l'activité de conception.

Scénario abstrait (SA) : son vocabulaire cherche à être indépendant de celui de la plate-forme de formation (ou de tout autre dispositif) dans le but de faciliter sa réutilisation ; il est donc possible que le vocabulaire d'un EML abstrait cherche aussi à s'abstraire d'approches pédagogiques trop spécifiques. L'objectif principal est l'interopérabilité des dispositifs et l'abstraction des EML spécifiques à un domaine.

Scénario spécifique (SS) à un dispositif/plate-forme de formation : son vocabulaire est conforme à celui d'une plate-forme bien précise. L'objectif est alors de servir de guide pour la configuration du dispositif (manuellement ou automatiquement selon le « format » du scénario).

Contrairement aux différents processus de génie logiciel (en cascade, en « Y », etc.) supportant les trois modèles du MDA, un processus de scénarisation pédagogique ne nécessite pas forcément de prendre en compte ces trois aspects. En effet, d'autres approches sont possibles : directement SS, SC puis SS, SA puis SS, ou directement SA, tout dépend de la communauté visé et de l'enjeu souhaité. Ainsi, la transformation de l'un de ces scénarios vers une autre catégorie (transformation *extra-domaine*) permet d'atteindre les objectifs de la catégorie cible mais aussi de partager et réutiliser avec des communautés « métiers » différentes.

Transformation vers un SC : expliciter la représentation mentale du scénario d'apprentissage, c.-à-d. à niveau connaissance [NEWELL 1982], au sein de l'équipe pluri-disciplinaire de conception afin de faciliter sa compréhension générale et ainsi servir de support de réflexion et de mise au point de la situation d'apprentissage.

Transformation vers un SA : rendre interopérable le scénario sur différents dispositifs ou décrire le scénario avec un langage « métier » plus couvrant.

Transformation vers un SS : faciliter la mise en place du scénario sur un dispositif de formation spécifique.

Ces transformations entre deux domaines « métiers » différents, sont actuellement difficile à mettre en œuvre en pratique : les deux méta-modèles spécifiant les concepts et relations de chacun des métiers pouvant être assez proches mais aussi très éloignés (en termes de « distance » sémantique). De plus, certains concepts/relations d'un méta-modèle n'ont pas forcément de concepts/relations « voisins » dans l'autre (et vice versa) : de telles transformations peuvent donc mener à des pertes sémantiques (certaines informations spécifiées dans un scénario disparaissent) comme à des manques sémantiques (certains informations nécessaires au langage « métier » cible ne peuvent parfois être précisées : le scénario obtenu est sémantiquement incomplet).

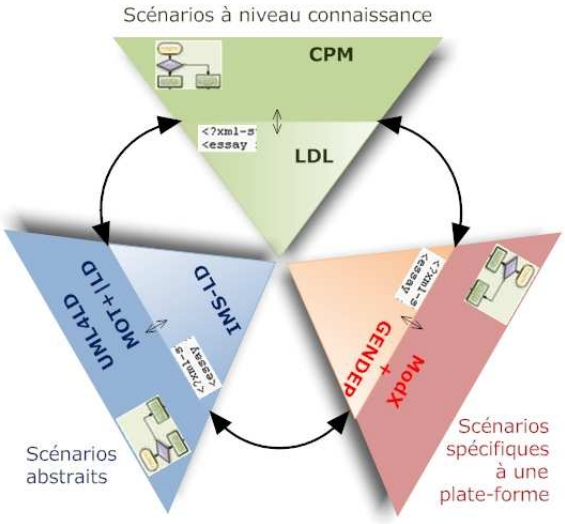

Figure 1 : *catégorisation des scénarios pédagogiques (et langages associés) selon le domaine métier traité*

Nous pensons que chacun de ces trois types de scénario doit pouvoir être décrit selon deux formalismes : l'un **visuel**, au moyen d'une notation textuelle ou graphique dans le but de rendre le scénario interprétable par les membres de la communauté visée (enseignants, concepteurs, etc.), et l'autre sous forme **informatique standard**, dans le but de rendre le scénario spécifié interprétable sans ambiguïté par la machine (explicitation maximale des concepts) et/ou qu'il soit

facilement stocké, recherché et échangé. La notation doit être basée sur un format « standard », non propriétaire (généralement XML), permettant d'expliciter les concepts/relations embarqués. De ce point de vue, un scénario IMS-LD est un fichier XML conforme au schéma proposé par IMS, tandis qu'un fichier XML décrivant un diagramme en termes de primitives graphiques (par exemple le format SVG) n'en est pas pour autant un modèle de scénario productif. Enfin, bien que certains types de scénarios privilégient un format selon leurs objectifs intrinsèques (un format visuel pour les scénarios à niveau connaissance, un format informatique standard pour les scénarios abstraits), les deux formats n'en sont pas moins complémentaires.

En plus des transformations extra-domaines, on peut définir des transformations *intra-domaine* afin de représenter visuellement un scénario décrit dans un format informatique standard (travaux autour d'UML4LD [LAFORCADE 06]) tout aussi bien que l'inverse, c.-à-d. retranscrire le scénario visuel dans un format informatique standard indépendant de toute représentation visuelle.

A titre d'illustration, la figure 1 présente notre proposition regroupant les trois types de scénarios métiers, les deux formalismes par catégorie, ainsi qu'une proposition de positionnement des EML actuels (langages et outils). Un tel positionnement *a posteriori* est bien sûr fortement dépendant du point de vue avec lequel on regarde ces langages et outils ; nous positionnons néanmoins CPM comme un langage de modélisation pédagogique à niveau connaissance (modélisation de situations-problèmes coopératives) et se focalisant sur un formalisme graphique (basé UML). Les scénarios décrits avec LDL sont également à niveau connaissance mais dans un format standard basé XML. Les scénarios IMS-LD sont de type abstrait et dans un formalisme XML, tandis que MOT+ permet la définition de scénarios graphiques (notation de MOT inspirée de l'ingénierie des connaissances) avec le vocabulaire IMS-LD, donc de scénarios abstraits. Les travaux autour de UML4LD, quant à eux, permettent la modélisation graphique de scénarios abstraits conformes à IMS-LD. Enfin, les travaux du projet Bricoles permettent au travers de leurs outils (ModX pour la définition de méta-modèles et modèles et GenDep pour la transformation de scénarios abstraits en scénarios spécifiques à des plates-formes Web de formation) de définir graphiquement et dans un format standard (XMI en l'occurrence) des scénarios spécifiques à un dispositif de formation.

4. Vers le *Domain-Specific Modelling* pour la scénarisation pédagogique

La modélisation orientée domaine (*Domain-Specific Modeling* - DSM) [DSMFORUM 07] est une approche de conception et de développement de systèmes impliquant l'utilisation systématique de DSL (langages spécifiques à un domaine) graphiques pour représenter les différents aspects du système [WIKIPEDIA 07].

Après avoir évoqué les besoins en langages et outils induits par notre catégorisation en trois types de scénarios métiers, nous aborderons l'application concrète de l'approche DSM à la scénarisation pédagogique.

4.1. Besoins en outils et langages vis-à-vis de notre catégorisation

La catégorisation précédente est basée sur une séparation de préoccupations orientée métier. Bien que chacun des trois types de scénarios métiers vise des objectifs différents, ils nécessitent tous des outils et moyens concrets afin de faciliter l'émergence de tels domaines et donc de communautés orientées domaines :

1. outils/services pour la définition de *langages de modélisation pédagogiques orientés domaines* qui doivent à la fois permettre la spécification du vocabulaire du domaine métier (concepts/relations, par exemple sous la forme d'un méta-modèle), ainsi que la spécification du formalisme visuel et du format informatique standard. Ce type d'outil sera manipulé par les acteurs « informaticiens » de l'équipe pluri-disciplinaire de conception pédagogique, mais tous les acteurs participent à l'activité d'explicitation du vocabulaire et des formalismes souhaités.

2. outils/services pour la *description/spécification de scénarios pédagogiques* conformes aux langages orientés domaines précédemment définis. Il s'agit de définir des scénarios conformes au langage domaine métier souhaité, selon l'un ou l'autre des formalismes visuels et/ou standards. Ceci peut prendre la forme d'un outil pour la modélisation graphique de scénarios pédagogiques, d'un outil pour la spécification du scénario dans un format informatique standard basé sur un éditeur orienté « arbre », etc.

3. outils/services de *transformations de scénarios pédagogiques* : i/ *intra*-domaine pour lesquelles le scénario est spécifié dans un autre format (changement de notation) mais avec conservation du vocabulaire « métier » ; ii/ ou *extra*-domaine pour lesquelles le scénario est retranscrit dans un autre langage métier et où le vocabulaire comme la notation peuvent êtres changés.

En pratique, certains services peuvent être regroupés dans un même outil, qui peut être soit spécifique à un domaine, soit générique. Dans le premier cas, l'outil devra être capable de manipuler/interroger les scénarios quels que soient leurs formats (le scénario, même graphique, doit être un modèle productif). Dans le second cas, l'indépendance vis-à-vis d'un domaine particulier impose à l'outil de devoir manipuler différents langages de modélisation, ce qui nécessite que ces langages soient explicitement spécifiés : la syntaxe abstraite (vocabulaire) et les syntaxes concrètes (notations) doivent pouvoir être interprétées par l'outil afin, par exemple, de faciliter les transformations extra-domaines.

Certains outils (tels Objecteering/CPM ou MOT+) proposent actuellement un support d'une partie de ces services. Toutefois, la définition de langages de scénarisation n'est que très peu abordée dans les travaux de recherche actuels. Nous pensons qu'il existe actuellement des outils provenant de la communauté IDM (plus précisément du *Domain-Specific Modelling-DSM*) qui peuvent aider (support partiel), voire permettre (support complet), la définition de langage de scénarisation.

4.2. Domain Specific Modelling pour la scénarisation

Actuellement plusieurs approches, et leurs outils associés, co-existent pour supporter le DSM : les approches des grands éditeurs telle celle de Microsoft basée sur *Visual Studio* et les *Software Factories* [MICROSOFTDSL 07] ou celle de MetaEdit+ [KELLY *et al.* 96] et les projets tant académiques qu'industriels tels ATL [JOUAULT *et al.* 06], GMF [GMF 07], TIGER [TAENZER 06], etc. Ces outils ne nécessitent que la définition du langage et la configuration des générateurs, le reste est ensuite produit automatiquement : éditeurs de modèles centrés-diagrammes, navigateurs des éléments de modélisation contenus dans les modèles, générateurs (des modèles dans un format XML, de code, etc.), gestion multi-utilisateurs, etc. La définition du langage est généralement basée sur les étapes de méta-modélisation suivantes : définition des concepts, de leurs propriétés et des relations entre concepts, définition des règles associées aux concepts (certains outils parlent de contraintes, le but étant de spécifier au maximum la sémantique du domaine) et définition des symboles pour la notation concrète.

L'application concrète de la démarche DSM à la scénarisation pédagogique permet d'aider et de supporter l'émergence de communautés de pratiques de scénarisation orientée « métier ». L'approche DSM permet en effet d'aider les communautés d'enseignants-concepteurs à définir leur propre langage de scénarisation et leur apporte un environnement-support pour la spécification visuelle (avec une notation graphique orientée diagramme) de scénarios pédagogiques. Dans notre contexte de catégorisation des scénarios, le DSM convient autant aux scénarios à niveau connaissance, qu'aux scénarios abstraits et aux scénarios spécifiques à une plate-forme de formation. Les besoins 1/ et 2/ précédemment cités (cf. §4.1) sont garantis par la majorité des outils DSM.

Nous expérimentons actuellement les outils proposés par le projet GMF (*Graphical Modelling Framework*) [GMF 07] pour le support des DSM. GMF est conçu sous la forme d'un *plug-in* pour Eclipse et fournit un composant de génération et une infrastructure d'exécution pour le développement d'environnements d'édition graphique. GMF propose la persistance des modèles créés via son éditeur dans un format XML synchronisé (de manière bidirectionnelle) avec la vue graphique en cours d'édition. Ce mécanisme peut être configuré de manière à ce que le format XML ne soit pas du XMI mais du code XML conforme au schéma XML ayant servi à définir le méta-modèle du domaine concerné. Ainsi, le besoin 3/ en terme de transformation *intra*-domaine entre les deux formats pour un même scénario pédagogique peut être également supporté par cette approche. D'autres outils complémentaires proposés par la communauté IDM/DSM sont en cours d'expérimentation afin de supporter les transformations : ACCELEO [ACCELEO 07], Merlin [MERLIN 07], etc.

5. Conclusion

Nous avons présenté un cadre d'application de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles à la scénarisation pédagogique. Ce cadre est principalement basé sur une séparation de préoccupations selon le domaine métier utilisé pour la spécification des scénarios. Trois catégories ont été proposées : niveau connaissance, niveau abstrait et niveau spécifique à un dispositif de formation. Selon notre point de vue et notre expérience de scénarisation, nous pensons que les formats visuels (souvent graphiques) et textuels (dans un format informatique standard généralement basé XML) sont complémentaires et utiles pour chacune des catégories. Nous avons ensuite exposés les outils/services nécessaires afin d'aider à l'émergence de communautés d'enseignants/concepteurs orientées métiers. Nous avons également présenté le *Domain-Specific Modelling* comme sous-domaine actuel de recherche en IDM dont les principes et outils proposés permettent d'outiller notre application à la scénarisation pédagogique.

Nous expérimentons actuellement ces outils ainsi que ceux de transformations de modèles afin que des « ponts » entre différentes communautés de domaines métiers (transformation de scénarios d'un domaine vers un autre) soient également supportés. Toutefois, cette nouvelle approche de la scénarisation pédagogique implique également de nouvelles tâches pour les équipes pluri-disciplinaire de conception : l'explicitation du vocabulaire métier et de sa sémantique (cristallisé par l'informaticien dans un méta-modèle et des règles/contraintes) ainsi que la définition du formalisme graphique souhaité pour définir visuellement les scénarios.

Remerciements

Ces travaux sont soutenus par le projet MILES (région Pays de la Loire).

Bibliographie

[BEZIVIN *et al*. 04] Bézivin J., Blay M., Bouzhegoub M., Estublier J., Favre J.-M., Gérard S., Jézéquel J.-M., « rapport de synthèse de l'AS CNRS sur le MDA », CNRS, Nov. 2004.

[BOTTURI *et al.* 06] Botturi L., Derntl M., Boot E., & Figl K., “A Classification Framework for Educational Modeling Languages in Instructional Design”, *Proceedings of ICALT'06*, July, Kerkrade, The Netherlands: IEEE, 2006.

[CARON 06] Caron P.-A., « Implantation de scénarios pédagogiques selon une approche orientée modèle », *RJC EIAH'06*, 11 – 12 mai 2006, INT, Evry.

[de VRIES *et al*. 06] De Vries F., Tattersall C. and Koper, R., « Future developments of IMS Learning Design tooling », *Educational Technology & Society*, 9 (1), 9-12, 2006.

[DODERO 06] Dodero J. M. & Díez D., “Model-Driven Instructional Engineering to Generate Adaptable Learning Materials”, *Proceedings of ICALT'06*, July, Kerkrade, The Netherlands: IEEE, 2006.

[FAVRE *et al.* 06] Favre J., Estublier J., Blay-Fornarino M., *L'ingénierie dirigée par les modèles - Au-delà du MDA*, ISBN 2-7462-1213-7, Edition Hermes, February 2006.

[FERRARIS *et al.* 05] Ferraris C., Lejeune A., Vignollet L., David J.P., « Modélisation de scénarios d’apprentissage collaboratifs pour la classe », EIAH'05, Montpellier, 25-27 mai

2005, pp 285-296.

[IMS 03] IMS, Learning Design Version 1.0 Final Specification, Technical report, Feb. 2003.

[JOUAULT *et al.* 06] Jouault F, Bézivin J, Consel C, Kurtev I, and Latry F, "Building DSLs with AMMA/ATL, a Case Study on SPL and CPL Telephony Languages", *In: Proceedings of the 1st ECOOP Workshop DSPD*, July 3rd, Nantes, France, 2006.

[KELLY *et al.* 96] Kelly S., Lyytinen K., and Rossi M., "MetaEdit+: A Fully Configurable Multi-User and Multi-Tool CASE Environment", *Proceedings of CAiSE'96*, Lecture Notes in Computer Science 1080, Springer-Verlag, pp. 1-21, 1996.

[KINSHUK *et al.* 06] Kinshuk, Sampson D.G., Patel A., Oppermann R. (Eds): Special issue: *Current Research in Learning Design. Journal of Educational Technology & Society. Volume 9, Number 1, 2006.*

[LAFORCADE *et al.* 05] Laforcade P., Nodenot T.; Sallaberry C., « Un langage de modélisation pédagogique basé sur UML », *Revue STICEF*, Volume 12, 2005.

[LAFORCADE 06] Laforcade P., « Représentation graphique de scénarios pédagogiques abstraits : expérimentation entre IMS-LD et UML », *TICE'06*, Toulouse, France, 2006.

[LAFORCADE & CHOQUET 06] Laforcade P., Choquet C, "Next Step for Educational Modeling Languages: The Model Driven Engineering and Reengineering Approach", pp. 745-747, *Proceedings of ICALT'06*, July, Kerkrade, The Netherlands: IEEE, 2006.

[MARINILLI 05] Marinilli, M., "Model-Driven User Adapted Systems and Applications", PhD Thesis, June 2005.

[NEWELL 82] Newell A., « The Knowledge Level », *Artificial Intelligence*, 18 (1), 1982.

[OMG 01] OMG, « MDA specification guide version 1.0.1 », Report – omg/03-06-01, 2001.

[PAQUETTE *et al.* 06] Paquette G., Léonard M., Lundgren-Cayrol K., Mihaila S., Gareau D., « Learning Design based on Graphical Knowledge-Modeling », *Educational Technology & Society*, 9 (1), 97-112, 2006.

[PARREND 05] Parrend P., « MDE et CSCW - Groupware - Travail Coopératif capillaire », rapport de Master Recherche en Informatique de Lyon – Mastria, 2005.

[PERNIN & LEJEUNE 05] Pernin J.-P., Lejeune A., « Dispositifs d'apprentissage instrumentes par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios », Colloque TICE'04, Compiègne, octobre 2004.

[TAENZER 06] Taentzer G., "Towards Generating Domain-Specific Model Editors with Complex Editing Commands", *In Proc. International Workshop Eclipse Technology eXchange (eTX), Satellite Event of ECOOP*, 2006.

[VACHET 06] Vachet C., « Scénarisation Pédagogique, Situation Interactionnelle et IDM », *poster IDM'06*, 2006.

Références sur le WEB.

[ACCELEO 07] http://www.acceleo.org/pages/using-acceleo-with-gmf/

[DSMFORUM 07] http://www.dsmforum.org/

[GMF 07] http://www.eclipse.org/gmf/

[MERLIN 07] http://merlingenerator.sourceforge.net/merlin/index.php

[MICROSOFTDSL 07] http://msdn.microsoft.com/vstudio/DSLTools/

[PLANETMDE 07] http://planetmde.org/

[WIKIPEDIA 07] http://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific_modelling